

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA  
DE AGUASCALIENTES**

**CENTRO DE CIENCIAS BÁSICAS**

**DOCTORADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS MODALIDAD DIRECTA**

**TESIS**

**TAXONOMÍA Y DISTRIBUCIÓN DE LOS ESCORPIONES DEL DESIERTO  
CHIHUAHUENSE EN AGUASCALIENTES**

**PRESENTA**

**Fernanda Chávez Samayoa**

**PARA OBTENER EL GRADO DE DOCTORA EN CIENCIAS BIOLÓGICAS**

**TUTORES**

**Dr. Jaime Antonio Escoto Moreno**

**Dr. Edmundo González Santillán**

**ASESOR**

**Dr. José Jesús Sigala Rodríguez**

**Aguascalientes, Ags, 07 de diciembre del 2022.**

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS



DICTAMEN DE LIBERACION ACADÉMICA PARA INICIAR LOS TRAMITES DEL EXAMEN DE GRADO



Fecha de dictaminación dd/mm/aa: 14-dic-22

**NOMBRE:** FERNANDA CHÁVEZ BAMAÑO **ID:** 126498  
**PROGRAMA:** DOCTORADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS, MODALIDAD DIRECTA **LGAC (del programa):** ECOLOGÍA Y BIODIVERSIDAD  
**TIPO DE TRABAJO:**  Tesis  Trabajo práctico  
**TÍTULO:** TAXONOMÍA Y DISTRIBUCIÓN DE LOS ESCORPIONES DEL DESIERTO CHIHUAHUENSE EN AGUASCALIENTES  
**IMPACTO SOCIAL (señalar el impacto logrado):**

DETERMINA LA DISTRIBUCIÓN DE LOS ESCORPIONES DEL DESIERTO CHIHUAHUENSE EN AGUASCALIENTES

**INDICAR SI/NO SEGÚN CORRESPONDA:**

*Elementos para la revisión académica del trabajo de tesis o trabajo práctico:*

- SI El trabajo es congruente con las LGAC del programa de posgrado
- SI La problemática fue abordada desde un enfoque multidisciplinario
- SI Existe coherencia, continuidad y orden lógico del tema central con cada apartado
- SI Los resultados del trabajo dan respuesta a las preguntas de investigación o a la problemática que aborda
- SI Los resultados presentados en el trabajo son de gran relevancia científica, tecnológica o profesional según el área
- SI El trabajo demuestra más de una aportación original al conocimiento de su área
- SI Las aportaciones responden a los problemas prioritarios del país
- NO Generó transferencia del conocimiento o tecnológica

*El egresado cumple con lo siguiente:*

- SI Cumple con lo señalado por el Reglamento General de Docencia
- SI Cumple con los requisitos señalados en el plan de estudios (créditos curriculares, coactivos, actividades complementarias, estancia, productora, etc)
- SI Cuenta con los votos aprobatorios del comité tutorial, en caso de los programas profesionales si tiene solo tutor podrá liberar solo el tutor
- NO Cuenta con la carta de satisfacción del Usuario
- SI Coincide con el título y objetivo registrado
- SI Tiene congruencia con cuerpos académicos
- SI Tiene el CVU del Conacyt actualizado
- SI Tiene el artículo aceptado o publicado y cumple con los requisitos institucionales (en caso que presente)

*En caso de Tesis por artículos científicos publicados:*

- SI Aceptación o Publicación de los artículos según el nivel del programa
- SI El estudiante es el primer autor
- SI El autor de correspondencia es el Tutor de Núcleo Académico Básico
- SI En los artículos se ven reflejados los objetivos de la tesis, ya que son producto de este trabajo de investigación
- SI Los artículos integran los capítulos de la tesis y se presentan en el idioma en que fueron publicados
- SI La aceptación o publicación de los artículos en revistas indexadas de alto impacto

Con base a estos criterios, se autoriza se continúen con los trámites de titulación y programación del examen de grado

SI  
 No

FIRMAS

Elaboró:

\* NOMBRE Y FIRMA DEL CONSEJERO SEGÚN LA LGAC DE ATRIBUCIÓN:

DR. GILBERTO ALEJANDRO OCAMPO ACOSTA

NOMBRE Y FIRMA DEL SECRETARIO TÉCNICO:

DRA. ALMA LILIA GUERRERO BARRERA

\* En caso de conflicto de intereses, firma el UN (o) funcionario del RMB de la LGAC correspondiente al área al ser miembro de la Comisión de Investigación y Docencia

Revisó:

NOMBRE Y FIRMA DEL SECRETARIO DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO:

DR. JUAN LAUREGUI BARRERA

Autorizó:

NOMBRE Y FIRMA DEL DECANO:

MARCELO MARTÍN ALFÉREZ CHÁVEZ

**Nota: procede el trámite para el Depto. de Apoyo al Posgrado**

De cumplir con el Art. 103C del Reglamento General de Docencia que a la letra se cita entre los funciones del Consejo Académico ... Cuidó la eficiencia terminal del programa de posgrado y el Art. 105F del Funciones del Secretario Técnico, llevar el seguimiento de los alumnos.

Elaborado por: D. Apoyo al Posg.  
 Revisado por: D. Control Técnico/ D. Gestión de Calidad  
 Aprobado por: D. Control Escolar/ D. Apoyo al Posg.

Código: DO-118-PO-15  
 Actualizado: 01  
 Emisión: 30/05/19



CARTA DE VOTO APROBATORIO  
COMITÉ TUTORAL

M. EN C. JORGE MARTÍN ALFÉREZ CHÁVEZ  
DECANO (A) DEL CENTRO DE CIENCIAS BÁSICAS

PRESENTE

Por medio del presente como **Miembros del Comité Tutorial** designado de la estudiante **FERNANDA CHÁVEZ SAMAYOA** con ID 126498 quien realizó la tesis titulada: **TAXONOMÍA Y DISTRIBUCIÓN DE LOS ESCORPIONES DEL DESIERTO CHIHUAHUENSE EN AGUASCALIENTES**, un trabajo propio, innovador, relevante e inédito y con fundamento en el Artículo 175, Apartado II del Reglamento General de Docencia damos nuestro consentimiento de que la versión final del documento ha sido revisada y las correcciones se han incorporado apropiadamente, por lo que nos permitimos emitir el **VOTO APROBATORIO**, para que ella pueda proceder a imprimirla así como continuar con el procedimiento administrativo para la obtención del grado.

Ponemos lo anterior a su digna consideración y sin otro particular por el momento, le enviamos un cordial saludo.

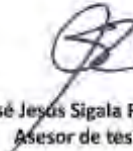
ATENTAMENTE  
"Se Lumen Proferre"  
Aguascalientes, Ags., a 07 de diciembre de 2022



Dr. Jaime Antonio Escoto Moreno  
Co-Tutor de tesis



Dr. Edmundo González Santillán  
Co-Tutor de tesis



Dr. José Jesús Sigala Rodríguez  
Asesor de tesis

c. c. p.- Interesado  
c. c. p.- Secretaría Técnica del Programa de Posgrado

Elaborado por: Depto. Apoyo al Posgrado.  
Revisado por: Depto. Control Escolar/Depto. Gestión de Calidad.  
Aprobado por: Depto. Control Escolar/ Depto. Apoyo al Posgrado.

Código: DG-SES-PO-16  
Actualización: 00  
Emisión: 17/05/19



Contents lists available at [ScienceDirect](https://www.sciencedirect.com)

Zoologischer Anzeiger

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/jcz](https://www.elsevier.com/locate/jcz)



## Two new species of *Vaejovis* (Scorpiones: Vaejovidae) belonging to the *mexicanus* group from Aguascalientes, Mexico, with comments on the homology and function of the hemispermatophore

Fernanda Chávez-Samayoa<sup>a</sup>, José Eduardo Díaz-Plascencia<sup>b</sup>, Edmundo González-Santillán<sup>c,\*</sup>

<sup>a</sup> Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Aguascalientes, Avenida Universidad 940, Ciudad Universitaria, C.P. 20131, Aguascalientes, Aguascalientes, Mexico

<sup>b</sup> Licenciatura en Biología, Universidad Autónoma de Aguascalientes, Avenida Universidad 940, Ciudad Universitaria, C.P. 20131, Aguascalientes, Aguascalientes, Mexico

<sup>c</sup> Laboratorio de Aracnología, Departamento de Biología Comparada, Facultad de Ciencias, UNAM, Mexico

### ARTICLE INFO

Corresponding editor: Peter Michalik

**Keywords:**  
aguascalientes  
Agua zarca  
Hemispermatophore  
New species  
Nomenclature  
*Vaejovis*

### ABSTRACT

Two new species of the genus *Vaejovis* (C. L. Koch 1836) belonging to the *mexicanus* group from Aguascalientes, Mexico, are described and compared to other species closely related to them geographically and morphologically. The species are compared based on the nomenclature and homology proposed by González-Santillán and Prendini (2013). An extension of the homology, functionality, and nomenclature of the hemispermatophore proposed by Monod et al. (2017) is applied to vaejovid scorpions for the first time. We provide meristic evidence to support species delimitation and an identification key to the *mexicanus* species group (Sológlad, 1973) from Aguascalientes. We provide new records that broaden the distribution area, supplement its diagnosis, and expand the description, including details on the hemispermatophore and the telotarsi of *Vaejovis tenamaztlei* Contreras-Félix et al., 2015.

### 1. Introduction

The North American vaejovid scorpion *mexicanus* species group of the genus *Vaejovis* C.L. Koch, 1836 was recently revised by Contreras-Félix and Francke (2019). In addition to updating the diagnosis of the *mexicanus* group, the authors described five new species. After it stood neglected for a long time, the authors redefined the species component of the group and delimited it from the *vorhiesi* (Stahnke 1940) and *nitidulus-nigrescens* (Pet et al., 2006) species groups. Although Hoffmann (1931) sketched out this cluster of distinctive species in his treatise of Mexican scorpions, the *mexicanus* group was formalized by Sológlad (1973). The species composition of the *mexicanus* group was reassessed many times since its inception [for a historical recount, see Contreras-Félix and Francke (2019)], but is currently comprised of 32 species inhabiting oak-pine forests and xeric habitats of Mexico (Azzimari et al., 2021; Contreras-Félix and Francke 2019).

Several authors (Table 1) have listed the scorpion fauna of Aguascalientes state as part of regional and national surveys. The only

described species of the *mexicanus* group in the state is *Vaejovis tenamaztlei* Contreras-Félix et al., 2015, although Ponce-Saavedra and Francke (2013) cited an undescribed species earlier.

In this publication, we describe and compare two new species belonging to the *mexicanus* group, *Vaejovis aguazarca* Díaz-Plascencia and González-Santillán sp. nov. and *Vaejovis aguascalentensis* Chávez-Samayoa and González-Santillán sp. nov., thus increasing the *mexicanus* group to 34 species and the scorpion species of the state of Aguascalientes to 11 (Table 1).

### 2. Material and methods

Scorpion specimens were collected during the night with the help of UV lights. Nomenclature and homology follow González-Santillán and Prendini (2013), except for lateral ocelli patterns (Loria and Prendini 2014), hemispermatophore nomenclature (Monod et al., 2017), and body measurements (Sissom et al. 1990). To equate the nomenclature of Contreras-Félix and Francke (2019) with the one of González-Santillán

\* Corresponding author.

E-mail address: [edmundo.gonzalez@fb.unam.mx](mailto:edmundo.gonzalez@fb.unam.mx) (E. González-Santillán).

<sup>1</sup> Present address: Colección Nacional de Arácnidos, Departamento de Zoología, Instituto de Biología, UNAM, Circuito Zona Deportiva S/N, C.U., Coyoacán, 04510, CDMX, México.

<https://doi.org/10.1016/j.jcz.2022.04.005>

Received 31 January 2022; Received in revised form 27 April 2022; Accepted 28 April 2022

Available online 4 May 2022

0044-5231/© 2022 Elsevier GmbH. All rights reserved.



## Scientific Note

**Interactions between *Centruroides infamatus* C. L. Koch, 1944  
(Scorpiones: Buthidae) and *Liometopum apiculatum* Mayr, 1870  
(Hymenoptera: Formicidae), *Stenomorpha* sp. (Coleoptera: Tenebrionidae)  
and *Scolopendra viridis* Say, 1821 (Scolopendromorpha: Scolopendridae)  
in Calvillo, Aguascalientes, Mexico**

Processes such as ecosystem development, productivity, resilience, and stability are of great importance for interspecific relationships (Van Der Putten et al. 2004) and are increasingly relevant in ecosystem conservation studies (Harvey et al. 2017, Heinen et al. 2020). Arachnids, insects, and centipedes are constantly interacting with each other and with other arthropods (Polis et al. 1981), and field observations of these interactions are important to increasing our knowledge of local food webs.

The scorpion genus *Centruroides* Marx, 1980 currently comprises 93 species and two subspecies (Ponce-Saavedra & Francke, 2019; Rein 2021), 47 of which are found in Mexico (González-Santillán et al. 2019, Ponce-Saavedra & Francke 2019, Quijano-Ravell et al. 2019). *Centruroides infamatus* C. L. Koch, 1944 is a species of medical importance with a known distribution in the central and Pacific regions of Mexico in the states of Aguascalientes, Colima, Durango, Guanajuato, Jalisco, Michoacan, Nayarit, Queretaro, Sinaloa, and Zacatecas (Riaño-Umbarila et al. 2017).

Herein, we report nocturnal observations made during the months of September and October 2019 concerning interactions between *C. infamatus* and the ant *Liometopum apiculatum* Mayr, 1870, the tenebrionid beetle *Stenomorpha* sp., and the centipede *Scolopendra viridis* Say, 1821. The interactions were observed in the municipality of Calvillo, Aguascalientes, Mexico (Fig. 1, 2A) and constitute the first known contributions on prey and predator interactions of *C. infamatus*. The climate in Calvillo is classified as BS1hw(w) (Garcia 2004)—i.e., semi-dry and semi-warm with rains primarily during the summer. Total annual precipitation is 500–700 mm, and annual mean temperature ranges from 18–21°C (INEGI 2008). The area is mostly tropical deciduous forest (INEGI 2017). Collected specimens were deposited in the Zoological Collection of the Autonomous University of Aguascalientes (CZUAA).

Observations of the interactions are reported below:

1. *Liometopum apiculatum* feeding on *C. infamatus* (Fig. 2B). A group of individuals of this ant were feeding on a *C. infamatus* on the side of the road. It is possible that the scorpion was already dead when the ants found it and started to feed on it: Mexico, Aguascalientes, Calvillo, 0.48 km northeast of the locality spa “La Cueva”: 21° 48' 47.70"N, 102° 48' 58.82"W, 1665 m, tropical deciduous forest, 28-IX-2019, F. Chávez-Samayoa (1, CZUAA).
2. *Stenomorpha* sp. being feed upon by *C. infamatus* (Fig. 2C): Mexico, Aguascalientes, Calvillo, 0.48 km northeast of the locality “La Cueva”: 21° 48' 47.70"N, 102° 48' 58.82"W, 1665 m, tropical deciduous forest, 15-X-2019, F. Chávez-Samayoa (1, CZUAA).

## AGRADECIMIENTOS

Al programa de Doctorado en Ciencias Biológicas de la Universidad Autónoma de Aguascalientes y el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por la otorgación de la beca número 717372 del Programa Nacional de Posgrados de Calidad, gracias a lo cual pude continuar mi formación científica. Así mismo, se agradece al programa de Doctorado en Ciencias Biológicas por el apoyo económico brindado para el trabajo de campo.

A mis tutores, los doctores Jaime Antonio Escoto Moreno y Edmundo González Santillán, primeramente, por su calidad como personas, su paciencia y apoyo incondicional y por siempre estar dispuestos a transmitir sus conocimientos. Así como por las facilidades brindadas para estudiar el material de las colecciones a su cargo, e impulsarme a seguir creciendo en la investigación. Al Dr. José Jesús Sigala Rodríguez, quien siempre compartió de manera abierta su conocimiento, datos de campo, experiencias y apoyo.

Al Dr. Fernando Álvarez Padilla por las facilidades brindadas para trabajar en el Laboratorio de Aracnología de la Facultad de Ciencias de la UNAM en la toma de fotografías utilizadas en este trabajo y en las publicaciones derivadas de él. A la Dra. Alondra Encarnación Luevano, por su valiosa asesoría sobre modelado de nicho ecológico.

A todos mis amigos y compañeros que me acompañaron en las colectas, los biólogos/as: Diego Simijaca, Iván Villalobos, Rodrigo Haro, Emmanuel González, Patricia García, Pablo Hernández, Ricardo García, Daniel Escobedo y muchos otros más que no cabrían en esta cuartilla, pero sin quienes este proyecto no hubiera sido posible. A mi familia, amigos/as y pareja, por haberme apoyado y sostenido amorosamente en todas las etapas de este proceso.

## DEDICATORIAS

Quiero agradecer y dedicar este trabajo a las personas que más me han amado y apoyado, que contribuyeron desde niña a mi formación y me permitieron desarrollarme con un sentido de amor a la naturaleza, mis padres, Miriam Elizabeth y Luis Fernando. A mi hermano, Víctor Manuel, por ser mi cómplice en todas las cosas que hago. También a mi novio, Daniel, a quien amo profundamente y cuyo apoyo ha sido fundamental estos últimos años. A mi tía Herlinda, quien es la primera mujer dedicada a las ciencias que yo conocí, y quien me ha apoyado y motivado continuamente. Finalmente, a mis abuelos, Enriqueta y Fernando, quienes partieron durante el transcurso de este trabajo y a quienes recuerdo con mucho amor.

**ÍNDICE GENERAL**

Resumen	14
Abstract	15
1. Introducción	16
1.1 Morfología y nomenclatura de escorpiones	18
1.2 Sistemática del Orden Scorpiones	29
1.3 Microhábitat de los escorpiones	34
1.4 Modelado de nicho ecológico aplicado a escorpiones	36
1.5 Biodiversidad del estado de Aguascalientes	37
1.6 Provincias biogeográficas presentes en Aguascalientes	38
2. Antecedentes	40
2.1 Especies de escorpiones presentes en Aguascalientes	40
2.2 Uso de estimadores no paramétricos para la evaluación de inventarios biológicos con base en datos de museos y colecciones científicas	42
2.3 Escorpiones de la provincia biogeográfica Desierto Chihuahuense en Aguascalientes (DCAGS)	42
3. Justificación	44
4. Objetivos	45
4.1 Objetivo general	45
4.2 Objetivos particulares	45
5. Métodos	46
5.1 Descripción del área de estudio	46
5.2 Descripción de los sitios de muestreo	47
5.2.1 El Capulín, Tepezalá	48
5.2.2 Juan el Grande, El Llano	50
5.2.3 Los Arquitos, Jesús María	52
5.3 Trabajo de campo y manejo del material recolectado	54
5.4 Revisión de especímenes de colecciones científicas y actualización del listado de especies del estado de Aguascalientes	55
5.5 Uso de estimadores no paramétricos para evaluar la completitud del inventario de especies que representa la CZUAA de la riqueza de especies de escorpiones de Aguascalientes	57
5.6 Construcción de clave dicotómica para escorpiones adultos del estado de Aguascalientes	62
5.7 Análisis de diversidad en las localidades de muestreo	62
5.8 Uso de microhábitats de las especies de escorpiones	63
5.9 Modelado de nicho ecológico de las especies de escorpiones presentes en el DCAGS	63
6. Resultados	71
6.1 Listado actualizado de especies de escorpiones en Aguascalientes	71
6.2 Clave para la identificación taxonómica de las familias, género y especies de escorpiones distribuidos en el estado de Aguascalientes	79
6.3 Estimación de la completitud del inventario de especies de escorpiones depositado en la CZUAA	90



6.4	Análisis de diversidad en los muestreos realizados para DCAGS	90
6.5	Uso de microhábitat de las especies de escorpiones presentes en las localidades de estudio	93
6.5.1	El Capulín, Tepezalá	93
6.5.2	Juan el Grande, El Llano	96
6.5.3	Los Arquitos, Jesús María	98
6.6	Modelado de nicho ecológico de las especies del DCAGS	100
6.6.1	<i>Chihuahuanus bilineatus</i>	101
6.6.2	<i>Chihuahuanus coahuilae</i>	102
6.6.3	<i>Chihuahuanus glabrimanus</i>	104
6.6.4	<i>Diplocentrus zacatecanus</i>	105
6.6.5	<i>Mesomexovis spadix</i>	107
6.6.6	<i>Paruroctonus gracilior</i>	109
6.6.7	<i>Vaejovis tenamatzlei</i>	111
7.	Discusión	113
7.1	Actualización de la riqueza de especies de escorpiones de Aguascalientes	113
7.2	Análisis de diversidad y uso de microhábitat por parte de escorpiones en las localidades de estudio	118
7.3	Modelado de nicho ecológico de las especies del DCAGS	122
8.	Conclusiones	127
9.	Bibliografía	129
10.	Anexos	161

**ÍNDICE DE CUADROS**

Número	Descripción	Página
1	Clasificación y diversidad de escorpiones en México y el mundo (Prendini y Loria, 2020; Rein, 2022; Santibáñez-López et al., 2019, 2020). Abreviaciones: G, género; E, especies; M, México entre paréntesis se señala el número de géneros y fuera el número de especies representados para el país.	33
2	Ecomorfotipos de escorpiones y sus modificaciones morfológicas (Lamorral, 1976; Polis 1990, Fet et al., 2000, Prendini, 2001, González-Santillán 2004).	35
3	Regionalización biogeográfica de Aguascalientes (Morrone et al., 2017; 2022; y Morrone, 2019).	39
4	Especies registradas por autor y bases de datos de colecciones en línea, así como especímenes de la CZUAA para Aguascalientes. Autores: 1. (Hoffmann 1931, 1932, 1936), 2. (Díaz-Nájera 1975), 3. (Fet et al. 2000), 4. (Soleglad y Fet 2008), 5. (Escoto-Rocha y Delgado Saldivar 2008), 6. (Ponce-Saavedra et al., 2009), 7. (Ponce y Francke 2013a), 8. (Contreras-Félix et al. 2015), 9. (Santibáñez-López et al., 2015), 10. (Díaz Plascencia y Delgado Saldivar 2015), 11. (Ponce-Saavedra et al., 2016), 12. (Riaño-Umbarila et al., 2017), 13. (González-Santillán y Possani 2018), 14. (González-Santillán y Prendini 2018), 15. Datos abiertos UNAM, Colección Nacional de Arácnidos (CNAN), 16. Colección de Artrópodos de Importancia Médica (CAIM).? = este símbolo se utilizó ya que se habla del género en la entidad, pero no se especifica la especie.	41
5	Especies de escorpiones del DC en Aguascalientes y estados del DC: (1) Aguascalientes, (2) Chihuahua, (3) Coahuila, (4) Durango, (5) Estado de México, (6) Guanajuato, (7) Hidalgo, (8) Jalisco, (9) Michoacán, (10) Nuevo León, (11) Querétaro, (12) San Luis Potosí, (13) Tamaulipas y (14) Zacatecas.	42
6	Claves taxonómicas y descripciones de especie con las que se identificaron a los organismos recolectados.	56
7	Radios morfométricos de machos de <i>Ch. glabrimanus</i> . Los números de catálogo menores a 2000 tienen el prefijo "CZUAA:SCO-"mientras que los mayores a 2000	57

corresponden al prefijo “CNAN:SC-“, ambos fueron omitidos por cuestiones de espacio. Abreviaciones: AGS= Aguascalientes, A= ancho, Al= alto, Ca= caparazón, Chel= quela, GTO= Guanajuato, L= largo, Man= manus de quela, Meta\_V= segmento V del metasoma, NL= Nuevo León, Pa= patela de pedipalpo, SLP= San Luis Potosí.

8	Base de datos de incidencia (0= ausencia, 1= presencia) de las especies en las cuadrículas de 10x10 km, las letras y números A-K identifican cada celda. Abreviaciones: Cent_infa <i>Centruroides infamatus</i> , Chih_bili= <i>Chihuahuanus bilineatus</i> , Chih_coah= <i>Chihuahuanus coahuilae</i> , Chih_glab= <i>Chihuahuanus glabrimanus</i> , Dipl_zaca= <i>Diplocentrus zacatecanus</i> , Meso_spad= <i>Mesomexovis spadix</i> , Paru_grac= <i>Paruroctonus gracilior</i> , Thor_intr= <i>Thorellius intrepidus</i> , Thor_sp= <i>Thorellius</i> sp., Vaej_agu= <i>Vaejovis aguazarca</i> , Vaej_aqu= <i>Vaejovis aquascalentensis</i> , Vaej_nig= <i>Vaejovis nigrescens</i> , Vaej_ten= <i>V. tenamaztlei</i> .	59
9	Base de datos de incidencia (0= ausencia, 1= presencia) de las especies en clases de cinco años. Abreviaciones: Cent_infa= <i>Centruroides infamatus</i> , Chih_bili= <i>Chihuahuanus bilineatus</i> , Chih_coah= <i>Chihuahuanus coahuilae</i> , Chih_glab= <i>Chihuahuanus glabrimanus</i> , Dipl_zaca= <i>Diplocentrus zacatecanus</i> , Meso_spad= <i>Mesomexovis spadix</i> , Paru_grac= <i>Paruroctonus gracilior</i> , Thor_intr= <i>Thorellius intrepidus</i> , Thor_sp= <i>Thorellius</i> sp., Vaej_agua= <i>Vaejovis aguazarca</i> , Vaej_aqua= <i>Vaejovis aquascalentensis</i> , Vaej_nigr= <i>Vaejovis nigrescens</i> , Vaej_tena= <i>V. tenamaztlei</i> .	61
10	Base de datos de frecuencia de incidencia en las distintas localidades de estudio. JEG: Juan el Grande; LA: Los Arquitos, CAP: Tepezalá.	63
11	Número de registros por especie total y filtrado por calidad de datos asociados y distancia entre puntos.	64
12	Variables utilizadas para elaboración de los modelos de distribución potencial (Title y Bemmels 2018; Fick y Hijmans 2017).	69
13	Listado actualizado de especies presentes en el estado de Aguascalientes. *Especie introducida.	71
14	Cuento de macroseclas observadas sobre las quillas de los segmentos metasomales de poblaciones de <i>Chihuahuanus</i>	76

*glabrimanus* (♂). Abreviación de carinas metasomales, drl= dorsal lateral I-V, lm= lateral media I-IV, lim=lateral inframedia I-V, vl= ventral lateral I-V, vsm= ventral submedia I-IV, vm= ventral media V, vsl= ventral sublateral V. Los números de catálogo menores a 2000 tienen el prefijo: "CZUAA:SCO-" que se omitió por cuestiones de espacio, los números de catálogo mayores a 2000 tienen el prefijo "CNAN:SC".

15	<p>Conteo de macrosedas observadas sobre las quillas de los segmentos metasomales de poblaciones de <i>Chihuahuanus glabrimanus</i> (♀). Abreviación de carinas metasomales, drl= dorsal lateral I-V, lm= lateral media I-IV, lim=lateral inframedia I-V, vl= ventral lateral I-V, vsm= ventral submedia I-IV, vm= ventral media V, vsl= ventral sublateral V. Los números de catálogo menores a 2000 tienen el prefijo: "CZUAA:SCO-" que se omitió por cuestiones de espacio, los números de catálogo mayores a 2000 tienen el prefijo "CNAN:SC".</p>	77
16	<p>Conteo metasomal de <i>Thorellius</i> sp. y <i>T. cristimanus</i>. Abreviación de carinas metasomales, drl= dorsal lateral I-V, lm= lateral media I-IV, lim=lateral inframedia I-V, vl= ventral lateral I-V, vsm= ventral submedia I-IV, vm= ventral media V, vsl= ventral sublateral V. Los números de catálogo tienen el prefijo: "CZUAA:SCO-" que se omitió por cuestiones de espacio. El ejemplar CZUAA:SCO-675 es un juvenil.</p>	78
17	<p>Estimadores no paramétricos de riqueza de especies en Aguascalientes mediante dos métodos, cuadrículas de 10 x 10 km y clases de cinco años.</p>	90
18	<p>Número efectivo de especies observado y estimado ('), ordenes 0 al 2 para las distintas localidades de estudio.</p>	92
19	<p>Abundancia de individuos de las especies de escorpiones en las estaciones de muestreo de la localidad CAP.</p>	94
20	<p>Abundancia las especies de escorpiones en estaciones de muestreo de la localidad JEG.</p>	96
21	<p>Abundancia de las especies de escorpiones en las estaciones de muestreo de la localidad LA.</p>	99
22	<p>Parámetros, significancia estadística (pROC), tasa de éxito de validación mediante Jackknife y valor p (Pearson et al., 2007) de los modelos de distribución potencial de los</p>	100



escorpiones del DCAGS.\*= AUC de modelos evaluados con ocurrencias independientes.

### ÍNDICE DE FIGURAS

Número	Descripción	Página
1	Plano corporal de los escorpiones, vista dorsal (izq.) y ventral (der.) de <i>Thorellius intrepidus</i> (♀), escala = 1 cm.	19
2	Caparazón de <i>Vaejovis tenamaztlei</i> Contreras-Félix et al., 2015 mostrando ojos medios (izq.) y laterales (der.). Los ojos laterales son del tipo 3A de acuerdo con la nomenclatura de Loria y Prendini, 2014. Fotografías modificadas de Chávez-Samayoa et al., 2022.	20
3	Caracteres de importancia taxonómica (Vachon (1956, 1963) en quelíceros representativos de las familias Buthidae (A; <i>Centruroides infamatus</i> ) y Vaejovidae (B; <i>Mesomexovis spadix</i> ), aspecto dorsal (izq.) y ventral (der.). Barras de escala = 0.5 cm. Se resalta en amarillo denticulo extra característico de Buthidae; serrula en azul y macrocedas en rojo. Abreviaciones: b basal; ed externo distal; id interno distal; m medio; sd subdistal.	20
4	Vista dorsal (A), retrolateral (B), ventral (C) y prolateral (D) del fémur del pedipalpo de <i>V. aguazarca</i> , se señalan carinas (González-Santillán y Prendini, 2013) con letras blancas y tricobotrias (Vachon, 1973) con amarillas. Abreviaciones: dpl dorsal prolateral; drl dorsal retrolateral; e externa; i interna; plvs prolateral ventral submedia; pv prolateral ventral; rlds retrolateral dorsosubmedia; rv retrolateral ventral; vm ventral media; vpl ventral prolateral; vrl ventral retrolateral; vrs ventral retrosubmedia. Fotografía original tomada de Chávez-Samayoa et al., 2022.	24
5	Vista dorsal (A), retrolateral (B), ventral (C) y prolateral (D) de patela del pedipalpo de <i>V. aguazarca</i> , se señalan carinas (González-Santillán y Prendini, 2013) con letras blancas y tricobotrias (Vachon, 1973) con amarillas. Abreviaciones: dpl dorsal prolateral; drl dorsal retrolateral; eb externa basal; em externa media; esb externa sub basal; et externa terminal; i interna; plm prolateral media; pls prolateral subdorsal; rlds retrolateral dorsosubmedia; rlm retrolateral media; vm ventral media; vpl ventral prolateral;	25

vrs ventral retrosubmedia; v ventral. Fotografía original tomada de Chávez-Samayoa et al., 2022.

- 6 Vista dorsal (A), retrolateral (B), ventral (C) y prolateral (D) de la quela del pedipalpo de *V. aguazarca*, se señalan carinas (González-Santillán y Prendini, 2013) con letras blancas y tricobotrias (Vachon, 1973) con amarillas. Abreviaciones: Db/db dorsal basal; dm dorsal media; dpl dorsal prolateral; dps dorsal prosubmedia; drl dorsal retrolateral; drsa dorsal retrolateral submedia accesoria; drs dorsal retrolateral submedia; dsb dorsal sub-basal; dst dorsal subterminal; Dt/dt dorsal terminal; Eb/eb externa basal; Esb/esb externa sub basal; Et externa terminal; Est externa sub-terminal; ib interna basal; it interna terminal; pld prolateral dorsal; plm prolateral mediana; plvs prolateral ventral submedia; rd retrolateral dorsal; rlm retrolateral mediana; rlsa retrolateral submedia accesoria; rls retrolateral submedia; rv retrolateral ventral; V ventral; vm ventral media; vpl ventral prolateral; vps ventral prosubmedia; vrl ventral retrolateral; vrs ventral retrosubmedia. Fotografía original tomada de Chávez-Samayoa et al., 2022. 26
- 7 *Vaejovis tenamaztlei*, segmentos de las patas de escorpiones (A) (Hjelle, 1990), aspecto dorsal. Escala = 1mm; acercamiento y vista dorsal/ventral de basitarso y telotarso (B) con territorios de macrosetas (González-Santillán y Prendini, 2013) resaltados en colores. Escala = 0.2 mm. Abreviaciones: Ap apotele; Ba basitarso; Cx coxa; D dorsal; Fe fémur; Pa patela; PD prolateral dorsal; PV prolateral ventral; RD retrolateral dorsal; RM retrolateral media; RV retrolateral ventral; Ti tibia; Tr trocánter. Fotografía original tomada de Chávez-Samayoa et al., 2022. 27
- 8 Región coxoesternal de *V. aguazarca*, escala = 1 mm. Abreviaciones: Cx, coxa I-IV; DP, dientes pectinales; E, esternón; F, fulcra; Lmar, lamela marginal; Lm, lamela media; OG, opérculo genital. Las papilas genitales se encuentran resaltadas en amarillo y las pectinas en morado. Fotografía original tomada de Chávez-Samayoa, et al., 2022. 27
- 9 Vista dorsal (A), lateral (B) y ventral (C) de metasoma de *V. aguazarca*, se señalan carinas del metasoma (González-

28

Santillán y Prendini, 2013) con letras blancas. Abreviaciones: dl dorsal lateral; lm lateral media; lim lateral infra media; vl ventral lateral; vm ventral media; vsm ventral submedia. Fotografía original tomada de Chávez-Samayoa et al., 2022.

10	Provincias biogeográficas (Morrone et al., 2017) de Aguascalientes, DC resaltado en azul, SMO en verde y TBP en amarillo.	40
11	Localización de los sitios de recolecta dentro de la porción de la provincia DC correspondiente a Aguascalientes.	48
12	Estaciones de muestreo en CAP, la ubicación de las estaciones de muestreo se muestra con círculos de color negro (primera estación, A), blanco (segunda estación, B) y azul (tercera estación, C).	50
13	Estaciones de muestreo en JEG, la ubicación de las estaciones de recolecta se muestra en el mapa con círculo de color negro (primera estación, A), blanco (segunda estación, B) y azul (tercera estación, C).	52
14	Estaciones de muestreo en LA, la ubicación de las estaciones de recolecta se muestra en el mapa con círculos de color negro (primera estación, A), blanco (segunda estación, B) y azul (tercera estación, C).	54
15	Estado de Aguascalientes dividido por una cuadrícula de 10x10km. Provincias biogeográficas resaltadas de color amarillo (TBP), azul (DC) y verde (SMO).	58
16	Área M de <i>Chihuahuanus bilineatus</i> , elaborada a partir de un buffer de 100 km alrededor de los puntos de ocurrencia y cortado con las provincias biogeográficas DC y SMO (Morrone et al., 2017).	65
17	Área M de <i>Chihuahuanus coahuilae</i> , elaborada a partir de provincias fisiográficas. Abreviaciones: BM, Bolsón de Mapimi; LM, Laguna de Mayran; LIOA, Llanuras y Ojuelos de Aguascalientes; LISPZ, Llanuras y Sierras Potosino-Zacatecanas; LISV, Llanuras y sierras volcánicas; PSP, Pliegues de Saltillo Parras; SP, Sierra de la Paila; ST, Sierras transversales; SLIC, Sierras y llanuras Coahuilenses; SLID, Sierras y llanuras de Durango; SLIN,	66

	Sierras y llanuras del norte; SVZ, Sierras y valles Zacatecanos.	
18	Área M de <i>Ch. glabrimanus</i> elaborada a partir de ecorregiones de México (SMO) y subcuencas hidrográficas.	66
19	Área M de <i>Diplocentrus zacatecanus</i> elaborada a partir de provincias biogeográficas y buffer de 100 km.	67
20	Área M de <i>M. spadix</i> elaborada a partir de un buffer de 100 km alrededor de los puntos de ocurrencia y delimitada con provincias biogeográficas (Morrone et al., 2017).	67
21	Área M de <i>P. gracilior</i> , elaborada a partir de las ecorregiones terrestres de Olson (Olson et al., 2004) y delimitada con subcuencas hidrográficas.	68
22	Área M de <i>V. tenamastlei</i> , elaborada a partir de un buffer de 100 km alrededor de los puntos de ocurrencia y delimitada con provincias biogeográficas (Morrone et al., 2017).	68
23	Vista dorsal, ventral y lateral de hemiespermatóforos de ejemplares de distintas poblaciones de <i>Ch. glabrimanus</i> . A-C, CZUAA:SCO-183, Aguascalientes; D-F, CNAN:SC-2455, Guanajuato; H-J, CNAN:SC-3108, Nuevo León; K-M, CNAN:SC-3107, San Luis Potosí.	73
24	Análisis de componentes principales elaborado a partir de radios morfométricos de ejemplares machos de distintas poblaciones de <i>Ch. glabrimanus</i> . Abreviaciones: AGS= Aguascalientes, GTO= Guanajuato, NL=Nuevo León, SLP= San Luis Potosí.	74
25	Vista dorsal (izq.) y ventral (der.) de quelíceros, (A) <i>Centruroides infamatus</i> , (B) <i>Mesomexovis spadix</i> y (C) <i>Paruroctonus gracilior</i> . Abreviación de la dentadura de quelíceros (Vachon, 1956, 1963): b, basal; d, distal; ed, externo distal; id, interno distal; m, medio; sd, subdistal.	80
26	Dedo móvil de <i>Centruroides infamatus</i> con hileras de dentículos imbricadas (A) y <i>M. spadix</i> con hileras de dentículos prolaterales y retrolaterales (B).	80
27	Vista ventral de patela de <i>Centruroides infamatus</i> .	81



28	Vista dorsal de caparazón de <i>Centruroides balsasensis</i> (A) y <i>C. infamatus</i> (B).	81
29	Región coxoesternal de <i>C. balsasensis</i> (A) y <i>C. infamatus</i> (B).	82
30	Vista ventral de patela del pedipalpo de <i>D. zacatecanus</i> .	82
31	Vista dorsal del pedipalpo de <i>Ch. glabrimanus</i>	83
32	Vista ventral de pata III de <i>D. zacatecanus</i> (A) y <i>V. nigrescens</i> (B) y vista dorsal de pata III de <i>P. gracilior</i> (C).	83
33	Vista lateral de telson de <i>D. zacatecanus</i> .	84
34	Vista prolateral de dedos de las quelas de <i>T. intrepidus</i> (A) y <i>V. nigrescens</i> (B).	85
35	Telson de <i>Chihuahuanus glabrimanus</i> , la flecha señala la glándula fusiforme del telson.	85
36	Caparazón de <i>Chihuahuanus coahuilae</i> (A) y <i>Ch. glabrimanus</i> (B).	86
37	Vista ventral de metasoma de <i>Thorellius intrepidus</i> .	87
38	Caparazón de <i>P. gracilior</i> (A) y <i>D. zacatecanus</i> (B). Se resalta en rojo la forma del margen anterior.	88
39	Vista lateral de metasoma de <i>P. gracilior</i> .	89
40	Vista lateral (A) y ventral (B) de metasoma de <i>V. nigrescens</i> .	90
41	Curva de acumulación de especies general para las localidades de estudio en el DCAGS.	91
42	Curva de acumulación de especies en las localidades de muestreo, CAP= El Capulín JEG= Juan el Grande y LA= Los Arquitos.	92
43	Diagrama de Venn del ensamble de especies en las localidades de muestreo: CAP, rosa; JEG, naranja; LA, azul	93
44	Uso de microhábitat de las especies de escorpiones en el Capulín, Tepezalá. G: galería, L: hojarasca, R: roca, S: sustrato y V: vegetación.	95
45	Proporción de incidencias de las especies de escorpiones en las estaciones de muestreo de la localidad CAP.	95

46	Uso de microhábitat por parte de las especies de escorpiones en Juan el Grande. G: galería, L: hojarasca, R: roca, S: sustrato y V: vegetación.	97
47	Proporción de incidencias de las especies de escorpiones en las estaciones de muestreo de JEG.	98
48	Uso de microhábitat por parte de las especies de escorpiones en Los Arquitos. G: galería, L: hojarasca, R: roca, S: sustrato y V: vegetación.	99
49	Proporción de incidencias de las especies de escorpiones en las estaciones de muestreo de la localidad LA.	100
50	Distribución potencial de <i>Ch. bilineatus</i> , el área delimitada con color azul (área G) corresponde a las provincias biogeográficas (Morrone et al., 2017) Desierto Chihuahuense y Sierra Madre Occidental y Oriental.	102
51	Distribución potencial de <i>Ch. coahuilae</i> , el área delimitada en color azul (área G) corresponde a las provincias biogeográficas (Morrone et al., 2017) Desierto Chihuahuense y Sierra Madre Oriental.	103
52	Distribución potencial de <i>Ch. glabrimanus</i> , el área delimitada en color azul (área G) corresponde a las ecorregiones (Olson et al., 2001) Matorral de la Meseta Central y Matorral Central Mexicano.	105
53	Distribución potencial de <i>D. zacatecanus</i> , el área delimitada en azul (área G) corresponde a las provincias biogeográficas (Morrone et al., 2017) Desierto Chihuahuense, Cinturón Volcánico Trans Mexicano y Sierra Madre Occidental y Oriental.	107
54	Distribución potencial de <i>M. spadix</i> , el área delimitada en azul (área G) corresponde a las provincias fisiográficas mesetas y cañadas del sur, sierras y llanuras del norte, sierras y valles zacatecanos, llanuras de Ojuelos-Aguascalientes, sierras y llanuras del norte de Guanajuato, bajo guanajuatense, Chapala y Guadalajara (Cervantes-Zamora et al., 1990).	109
55	Distribución potencial de <i>P. gracilior</i> , el área delimitada en azul (área G) incluye a las ecorregiones Desierto Chihuahuense, Matorral de la Meseta Central y Matorral Central Mexicano (Olson et al., 2001).	111

- 56      Distribución potencial de *V. tenamaztlei*, el área delimitada en azul (área G), corresponde a las provincias fisiográficas mesetas y cañadas del sur, sierras y valles zacatecanos, llanuras y sierras potosino-zacatecanas, llanuras de Ojuelos-Aguascalientes, altos de Jalisco, sierras y llanuras del norte de Guanajuato, Sierra Cuatralba y de Guanajuato, y bajío guanajuatense (Cervantes-Zamora et al., 1990).      113



### ACRÓNIMOS

CNAN	Colección Nacional de Arácnidos
CZUAA	Colección Zoológica de la Universidad Autónoma de Aguascalientes
DC	Desierto Chihuahuense
DCAGS	Desierto Chihuahuense en Aguascalientes
FVTM	Faja Volcánica Trans Mexicana
JEG	Juan el Grande
LA	Los Arquitos
MNE	Modelado de Nicho Ecológico
SMOc	Sierra Madre Occidental
SMOr	Sierra Madre Oriental
TBP	Tierras Bajas del Pacífico
CAP	El Capulín





## RESUMEN

Aguascalientes es uno de los estados más pequeños del país, sin embargo, posee una gran diversidad biológica, en parte porque convergen tres provincias biogeográficas, Desierto Chihuahuense (DC), Sierra Madre Occidental (SMOc) y Tierras Bajas del Pacífico (TBP), además de un relieve complejo. La presente investigación presenta el primer estudio faunístico de alacranes hecha en el estado enfocado en la porción correspondiente al DC. Los objetivos del presente trabajo incluyen la actualización de la riqueza de especies del estado, construcción de una clave taxonómica que permita identificar a dichas especies, estudio de la biología de las especies del DC en tres localidades, y elaboración de mapas de distribución potencial de las especies pertenecientes al DC. Durante el transcurso de este trabajo además de la revisión bibliográfica, se estudiaron ejemplares de la Colección Zoológica de la Universidad Autónoma de Aguascalientes y la Colección Nacional de Arácnidos. Se colectaron alacranes en tres localidades mensualmente durante un año y se elaboraron mapas de distribución potencial mediante modelado de nicho ecológico. Los resultados obtenidos fueron un total de 14 especies, dos nuevos registros para el estado, incluyendo una especie invasora de importancia médica (*Centruroides balsasensis*), dos especies nuevas para la ciencia (*Vaejovis aguazarca* y *V. aquascalentensis*) y datos relevantes de preferencia de microhábitat que complementan los mapas de distribución potencial. Esta información es de ayuda para la identificación de especies con requerimientos ecológicos específicos, que podrían ser reemplazadas localmente por especies con elevada plasticidad en un contexto donde el cambio de uso de suelo podría eliminar los nichos que actualmente ocupa este ensamble único de especies.

Palabras clave: Aguascalientes, taxonomía, clave de identificación, distribución, microhábitat.

## ABSTRACT

Aguascalientes is one of the smallest states within Mexico, however, it possesses great biological diversity, in part due to the convergence of three biogeographic provinces, Chihuahuan Desert (CD), Sierra Madre Occidental (SMOc) and Pacific Lowlands (PL), and due to a complex topography. This investigation presents the first scorpion faunistic study made in the state focused on the CD region. Objectives include the revision of the state's species richness, construction of a taxonomical key that allows the identification of Aguascalientes species, field observations to study the species biology made in three localities within the CD, and the elaboration of potential distribution maps through ecological niche modelling of the species inhabiting the CD. During this work, bibliographical research was done, along with the examination of exemplars from the Zoological Collection of Aguascalientes Autonomous University and the National Arachnid Collection. Three localities within the DC were visited monthly during a year, where Scorpions were collected, and microhabitat preferences were recorded, and species distribution models were built using temperature, precipitation, and topological variables for the first time in the order. As a result, the updated species richness is comprised by fourteen species, two of which are new state records including and introduced medically important species, *Centruroides balsasensis*, two new species were described, *Vaejovis aguazarca* and *Vaejovis aquascalentensis*. Relevant data pertaining microhabitat preferences, that also complement species distribution models, were obtained. This information aids with the identification of species with specific ecological requirements, which could be replaced locally by plastic species in a context where changes in land use could erase niches that are being occupied by these unique species grouping.

Key words: Aguascalientes, taxonomy, identification key, distribution, microhabitat.

## 1. INTRODUCCIÓN

Los escorpiones son animales muy antiguos que han estado presentes en la tierra desde el Silúrico medio, entre 425 y 450 Ma (Polis, 1990). El escorpión fósil más antiguo proviene de la biota Waukesha en Wisconsin, EE. UU., y corresponde al Silúrico temprano (Wendru et al., 2020). El primer escorpión inequívocamente terrestre apareció en la tierra durante el Devónico tardío (416-359 Ma) o el Carbonífero temprano (Lourenço, 2015). El tiempo de divergencia del ancestro común del grupo escorpiones actuales, así como los eventos de colonización del medio terrestre se encuentran en debate. Se ha estimado que la divergencia pudo haber sucedido entre los límites del Carbonífero-Pérmico, Devónico-Carbonífero o Silúrico-Carbonífero (Sharma et al., 2018; Howard et al., 2019; Foley et al., 2020).

Hoy en día, los escorpiones están presentes en todas las grandes masas terrestres, excepto en la Antártica y en varias islas oceánicas. Los factores abióticos influyen en la distribución espacial de los escorpiones incluyendo la temperatura, precipitación, características del suelo o rocas, cobertura rocosa o arenosa y topografía. Varios de estos factores, como el substrato, han sido determinantes en la evolución de los escorpiones y jugado un papel fundamental en patrones actuales de distribución geográfica (Prendini, 2005).

Otro factor intrínseco de los escorpiones que determina la distribución y permanencia en ciertas áreas geográficas es su baja capacidad de dispersión y, en algunas especies, requerimientos de hábitat que nos permite clasificarlos como estenotópicos. Estas adaptaciones exacerbadas a ciertos microhábitats, como la litofilia, la psamofilia, entre otras, incrementa su predisposición a especiar y como refuerzo esto puede asociarse a procesos de largo plazo como la orografía y ciclos climáticos (Bryson Jr. et al., 2013; Prendini, 2001, 2005). La naturaleza sedentaria de la mayoría de las especies de escorpiones, junto con sus tolerancias fisiológicas y ecológicas frecuentemente reducidas, pudieron haber limitado su dispersión y haber promovido especiación alopátrica por

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

vicarianza durante periodos de cambio paleoclimático, creando así altos niveles de endemismo en ciertas áreas (Prendini y Wheeler, 2005).

A diferencia de las especies estenotópicas, las especies euritópicas son aquellas capaces de tolerar un amplio rango de condiciones en las localidades donde se distribuyen (Ingham y Samways, 1996). Los escorpiones pueden ser divididos de manera general, tomando en cuenta sus estrategias de vida y plasticidad ecológica, en especies “oportunistas” y “de equilibrio” (Lourenço, 2018). En este sentido, el conocimiento sobre la biología de escorpiones adquiere mayor relevancia en el contexto actual, donde el cambio de uso de suelo hace estragos en la diversidad biológica. Estudios recientes han demostrado que la complejidad del hábitat se relaciona estrechamente con la riqueza y abundancia de especies (Araújo Foerster et al., 2020; Lira et al., 2021). Estos factores, hacen que algunas especies sean capaces de colonizar nuevos ambientes (Goés-Costa, et al., 2020; Lourenço, 2015, Teruel y Turiel, 2021).

Por otra parte, los escorpiones son depredadores generalistas, cuya biomasa puede llegar a ser la más alta comparada con poblaciones de otros artrópodos depredadores en zonas áridas (Polis et al., 1981). Las presas de los escorpiones son en su mayoría otros artrópodos (McCormick y Polis, 1990). El canibalismo es común, se ha reportado que independientemente de la especie los escorpiones de mayor tamaño son los depredadores (Polis y McCormick, 1987). Su papel en los ecosistemas no solo es el de depredadores, ya que también son presas de artrópodos y vertebrados como lagartijas (Castilla et al., 2015), murciélagos (Holderied et al., 2011), entre otros (Polis et al., 1981).

En México, las especies de escorpiones de importancia médica pertenecen al género *Centruroides* Marx 1890. Sin embargo, no todas las especies de *Centruroides* son de importancia médica. Actualmente se distribuyen aproximadamente 55 especies dentro del país, de las cuales 21 son consideradas de importancia médica, estas especies se distribuyen a lo largo de la costa pacífico y centro del país, llegando hasta estados del sur-poniente de EE. UU. (González-Santillán y Possani, 2018).

## 1.1 Morfología y nomenclatura de escorpiones

El cuerpo de los escorpiones se divide en prosoma, mesosoma y metasoma (Fig. 1), el prosoma está cubierto dorsalmente por el caparazón, el cual lleva los ojos medios y laterales (Hjelle, 1990). Los ocelos medios y laterales (Fig. 2) presentan diferencias en su ultraestructura (Lehmann y Melzer, 2013), estas diferencias estructurales implican funcionalidades diferentes, los ocelos medios tienen mayor agudeza y son utilizados para la discriminación espacial, los ocelos laterales tienen poca agudeza visual (Loria y Prendini, 2014), sin embargo, tienen una gran capacidad para percibir intensidades de luz extremadamente bajas. El número, posición y tamaño de los ocelos fueron estandarizados en una nomenclatura que refleja homología entre los niveles jerárquicos (Loria y Prendini, 2014) y su uso en taxonomía está comenzando a ser rutinario.

Otro carácter de importancia taxonómica del caparazón y en general de la superficie de la cutícula es la textura u ornamentación, González-Santillán y Prendini (2013) identificaron tres estados de carácter: (1) *shagreened*, refiriéndose a superficies cubiertas por gránulos grandes; (2) *matte*, refiriéndose a una superficie con gránulos notablemente menores en tamaño y que dan una apariencia más lisa; y (3) *smooth*, refiriéndose a una superficie que no posee ornamentación y es en su mayoría completamente lisa. Estos términos son originalmente del idioma inglés, por lo que en español son referidos como granular, mate y liso, respectivamente. Estos estados de carácter son más fácilmente apreciables si se utiliza luz ultravioleta al momento de examinar el ejemplar bajo el estereoscopio.

El prosoma consiste en siete somitas post orales visibles (III-IX), al igual que en otros arácnidos, pero sus neurómeros permanecen como parte de los ganglios cefalotorácicos, la primera somita visible, presenta los quelíceros, apéndices compuestos por tres segmentos, usados para la alimentación y acicalamiento (Hjelle, 1990). Vachon (1956, 1963), reconoció cuatro patrones de dentición en los quelíceros pertenecientes a las familias Buthidae, Chaerilidae e Iuridae respectivamente y el cuarto tipo fue asignado al resto de las familias del orden. Además de estos patrones, Vachon propuso una nomenclatura para identificar

los dentículos de cada dedo del quelícero, que es usada hoy en día. Por otra parte, algunos taxa poseen una estructura en forma de “peine” llamada serrula, que emana de una cresta longitudinal en la superficie ventral de dedo móvil de los quelíceros, con un número variable de dientes que apuntan hacia el borde denticulado del mismo dedo (Graham y Fet, 2006). La figura 3 muestra caracteres de importancia taxonómica presentes en los quelíceros.

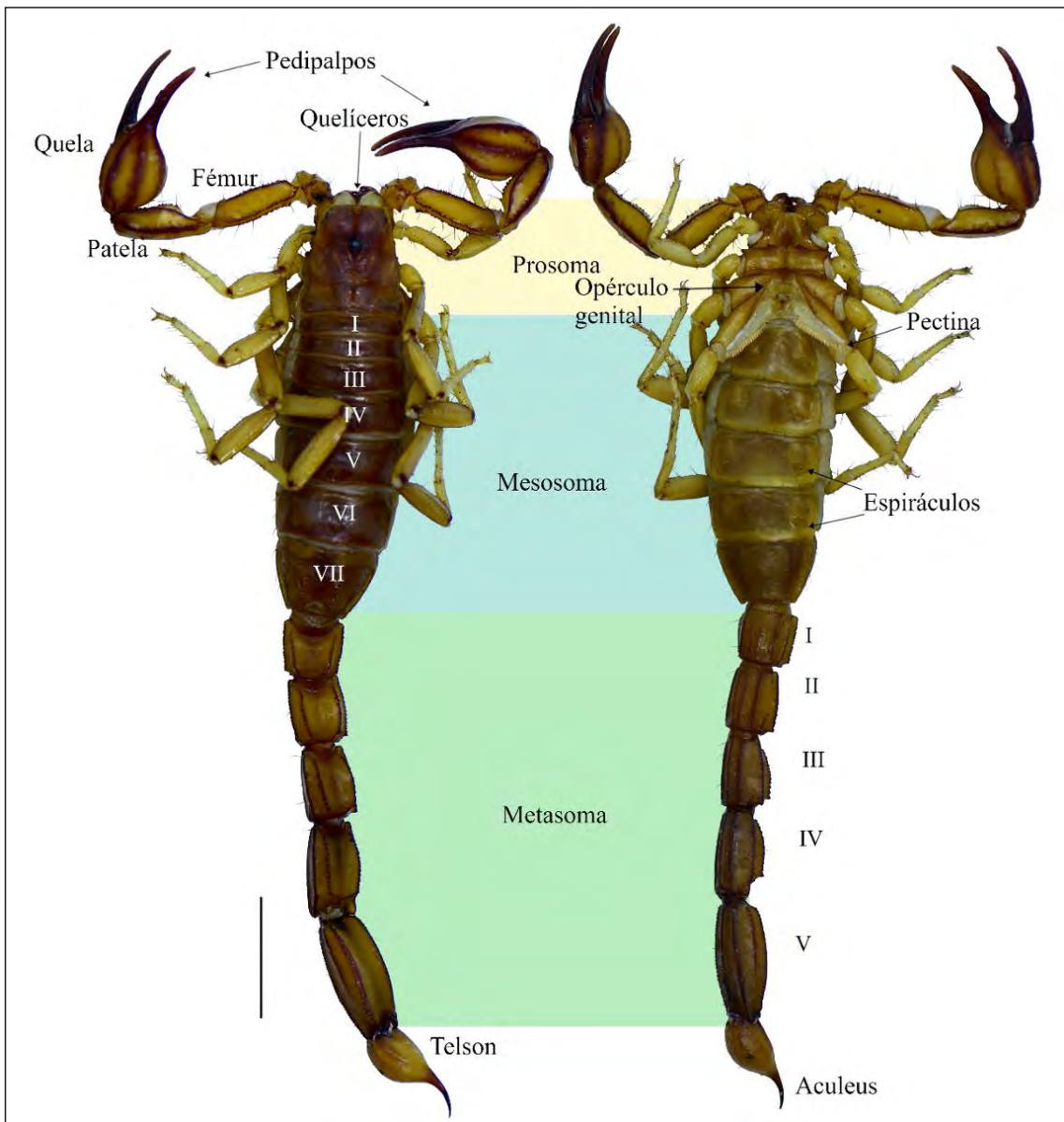


Figura 1. Plano corporal de los escorpiones, vista dorsal (izq.) y ventral (der.) de *Thorellius intrepidus* (♀), escala = 1 cm.



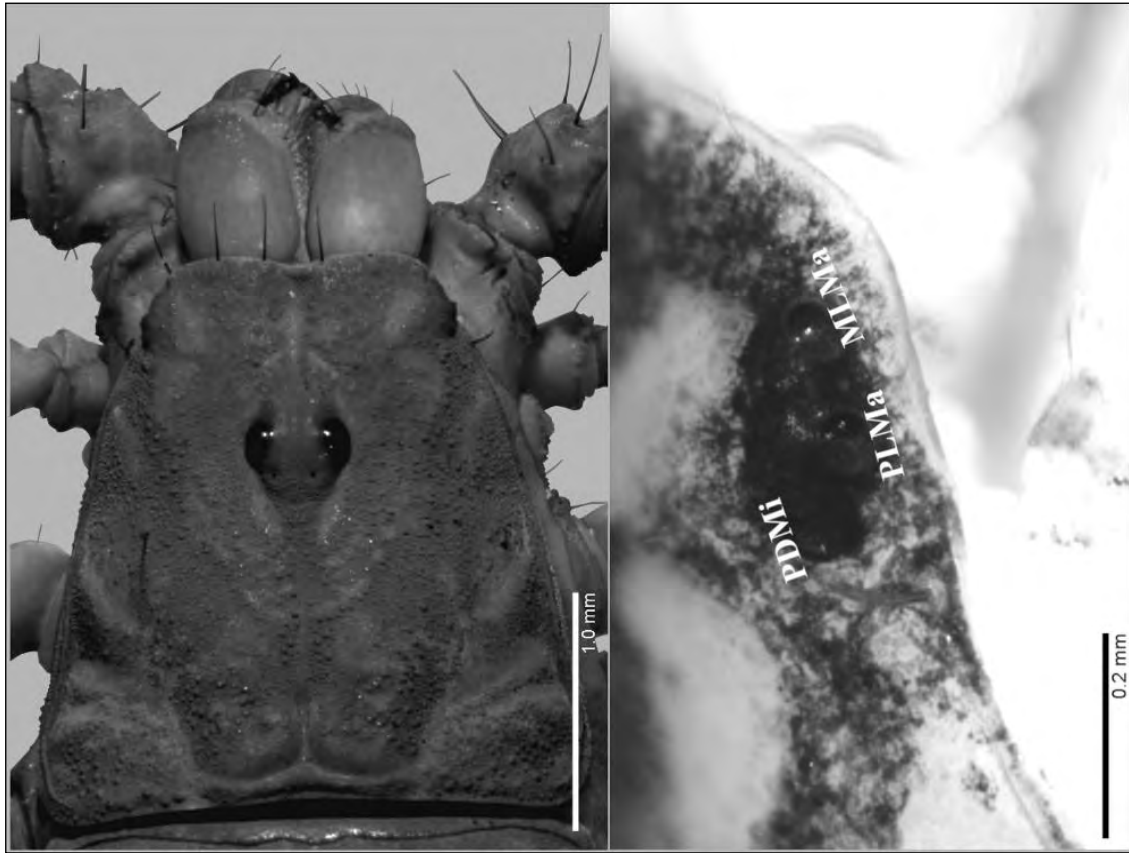


Figura 2. Caparazón de *Vaejovis tenamaztlei* Contreras-Félix et al., 2015 mostrando ojos medios (izq.) y laterales (der.). Los ojos laterales son del tipo 3A de acuerdo con la nomenclatura de Loria y Prendini, 2014. Fotografías modificadas de Chávez-Samayoá et al., 2022.

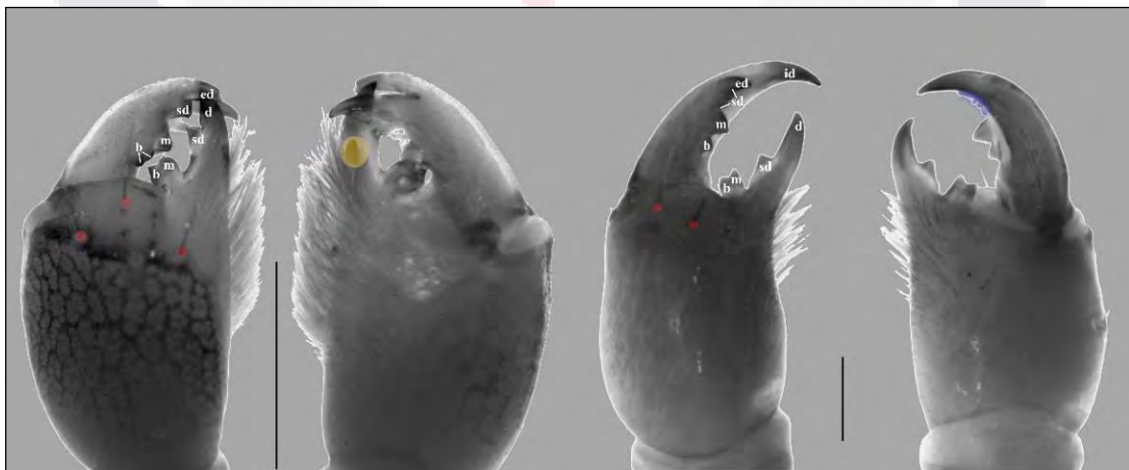


Figura 3. Caracteres de importancia taxonómica (Vachon, 1956, 1963) en quelíceros representativos de las familias Buthidae (A; *Centruroides infamatus*) y Vaejovidae (B; *Mesomexovis spadix*), aspecto dorsal (izq.) y ventral (der.). Barras de escala = 0.5 cm. Se resalta en amarillo dentículo extra característico de Buthidae; serrula en azul y macrosedas en rojo. Abreviaciones: b basal; ed externo distal; id interno distal; m medio; sd subdistal.

La somita III presenta los pedipalpos, los cuales se componen de seis segmentos, ordenados de proximal a distal en coxa, trocánter, fémur, patela, tibia con un dedo fijo y tarso o dedo móvil. La tibia y el tarso son referidos colectivamente como quela, en la superficie de estos segmentos, así como en muchas otras áreas del cuerpo, pueden estar presentes estructuras lineales elevadas llamadas quillas o carinas, las cuales pueden ser representadas por coloración más oscura, o tener gránulos de tamaño variable (Hjelle, 1990). Estas carinas pueden ser encontradas con distintos nombres de acuerdo con la nomenclatura que se consulte (Francke, 1976; González-Santillán y Prendini, 2013; Soleglad y Sissom, 2001; Stahnke, 1970), en este trabajo se utiliza la nomenclatura propuesta por González-Santillán y Prendini, 2013 (Figs. 4, 6 y 9).

Los cuatro pares de patas caminadoras representan los apéndices de las somitas IV-VII, la nomenclatura de estos segmentos ya está más estandarizada e incluye: coxa (Fig. 7), trocánter, fémur, patela, tibia, basitarso, tarso (basitarso), y apotele (telotarso), con uñas laterales (unges) y uña media (dactilo). Las coxas del primer par de patas portan coxapófisis extendidas anteriormente las cuales sirven para crear la cavidad pre oral en los escorpiones (Hjelle, 1990). Las macrosetas y espínulas presentes en el basitarso y telotarso de las patas caminadoras son caracteres de importancia taxonómica que han recibido atención de distintos investigadores (Contreras-Félix y Francke, 2019; González-Santillán y Prendini, 2013; McWest, 2009; Santibáñez-López et al., 2013).

El esternón (Fig. 8), resultado de la fusión de las somitas VII y VIII, se encuentra entre las coxas de las patas III y IV. Debido a su forma variable es un carácter de importancia taxonómica a nivel de familia (Hjelle 1990). Por otra parte, Soleglad y Fet, (2003b) distinguen dos tipos de esternones, el tipo 1; que siempre presenta una hendidura posterior que no bifurca el margen posterior del esternón, este tipo de esternón tiene cinco lados, y el tipo 2, siempre con una hendidura posterior y lóbulos laterales convexos. La somita IX, produce apéndices embrionarios, y desaparece en etapas posteriores (Hjelle, 1990).

El mesosoma consiste en siete segmentos (Fig. 1) compuestos por las somitas X-XVI, el séptimo segmento visible se estrecha posteriormente hacia su unión

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

con el metasoma. Dorsal y ventralmente cada segmento está cubierto por una placa esclerotizada, llamados terguitos y esternitos respectivamente. Vachon (1952), identificó e ilustró las carinas presentes en los terguitos I-VII, las cuales presentan distintos estados de carácter auxiliares en la determinación de escorpiones.

El primer y segundo esternito están modificados, el primero que corresponde a la somita X, está representado por el opérculo genital (Fig. 8) que cubre el gonoporo. El opérculo se compone de dos placas esclerotizadas, usualmente fusionadas en hembras y parcial o completamente separadas en machos. En varias especies los machos tienen dos papilas genitales (Fig. 8), que pueden estar parcial o completamente cubiertas por el opérculo genital (Hjelle 1990). El segmento esternito, que corresponde a la somita XI, está representado por las pectinas, cuya función es mecano y quimiorreceptiva, y pueden exhibir dimorfismo sexual. Las pectinas se unen a una placa basal y están constituidas por las siguientes estructuras esclerotizadas: una a tres lamelas marginales, lamela media, fulcra y dientes pectinales (Stahnke, 1970).

Los esternitos III-VI, que corresponden a las somitas XII-XV, tienen cada una un par de aperturas llamadas espiráculos (Fig. 1), que conectan con los órganos respiratorios conocidos como pulmones de libro (Hjelle 1990). Cada espiráculo lleva hacia un atrio que tiene una superficie interna curvada, la cual está cubierta de proyecciones cuticulares. El principal elemento respiratorio de los pulmones se conforma de muchas lamelas proyectándose de un seno de hemolinfa hacia el atrio (Kamenz et al., 2005).

El metasoma (Fig. 9) consiste en cinco segmentos, además del telson, el cual no es considerado un segmento real por su origen ontogenético y posición post anal. En muchos taxa, los segmentos se alargan de forma progresiva distalmente, siendo el segmento V el más alargado. Cada uno de estos segmentos pueden presentar quillas y sedas cuya posición, desarrollo y número son de valor taxonómico. El ano se localiza en la terminación ventrodiscal del segmento V y está limitado por el arco anal y rodeado de cuatro papilas anales, el telson está formado por una vesícula bulbosa y el aguijón o acúleo (Hjelle, 1990).

La superficie del integumento de los escorpiones esta provista de una variedad de procesos quitinosos pilosos que incluyen microsedas, macrosedas, tricobotrias, espinas y espínulas. Stahnke (1970) divide estas sedas sensoriales en inmóviles y móviles. Las inmóviles son las espinas y espínulas cuya base está firmemente incrustada en la cutícula e impide el movimiento. Las sedas móviles son las macro y micro sedas, las microsedas son estructuras pilosas pequeñas y blanquecinas adheridas a una areola pobremente desarrollada mientras que las macrosetas presentan oscurecimiento y emergen de una areola en forma de copa bien desarrollada (Stahnke, 1970; Hjelle, 1990).

Otro tipo de seda móvil de gran valor taxonómico son las tricobotrias. Estas se encuentran únicamente en el fémur, patela y quelas de los pedipalpos, su número y patrones son relativamente constantes y la distancia entre ellas puede ser medida precisamente (Stahnke 1970). Vachon (1973) estudió ampliamente los patrones de distribución de las tricobotrias y propuso una nomenclatura que se usa actualmente en la taxonomía de escorpiones. Vachon identificó tres tipos de ortobotriotaxia, concepto basado en un número constante de tricobotrias y su disposición en los segmentos antes mencionados: A, exclusivo de Buthidae; B, en Chaerilidae; y C, en el resto de las familias. Propuso también patrones neobotriotaxiales aditivos que representan tricobotrias accesorias adicionales y patrones neobotriotaxiales decrementales que implican una disminución en el número de éstas. Posteriormente, se definieron dos patrones ortobotriotaxiales más, el tipo P para Palaeopisthacanthidae, y el tipo D para los escorpiones de la familia Pseudochactidae (Fet, 2001). Las especies presentes en el estado de Aguascalientes pertenecen a las familias Buthidae, Diplocentridae y Vaejoidea las cuales poseen los patrones de ortobotriotaxia A y C. Las figuras 4-6 muestran el patrón C, característico de Vaejoidea y Diplocentridae.

Los hemiespermatóforos son frecuentemente utilizados como un carácter de valor taxonómico, por ejemplo, el borde espinoso del tapón genital (*hemimating plug*) que es una sinapomorfía de la subfamilia Syntropinae (Vaejoidea) (González-Santillán y Prendini, 2013); sin embargo, en algunos otros taxa este carácter no brinda la suficiente información para distinguir entre especies, como es el caso de las especies crípticas *Euscorpis gamma*, *E. alpha* y *E. germanus*

en el cual los hemiespermatóforos son indistinguibles (Jacob et al., 2004); por otro lado, algunas especies presentan niveles altos de variación intraespecífica (Santibáñez-López y Francke, 2013).

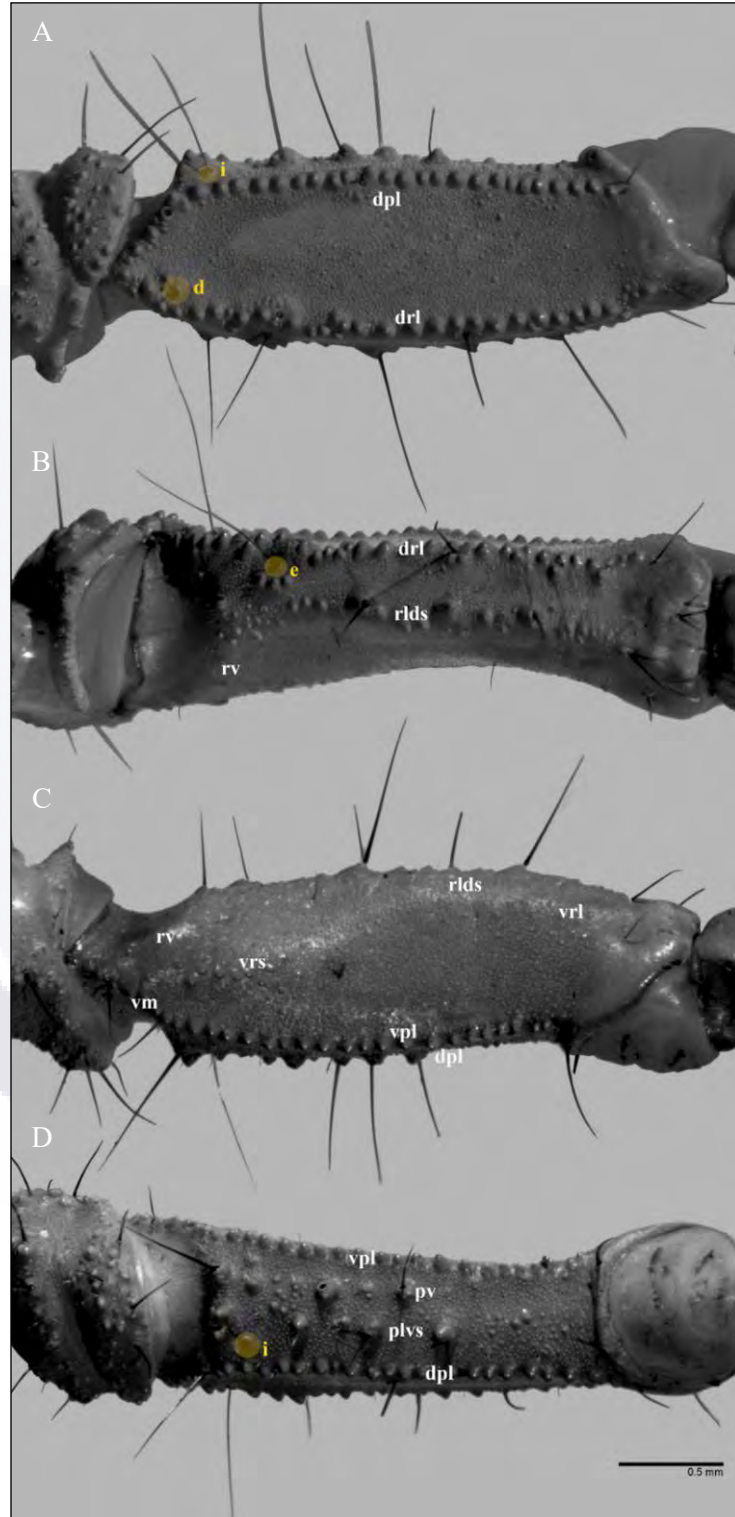


Figura 4. Vista dorsal (A), retrolateral (B), ventral (C) y prolateral (D) del fémur del pedipalpo de *V. aguazarca*, se señalan carinas (González-Santillán y Prendini, 2013) con letras blancas y



tricobotrias (Vachon, 1973) con amarillas. Abreviaciones: dpl dorsal prolateral; drl dorsal retrolateral; e externa; i interna; plvs prolateral ventral submedia; pv prolateral ventral; rlds retrolateral dorsosubmedia; rv retrolateral ventral; vm ventral media; vpl ventral prolateral; vrl ventral retrolateral; vrs ventral retrosubmedia. Fotografía original tomada de Chávez-Samayoa et al., 2022.

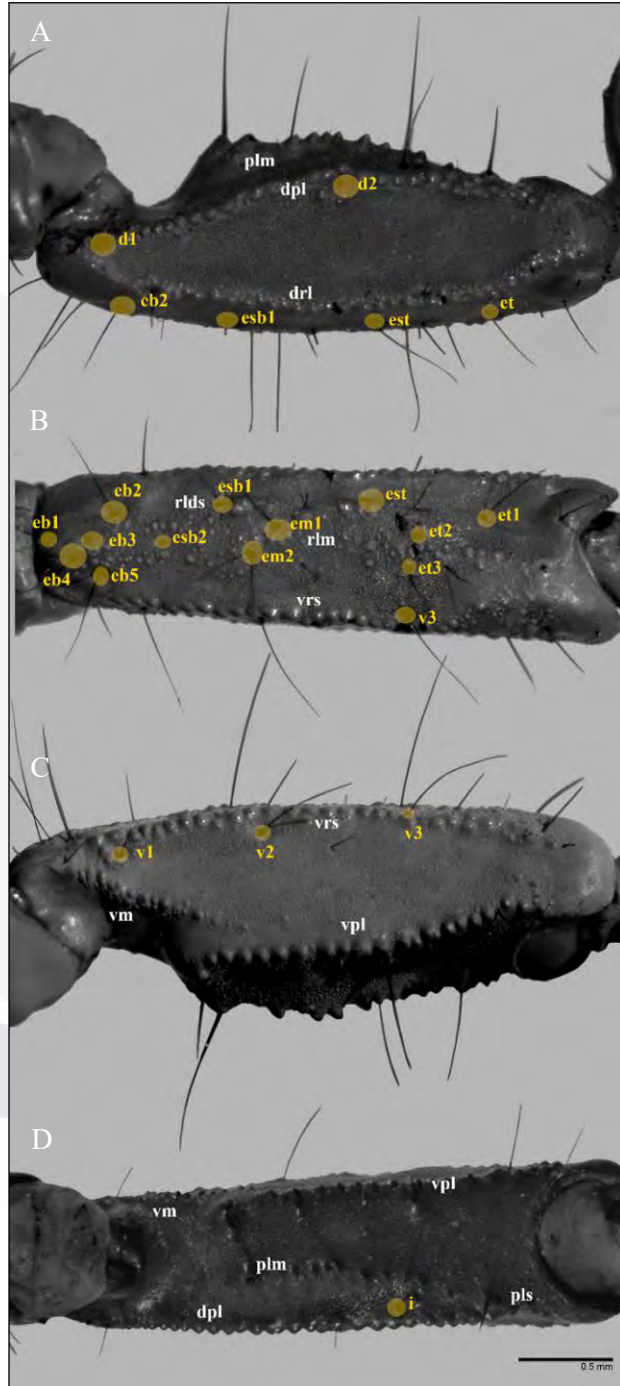


Figura 5. Vista dorsal (A), retrolateral (B), ventral (C) y prolateral (D) de patela del pedipalpo de *V. aguazarca*, se señalan carinas (González-Santillán y Prendini, 2013) con letras blancas y tricobotrias (Vachon, 1973) con amarillas. Abreviaciones: dpl dorsal prolateral; drl dorsal retrolateral; eb externa basal; em externa media; esb externa sub basal; et externa terminal; i interna; plm prolateral media; pls prolateral subdorsal; rlds retrolateral dorsosubmedia; rlm



retrolateral media; vm ventral media; vpl ventral prolateral; vrs ventral retrosubmedia; v ventral.  
 Fotografía original tomada de Chávez-Samayoa et al., 2022.

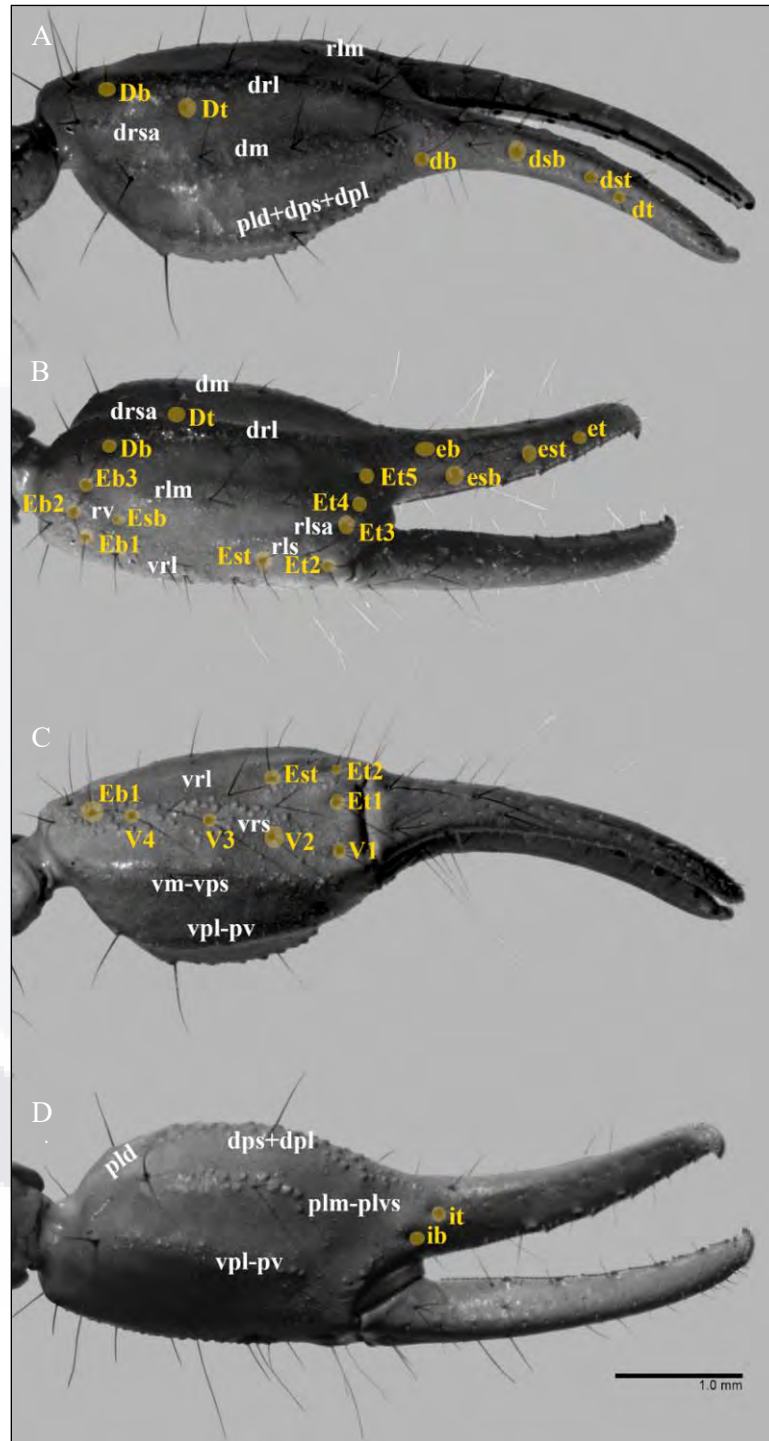


Figura 6. Vista dorsal (A), retrolateral (B), ventral (C) y prolateral (D) de la quela del pedipalpo de *V. aguazarca*, se señalan carinas (González-Santillán y Prendini, 2013) con letras blancas y tricobotrias (Vachon, 1973) con amarillas. Abreviaciones: Db/db dorsal basal; dm dorsal media; dpl dorsal prolateral; dps dorsal prosubmedia; drl dorsal retrolateral; drsa dorsal retrolateral submedia accesoria; drs dorsal retrolateral submedia; dsb dorsal sub-basal; dst dorsal subterminal; Dt/dt dorsal terminal; Eb/eb externa basal; Esb/esb externa sub basal; Et externa terminal; Est externa sub-terminal; ib interna basal; it interna terminal; pld prolateral dorsal; plm prolateral mediana; plvs prolateral ventral submedia; rd retrolateral dorsal; rlm retrolateral

mediana; rlsa retrolateral submedia accesoria; rls retrolateral submedia; rv retrolateral ventral; V ventral; vm ventral media; vpl ventral prolateral; vps ventral prosubmedia; vrl ventral retrolateral; vrs ventral retrosubmedia. Fotografía original tomada de Chávez-Samayoa et al., 2022.

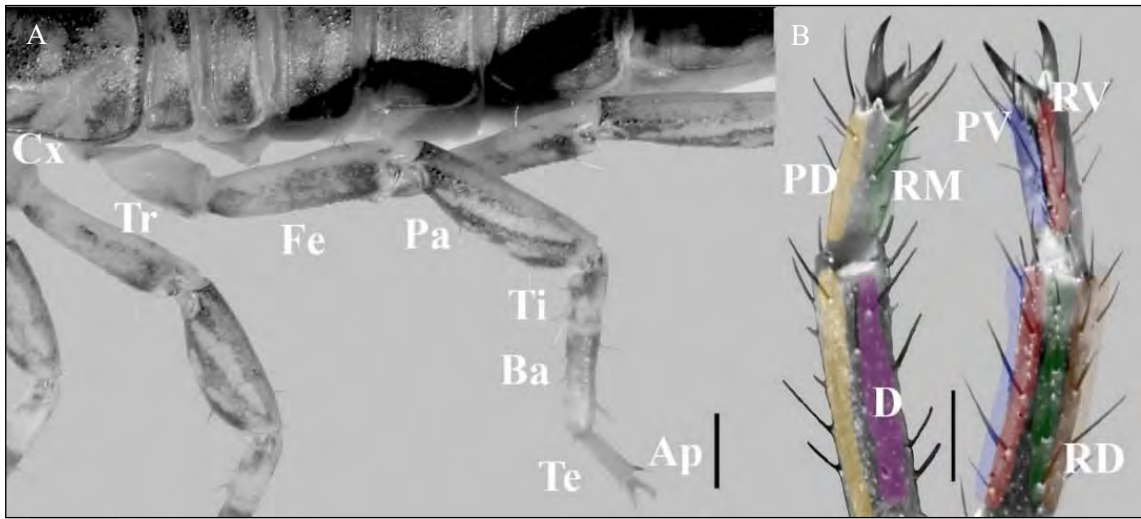


Figura 7. *Vaejovis tenamaztlei*, segmentos de las patas de escorpiones (A) (Hjelle, 1990), aspecto dorsal. Escala =1mm; acercamiento y vista dorsal/ventral de basitarso y telotarso (B) con territorios de macrosetas (González-Santillán y Prendini, 2013) resaltados en colores. Escala = 0.2 mm. Abreviaciones: Ap apotele; Ba basitarso; Cx coxa; D dorsal; Fe fémur; Pa patela; PD prolateral dorsal; PV prolateral ventral; RD retrolateral dorsal; RM retrolateral media; RV retrolateral ventral; Ti tibia; Tr trocánter. Fotografía original tomada de Chávez-Samayoa et al., 2022.

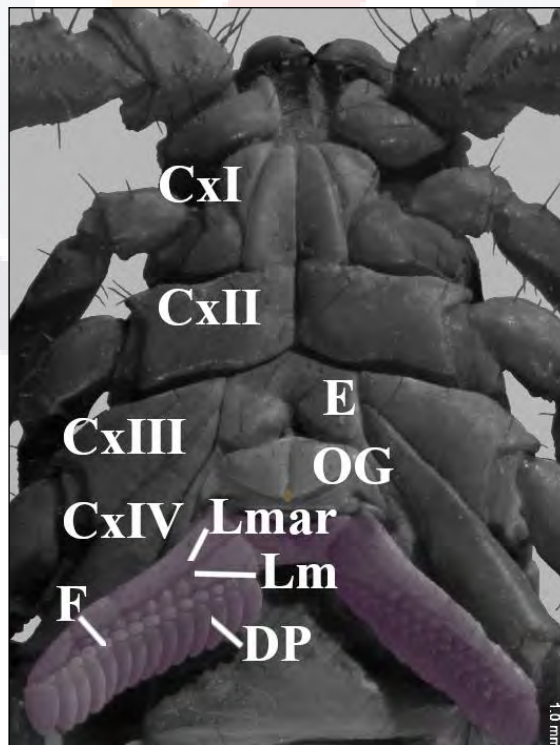
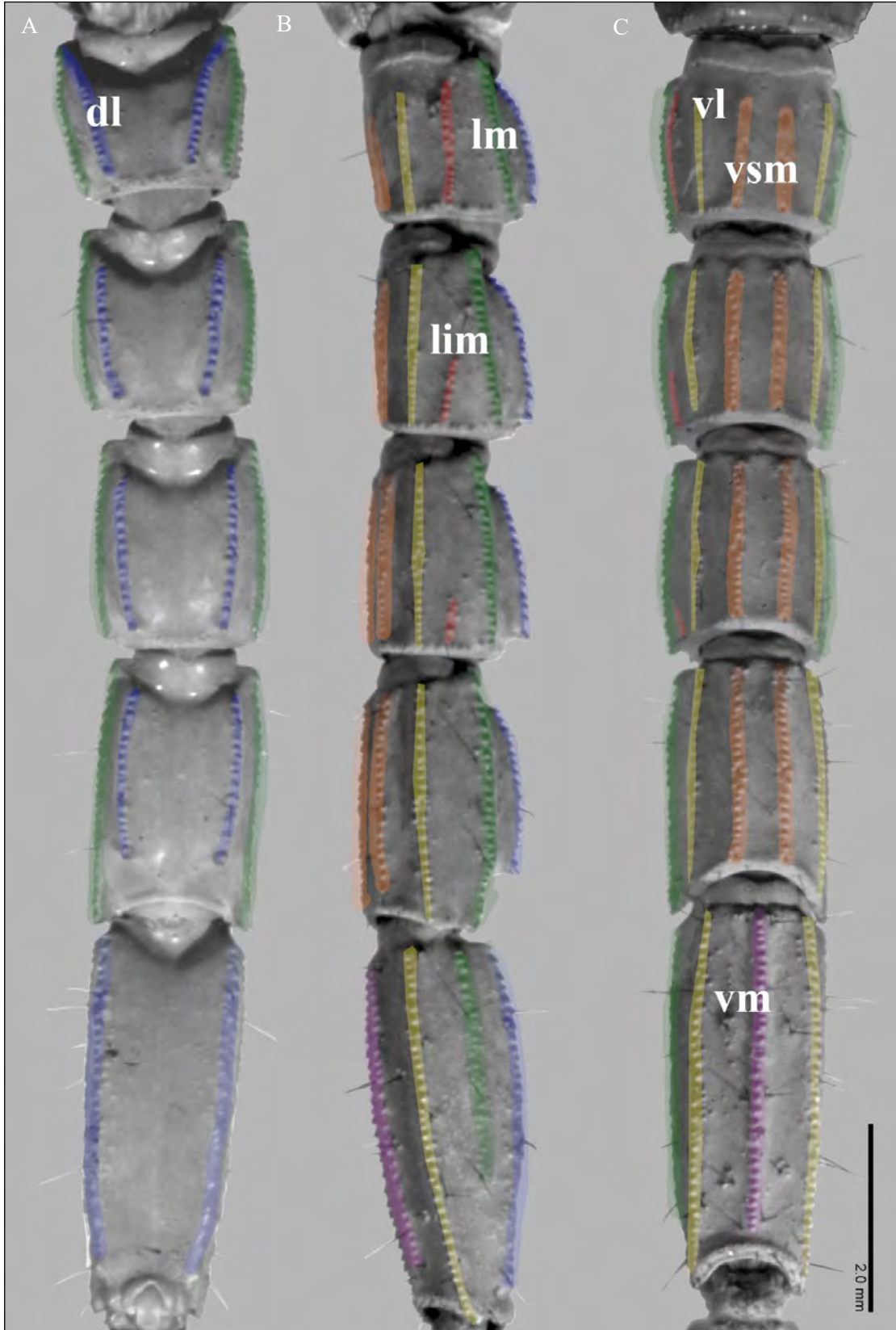


Figura 8. Región coxoesternal de *V. aguazarca*, escala = 1 mm. Abreviaciones: Cx, coxa I-IV; DP, dientes pectinales; E, esternón; F, fulcra; Lmar, lamela marginal; Lm, lamela media; OG,

opérculo genital. Las papilas genitales se encuentran resaltadas en amarillo y las pectinas en morado. Fotografía original tomada de Chávez-Samayoa, et al., 2022.



TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

Figura 9. Vista dorsal (A), lateral (B) y ventral (C) de metasoma de *V. aguazarca*, se señalan carinas del metasoma (González-Santillán y Prendini, 2013) con letras blancas. Abreviaciones: dl dorsal lateral; lm lateral media; lim lateral infra media; vl ventral lateral; vm ventral media; vsm ventral submedia. Fotografía original tomada de Chávez-Samayoa et al., 2022.

## 1.2 Sistemática del Orden Escorpiones

El primer tratamiento taxonómico importante sobre las relaciones ordinales de los arácnidos fue presentado por Pocock (1893), quien en su clasificación coloca los escorpiones dentro de la subclase Ctenophora y asignó a la subclase Lipoctena a los órdenes Pedipalpi, Araneae, Solifugae, Pseudoscorpiones, Opiliones y Acari (Shultz, 1990).

Posteriormente, Weygoldt (1979) produjo el primer esquema de sinapomorfias explícito y análisis cladístico de los quelicerados basándose en datos morfológicos. La clasificación construida por Weygoldt y Paulus (1979) coloca a los Euriptéridos como grupo hermano de los arácnidos, y a Xiphosura como grupo hermano de este último.

Diversos autores, han llegado a conclusiones distintas en cuanto a la posición filogenética de los escorpiones, ya sea como grupo basal y hermano del resto de arácnidos (Pocock, 1893), formando un clado junto con los Euriptéridos y Xiphosura (Dunlop, 1998, 2010; Dunlop y Webster, 1999; Weygoldt y Paulus, (1979), dentro de la subclase Novogenuata junto con solífugos, pseudoscorpiones y opiliones (Shultz, 1990; Wheeler y Hayashi, 1998), junto con Opiliones dentro de Stomothecata (Shultz, 2007), como grupo hermano de Pseudoscorpiones + Opilioacariformes + Parasitiformes (Giribet et al., 2002), o como grupo hermano del clado Tetrapulmonata (Regier et al., 2010).

La relación de los escorpiones como grupo hermano de los tetrapulmonados, grupo erigido por Shultz (1990) compuesto por Amblypygi, Uropygi, Schizomida y Araneae, adquirió mayor soporte cuando Scholtz y Kamenz (2006) demostraron la homología de los pulmones de libro de Scorpiones y Tetrapulmonata. Posteriormente, Sharma et al., (2014) propusieron el nombre Arachnopulmonata para agrupar Scorpiones + Tetrapulmonata. Diversos estudios han aportado evidencia que soporta el clado Arachnopulmonata, basado en la morfología del sistema vascular (Klußmann-Fricke y Wirkner, 2016),



genes Hox (Leite et al., 2018; Schwager et al., 2017), y la morfología del sistema visual (Lehmann y Melzer, 2019).

En la actualidad se reconoce que el orden Escorpiones posee las siguientes sinapomorfias: (1) Telson post anal equipado con un aguijón (aculeus), (2) par de órganos sensoriales ventrales en forma de peines llamados pectinas, (3) la tagmiosis de su cuerpo, con prosoma y opistosoma, este último dividido en mesosoma y metasoma (Howard et al., 2019). La sistemática dentro del orden Escorpiones ha atravesado distintos cambios a lo largo de la historia, Stockwell (1989) condujo el primer análisis filogenético de escorpiones actuales excluyendo Buthidae. Con base en ese estudio propuso las superfamilias Buthoidea (Buthidae y Chaerilidae), Chactoidea (Chactidae, Euscorpidae y Scorpionidae), Scorpionoidea (Bothriuridae, Diplocentridae, Ischnuridae, Scorpionidae y Urodacidae) y Vaejovoidea (Iuridae, Superstitioniidae y Vaejovidae). Sin embargo, Stockwell solo publicó revisiones a la clasificación supra genérica de Chactoidea y Vaejovoidea (Stockwell, 1992).

Prendini (2000) analizó la clasificación de la super familia Scorpionoidea Latreille 1802 propuesta por Stockwell en 1989, la cual comprendía a las familias Bothriuridae, Diplocentridae, Heteroscorpionidae, Ischnuridae y Scorpionidae utilizando el método cladístico. Sus resultados modificaron la clasificación de la super familia Scorpionoidea en la cual incluyó las familias Bothriuridae, Diplocentridae, Hemiscorpiidae, Ischnuridae, Scorpionidae y Urodacidae.

Soleglad y Fet, (2003a) publicaron una revisión de la sistemática y filogenia del orden Escorpiones, en la cual incluyen los Parvordenes Pseudochactoidea, Buthida, Chaerilida e Iurida, a las cuales se asignaron las familias Pseudochactidae, Buthidae, Microcharmidae, Chaerilidae, Iuridae, Caraboctonidae, Scorpionidae, Urodacidae, Liochelidae, Bothriuridae, Euscorpidae, Superstitioniidae y Vaejovidae. Diversas fallas metodológicas fueron señaladas por Prendini y Wheeler, (2005), quienes optaron por revertir los cambios taxonómicos anteriormente mencionados basándose en estudios publicados que cumplen los estándares de revisión de pares. A pesar de las críticas realizadas a la metodología y validez del análisis realizado por Prendini y Wheeler (2005), Fet y Soleglad, (2005) no aceptaron las acciones taxonómicas

llevadas a cabo, señalando que no se presentan resultados originales, revirtiendo los cambios al resultado original del trabajo de 2003.

Levy (2007) describió un nuevo género y especie de escorpión troglobio de Israel y aunque ningún organismo fue encontrado vivo, el taxón fue colocado en la nueva familia Akravidae, la cual relacionaron con los Chactoideos. Fet et al., (2011) redescubrieron detalladamente el género Akrav y evaluaron su posición taxonómica, concluyeron que no hay validez para la familia Akravidae y el género debería incluirse dentro de la subfamilia Typhlochachtinae, aunque se abstuvieron de hacer los arreglos taxonómicos.

Sharma et al., (2015) fueron los primeros en evaluar la clasificación suprafamiliar de los escorpiones utilizando supermatrices. Los autores propusieron la clasificación de los escorpiones actuales, encontrando un soporte máximo para los Parvordenes Buthida y Iurida. Se asignó el estatus de superfamilia a Chactoidea y la familia Caraboctonidae fue transferida a la misma, así mismo, se revalidó la superfamilia Bothriuroidea, a la cual se transfirió Bothriuridae. Aunque encontraron una gran cantidad de homoplasia en la mayoría de los sistemas de caracteres usados hasta hoy, encontraron que el desarrollo katoicogénico tuvo un solo origen.

Posteriormente, Santibáñez-López et al., (2019) reexaminaron la monofilia de la familia Vaejovidae y la redefinieron con la exclusión del género *Uroctonus*. Además, para resolver la parafilia de Chactoidea establecieron la superfamilia Superstitionoidea.

Recientemente, la monofilia de familia Caraboctonidae fue puesta a prueba con un muestreo taxonómico más amplio (Santibáñez-López et al., 2020). Los resultados indicaron que la familia no es monofilética y para solucionar este problema taxonómico se propusieron a la superfamilia Caraboctonoidea para circunscribir a las familias Caraboctonidae y Superstitioniidae y se creó la subfamilia y familia Hadruroidea y Hadruridae respectivamente.

La riqueza de escorpiones de México representa el 11.03% de la escorpiofauna mundial, con 309 especies pertenecientes a ocho familias y 39 géneros. De las ocho familias presentes en México, Typhlochactidae es la única endémica



TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

(Santibáñez-López et al., 2015). Las otras familias distribuidas en México cuentan con una representatividad en el país de: Superstitioniidae 100%, Hadruridae 88.88%, Vaejovidae 66.42%, Diplocentridae 42.64%, Buthidae 4.3% y Chactidae 1.91% respectivamente. La clasificación de escorpiones aceptada en este estudio, así como la riqueza de especies y géneros en México y el mundo se muestran en el cuadro 1.



Cuadro 1. Clasificación y diversidad de escorpiones en México y el mundo (Prendini y Loria, 2020; Rein, 2022; Santibáñez-López et al., 2019, 2020). Abreviaciones: G, género; E, especies; M, México entre paréntesis se señala el número de géneros y fuera el número de especies representados para el país.

Parvorden	Superfamilia	Familia	G	E	M
<b>Buthida</b> Soleglad y Fet, 2003	<b>Buthoidea</b> Koch, 1837	Buthidae Koch, 1837	99	1339	(2) 59
	<b>Chaeriloidea</b> Pocock, 1893	Chaerilidae <b>Pocock, 1893</b>	1	54	0
	<b>Pseudochactoidea</b> Gromov, 1998	Pseudochactidae Gromov, 1998	5	7	0
<b>Iurida</b> Soleglad y Fet, 2003	<b>Bothriuroidea</b> Simon, 1880	Bothriuridae Simon, 1880	17	163	0
	<b>Caraboctonoidea</b> Kraepelin, 1905	Caraboctonidae Kraepelin, 1905	2	25	0
		Superstitioniidae Stahnke, 1940	1	1	(1) 1
	<b>Chactoidea</b> Pocock, 1893	Akravidae <b>Levy, 2007</b>	1	1	0
		Chactidae Pocock, 1893	15	209	(2) 4
		Euscorpiidae Laurie, 1896	6	100	(3) 10
		Scorpiopidae Kraepelin, 1905	2	101	0
	<b>Hadruroidea</b> Stahnke, 1974	Hadruridae Stahnke, 1974	2	9	(2) 8
	<b>Iuroidea</b> Thorell, 1876	Iuridae Thorell, 1876	4	14	0
		Diplocentridae Karsch, 1880	10	137	(3) 58
		Hemiscorpiidae Pocock, 1893	1	17	0
		Hormuridae Laurie, 1896	11	97	0
		Rugodentidae Bastawade et al., 2005	1	1	0
<b>Scorpionoidea</b> Latreille, 1802	Scorpionidae Latreille, 1802	18	185	0	
	Urodacidae Pocock, 1893	1	21	0	
	<b>Vaejovoidea</b> Thorell, 1876	Vaejovidae Thorell, 1876	25	229	(22) 156
<b>Incertae sedis</b>	Belisariidae+ Uroctonus	3	6	0	
	Heteroscorpionidae Kraepelin, 1905	1	6	0	
	Troglotayosicidae Lourenço, 1998	1	6	0	
	Typhlochactidae Mitchell, 1971	4	11	(4) 11	

### 1.3 Microhábitat de los escorpiones

Los escorpiones no se distribuyen al azar dentro de cierto territorio, sino que, especies particulares son encontradas normalmente en microhábitats específicos (Polis, 1990). Estos microhábitats ofrecen refugio contra depredadores, proveen condiciones de temperatura más estables (Webber y Bryson Jr. 2015) y a su vez pueden ser lugares frecuentados por las presas de los escorpiones. Adicionalmente, esta especialización favorece la coexistencia de distintas especies de escorpiones dentro de un mismo hábitat (Lourenço, 1994). Los animales que se han adaptado al uso de microhábitats, por ejemplo, los de zonas áridas, suelen permanecer resguardados la mayor parte del tiempo. Su actividad superficial se limita a alimentación o apareamiento, mientras las condiciones externas son menos desfavorables (Cloudsley-Thompson, 1975).

Los factores ambientales como la temperatura, precipitación, propiedades edáficas y fisonomía vegetal han sido encontrados como esenciales para determinar la estructuración del ensamble de comunidades de escorpiones a escalas locales (Foord et al., 2015; Foerster et al., 2019). Por otra parte, algunos autores consideran que la estructura de la comunidad es influenciada por la heterogeneidad del hábitat más que por procesos ecológicos a gran escala (Doan y Arizabal-Arriaga, 2006; James y M'Closkey, 2002). En estos casos, algunas taxa pueden ser eliminados localmente cuando ciertos microhábitats son destruidos por prácticas de agricultura o forestales (Glor et al., 2001; Luja et al., 2008). Así mismo, la especialización a microhábitats junto con la baja capacidad de dispersión de algunos escorpiones permite que se lleven a cabo procesos de aislamiento y se generen micro endemismos (Bryson Jr. et al., 2016).

En contraste, existen especies oportunistas como algunas de las familias Buthidae, Euscorpiidae y Hormuridae, que se caracterizan por su plasticidad ecológica y su capacidad de invadir fácilmente ambientes perturbados (Lourenço, 2015). Dichas especies pueden ser capaces de producir múltiples camadas a partir de una sola inseminación, tener capacidades elaboradas para almacenaje de esperma, desarrollo y esperanza de vida corta, densidad poblacional alta, movilidad rápida y tener una distribución amplia (Lourenço, 2018). Lourenço (1992) señala que las especies del género *Centruroides* pueden ser competidores directos de especies con menor plasticidad ecológica. Lira et al., (2019b) evaluaron los efectos del uso de suelo en

comunidades de escorpiones de bosques neotropicales, y encontraron que algunas especies de escorpiones son más sensibles que otras a la alteración del hábitat natural. Los autores consideran al uso del microhábitat como un factor clave potencialmente determinante de la supervivencia de estos arácnidos en áreas antropogenizadas.

Algunas de estas especies pueden llegar a convertirse en un problema de salud, por ejemplo, la especie brasileña *Tityus serrulatus* originalmente estaba restringida a un solo estado en la región sureste de Brasil, pero gracias a su adaptabilidad y rápida proliferación actualmente hay registros de esta especie en varias regiones de Brasil (Gonzaga-Pimenta et al., 2019). Cabe mencionar, que *T. serrulatus* fue la primera especie de escorpión en la que se reportó la reproducción por partenogénesis (Matthiesen 1962, Lourenço y Cuellar 1999).

Por otro lado, existen algunas especies de escorpiones que se han especializado para subsistir en distintos substratos, esta especialización ha resultado en adaptaciones ecomorfotípicas, clasificadas en especies: (1) Litófilas, que habitan grietas de rocas grandes o desiertos pedregosos. (2) Psamófilas, que habitan en zonas de dunas o lugares arenosos. (3) Pelófilas, los cuales habitan en galerías construidas en suelos compactos y las cuales habitan la mayor parte de su vida. (4) Lapidícolas, que construyen galerías superficiales que usan temporalmente, u oquedades bajo rocas. (5) Humícolas, escorpiones especializados a la vida entre la hojarasca. (6) Troglobios, los cuales habitan dentro de cuevas y cumplen su ciclo de vida completo dentro de ellas. (7) Arborícolas, aquellos que habitan en el dosel de árboles o dentro de plantas epífitas. Y, finalmente, (8) Errantes, que habitan bajo o dentro de los objetos que estén en el substrato (González-Santillán 2004, Polis 1990, Prendini, 2001). Algunas de las adaptaciones morfológicas que presentan los distintos ecomorfotipos se indican en el cuadro 2.

Cuadro 2. Ecomorfotipos de escorpiones y sus modificaciones morfológicas (Lamoral 1976, Polis 1990, Fet et al., 2000, Prendini, 2001, González-Santillán 2004).

Ecomorfotipo	Modificaciones morfológicas
Litófilo	Compresión dorsoventral del cuerpo, metasoma y pedipalpos, atenuación de quelas.
Psamófilo	Tarsos y tibia con macrosedas elongadas arregladas en forma de peine y uñas muy elongadas, coloración clara del cuerpo.
Pelófilo	Quelíceros elongados, quelas del pedipalpo robustas, patas cortas y robustas con series de sedas espiniformes.
Lapidícola	Pedipalpos y/o metasoma robustos.

Humícola	Sin espinas en tibia, no más de dos ojos laterales en ambos lados del prosoma y coloración regularmente oscura del cuerpo.
Troglobio	Disminución o ausencia de pigmento, atenuación de los apéndices, pérdida o reducción de ojos.
Arborícola	Depresión dorsoventral del cuerpo y elongación de las uñas del telotarso.
Errante	Sin modificaciones evidentes, pero puede haber una compresión dorsoventral.

#### 1.4 Modelado de nicho ecológico aplicado a escorpiones

Los métodos correlativos para modelado de nicho ecológico (MNE) pueden dividirse en tres categorías: (1) métodos de ausencia-presencia, que utilizan datos de ocurrencia y ausencia de las especies; (2) métodos de presencia-fondo (*background*), que comparan las condiciones ambientales en el área de estudio con las condiciones del área ocupada por la especie; y, (3) métodos exclusivamente de presencias, son aquellos que no utilizan datos de fondo ni pseudoausencias para elaborar los modelos (Sillero et al., 2021).

Los siguientes puntos se encuentran relacionados con la calidad de los datos de ocurrencia, los cuales son fundamentales para construir modelos de distribución potencial con predicciones confiables (Feng et al., 2019; Guevara et al., 2018; Pearson et al., 2007; Phillips et al., 2009; Sillero, 2011; Sillero et al., 2021; Sillero y Barbosa, 2021; Varela et al., 2014):

- La certeza taxonómica de los datos de ocurrencia utilizados, así como la correcta georreferenciación de estos son fundamentales para la construcción del modelo. Se debe de dar preferencia a registros revisados personalmente, o en caso de utilizar bases de datos en línea se debe verificar que la persona que determinó al organismo sea un/a taxónomo especialista en el grupo de estudio. En este sentido, los ejemplares depositados en colecciones oficiales y museos brindan registros más confiables.
- Agrupamiento espacial de datos de ocurrencia, el cual puede sesgar el modelo hacia zonas de muestreo más accesibles además de la inclusión de datos de ocurrencia demasiado cercanos entre sí, para lo cual diversos autores proponen la aplicación de un filtro espacial (de una distancia mínima) entre los registros.

El modelado de nicho ecológico es una herramienta que utiliza datos de ocurrencia en conjunción con datos ambientales para hacer un modelo correlativo de condiciones ambientales que concuerden con los requerimientos ecológicos de una especie y predice la idoneidad relativa un hábitat (Warren y Seifert, 2011). Esta herramienta es útil en el caso de escorpiones, para diversos tipos de estudios biogeográficos, ecológicos, o para estudiar potenciales interacciones de escorpiones con humanos. El MNE se ha utilizado en distintos casos, como la evaluación de la divergencia climática entre dos especies de escorpiones *Mesobuthus eupeus* C. L. Koch, 1839 y *M. phillipsii* Pocock, 1889 donde se observó que la divergencia entre estas dos especies estaba asociada con divergencia significativa en sus nichos ecológicos, brindando mayor soporte a la validez taxonómica de ambas especies (Mirshamsi, 2013).

Graham et al., (2014) construyeron modelos de distribución para trece especies de escorpiones de la península de Baja California con el fin de comparar los hábitats idóneos actuales con aquellos del último máximo glacial, y encontraron que la mayoría de las distribuciones para estas especies permanece notablemente conservada, adicionalmente encontraron tres áreas de idoneidad climática que coinciden con discontinuidades genéticas en taxa con distribuciones similares dentro de la península. Otra aplicación el desarrollo de parámetros de configuración espaciales de vigilancia epidemiológica de dos especies de importancia médica en Brasil (Brites-Neto y Roncato-Duarte 2015). En otro estudio, se establecieron los factores ambientales relacionados a la distribución de especies de escorpiones y sus distribuciones potenciales actuales en Marruecos con la finalidad de generar un mapa de riesgo de envenenamiento y evaluar la población humana en riesgo (Hidan et al., 2018).

### **1.5 Biodiversidad del estado de Aguascalientes**

A pesar de ser uno de los estados más pequeños del país, Aguascalientes posee una gran biodiversidad. Los estudios de flora más recientes del estado reportan doce tipos de vegetación, entre los que se encuentran: bosque de encino, de coníferas, bosque mixto, matorrales templados, pastizales templados, bosque tropical caducifolio, matorral subtropical, matorral xerófilo, pastizal desértico, bosque de galería, tular y vegetación acuática y subacuática (Siqueiros-Delgado et al., 2022, 2017). En lo que respecta a hongos y líquenes, se cuenta con registro de 552 géneros



de hongos (Pardavé-Díaz et al., 2008) y 56 especies de líquenes (Miguel-Vázquez et al., 2021).

Respecto a la fauna, se conocen 19 especies de peces (Martínez-Martínez y Rojas-Pinedo, 2008), 17 especies de anfibios, de las cuales cinco se encuentran clasificadas en alguna categoría de riesgo (Quintero-Díaz et al., 2008a), 61 especies de reptiles (Quintero-Díaz et al., 2008b; Villalobos-Juárez et al., 2022) y 240 especies de aves (De la Riva-Hernández y Franco-Ruiz Esparza, 2008). En cuanto a los invertebrados artrópodos, el conocimiento más extenso corresponde a los insectos, de los cuales se tiene registro de aproximadamente 614 especies, pertenecientes a 16 de los 32 órdenes de insectos (Escoto-Moreno et al., 2021; Escoto-Rocha y Delgado-Saldívar, 2008; Márquez et al., 2022; Reyes-Hernández et al., 2018). El conocimiento sobre otros grupos de artrópodos es escaso, se conocen cuatro especies de garrapatas blandas (Guzmán-Cornejo et al., 2019), los órdenes Solifugae Sundevall, 1833, Scolopendromorpha, y Uropygi Thorell, 1883, cuentan con una especie registrada en la entidad respectivamente (Barrales-Alcalá et al., 2018; Lucio-Palacio, 2010; Santibáñez-López et al., 2021). El orden Opiliones Sundevall, 1833, cuenta con al menos dos especies registradas (Cokendolpher et al., 2021; Shear, 2006). En el caso de las arañas, se cuenta con registro de aproximadamente 21 especies (Lucio-Palacio, 2012; Posada-Baltazar y Ávila-Villegas, 2008; Valdez-Mondragón et al., 2018).

#### **1.6 Provincias biogeográficas presentes en Aguascalientes**

Dos regiones biogeográficas han sido reconocidas dentro del país, la Neártica y la Neotropical, además de una zona de transición con intercambio de elementos bióticos conocida como Zona de Transición Mexicana (ZTM) de acuerdo con Halffter y Moreno (2005). La región Neártica puede ser subdividida en las provincias Californiana, de Baja California, de Sonora, del Desierto Chihuahuense y de Tamaulipas. Por otro lado, la región Neotropical comprende las provincias de las Tierras Bajas del Pacífico, Cuenca del Balsas y Veracruzana (Morrone, 2019).

La Zona de Transición Mexicana es un área compleja donde las biotas Neártica y Neotropical se sobreponen, se extiende desde el sudoeste de los Estados Unidos pasando por todo el territorio de México y culmina en Nicaragua. A su vez, la ZTM comprende cinco provincias biogeográficas que simultáneamente pertenecen a las regiones Neártica y Neotropical: Sierra Madre Occidental (SMOc), Sierra Madre Oriental (SMOr), Faja Volcánica Trans Mexicana (FVTM), Sierra Madre del Sur y

Chiapas (Morrone 2019). En Aguascalientes se encuentran tres provincias biogeográficas, la SMOc perteneciente a la ZTM, Desierto Chihuahuense (DC) de la región Neártica y Tierras Bajas del Pacífico (TBP), perteneciente a la región Neotropical sensu Morrone et al., 2017 las cuales se muestran en el cuadro 3 y la figura 11. Por lo tanto, en Aguascalientes se esperarían encontrar elementos de la escorpiofauna de desiertos fríos como el Chihuahuense, elementos de zonas bajas tropicales del Pacífico y elementos madreños montanos.

Cuadro 3. Regionalización biogeográfica de Aguascalientes (Morrone et al., 2017; 2022; y Morrone, 2019).

Región	Provincia	Distrito	Descripción
Neártica	Desierto Chihuahuense	Zacatecano	Abarca desde el valle del Mezquital hasta al norte del río Aguanaval.
Neotropical	Tierras Bajas del Pacífico	Nayarit-Guerrero	Franja angosta e ininterrumpida en la costa pacífico de México, Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicaragua y Costa Rica. Esta provincia alberga la mayor concentración de bosques tropicales estacionalmente secos del país.
Zona de Transición Mexicana	Sierra Madre Occidental	Duranguense	Abarca la parte meridional de la provincia, en los estados de Jalisco, Nayarit, Sonora, Zacatecas y partes de Sinaloa y Chihuahua, el distrito está sustentado por la presencia de dos especies de encino <i>Quercus radiata</i> Trel y <i>Q. undata</i> Trel.

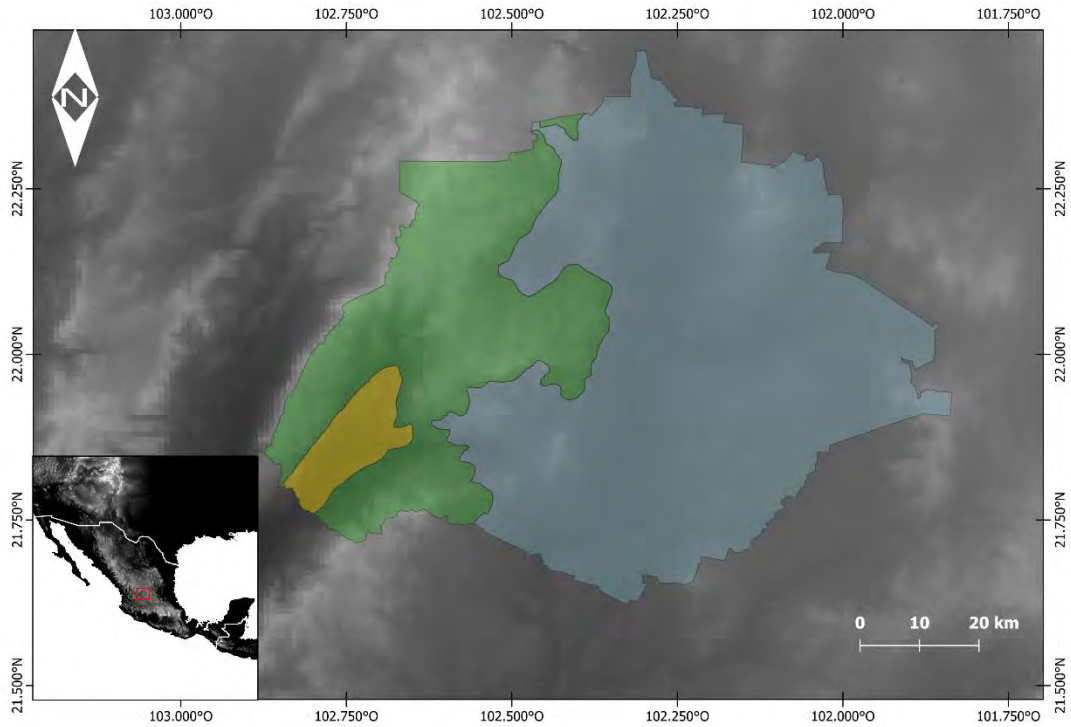


Figura 10. Provincias biogeográficas (Morrone et al., 2017) de Aguascalientes, DC resaltado en azul, SMO en verde y TBP en amarillo.

## 2. ANTECEDENTES

### 2.1 Especies de escorpiones presentes en Aguascalientes

La lista más actualizada de la riqueza de especies de alacranes para el estado es la que presenta Santibáñez-López et al., 2015 en su material suplementario, con ocho especies. El cuadro 4 muestra las especies registradas en la entidad por autor, además de especies enlistadas en bases de datos disponibles en línea.

Cuadro 4. Especies registradas por autor y bases de datos de colecciones en línea, así como especímenes de la CZUAA para la entidad. Autores: 1. (Hoffmann 1931, 1932, 1936), 2. (Díaz-Nájera 1975), 3. (Fet et al. 2000), 4. (Soleglad y Fet 2008), 5. (Escoto-Rocha y Delgado Saldivar 2008), 6. (Ponce-Saavedra et al., 2009), 7. (Ponce y Francke 2013a), 8. (Contreras-Félix et al. 2015), 9. (Santibáñez-López et al., 2015), 10. (Díaz Plascencia y Delgado Saldivar 2015), 11. (Ponce-Saavedra et al., 2016), 12. (Riaño-Umbarila et al., 2017), 13. (González-Santillán y Possani 2018), 14. (González-Santillán y Prendini 2018), 15. Datos abiertos UNAM, Colección Nacional de Arácnidos (CNAN), 16. Colección de Artrópodos de Importancia Médica (CAIM).? = este símbolo se utilizó ya que se habla del género en la entidad, pero no se especifica una especie.

Especie	Fuente															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1. <i>Centruroides infamatus</i>	■	■	■		■		■		■		■	■	■	■		■
2. <i>Centruroides nigrescens</i>					■											
3. <i>Diplocentrus zacatecanus</i>	■	■	■		■		■		■						■	
4. <i>Chihuahuanus bilineatus</i>	■	■	■		■		■		■							
5. <i>Chihuahuanus coahuilae</i>					■											
6. <i>Chihuahuanus glabrimanus</i>															■	
7. <i>Mesomexovis spadix</i>	■		■		■				■		■					
8. <i>Mesomexovis punctatus</i>		■	■		■		■								■	■
9. <i>Paruroctonus gracilior</i>	■	■	■		■		■		■							
10. <i>Pseudouroctonus sp.</i>					■											
11. <i>Thorellius cristimanus</i>	■	■	■		?		■		■							
12. <i>Thorellius intrepidus</i>					?									■		
13. <i>Vaejovis dugesi</i>															■	■
14. <i>Vaejovis nigrescens</i>	■		■		■				■						■	■
15. <i>Vaejovis tenamaztlei</i>								■	■							
16. <i>Vaejovis aff. dugesi</i>										■						■
17. <i>Vaejovis aff. mexicanus</i>							■									

**2.2 Uso de estimadores no paramétricos para la evaluación de inventarios biológicos con base en datos de museos y colecciones científicas.**

Los estimadores no paramétricos pueden funcionar para evaluar lo completo que pueden ser los inventarios biológicos cuando no se tiene muy clara la unidad muestral que se utilizó o esta no ha sido uniforme. Anteriormente, otros autores han aplicado estas técnicas de estimación utilizando la información proveniente de colecciones biológicas en centros de investigación o museos de historia natural (Osasuwa-Peters et al., 2018; Petersen et al., 2003) así como bases de datos elaboradas a partir de revisiones taxonómicas (Meier y Dikow, 2004). Estos estudios utilizan unidades de muestreo tales como el conteo simple de organismos por especie y realizan estimaciones de cobertura basadas en abundancia (ACE), o categorizan las muestras por años o localidades de colecta para utilizar estimadores basados en incidencia. Este último enfoque es el más recomendado para lidiar con la falta de unidades de muestreo estandarizadas y otros sesgos propios de la naturaleza de los datos provenientes de colecciones científicas (Guralnick y Van-Cleve, 2005; Petersen y Meier, 2003).

**2.3 Escorpiones de la provincia biogeográfica Desierto Chihuahuense en Aguascalientes (DCAGS)**

Las especies registradas para el DCAGS se enlistan en el cuadro 5, posteriormente se detalla parte de su historia y estado taxonómico actual. Aunque hay registro de siete especies de alacranes, es necesario analizar la distribución y estado taxonómico de cada una para poder definir una lista final actualizada.

Cuadro 5. Especies de escorpiones del DC en Aguascalientes y estados del DC: (1) Aguascalientes, (2) Chihuahua, (3) Coahuila, (4) Durango, (5) Estado de México, (6) Guanajuato, (7) Hidalgo, (8) Jalisco, (9) Michoacán, (10) Nuevo León, (11) Querétaro, (12) San Luis Potosí, (13) Tamaulipas y (14) Zacatecas.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
<i>Chihuahuanus bilineatus</i>	■		■			■				■		■	■	
<i>Chihuahuanus coahuilae</i>	■	■	■	■										
<i>Diplocentrus zacatecanus</i>	■		■	■	■	■	■		■		■	■		■
<i>Mesomexovis spadix</i>	■					■		■						■
<i>Paruroctonus gracilior</i>	■	■	■	■								■		
<i>Vaejovis nigrescens</i>	■				■	■	■	■	■		■	■		■
<i>Vaejovis tenamatzlei</i>	■													



*Chihuahuanus bilineatus* (Pocock, 1898). Originalmente fue descrita de San Diego, Texas, pero aparentemente esta localidad tipo es incorrecta (Sissom y Hendrixson 2005). En el estado fue reportada por primera vez en Tepezalá (Hoffmann, 1931). Está representada por ejemplares procedentes de los municipios de Aguascalientes, Asientos, Jesús María y Tepezalá, así como de los estados de Guanajuato y Zacatecas.

*Chihuahuanus coahuilae* (Williams, 1968). El primer registro de esta especie para el estado fue realizado por (Escoto-Rocha y Delgado Saldivar 2008). Está representada por ejemplares recolectados en los municipios de Aguascalientes y Asientos.

*Diplocentrus zacatecanus* fue originalmente descrita por Hoffmann como una subespecie de *Diplocentrus keyserlingi*, en su estudio reconoció tres subespecies: *D. keyserlingi keyserlingi*, *D. keyserlingi tecomanus* y *D. keyserlingi zacatecanus* (Hoffmann, 1931). *Diplocentrus zacatecanus* fue elevada a especie por Sissom (1994) y redescrita por Santibáñez López y Francke (2013), los especímenes depositados en la CZUAA corresponden a los municipios de Aguascalientes, Asientos y Tepezalá, y a los estados de Guanajuato, San Luis Potosí y Zacatecas.

*Mesomexovis spadix* (Hoffmann, 1931). Hoffmann (1931) reconoció tres formas diferentes *Vaejovis punctatus punctatus* Karsch abarcando Hidalgo, Zacatecas, Jalisco, y Puebla; *Vaejovis punctatus spadix* Hoffmann en Jalpa, Zacatecas y *Vaejovis punctatus variegatus* Pocock como habitante de las montañas de Guerrero, el lado sur de la sierra volcánica transversal, Estado de México y Morelos. González Santillán y Prendini (2013) las elevaron a rango de especie, por lo que, si se toma en cuenta registros de literatura anteriores que no especifiquen la subespecie de la que se trata, podría parecer que la distribución de *M. spadix* es más amplia de lo que en realidad es. La CZUAA cuenta con organismos de distintas localidades en los municipios de Aguascalientes, Asientos, Calvillo, Jesús María, Pabellón de Arteaga, Rincón de Romos, San Francisco de los Romo, y San José de Gracia.

Otros organismos recolectados fuera de Aguascalientes provienen de los estados de Guanajuato, Jalisco y Zacatecas.

*Paruroctonus gracilior* (Hoffmann, 1931). La localidad tipo de esta especie es Tepezalá. Sin embargo, actualmente no se cuenta con organismos de esta especie en la CZUAA provenientes del estado, el único espécimen existente en la colección es procedente de San Luis Potosí (CZUAA: SCO394).

*Vaejovis nigrescens* (Pocock, 1898). La CZUAA tiene organismos de los municipios de Aguascalientes, Asientos, Calvillo, Jesús María, Rincón de Romos, San Francisco de los Romo, y de los estados de Guanajuato, Jalisco, San Luis Potosí y Zacatecas. Adicionalmente, la CNAN cuenta con un registro de *Vaejovis nitidulus nigrescens* del estado de Aguascalientes (CNAN:SC2484)

### **3. JUSTIFICACIÓN**

En el estado de Aguascalientes se presenta una conjunción de tres regiones fisiográficas, once tipos de vegetación, y distintos subtipos de climas templados y semisecos que propician una gran diversidad biológica a pesar de su poca extensión geográfica (Siqueiros-Delgado et al., 2017). Se sabe que en el estado existen especies de escorpiones de importancia médica, ya que el promedio de casos de Intoxicación por Picadura de Alacrán (IPPA) reportado para la entidad por el Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica (Secretaría de Salud, 2017, 2018, 2019, 2020 y 2021) es de 2,585 casos al año. Sin embargo, no se conoce bien la identidad taxonómica de estas especies en el estado. El listado de especies más actualizado fue realizado hace 14 años (Escoto-Rocha y Delgado-Saldívar 2008) y la contribución más reciente a la diversidad de escorpiones del estado es la de Contreras-Félix et al., (2015) con la descripción de una especie nueva. El conocimiento de escorpiofauna de Aguascalientes se encuentra fragmentado en aportaciones de grupos taxonómicos específicos, o en estudios regionales y nacionales (Hoffmann, 1931, 1932; Díaz-Nájera, 1975; Fet y Lowe, 2000; Sissom, 2000; Sissom y Fet, 2000; Ponce-Saavedra y Francke, 2013 a, b; Santibáñez-López

et al., 2015) sin que hasta el momento exista una clave taxonómica para la identificación de especies del estado, ni se conocen detalles sobre la distribución geográfica de las especies o de sus preferencias de microhábitat.

El conocimiento de las preferencias de microhábitat y la distribución geográfica de las especies de escorpiones en el estado es fundamental para identificar dos aspectos que pueden tener relevancia en la biodiversidad e incluso en la salud pública. (1) La fragilidad de especies estenotópicas, cuyo hábitat es limitado y pueden desaparecer con el cambio de uso de suelo de su área de distribución y (2) el reconocimiento de especies euritópicas con capacidades de invadir otras áreas geográficas, fuera de su área natural de distribución, como lo son especies de importancia para la salud pública.

#### **4. OBJETIVOS**

##### **4.1 Objetivo general**

Analizar y actualizar la taxonomía y distribución de las especies de escorpiones del Desierto Chihuahuense en Aguascalientes.

##### **4.2 Objetivos particulares**

1. Mediante el estudio de especímenes depositados en colecciones zoológicas y bases de datos en línea analizar y actualizar la taxonomía de las especies presentes en el Desierto Chihuahuense.
2. Recolectar ejemplares en campo para confirmar la identidad taxonómica de las especies estudiadas previamente y obtener datos de su biología.
3. Elaborar claves dicotómicas para la identificación de los escorpiones del estado de Aguascalientes.
4. Construir mapas de distribución potencial, mediante el modelado del nicho, de las especies de escorpiones presentes en la provincia Desierto Chihuahuense en Aguascalientes

## 5. MÉTODOS

### 5.1 Descripción del área de estudio

El estado de Aguascalientes se localiza en la parte central de la República Mexicana, entre los meridianos 101°53' y 102°52' de longitud oeste, y los paralelos 22°27' y 21°28' de latitud norte, con una superficie de 5,680.33 km<sup>2</sup> que representa el 0.3% del total del país. Colinda al Norte, Este y Oeste con el estado de Zacatecas; al Sur y Este con el de Jalisco. Su división política consta de once municipios: Aguascalientes, Asientos, Calvillo, Cosío, Jesús María, Pabellón de Arteaga, Rincón de Romos, San José de Gracia, Tepezalá, San Francisco de los Romo y El Llano (Esparza-Juárez 2008).

La mayor parte (68.90%) del estado de Aguascalientes es semiseco y templado (BS1k), 17.70 % del área es semi seco cálido (BS1h), y 13.40% del territorio es templado y subhúmedo con lluvias en verano [C(w)] (García, 1973). La temperatura máxima promedio es de 25.9°C, pero incrementa linealmente a partir de enero, y alcanza un máximo promedio de 30.3°C en mayo. Mientras que la temperatura mínima promedio incrementa lentamente a partir de enero, mes en el cual el valor mínimo es de 3.2°C e incrementa hasta junio con 13.1°. La temperatura mínima promedio anual es de 8.6°C y la precipitación anual total es de aproximadamente 516.8 mm (Ruíz-Álvarez et al., 2019).

Fisiográficamente, el estado se encuentra dividido en dos provincias: (1) Sierra Madre Occidental, que representa el mayor sistema montañoso del país y (2) el Altiplano Mexicano, una extensa meseta con serranías más o menos aisladas (Morrone, 2019). La provincia Sierra Madre Occidental es la región montañosa más extensa del estado, en ella se encuentran los sistemas montañosos Sierra Fría, Sierra de Pabellón, Sierra del Pinal y Sierra del Laurel (Siqueiros-Delgado et al., 2016). Por otra parte, en la provincia Altiplano Mexicano se encuentran el valle de Aguascalientes y las serranías Juan el Grande, Cerro de los Gallos y la Sierra de Tepezalá y Asientos (Siqueiros-Delgado et al., 2016).

## 5.2 Descripción de los sitios de muestreo

Previo a la elección de las localidades de recolecta, se georreferenciaron los especímenes depositados en la CZUAA y se analizó la frecuencia con que las localidades en el estado han sido visitadas a partir del primer depósito de un escorpión en 1979. El objetivo de este ejercicio fue determinar que zonas del DCAGS han sido menos visitadas y dar preferencia a esas localidades. Además de que la información taxonómica en estas áreas es deficiente, se decidió enfocarse en los escorpiones del DCAGS ya que representan la mayor extensión dentro del estado y el cambio de uso de suelo en estas áreas se ha acelerado en los últimos años, con 213 permisos de minas para explotar material metálico y no metálico de forma extensiva (Servicio geológico mexicano, 2021). Por ello es importante reconocer en ambientes desérticos aquellas formas de vida susceptibles de extinción local. Y los escorpiones pueden ser un buen modelo para entender esta dinámica.

Se eligieron tres localidades de recolecta (Fig. 11): (1) El Capulín (CAP), municipio de Tepezalá, este municipio es la localidad tipo de *D. zacatecanus* y *P. gracilior*, se cuenta con pocas colectas las cuales no cuentan con información precisa de localidad; (2) cerro Juan el Grande (JEG), municipio de El Llano, área destinada voluntariamente a la conservación de la cual no se tenía ninguna colecta de alacranes; (3) Los Arquitos (LA), municipio Jesús María, fue elegida por situarse entre los límites de las provincias DC y SMO. Dentro de cada localidad se establecieron tres estaciones con diferentes tipos de vegetación para realizar el muestreo. La descripción de cada localidad, así como de las estaciones de recolecta se detalla en los siguientes apartados.



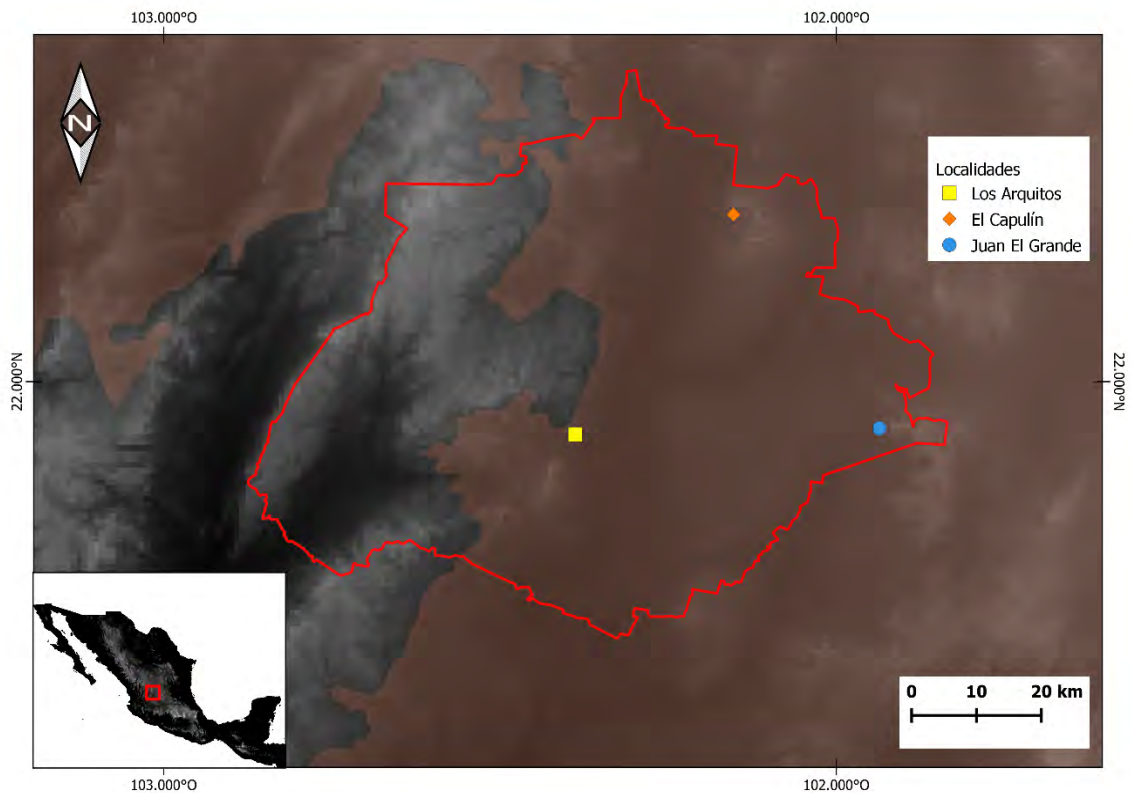


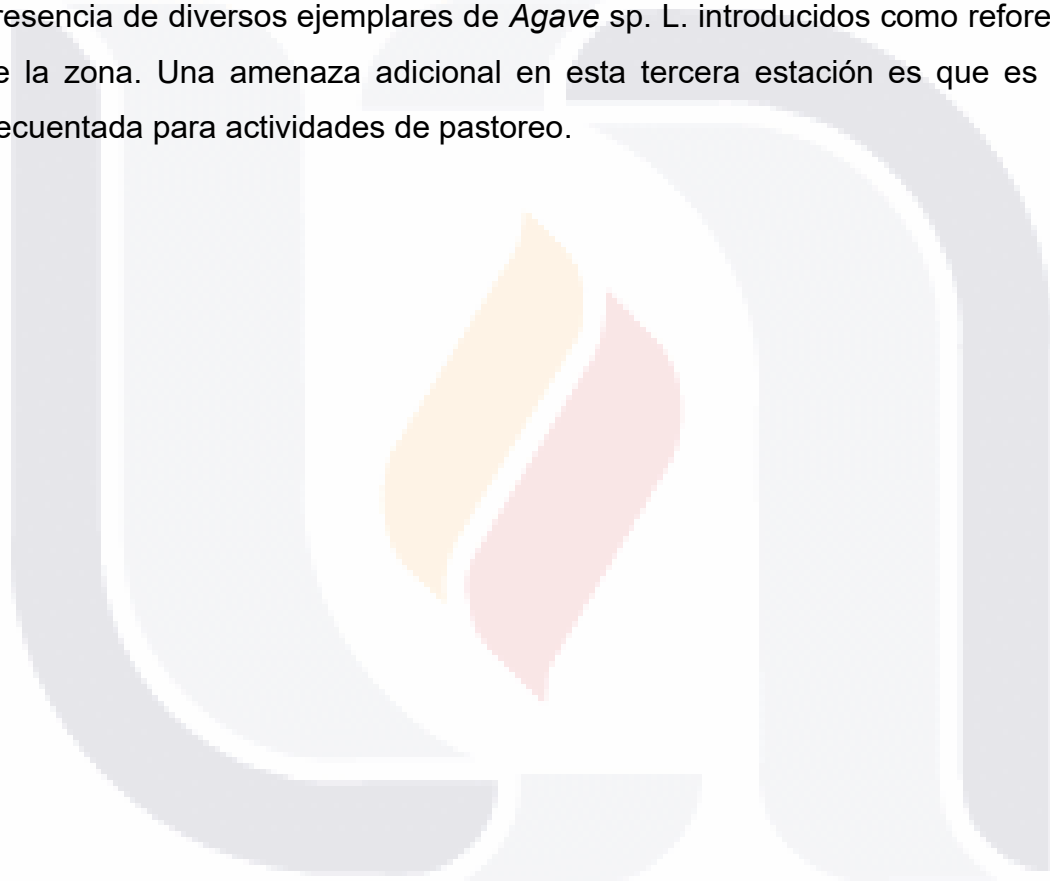
Figura 11. Localización de los sitios de recolecta dentro de la porción de la provincia DC correspondiente a Aguascalientes.

### 5.2.1 El Capulín, Tepezalá

En el municipio de Tepezalá (Fig. 12) se han realizado actividades de minería desde la llegada de los españoles, las actividades de minería de túnel y de cielo abierto han causado deforestación y grados altos de erosión en la sierra de Tepezalá (Wandke y Moore, 1935). Esta zona presenta pastizal y matorral espinoso en las partes bajas y bosque de encino tipo abierto en las partes altas (Ávila Villegas et al., 2009), la roca que lo conforma corresponde al Triásico, los suelos presentes son xerosol háplico y lúvico (INIFAP y CONABIO 1995). Pertenece a la provincia fisiográfica Llanuras de Ojuelos-Aguascalientes, su topografía es sierra baja con mesetas (Cervantes-Zamora et al., 1990; Siqueiros-Delgado et al., 2017).

La presente localidad ha recibido atención previamente por parte de especialistas en escorpiones y es la localidad tipo de *Diplocentrus zacatecanus* y *Paruroctonus gracilior*, además de contar con el registro de *Chihuahuanus bilineatus* (Hoffmann,

1931). La primera estación de recolecta (22.245092°, -102.157535°, 2203 m) se encuentra dominada por matorral desértico micrófilo (Fig. 12 A), y de las tres estaciones de muestreo es la que se encuentra físicamente más cercana a la zona de explotación minera. La segunda estación (22.235886°, -102.159315°, 2109 m) es adyacente al curso de un arroyo de bajo afluente, dominada por matorral espinoso crassicaule (Fig. 12 B). Por último, en la tercera estación (22.231356°, -102.160213, 2123 m) la vegetación dominante es pastizal desértico (Fig. 12 C), con presencia de diversos ejemplares de *Agave* sp. L. introducidos como reforestación de la zona. Una amenaza adicional en esta tercera estación es que es la más frecuentada para actividades de pastoreo.



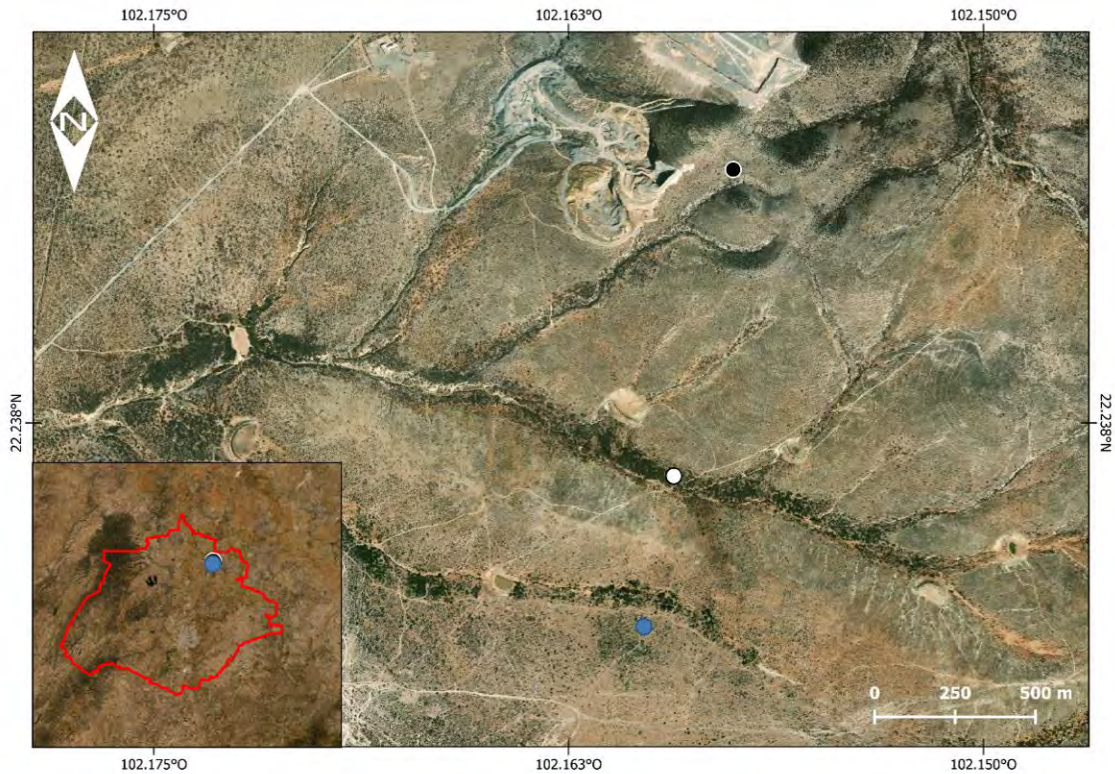


Figura 12. Estaciones de muestreo en CAP, la ubicación de las estaciones de muestreo se muestra con círculos de color negro (primera estación, A), blanco (segunda estación, B) y azul (tercera estación, C).

### 5.2.2 Juan El Grande, El Llano

La serranía Juan el Grande (Fig. 13) se encuentra protegida bajo la figura de Área Destinada Voluntariamente para la Conservación, en 2006 obtuvo el decreto de Área de Protección del Águila Real al ser un sitio de anidación de esta especie (Rendón-Trinidad, 2018). Presenta matorral xerófilo, bosques de encino y coníferas. Los suelos son del tipo xerosol háplico y planosol eútrico lúvico (INIFAP y CONABIO, 1995). Pertenece a la provincia subprovincia fisiográfica llanuras de Ojuelos-

Aguascalientes, y es representante de la topoforma meseta (Siqueiros-Delgado et al., 2017).

Adicional al águila real, se reporta la presencia de especies con importancia ecológica como la lagartija micro endémica *Sceloporus goldmani* Smith, 1937 y de *Biznaga histrix* Doweld (Meza-Rangel et al., 2014). En lo que respecta a artrópodos, son pocos los estudios realizados en la zona, entre los que destacan el estudio de González-Martínez y Vásquez-Bolaños, 2019 quienes reportan 26 especies de hormigas y Damián-Chávez et al., (2019) que reportan 57 especies de ácaros asociados a nidos de águila real (*Aquila chrysaetos canadensis* Linnaeus, 1758).

La primera estación (21.935800, -101.919140, 2338 m), posee vegetación de bosque de encino caducifolio (Fig. 13 A) (Siqueiros-Delgado et al., 2017) con presencia de árboles que van desde los 5 a 8 metros de altura, de las especies *Quercus eduardi* Trel, *Q. microphylla* Née, *Q. potosina* Trel y *Q. resinosa* Liebm (González-Martínez y Vásquez-Bolaños, 2019; Martínez-Calderón et al., 2017). La segunda estación de muestreo (21.935800, -101.925200, 2224 m), es transicional entre bosque de encino caducifolio y matorral crassicaule (Fig. 13 B), se pueden observar elementos de vegetación secundaria como *Dodonea viscosa* Jacq (IMAE, 2006), además de elementos de matorral inerme rosetófilo como *Dasyllirion acrotrichum* Jacq. Por último, la tercera estación (21.933757, -101.928415, 2154 m) está dominada por matorral espinoso crassicaule (Fig. 13 C).





Figura 13. Estaciones de muestreo en JEG, la ubicación de las estaciones de recolecta se muestra en el mapa con círculo de color negro (primera estación, A), blanco (segunda estación, B) y azul (tercera estación, C).

### 5.2.3 Los Arquitos, Jesús María

La presa de los Arquitos (LA, Fig. 14) fue construida en 1900-1901 y es alimentada principalmente por el río Morcinique (Suárez-Morales y Mercado-Salas, 2013). Alrededor de esta presa se encuentran diferentes tipos de vegetación como matorral subtropical, matorral xerófilo, bosque de encino y vegetación riparia (Martínez-Calderón et al., 2017; Rodríguez-Ávalos et al., 2013; Urbizu et al., 2014).



TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

Tiene presentes parches de rocas del Terciario, Cuaternario y Cretácico, los tipos de suelo son planosol eútrico y feozem háplico (INIFAP y CONABIO, 1995). Pertenece a la provincia fisiográfica Sierras y Valles Zacatecanos, como parte de la topoforma lomeríos con cañadas (Cervantes-Zamora et al., 1990; Siqueiros-Delgado et al., 2017).

Los estudios del sitio reportan la presencia de las especies de peces introducidas *Oreochromis mossambicus* Peters, 1852 y *Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758, así como el copépodo parásito *Neoergasilus japonicus* Harada, 1930 (Suárez-Morales y Mercado-Salas, 2013). En cuanto a artrópodos se reportan *Atta mexicana* Smith, 1858 (Rodríguez-Elizalde, 2019), *Anax junius* Drury, 1773 (Escoto-Moreno et al., 2014), y los isópodos *Armadillum vulgare* Latreille, 1804 y *Porcellio laevis* Latreille, 1804 (Segura-Zaragoza et al., 2020).

La primera estación de muestreo (21.920013°, -102.396395°, 2041 m) presenta elementos de matorral subtropical (Fig. 14 A) como *Prosopis laevigata* M. C. Johnst., *Ipomea murucoides* Roem. y Schult., *Acacia farnesiana* Wild., *Opuntia* sp., y *Yucca* sp. (Urbizu et al., 2014). En la segunda estación de muestreo (21.921649°, -102.397042°, 1983 m) se encuentran parches de bosque de encino caducifolio (Fig. 14 B), con especies como *Quercus chihuahuensis* Trel (Martínez-Calderón et al., 2017; Siqueiros-Delgado et al., 2017) mezclados con vegetación secundaria. Por último, en la tercera estación (21.921228°, -102.399875°, 1923 m) predomina la vegetación riparia (Fig. 14 C).

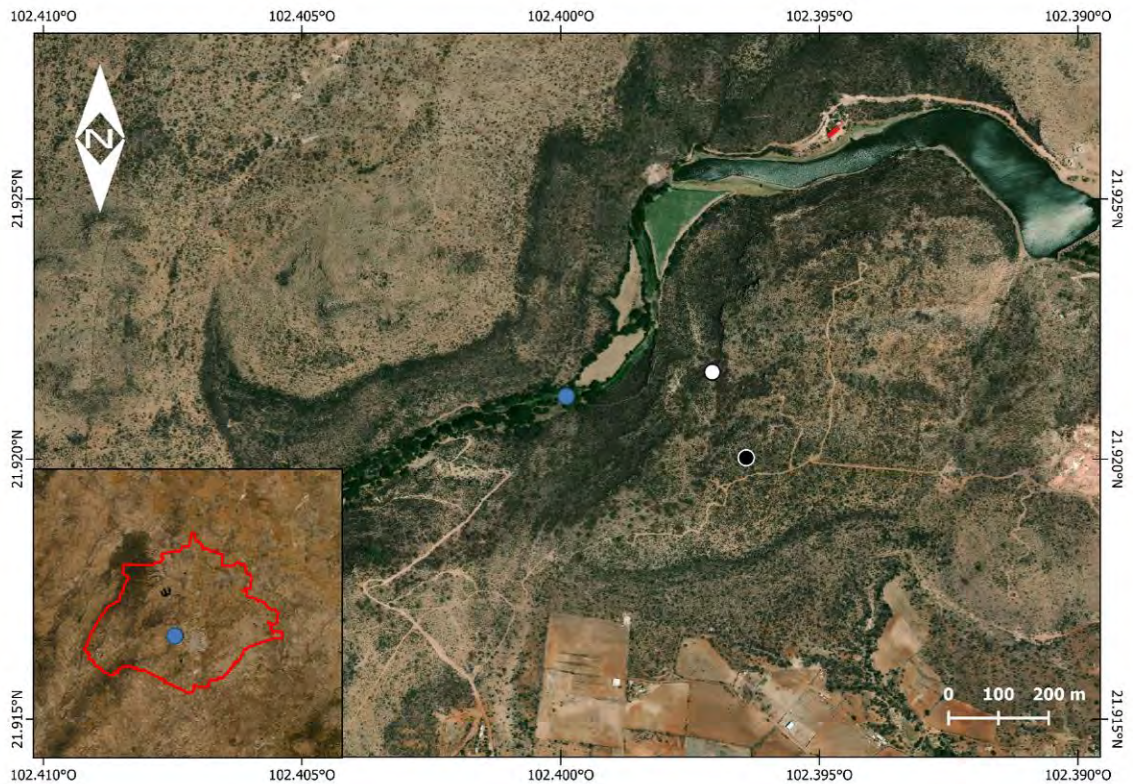


Figura 14. Estaciones de muestreo en LA, la ubicación de las estaciones de recolecta se muestra en el mapa con círculos de color negro (primera estación, A), blanco (segunda estación, B) y azul (tercera estación, C).

### 5.3 Trabajo de campo y manejo del material recolectado

Se realizó una visita por mes a cada localidad durante un año (2020-2021). En cada localidad, se eligieron tres estaciones de muestreo (Figs. 12-14). Las estaciones de muestreo fueron elegidas con base en los distintos tipos de vegetación disponibles en las localidades de estudio (ver apartado 5.2). Durante las visitas mensuales a las localidades de estudio, se dedicó una hora en cada estación

de muestreo para registrar la presencia de las especies de escorpiones en los distintos microhábitats. El esfuerzo de muestreo en cada estación fue realizado por dos personas, quienes con ayuda de lámparas ultravioleta ubicaron a los escorpiones en los distintos microhábitats disponibles. De cada ejemplar encontrado, se registraron los siguientes datos: especie, sitio específico de encuentro (bajo rocas, galerías, troncos, hojarasca, etc.), temperatura y humedad relativa, así como actividad aparente, de acuerdo con lo indicado por Ponce-Saavedra et al., (2006). Con la finalidad de no afectar las poblaciones de escorpiones presentes en los sitios, se registraron los datos anteriormente mencionados, y se recolectaron los organismos que no pudieron ser determinados en campo para su identificación en la CZUAA.

Después de cada evento de recolecta se reemplazó el alcohol sucio por alcohol nuevo al 80% para preservar los especímenes y se depositaron en la CZUAA. Los datos recabados en campo se transfirieron a las etiquetas de los organismos y se elaboró una base de datos con los datos obtenidos en campo.

#### **5.4 Revisión de especímenes de colecciones científicas y actualización del listado de especies del estado de Aguascalientes**

Se revisaron los ejemplares depositados en la CZUAA y en la CNAN, así como el material recolectado durante las salidas de campo de este trabajo. Dichas muestras se encuentran depositadas en la CZUAA. El material fue determinado a nivel especie utilizando las claves taxonómicas indicadas en el cuadro 6. La identidad de los ejemplares examinados fue corroborada por el Dr. Edmundo González Santillán, especialista en escorpiones, durante una visita al Laboratorio de Aracnología de la Facultad de Ciencias de la UNAM y otra visita a la CNAN bajo la dirección del Dr. González Santillán. Durante ambas visitas se revisó y comparó material para corroborar la identidad taxonómica de las especies, así como para obtener registros confiables para construir los modelos de nicho de especies. El material consultado se encuentra en el anexo C. Se describieron dos especies del

género *Vaejovis* C. L. Koch, 1836, el artículo resultante fue publicado en la revista *Zoologischer Anzeiger* (anexo D).

Cuadro 6. Claves taxonómicas y descripciones de especie con las que se identificaron a los organismos recolectados.

Grupo	Clave o descripción de especie:
<i>Vaejovis</i> grupo <i>nitidulus</i>	Sissom y González-Santillán, 2004
<i>Paruroctonus gracilior</i> , <i>Chihuahuanus</i>	Sissom y Hendrixson, 2005
Subfamilia Syntropinae	González Santillán y Prendini, 2013
Géneros <i>Chihuahuanus</i> , <i>Mesomexovis</i> y <i>Thorellius</i>	
Especies de <i>Thorellius</i>	González Santillán y Prendini, 2018
<i>Vaejovis</i> grupo <i>mexicanus</i>	Sissom y Francke, 1985
	Contreras Félix y Francke, 2019
Género <i>Centruroides</i>	Ponce Saavedra y Francke, 2013
<i>Diplocentrus zacatecanus</i>	Santibáñez López y Francke, 2013

En el caso de *Ch. glabrimanus*, fue necesario realizar un análisis de componentes principales (PCA) para explorar las relaciones naturales entre distintos radios de medidas (cuadro 7) de las poblaciones examinadas y así poder brindar soporte estadístico adicional a las conclusiones taxonómicas obtenidas mediante la examinación de los caracteres morfológicos de las poblaciones. El PCA se realizó tomando en cuenta únicamente a los machos ya que no se contó con suficientes hembras de las otras poblaciones para poder realizar el análisis. Las medidas de los ejemplares fueron obtenidas mediante la toma de fotografías con una cámara incorporada a un estereoscopio Leica EZ4HD, las cuales fueron procesadas utilizando el software del estereoscopio. Se probó la homocedasticidad y normalidad de los datos mediante los comandos *shapiro.test* y *bartlett.test* del software R studio (R Studio team, 2020), el PCA fue realizado utilizando este mismo programa.



Cuadro 7. Radios morfométricos de machos de *Ch. glabrimanus*. Los números de catálogo menores a 2000 tienen el prefijo "CZUAA:SCO-" mientras que los mayores a 2000 corresponden al prefijo "CNAN:SC-", ambos fueron omitidos por cuestiones de espacio. Abreviaciones: AGS= Aguascalientes, A= ancho, Al= alto, Ca= caparazón, Chel= quela, GTO= Guanajuato, L= largo, Man= manus de quela, Meta\_V= segmento V del metasoma, NL= Nuevo León, Pa= patela de pedipalpo, SLP= San Luis Potosí.

Núm.		Ca_ A/L	Pa_ A/L	Chel_ L/ Man_ A	Meta_ V _L/A	Ves_ L/A	Ves_ L/Al
175	AGS	0.57	2.63	3.15	2.32	1.85	2.05
183	AGS	0.55	2.68	2.94	2.53	1.75	1.92
323	AGS	0.64	2.58	2.84	2.72	1.66	2.39
438(1)	AGS	0.60	2.68	3.41	2.81	2.02	2.12
438(2)	AGS	0.57	3.15	2.94	2.51	19.2	2.10
2455(1)	GTO	0.57	3.09	3.34	3.03	2.05	2
2455(2)	GTO	0.56	2.86	3.27	2.57	1.83	2.02
3108(1)	NL	0.61	2.83	2.96	2.71	1.60	1.80
3108(2)	NL	0.59	2.81	3.02	2.53	1.65	1.87
3108(3)	NL	0.61	2.82	2.99	2.54	1.72	2.04
3108(4)	NL	0.62	2.69	3.01	3.01	1.96	2.02
3108(5)	NL	0.56	3.02	3.45	2.97	1.68	1.89
3107(1)	SLP	0.56	2.67	3.24	2.80	1.63	1.64
3107(2)	SLP	0.58	2.88	2.81	3.15	1.82	2.15

**5.5 Uso de estimadores no paramétricos para evaluar la completitud del inventario de especies que representa la CZUAA de la riqueza de especies de escorpiones de Aguascalientes**

Para estimar la riqueza de especies del estado de Aguascalientes mediante métodos no paramétricos basados en incidencia se recopilaron los datos de colecta y se georreferenciaron los registros de la CZUAA utilizando Google Earth Pro 7.3.4.8248, exceptuando los registros que fueron georreferenciados en campo utilizando un gps Garmin eTrexH. Los datos de los especímenes georreferenciados



fueron agrupados en dos bases de datos para comparar los resultados obtenidos mediante un enfoque temporal y uno espacial.

La base de datos con enfoque espacial (Cuadro 8) se construyó dividiendo el estado en una cuadrícula de 10 x 10 km (Fig. 15) y se registró en cada caso la incidencia de las especies. La base de datos con enfoque temporal fue construida separando los registros en clases de cinco años (Cuadro 9), a partir del año en que se depositó el primer escorpión en la CZUAA (1979) hasta 2022 y se registró en cada clase la presencia o ausencia de cada especie. Al ser una especie no nativa, *Centruroides balsasensis* Ponce-Saavedra y Francke, 2004 fue excluida de este análisis. Se utilizó la función *specpool* del paquete estadístico Vegan, versión 2.6.4 (Oksanen et al., 2022) para calcular Chao1, Jackknife 1 y 2 y Bootstrap.

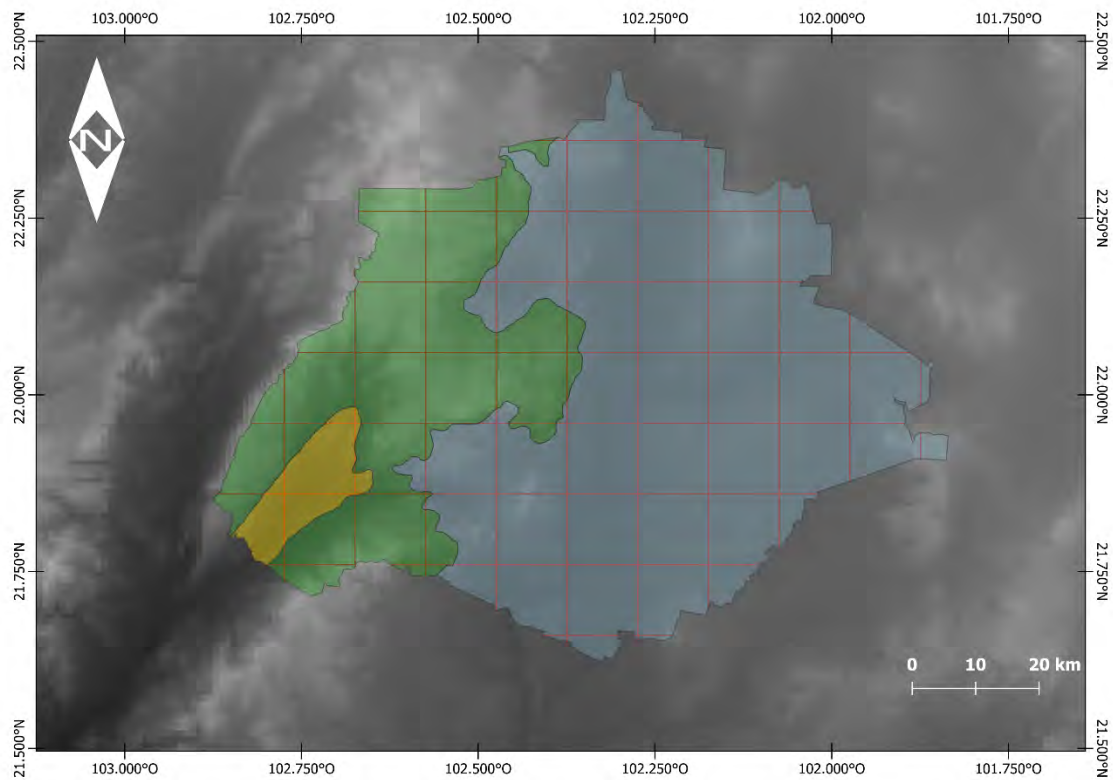


Figura 15. Estado de Aguascalientes dividido por una cuadrícula de 10x10km. Provincias biogeográficas resaltadas de color amarillo (TBP), azul (DC) y verde (SMO).

Cuadro 8. Base de datos de incidencia (0= ausencia, 1= presencia) de las especies en las cuadrículas de 10x10 km, las letras y números A-K identifican cada celda. Abreviaciones: *Cent\_infa*= *Centruroides infamatus*, *Chih\_bili*= *Chihuahuanus bilineatus*, *Chih\_coah*= *Chihuahuanus coahuilae*, *Chih\_glab*= *Chihuahuanus glabrimanus*, *Dipl\_zaca*= *Diplocentrus zacatecanus*, *Meso\_spad*= *Mesomexovis spadix*, *Paru\_grac*= *Paruroctonus gracilior*, *Thor\_intr*= *Thorellius intrepidus*, *Thor\_sp*= *Thorellius* sp., *Vaej\_agu*= *Vaejovis aguazarca*, *Vaej\_aqu*= *Vaejovis aquascalentensis*, *Vaej\_nig*= *Vaejovis nigrescens*, *Vaej\_ten*= *V. tenamaztlei*.

	<i>Cent_infa</i>	<i>Chih_bili</i>	<i>Chih_coah</i>	<i>Chih_glab</i>	<i>Dipl_zaca</i>	<i>Meso_spad</i>	<i>Paru_grac</i>	<i>Thor_intr</i>	<i>Thor_sp</i>	<i>Vaej_agus</i>	<i>Vaej_aqua</i>	<i>Vaej_nigr</i>	<i>Vaej_tena</i>
A1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A2	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
A3	1	0	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0	1
A4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B2	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
B3	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
B4	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
B5	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
C1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
C2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C4	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
C5	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0
C6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D3	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
D4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D5	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
D6	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
D7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
E2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E4	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
E5	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0
E6	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
E7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

F1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
F2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
F3	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
F4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
F5	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
F6	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0
F7	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
F8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
G1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
G2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
G3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
G4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
G5	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
G6	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
G7	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
H1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
H2	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
H3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H4	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
H5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
I1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
I2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
I3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
I4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
I5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
I6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
J1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
J2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
J3	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1
K1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
K2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Cuadro 9. Base de datos de incidencia (0= ausencia, 1= presencia) de las especies en clases de cinco años. Abreviaciones: Cent\_infa= *Centruroides infamatus*, Chih\_bili= *Chihuahuanus bilineatus*, Chih\_coah= *Chihuahuanus coahuilae*, Chih\_glab= *Chihuahuanus glabrimanus*, Dipl\_zaca= *Diplocentrus zacatecanus*, Meso\_spad= *Mesomexovis spadix*, Paru\_grac= *Paruroctonus gracilior*, Thor\_intr= *Thorellius intrepidus*, Thor\_sp= *Thorellius* sp., Vaej\_agua= *Vaejovis aguazarca*, Vaej\_aqua= *Vaejovis aquascalentensis*, Vaej\_nigr= *Vaejovis nigrescens*, Vaej\_tena= *V. tenamaztlei*.

	Cent_infa	Chih_bili	Chih_coah	Chih_glab	Dipl_zaca	Meso_spad	Paru_grac	Thor_intr	Thor_sp	Vaej_agua	Vaej_aqua	Vaej_nigr	Vaej_tena
1979-83	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0
1984-88	1	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0
1989-93	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
1994-98	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0
1999-03	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0
2004-08	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0
2009-13	1	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0
2014-18	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1
2019-22	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

## 5.6 Construcción de clave dicotómica para escorpiones adultos del estado de Aguascalientes

La nomenclatura utilizada en este estudio sigue a González-Santillán y Prendini (2013), excepto por los patrones de ocelos laterales (Loria y Prendini, 2014), nomenclatura del espermatóforo (Monod et al., 2017). Las fotografías fueron tomadas con una cámara Nikon DS-U3 montada en un esteroscopio Nikon SMZ 1000, con ayuda de luz blanca y ultravioleta.

## 5.7 Análisis de diversidad en las localidades de muestreo

La riqueza de especies se estimó de manera general para el conjunto de las tres localidades de muestreo (DCAGS), así como de manera individual para cada localidad de estudio. En el caso del DCAGS, se utilizó el software EstimateS 9.1 (Colwell, 2013) y Statistica (Tibco, 2022) para calcular los parámetros  $a$  y  $b$  con base en la ecuación de Clench  $S_n = (a)(n)/[1+(b)(n)]$ , donde  $S_n$  = número esperado de especies,  $n$  = unidades de esfuerzo de muestreo,  $a$  = tasa de incremento de nuevas especies al comienzo del inventario,  $b$  = parámetro relacionado con la forma de la curva de acumulación de especies, así como el coeficiente de determinación ( $R^2$ ), y los estimadores no paramétricos Chao2, Jackknife 2, y Bootstrap.

Una vez obtenidos los valores de  $a$  y  $b$ , se calculó el valor de la pendiente de la curva al final del muestreo utilizando la ecuación  $p = a/[1+(b)(n)]^2$ , los valores de pendiente menores a 0.1 indican que el inventario logrado es bastante completo y confiable (Jímenez-Valverde y Hortal, 2003). La ecuación de Clench tiene como fundamento el que la probabilidad de encontrar una nueva especie aumentará hasta un máximo conforme más tiempo se pase en campo (Colwell y Coddington, 1994; Jímenez-Valverde y Hortal, 2003; Moreno, 2001).

Adicionalmente se elaboró una base de datos de frecuencia de incidencia (Cuadro 10) para el DCAGS y las localidades de estudio individualmente y se utilizó la interfaz en línea del paquete de R iNext (Chao et al., 2016; Hsieh et al., 2016) para elaborar curvas de acumulación de especies. Finalmente, se obtuvieron valores observados y estimados de los números de Hill de orden 0 (riqueza de especies), 1 (índice de Shannon-Wiener) y 2 (índice de Simpson) para cada localidad (Cruz-Flores et al., 2017).

Cuadro 10. Base de datos de frecuencia de incidencia en las distintas localidades de estudio. JEG: Juan el Grande; LA: Los Arquitos, CAP: Tepezalá.

	JEG	LA	CAP
<i>Chihuahuanus bilineatus</i>	36	0	30
<i>Chihuahuanus coahuilae</i>	0	4	13
<i>Chihuahuanus glabrimanus</i>	1	0	6
<i>Diplocentrus zacatecanus</i>	36	0	27
<i>Mesomexovis spadix</i>	31	36	0
<i>Paruroctonus gracilior</i>	0	0	12
<i>Vaejovis aguazarca</i>	0	2	0
<i>Vaejovis tenamatzlei</i>	26	0	0

### 5.8 Uso de microhábitats de las especies de escorpiones

A partir de la base de datos general elaborada con los datos recopilados en campo (ver apartado 5.3), se elaboraron curvas de rango abundancia (Figs. 43, 45 y 47) para cada localidad utilizando el software Microsoft Excel. Las figuras elaboradas indican por especie, la proporción de encuentros que se dieron en hojarasca, galerías, rocas, sustrato y vegetación. Por otra parte, se contabilizaron las observaciones de cada especie en las distintas estaciones de muestreo de cada localidad y se elaboraron figuras (44, 46 y 48) que indican la proporción de incidencias por especie/estación de muestreo, el número de ejemplares se indica en los cuadros 19-21.

### 5.9 Modelado de nicho ecológico de las especies de escorpiones presentes en el DCAGS

Maxent (Phillips et al., 2006), es un software que puede ser clasificado como un método correlativo de presencia-fondo. Se utilizó este software para la calibración de los modelos, así como la elaboración de los modelos finales de distribución potencial.

Los datos de ocurrencia fueron obtenidos de diversas fuentes: especímenes revisados personalmente en la CZUAA y la CNAN, bases de datos en línea (GBIF, datos abiertos UNAM) y ocurrencias publicadas en artículos científicos. Las fuentes de los datos para cada especie se muestran en el anexo A. Posteriormente, las ocurrencias fueron curadas tomando en cuenta los siguientes criterios (Aiello-Lammens et al., 2015; Feng et al., 2019; Peterson et al., 2011): (1) “*basis of record*”, se tomaron en cuenta únicamente registros basados en especímenes preservados, ya sea identificados personalmente o por especialistas; (2) se verificaron los registros con las distribuciones conocidas de las especies con la finalidad de eliminar registros en zonas geográficas atípicas; (3) se



excluyeron registros con alta incertidumbre espacial; (4) se eliminaron registros duplicados; (5) para reducir el sesgo de muestreo se aplicó un filtro espacial de 10 o 1 km de distancia entre ocurrencias según la especie y la disponibilidad de registros. El número de registros por especie y la distancia mínima entre dos registros para cada caso se indica en el cuadro 11, se utilizó el paquete *spThin* de R para filtrar las ocurrencias (Aiello-Lamens et al., 2015).

Cuadro 11. Número de registros por especie total y filtrado por calidad de datos asociados y distancia entre puntos.

Especie	Número inicial de ocurrencias	Número final de ocurrencias	Distancia mínima entre ocurrencias (km)
<i>Chihuahuanus bilineatus</i>	33	24	1
<i>Chihuahuanus. coahuilae</i>	22	19	1
<i>Chihuahuanus glabrimanus</i>	19	11	10
<i>Diplocentrus zacatecanus</i>	43	31	10
<i>Mesomexovis spadix</i>	36	21	10
<i>Paruroctonus gracilior</i>	49	25	10
<i>Vaejovis tenamaztlei</i>	7	6	1

Una vez obtenidos registros de calidad para la calibración del modelo, es importante delimitar la zona de estudio (área M). Para la delimitación de la zona de estudio es importante tomar en cuenta las limitaciones de dispersión de la especie (Peterson et al., 2011), ya que la inclusión de regiones de estudio muy extensas puede llevar a obtener resultados erróneos al afectar la proyección geográfica y generar sobreajuste del modelo (Shcheglovitova y Anderson, 2013; Sillero et al., 2021). Otro factor que debe tomarse en cuenta, son los registros de accesibilidad de la especie al medio (Mota-Vargas et al., 2019). Unidades como las provincias biogeográficas, que representan una aproximación a la historia biogeográfica de la especie, o las ecorregiones terrestres, que potencialmente representan condiciones ecológicas asociadas a la presencia de las especies (Mota-Vargas et al., 2019), junto con delimitaciones topográficas, son recomendadas por distintos autores (Anderson y Raza, 2010; Sillero et al., 2021) como auxiliares en la delimitación del área M. Para las especies modeladas, se tomó en cuenta su baja vagilidad (Bryson Jr. et al., 2013) y se utilizaron buffers de 100 km alrededor de los puntos de ocurrencia, que después fueron cortados utilizando provincias biogeográficas (Morrone et al., 2017), o ecorregiones terrestres (Olson et al., 2004) en

casos como *P. gracilior*, cuyos registros de ocurrencia se encuentran tanto en México como en EE. UU (Figs. 16, 19, 20 y 22). En el caso de *Ch. coahuilae* (Fig. 17) y *Ch. glabrimanus* (Fig. 18), los modelos iniciales elaborados con esta delimitación de área M no arrojaron resultados favorables. Por lo tanto, se utilizaron las ecorregiones de México (INEGI et al., 2008) y provincias fisiográficas (Cervantes-Zamora et al., 1990), respectivamente, para delimitar áreas M alternativas. En el caso de *Ch. glabrimanus*, se utilizaron subcuencas hidrográficas de manera auxiliar, para dar continuidad a ciertos polígonos de las ecorregiones mexicanas.

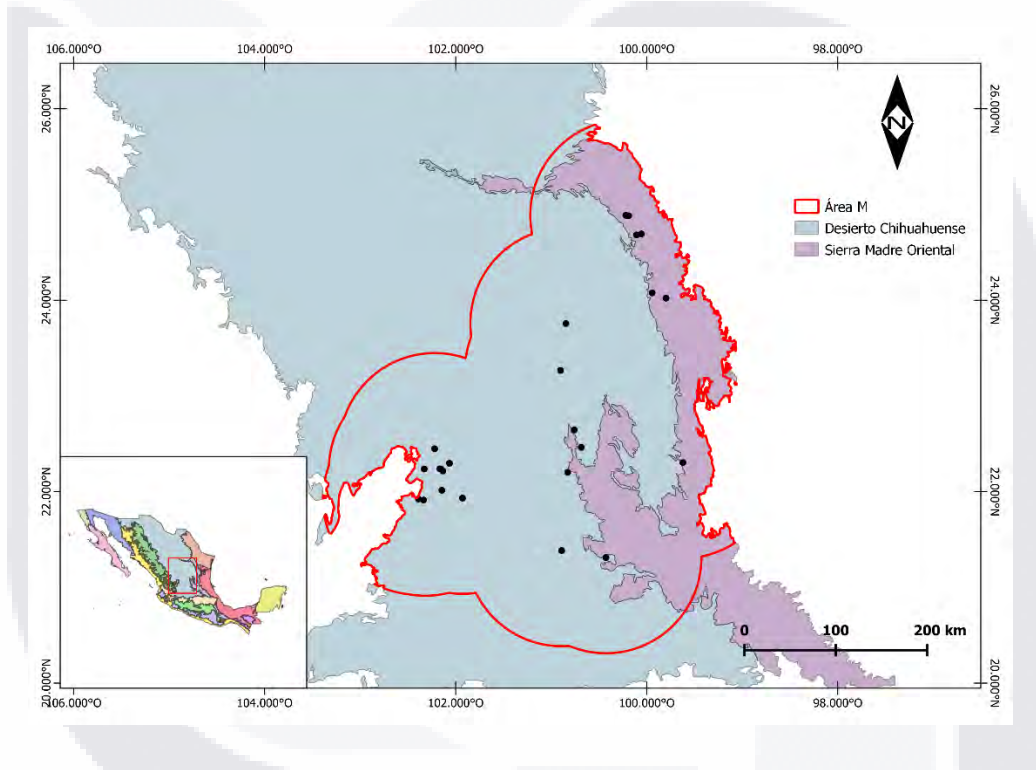


Figura 16. Área M de *Chihuahuanus bilineatus*, elaborada a partir de un buffer de 100 km alrededor de los puntos de ocurrencia y cortado con las provincias biogeográficas DC y SMO (Morrone et al., 2017).

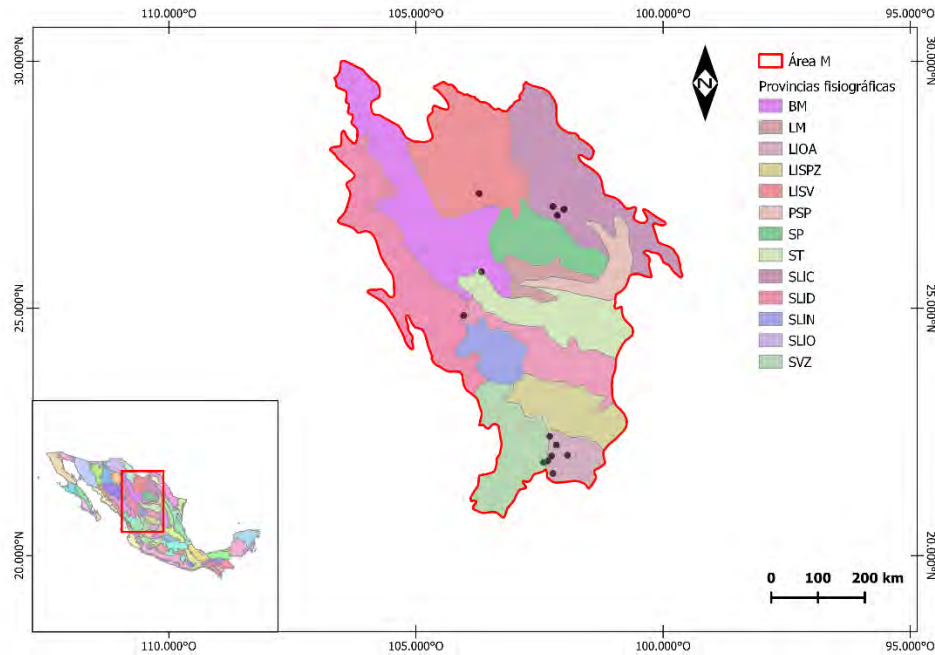


Figura 17. Área M de *Chihuahuanus coahuilae*, elaborada a partir de provincias fisiográficas. Abreviaciones: BM, Bolson de Mapimí; LM, Laguna de Mayran; LIOA, Llanuras y Ojuelos de Aguascalientes; LISPZ, Llanuras y Sierras Potosino-Zacatecanas; LISV, Llanuras y Sierras Volcánicas; PSP, Pliegues de Saltillo Parras; SP, Sierra de la Paila; ST, Sierras Transversales; SLIC, Sierras y Llanuras Coahuilenses; SLID, Sierras y Llanuras de Durango; SLIN, Sierras y Llanuras del Norte; SVZ, Sierras y Valles Zacatecanos.

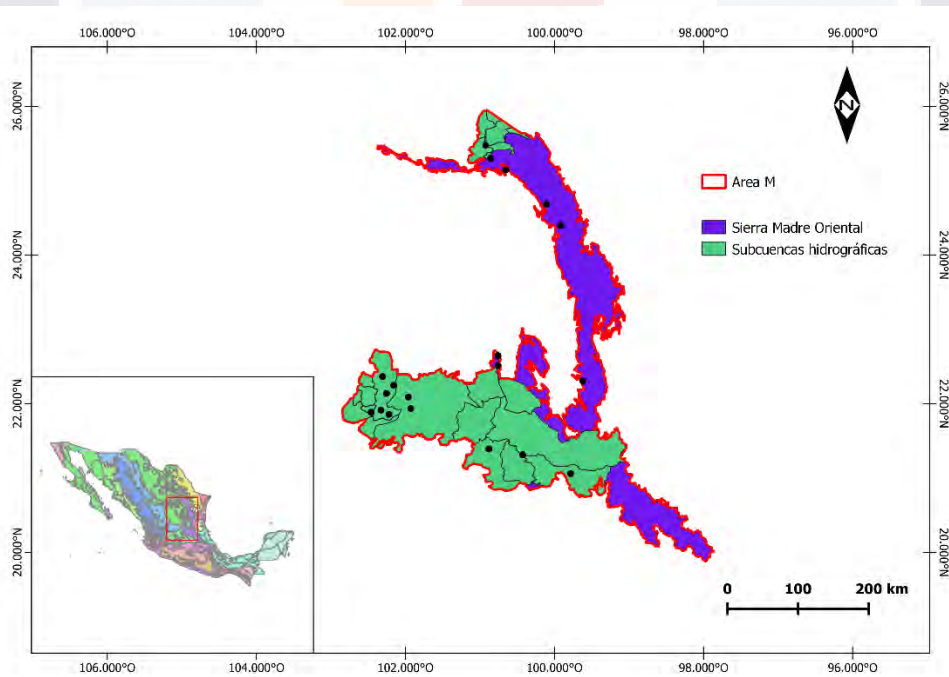


Figura 18. Área M de *Ch. glabrimanus* elaborada a partir de ecorregiones de México (SMO) y subcuencas hidrográficas.

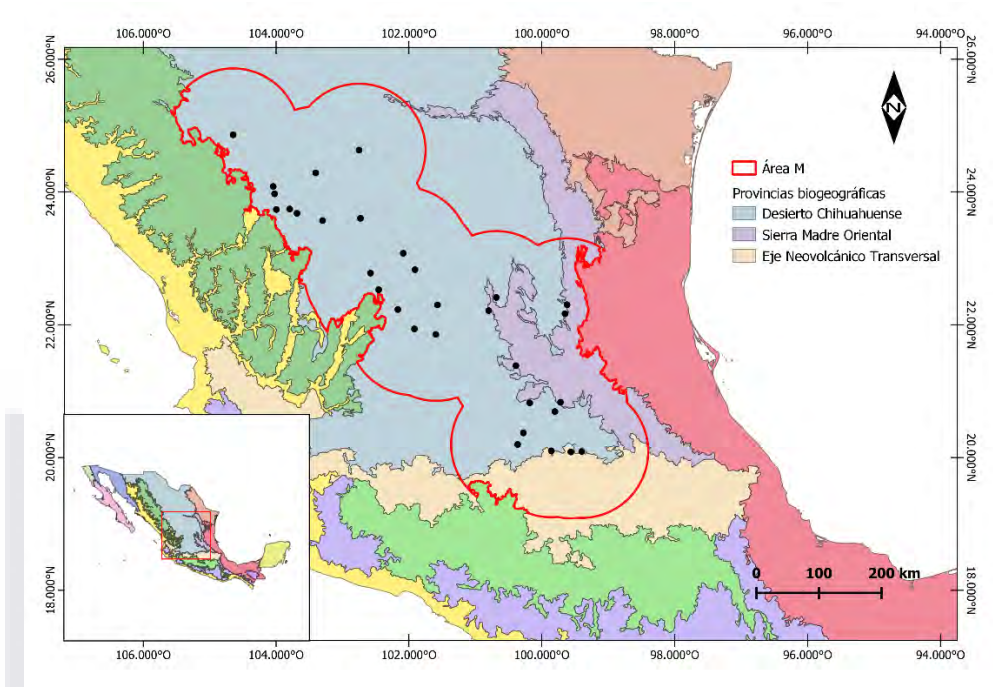


Figura 19. Área M de *Diplocentrus zacatecanus* elaborada a partir de provincias biogeográficas y buffer de 100 km.

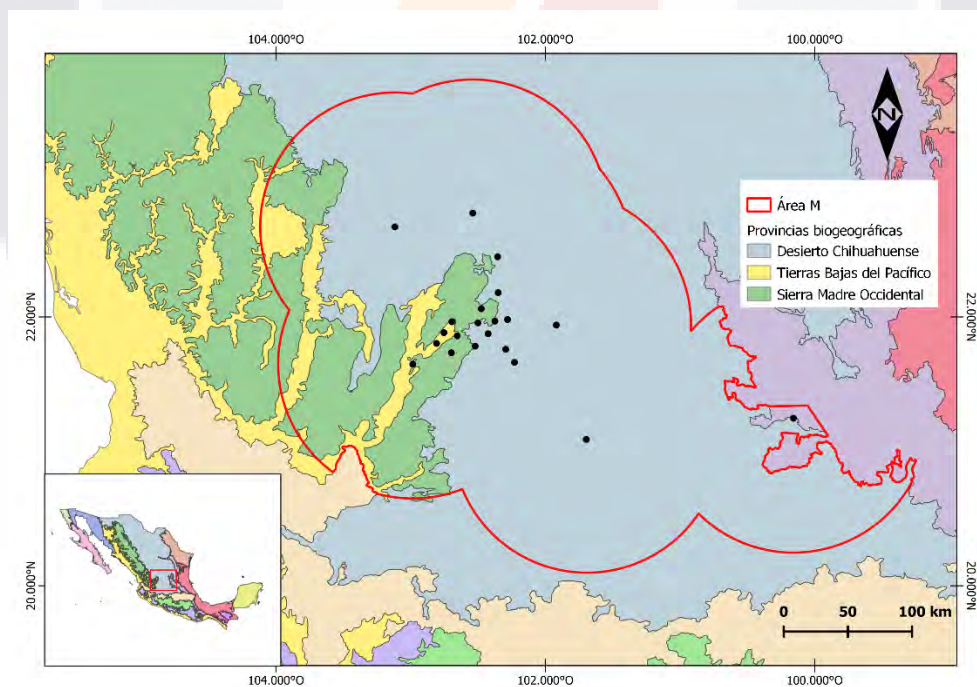


Figura 20. Área M de *M. spadix* elaborada a partir de un buffer de 100 km alrededor de los puntos de ocurrencia y delimitada con provincias biogeográficas (Morrone et al., 2017).



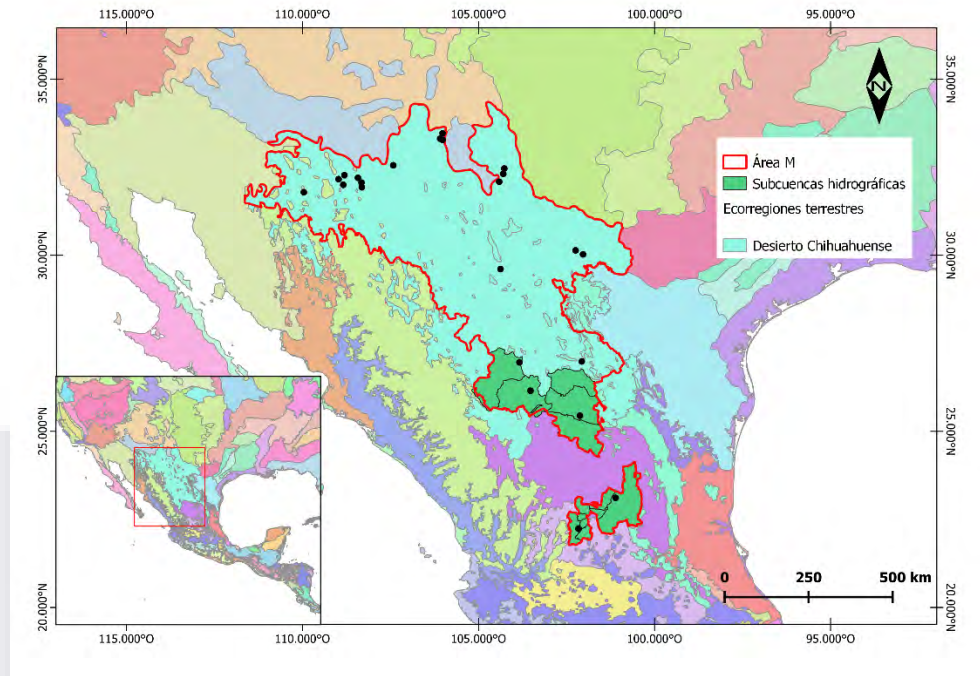


Figura 21. Área M de *P. gracilior*, elaborada a partir de las ecorregiones terrestres de Olson (Olson et al., 2004) y delimitada con subcuencas hidrográficas.

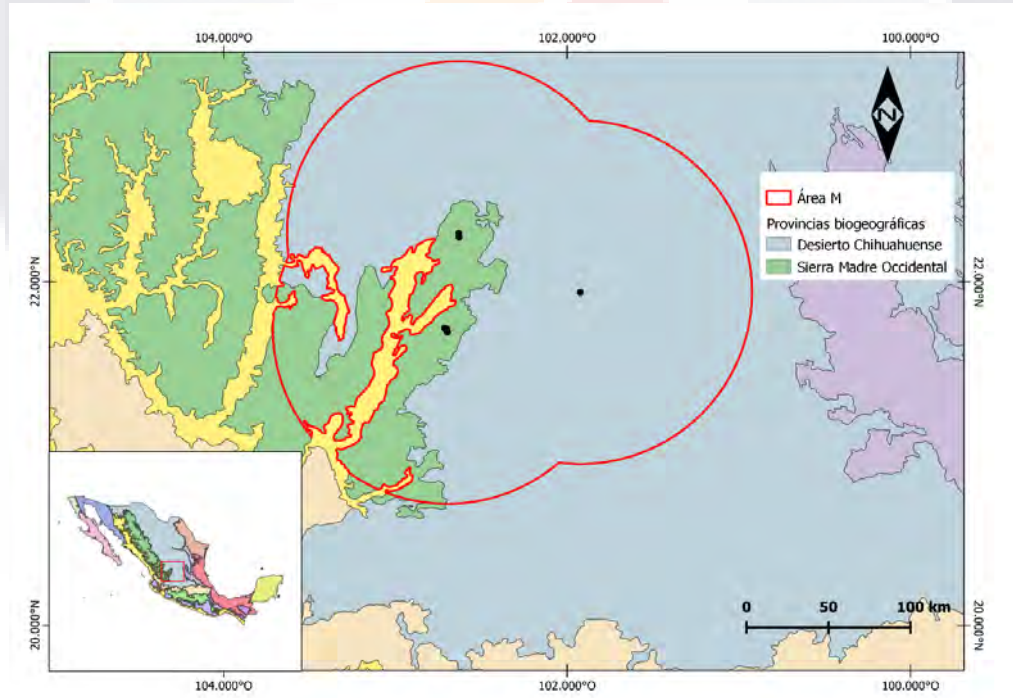


Figura 22. Área M de *V. tenamatzlei*, elaborada a partir de un buffer de 100 km alrededor de los puntos de ocurrencia y delimitada con provincias biogeográficas (Morrone et al., 2017).

Se utilizaron variables bioclimáticas y topográficas para la calibración y elaboración de los modelos de distribución potencial (Cuadro 12). Se realizó un análisis de correlación

de variables y se conservaron únicamente variables con coeficiente correlacion menor a 0.8, o 0.7 en los casos en los que el umbral anterior descartaba muchas variables.

Cuadro 12. Variables utilizadas para elaboración de los modelos de distribución potencial (Title y Bemmels 2018; Fick y Hijmans 2017).

Variable	Descripción
Bdod	Densidad aparente de la fracción de tierra fina (cg/cm <sup>3</sup> ).
Clay	Proporción de partículas de arcilla (<0.002 mm) en la fracción de tierra fina (g/kg).
Cfvo	Fracción volumétrica de fragmentos rocosos cm <sup>3</sup> /dm <sup>3</sup> (vol%).
Sand	Proporción de partículas arenosas (>0.05mm) en la fracción de tierra fina.
Silt	Proporción de partículas de limo (≥0.002 mm, ≤0.05 mm) en la fracción de tierra fina.
Bio 1	Temperatura media anual.
Bio 2	Rango diurno medio (media mensual de temp. max-temp. min).
Bio 3	Isotermalidad (Bio2/Bio7)*100.
Bio 4	Estacionalidad de la temperatura (desviacion estandar *100).
Bio 5	Temperatura máxima del mes mas caliente.
Bio 6	Temperatura mínima del mes mas frío.
Bio 7	Rango anual de temperatura (Bio 5-Bio 6).
Bio 8	Temperatura media del mes mas húmedo.
Bio 9	Temperatura media del mes mas seco.
Bio 10	Temperatura media del mes mas caliente.
Bio 11	Temperatura media del mes mas frío.
Bio 12	Precipitación anual.
Bio 13	Precipitación del mes mas humedo.
Bio 14	Precipitacion del mes mas seco.
Bio 15	Estacionalidad de la precipitacion (coeficiente de variación).
Bio 16	Precipitacion del trimestre mas humedo.
Bio 17	Precipitacion del trimestre más seco.
Bio 18	Precipitacion del trimestre mas calido.
Bio 19	Precipitacion del trimestre mas frío.

Posteriormente, se seleccionaron distintos conjuntos de variables por especie y fueron analizados con el paquete *kuenm* de R (Cobos et al., 2019a) para determinar el/los sets de variables adecuados para construir el modelo. El paquete *kuenm* construye con los sets de variables seleccionados un conjunto de modelos candidatos utilizando distintas reglas de operación y regularizadores de multiplicación y elige los mejores modelos con base en (1) significancia estadística, (2) tasa de omisión y (3)  $\Delta AICc$  menor a dos. En este estudio, se utilizó *kuenm* para obtener dicha información de los modelos candidatos y se analizaron las curvas respuesta de las variables tanto de los mejores modelos seleccionados, así como de modelos no seleccionados. Lo anterior se debe a que este paquete descarta los modelos que no cumplen con los criterios mencionados, entre ellos



el AICc. Sin embargo, recientemente diversos autores (Escobar et al., 2018; Peterson et al., 2018; Velasco y González-Salazar, 2019; Wei-Low et al., 2021) han señalado que los modelos seleccionados como mejores con base en el AICc tienden a tener altos errores de omisión y comisión cuando son evaluados con ocurrencias independientes. Es por esto que, el AICc no fue un criterio definitorio para decidir cual de los modelos candidatos sería el adecuado para modelar la distribución potencial de la especie en cuestión. En lugar de esto, se decidió dar prioridad a la significancia estadística, indicada por el estadístico ROC parcial, y a la tasa de omisión como criterio de selección de modelos. Ambas métricas son arrojadas como resultados por el paquete *kuenm* (Cobos et al., 2019b).

Por otra parte, diversos autores (Austin, 2002, 2007; Guevara et al., 2018) han señalado las ventajas que ofrece la inspección de las curvas respuesta ya que esta acción brinda confiabilidad a transferencias hechas hacia condiciones no análogas al construir un modelo coherente con la teoría ecológica sobre la respuesta de las especies a las condiciones ambientales. La evidencia respalda las curvas unimodales, a menudo un poco sesgadas como un modelo adecuado de respuesta de una especie a cierta variable ambiental (Austin, 2007). Los modelos finales fueron elegidos tomando en cuenta significancia estadística, tasa de omisión y la forma de las curvas respuesta, procurando curvas unimodales y se indican los casos en los que los modelos fueron truncados al momento de extrapolar a un área geográfica más grande (área G). Adicionalmente, se consideró la diferencia entre los valores mínimos y máximos de las variables predictoras entre las áreas M y G (Anexo B).

Los modelos fueron evaluados con la prueba jackknife desarrollada por Pearson et al., (2007) y en los casos de *D. zacatecanus* y *V. tenamatzlei*, en que se cuenta con una base de datos de ocurrencias independiente, se utilizaron estas ocurrencias independientes para evaluar los modelos. Las ocurrencias independientes de *D. zacatecanus* fueron obtenidas gracias a las notas de campo y fotografías compartidas por el Dr. José Jesús Sigala. En el caso de *V. tenamatzlei*, cuyo modelo fue construido a partir de seis ocurrencias, se utilizaron los datos uno de los paratipos reportados por Contreras-Félix et al., (2015)

## 6. RESULTADOS

### 6.1. Listado actualizado de especies de escorpiones en Aguascalientes

Después de la revisión de ejemplares y corroboración de las determinaciones taxonómicas en la CNAN, la riqueza específica del estado de Aguascalientes aumento de nueve a trece especies descritas y una más (*Thorellius* sp. nv.) cuya descripción quedará pendiente al no contar con suficientes ejemplares. Las especies de Aguascalientes pertenecen a tres familias y siete géneros (cuadro 13). A continuación, se detallan los cambios respecto a lo reportado previamente en la literatura (cuadro 4).

Cuadro 13. Listado actualizado de especies presentes en el estado de Aguascalientes. \*Especie introducida

Familia	Especie
Buthidae	1. <i>Centruroides balsasensis</i> Ponce-Saavedra y Francke, 2004*
	2. <i>Centruroides infamatus</i> C. L. Koch, 1836
Diplocentridae	3. <i>Diplocentrus zacatecanus</i> Hoffmann, 1931
Vaejovidae	4. <i>Chihuahuanus bilineatus</i> Pocock, 1898
	5. <i>Chihuahuanus coahuilae</i> Williams, 1968
	6. <i>Chihuahuanus glabrimanus</i> Sissom y Hendrixson, 2005
	7. <i>Mesomexovis spadix</i> Hoffmann, 1931
	8. <i>Paruroctonus gracilior</i> Hoffmann, 1931
	9. <i>Thorellius intrepidus</i> Thorell, 1876
	10. <i>Thorellius</i> sp.
	11. <i>Vaejovis aguazarca</i> Díaz-Plascencia y González-Santillán, 2022
	12. <i>Vaejovis aquascalentensis</i> Chávez-Samayoa y González-Santillán, 2022
	13. <i>Vaejovis nigrescens</i> Pocock, 1898
	14. <i>Vaejovis tenamaztlei</i> Contreras-Félix et al., 2015

En el listado destacan varios nuevos registros para el estado como es *Centruroides balsasensis*, una especie distribuida principalmente en la depresión del Balsas en Michoacán y que alcanza los límites del estado de Guerrero y Estado de México (Ponce-Saavedra y Francke, 2004). Se revisaron 35 ejemplares pertenecientes a 25 muestras, todos los ejemplares revisados son hembras (Anexo C). Lo anterior permite hipotetizar que esta población urbana posiblemente sea partenogenética. Sin embargo, aun no se tienen pruebas conclusivas de esto. En el estado de Aguascalientes, se tiene la presencia de dos especies de importancia médica: *Centruroides balsasensis* y *Centruroides infamatus*. El registro de *C. nigrescens* de Escoto-Rocha y Delgado-Saldivar (2008) es descartado, ya que no se examinaron especímenes depositados en la CZUAA o en la

CNAN de esta especie cuya localidad de recolecta sea Aguascalientes. Adicionalmente, tampoco apareció en ninguno de los muestreos realizados durante este trabajo.

Se confirma la presencia de *Chihuahuanus coahuilae*, registrada previamente por Escoto-Rocha y Delgado Saldivar (2008), siendo encontrada tanto en los ejemplares depositados en la CZUAA como en las colectas realizadas en campo (Anexo C). Respecto a especímenes previamente depositados en la CZUAA como *Chihuahuanus* aff. *glabrimanus*, se observaron diferencias en tamaño, carinas de los pedipalpos y conteo de setas metasomales con respecto a la descripción original de *Chihuahuanus glabrimanus*. Inicialmente, estas diferencias observadas permitieron hipotetizar que se trataba de al menos dos especies distintas. Al revisar ejemplares depositados en la CNAN recolectados en Guanajuato, Nuevo León, San Luis Potosí, Querétaro y Zacatecas se observaron estas mismas diferencias en los caracteres mencionados. Los cuadros 14 y 15 muestran el conteo de sedas sobre las quillas de los segmentos metasomales en machos y hembras, respectivamente, que al igual que otros caracteres morfológicos no muestran un patrón claro en la distribución de las distintas poblaciones, por el contrario se sobrelapan impidiendo una delimitación morfológica evidente. A pesar de que la revisión de los hemiespermatóforos reveló variación intraespecífica de la forma de la lámina entre las poblaciones (Fig. 23), se requiere de una muestra mayor para poder delimitar apropiadamente las poblaciones. El PCA de radios de medidas de los machos no detectó agrupaciones naturales que separen a las poblaciones examinadas (Fig. 24). Se hipotetiza que se podría tratar de una especie críptica que tendría que ser estudiada con una aproximación molecular. Se concluye, provisionalmente, que no existe la suficiente evidencia para tomar alguna decisión taxonómica, por lo que se registra como *Chihuahuanus glabrimanus*, que corresponde a un nuevo registro para el estado. Lo anterior aumenta el número de especies representantes del género en Aguascalientes, ya que exceptuando el trabajo de Escoto-Rocha y Delgado-Saldivar (2008), *Chihuahuanus bilineatus* era la única especie del género registrada en el estado.

Respecto a *Mesomexovis* González-Santillán y Prendini 2013, es posible descartar la presencia de *M. punctatus* (Contreras-Félix et al., 2015; Díaz-Nájera, 1975; Escoto-Rocha y Delgado-Saldivar, 2008; Ponce-Saavedra y Francke, 2013a) con certeza ya que

aunque los especímenes que aparecen en el portal en línea de datos abiertos UNAM, CNAN:SC2552 y CNAN:SC2553, no fueron localizados para su revisión, si se revisaron los ejemplares CNAN:SC3478, con datos de colecta idénticos a la localidad tipo de *V. tenamatzlei*, donde Contreras-Félix et al., (2015) reporta la presencia de *M. punctatus*, así como CNAN:SC3912, del estado de Guanajuato, y ambas muestras fueron determinadas como *Mesomexovis spadix*. Adicionalmente, todos los ejemplares de *Mesomexovis* recolectados en Aguascalientes y depositados en la CZUAA examinados (Anexo C) corresponden a *Mesomexovis spadix*.



Figura 23. Vista dorsal, ventral y lateral de hemiespermatóforos de ejemplares de distintas poblaciones de *Ch. glabrimanus*. A-C, CZUAA:SCO-183, Aguascalientes; D-F, CNAN:SC-2455, Guanajuato; H-J, CNAN:SC-3108, Nuevo León; K-M, CNAN:SC-3107, San Luis Potosí.

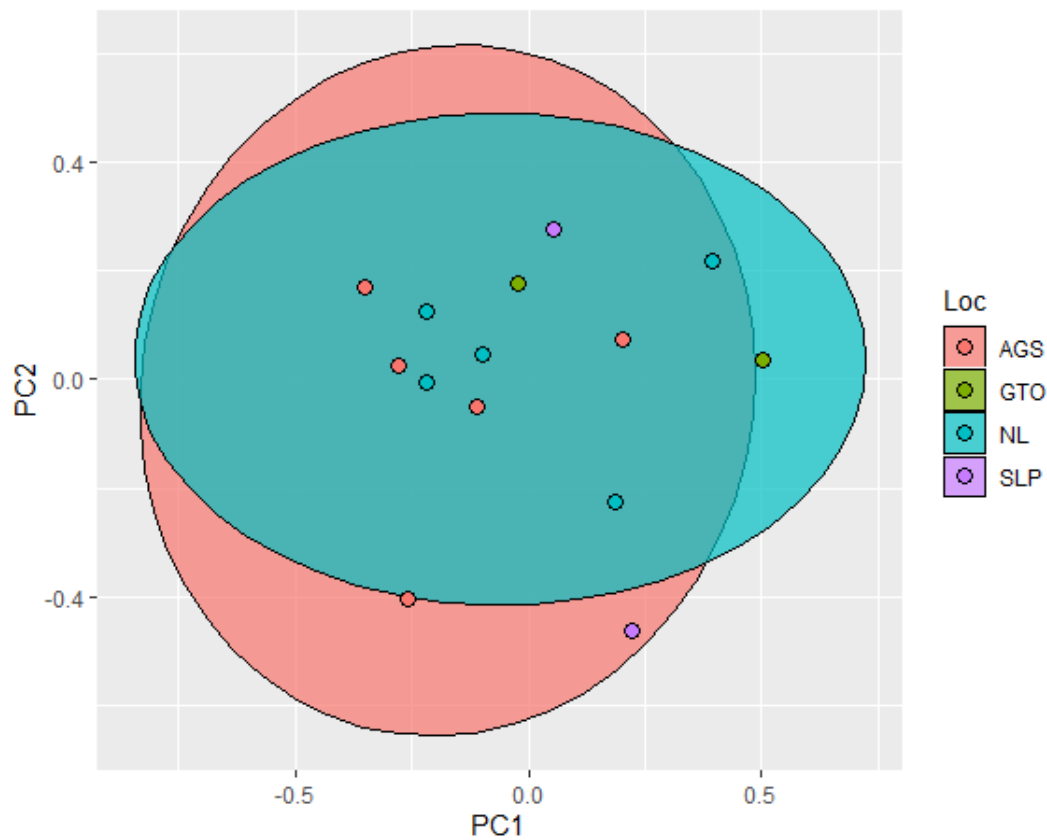


Figura 24. Análisis de componentes principales elaborado a partir de radios morfométricos de ejemplares machos de distintas poblaciones de *Ch. glabrimanus*. Abreviaciones: AGS= Aguascalientes, GTO= Guanajuato, NL=Nuevo León, SLP= San Luis Potosí.

Distintos autores mencionan a *Thorellius cristimanus* como parte de la escorpiofauna del estado (Hoffmann, 1931; Díaz-Nájera, 1975; Fet et al., 2000; Ponce-Saavedra y Francke, 2013a; Santibáñez-López et al., 2015). Se encontraron diferencias en la superficie del caparazón y terguitos, carinas de las quelas de los pedipalpos, conteos de macrosetas metasomales (cuadro 16), además de otros caracteres, entre ejemplares examinados de *T. cristimanus*, provenientes de Jalisco y Michoacán, y ejemplares inicialmente determinados como *T. cristimanus* provenientes de Aguascalientes (Anexo C). Por lo tanto, se concluyó que se trata de especies diferentes. Desafortunadamente, no se cuenta con la suficiente cantidad de ejemplares para hacer una descripción detallada, por lo que esta especie será referida como *Thorellius* sp. Actualmente, Aguascalientes es habitado por dos especies del género *Thorellius*, *T. intrepidus* y *T. sp.*



Se describieron dos especies pertenecientes al grupo *mexicanus* del género *Vaejovis* C. L. Koch, 1836, *Vaejovis aguazarca* y *Vaejovis aquascalentensis*. Ambas especies se asocian a bosque de encino. *Vaejovis aguazarca* fue colectada por primera vez en la Estación Biológica Agua Zarca y se encuentra en elevaciones menores a 2,400 msnm. *Vaejovis aquascalentensis* supera junto con *Vaejovis tenamaztlei* el rango de elevación de *V. aguazarca*, y actualmente solo es conocida de localidades dentro de la Sierra del Laurel. Escoto-Rocha y Delgado-Saldivar (2008) listaron los ejemplares de *V. aquascalentensis* como *Psuedouroctonus* sp., debido probablemente a su semejanza externa en carinas de los pedipalpos y el telson. La reciente publicación de la revisión de las especies conocidas del grupo *mexicanus* por parte de Contreras-Félix y Francke (2019), permitió identificar en ambas especies las sinapomorfias del grupo *mexicanus*. Adicionalmente, la distribución conocida del género *Pseudouroctonus* abarca los estados de Chihuahua, Coahuila, Nuevo León y Sonora, además de estados sureños de EE.UU, así que es improbable que alcance territorios de Aguascalientes. Respecto a *V. dugesi* y *V. aff. dugesi*, únicamente fue posible revisar los ejemplares de *V. aff. dugesi* reportados por Díaz-Plascencia y Delgado-Saldivar (2015), los cuales corresponden a ejemplares de *V. aguazarca* (Anexo C). *Vaejovis aff. mexicanus* reportado por Ponce-Saavedra y Francke (2013a), no fue revisado personalmente, aunque es altamente probable que se trate de alguna de las especies del grupo *mexicanus* descrita en este trabajo.

Cuadro 14. Conteo de macosetas observadas sobre las quillas de los segmentos metasomales de poblaciones de *Chihuahuanus glabrimanus* (♂). Abreviación de carinas metasomales, drl= dorsal lateral I-V, lm= lateral media I-IV, lim=lateral inframedia I-V, vl= ventral lateral I-V, vsm= ventral submedia I-IV, vm= ventral media V, vsl= ventral sublateral V. Los números de catálogo menores a 2000 tienen el prefijo: "CZUAA:SCO-"que se omitió por cuestiones de espacio, los números de catálogo mayores a 2000 tienen el prefijo "CNAN:SC".

Núm.	AGS				GTO				NL					SLP	
	175	183	323	483(1)	438(2)	2455(1)	2455(2)	3108(1)	3108(2)	3108(3)	3108(4)	3108(5)	3107(1)	3108(2)	
dl-I	0/0	1/1	1/2	0/1	1/1	1/1	1/1	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	
dl-II	3/3	3/3	3/3	1/1	3/3	2/3	2/3	1/1	2/2	2/2	2/2	3/2	1/3	2/3	
dl-III	3/3	3/3	3/3	2/2	3/3	3/3	3/3	1/2	2/2	2/2	2/2	3/3	3/3	3/3	
dl-IV	3/3	4/4	3/4	4/3	4/4	3/4	4/4	3/3	4/4	4/4	3/4	4/4	3/4	4/3	
dl-V	7/7	8/ 10	8/8	6/5	7/7	8/8	9/9	5/6	9/9	9/9	8/9	9/ 10	7/7	8/9	
lm-I	1/1	1/2	1/1	1/0	1/1	2/2	1/1	0/0	1/0	1/0	0/0	0/1	1/1	1/1	
lm-II	3/3	3/4	3/3	2/2	3/3	3/3	3/3	1/ 1	3/3	3/3	3/3	3/3	3/3	2/3	
lm-III	3/3	3/3	3/3	3/1	3/3	4/3	4/x	2/3	4/3	4/3	3/2	3/2	3/3	3/3	
lm-IV	4/4	4/4	4/4	4/4	4/4	5/4	4/4	3/3	4/4	4/4	4/4	4/4	4/3	5/3	
lim-I	2/2	2/2	2/2	2/2	2/2	2/2	2/2	1/2	2/3	2/3	2/2	2/2	2/2	2/2	
lim-II	1/1	1/1	1/1	1/0	1/1	1/1	1/1	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	
lim-III	1/1	1/1	1/1	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	
lim-IV	0/0	0/0	1/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	
lim-V	4/3	4/4	5/4	3/4	5/4	4/5	5/4	4/3	4/5	4/5	4/5	5/5	5/4	4/4	
vl-I	3/4	3/3	4/3	3/3	3/3	4/4	3/3	2/2	3/2	3/2	3/2	3/3	3/3	4/3	
vl-II	4/4	4/4	4/4	3/3	4/4	4/4	4/4	3/3	4/4	4/4	4/4	4/4	4/4	4/4	
vl-III	4/4	4/4	4/4	4/3	4/4	4/4	4/4	4/4	4/4	4/4	4/4	4/4	4/4	4/4	
vl-IV	4/4	5/6	5/5	4/4	5/6	6/6	5/5	4/4	4/4	4/4	4/5	4/4	5/4	4/4	
vl-V	10/10	14/14	12/12	8/9	8/9	11/10	10/9	8/7	9/9	9/9	9/8	10/9	9/ 10	9/9	
vsm-I	3/2	3/3	3/2	3/3	3/3	3/3	3/3	3/3	3/3	3/3	3/3	3/3	3/3	3/3	
vsm-II	5/3	3/4	4/4	3/3	4/4	5/5	4/5	3/3	3/4	3/4	3/3	3/3	3/3	4/4	
vsm-III	5/3	5/5	3/5	4/3	4/4	5/4	4/5	3/3	4/4	4/4	3/4	3/3	4/3	4/3	
vsm-IV	4/5	5/5	6/5	4/4	5/5	5/6	5/5	4/5	5/5	5/5	4/5	4/5	4/5	5/4	
vm-V	4/4	5/4	4/4	2/2	3/4	4/4	5/4	2/2	2/2	2/2	3/2	5/5	3/3	2/3	
vsl	2/2	2/2	2/2	2/2	2/2	2/2	2/2	2/2	2/2	2/2	2/2	2/2	2/2	2/2	

Cuadro 15. Conteo de macosetas observadas sobre las quillas de los segmentos metasomales de poblaciones de *Chihuahuanus glabrimanus* (♀). Abreviación de carinas metasomales, drl= dorsal lateral I-V, lm= lateral media I-IV, lim=lateral inframedia I-V, vl= ventral lateral I-V, vsm= ventral submedia I-IV, vm= ventral media V, vsl= ventral sublateral V. Los números de catálogo menores a 2000 tienen el prefijo: "CZUAA:SCO-"que se omitió por cuestiones de espacio, los números de catálogo mayores a 2000 tienen el prefijo "CNAN:SC".

Núm.	AGS						NL	ZAC
	171	174	183	323	559	563	2136	2456
dl-I	2/2	1/0	1/1	1/1	2/2	1/2	0/0	0/0
dl-II	3/3	2/3	3/3	3/3	3/3	3/4	1/1	2/2
dl-III	3/3	3/2	3/3	3/3	2/3	3/3	2/3	3/3
dl-IV	3/3	4/4	4/4	4/4	4/4	4/4	4/4	4/4
dl-V	8/8	8/9	9/9	8/8	8/6	9/9	8/8	7/8
lm-I	1/1	1/1	0/1	1/1	1/1	1/2	0/1	1/1
lm-II	2/3	2/3	3/3	4/4	3/3	4/3	3/2	3/3
lm-III	3/3	3/3	3/3	4/3	3/0	4/5	3/3	4/5
lm-IV	4/4	4/4	4/4	4/4	5/3	5/5	4/4	5/5
lim-I	2/2	2/2	2/2	2/2	2/2	2/2	2/2	3/2
lim-II	1/1	1/1	1/1	1/1	2/1	1/1	0/0	1/1
lim-III	1/1	1/0	1/1	1/1	0/0	1/1	0/0	0/0
lim-IV	0/0	0/0	0/0	1/1	0/0	0/0	0/0	0/0
lim-V	4/5	4/5	4/5	5/6	3/2	5/4	3/4	5/5
vl-I	4/4	3/4	4/4	4/3	4/4	4/4	2/3	3/4
vl-II	4/4	4/4	4/4	4/4	4/4	4/4	4/4	4/4
vl-III	4/4	4/4	4/4	4/4	4/2	5/4	3/3	4/4
vl-IV	5/5	6/5	6/5	6/6	5/4	6/6	4/4	5/4
vl-V	14/13	13/13	13/14	12/15	12/13	13/13	10/8	10/9
vsm-I	3/3	3/3	3/3	3/3	3/3	3/2	3/3	3/3
vsm-II	4/5	3/3	5/4	5/5	3/3	4/5	3/3	3/3
vsm-III	5/5	4/3	5/5	5/5	5/5	4/5	3/3	4/4
vsm-IV	5/5	5/5	5/4	5/5	5/5	5/5	3/4	5/4
vm-V	4/4	4/4	2/4	5/5	4/4	5/5	3/3	4/2
vsl	2/2	2/2	2/2	2/2	2/2	2/2	2/2	2/2

Cuadro 16. Conteo metasomal de *Thorellius* sp. y *T. cristimanus*. Abreviación de carinas metasomales, drl= dorsal lateral I-V, lm= lateral media I-IV, lim=lateral inframedia I-V, vl= ventral lateral I-V, vsm= ventral submedia I-IV, vm= ventral media V, vsl= ventral sublateral V. Los números de catálogo tienen el prefijo: "CZUAA:SCO-"que se omitió por cuestiones de espacio. El ejemplar CZUAA:SCO-675 es un juvenil.

	AGS							JAL			MICH	
	<i>Thorellius</i> sp.							<i>Thorellius cristimanus</i>				
Núm.	377	675	191	377(2)	557	588(1)	588(2)	195	376	462	192	193
Sexo	♂	♂	♀	♀	♀	♀	♀	♂	♂	♂	♀	♀
dI-I	2/2	2/2	2/2	2/2	3/2	2/2	2/2	2/2	2/2	2/2	3/2	2/2
dI-II	3/3	3/3	3/3	3/3	3/4	3/3	3/3	2/2	2/3	2/2	3/3	3/3
dI-III	3/4	4/4	3/4	3/3	4/4	3/4	3/4	3/3	3/3	3/3	3/3	3/3
dI-IV	4/4	4/4	4/4	4/4	5/4	4/4	4/4	3/3	3/3	3/3	4/4	2/3
dI-V	9/8	9/9	9/9	9/9	12/11	12/11	11/10	8/7	8/7	8/8	8/8	6/7
lm-I	2/2	2/2	1/2	1/2	2/3	1/1	2/2	1/1	1/1	1/1	2/2	2/2
lm-II	3/3	3/3	3/3	3/3	3/5	5/5	3/4	2/3	2/1	2/2	3/4	3/3
lm-III	3/4	5/4	4/3	3/4	4/5	5/5	4/5	3/3	1/2	2/3	3/3	3/3
lm-IV	5/5	4/6	5/5	5/5	6/8	5/6	6/5	3/3	3/3	3/4	4/4	4/4
lim-I	5/5	7/5	4/5	5/5	6/6	6/7	6/7	4/4	4/4	5/4	4/4	4/4
lim-II	2/2	4/4	3/3	3/3	4/3	2/3	3/2	2/2	1/2	2/2	3/3	2/4
lim-III	1/1	2/2	1/1	2/2	1/1	2/1	2/2	0/0	0/0	1/0	2/1	1/0
lim-IV	2/1	1/1	1/1	3	2/2	2/1	1/1	0/0	0/0	0/0	1/1	0/0
lim-V	0/0	2/2	1/0	0/0	0/0	2/1	1/1	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0
vl-I	3/3	4/4	2/2	3/3	4/4	4/3	4/4	2/3	2/2	2/2	2/2	2/2
vl-II	4/4	4/4	4/4	4/4	4/4	4/4	5/4	3/3	3/2	2/3	2/3	3/3
vl-III	4/4	5/5	5/5	5/5	4/4	7/5	5/5	3/3	2/2	2/2	3/3	3/3
vl-IV	4/5	8/7	5/5	7/7	7/8	6/8	8/7	3/3	3/3	3/3	4/4	4/4
vl-V	11/11	17/17	13/13	13/14	16/14	18/18	16/19	8/8	6/9	6/8	8/8	6/7
vsm-I	3/3	3/3	3/3	3/3	4/3	3/3	3/4	3/3	3/2	3/3	2/2	3/3
vsm-II	3/3	5/4	4/4	3/3	5/5	3/5	4/4	3/3	3/3	3/3	3/3	3/3
vsm-III	5/5	5/5	5/5	4/3	6/6	5/4	5/5	3/3	3/3	3/3	3/3	3/3
vsm-IV	5/5	7/6	6/6	6/6	6/7	6/5	7/7	3/3	3/3	3/3	3/4	3/3
vm-V	6/6	6/5	7/6	6/6	7/7	7/5	7/8	2/2	2/2	2/2	3/3	2/2
vsl	2/2	2/3	3/3	2/2	2/2	3/3	3/2	2/2	2/2	2/2	2/2	2/2

**6.2 Clave para la identificación taxonómica de las familias, género y especies de escorpiones distribuidos en el estado de Aguascalientes**

La presente clave tiene como objetivo la identificación de especímenes del estado de Aguascalientes. Estados cercanos como Jalisco o Zacatecas comparten algunas de las especies presentes en Aguascalientes, sin embargo se recomienda a investigadores de estos estados que consideren que ese no fue el objetivo de este trabajo y por lo tanto pueden llegar a determinaciones erróneas debido a que seguramente en esas otras entidades hay otras especies que no fueron consideradas para esta clave.

- 1. Margen ventral del dedo fijo de quelíceros con un dentículo subdistal (Fig. 25 A), dentículos de los dedos de las quelas dispuestos en hileras imbricadas (Fig. 26 A), superficie ventral de la patela de pedipalpos sin tricobotrias (Fig. 27), esternón subtriangular (Buthidae, *Centruroides*).....2
- 1'. Margen ventral del dedo fijo de los quelíceros liso, sin dentículo subdistal (Fig. 25 B, C), dentículos de dedos de las quelas dispuestos en hileras continuas (Fig. 26 B), patela de pedipalpos con tricobotrias  $d_1-d_3$ , esternón pentagonal (Vaejovidae, Diplocentridae).....3
- 2. Caparazón con área interocular con pigmentación que no rodea completamente al tubérculo ocular (Fig. 28 A), pieza basal de las pectinas con una depresión central (Fig. 29 A), conteo de dientes pectinales 24-28 en machos y 22-25 en hembras.....*Centruroides balsasensis*
- 2'. Caparazón con área interocular con pigmentación rodeando completamente al tubérculo ocular (Fig. 28 B), pieza basal de las pectinas sin agujero central (Fig. 29 B), conteo de dientes pectinales 23-24 en machos, 20-21 en hembras.....*Centruroides infamatus*



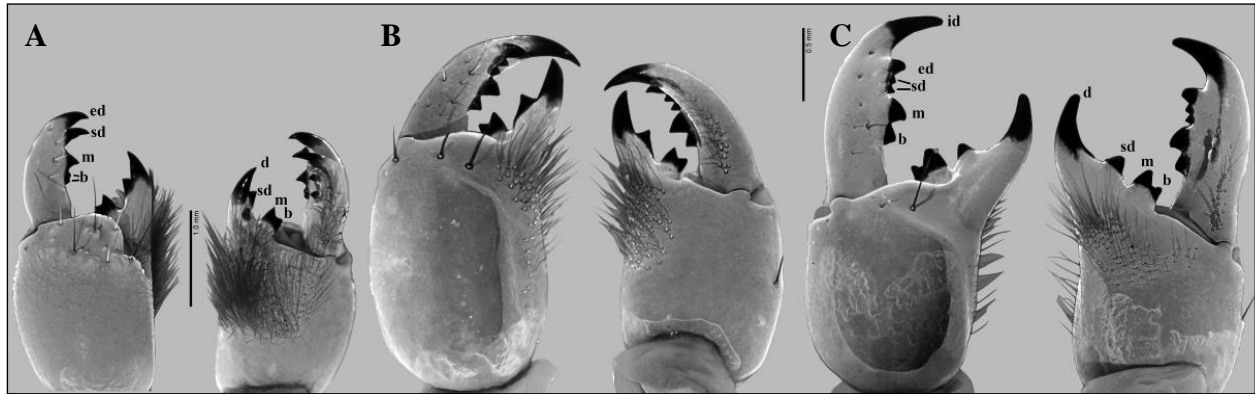


Figura 25. Vista dorsal (izq.) y ventral (der.) de quelíceros, (A) *Centruroides infamatus*, (B) *Mesomexovis spadix* y (C) *Paruroctonus gracilior*. Abreviación de la dentadura de quelíceros (Vachon, 1956, 1963): b, basal; d, distal; ed, externo distal; id, interno distal; m, medio; sd, subdistal.

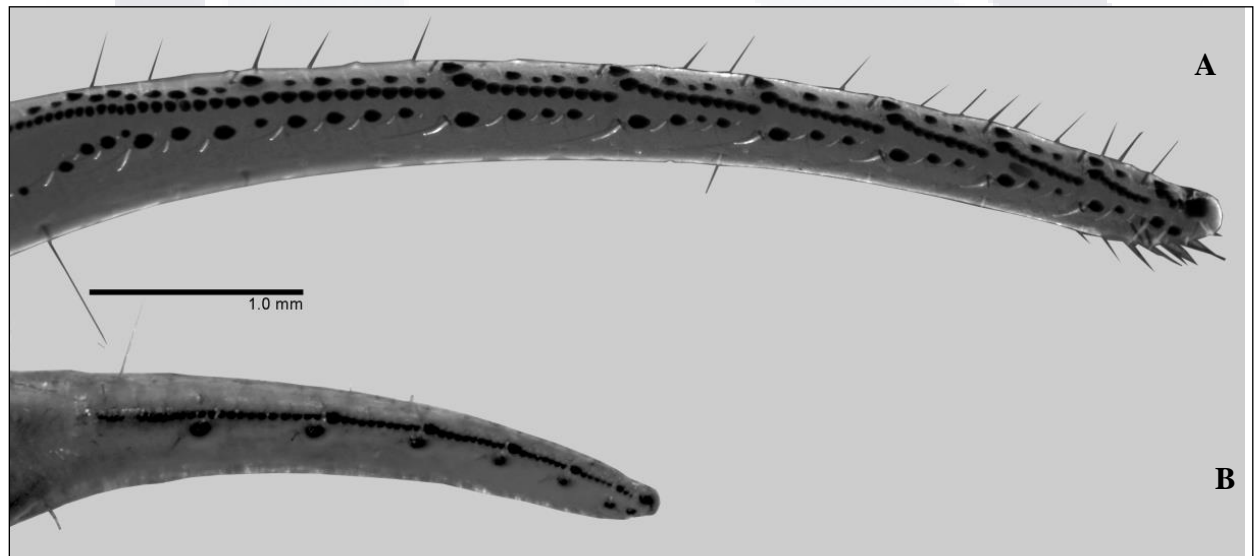


Figura 26. Dedo móvil de *Centruroides infamatus* con hileras de denticulos imbricadas (A) y *M. spadix* con hileras de denticulos prolaterales y retrolaterales (B).

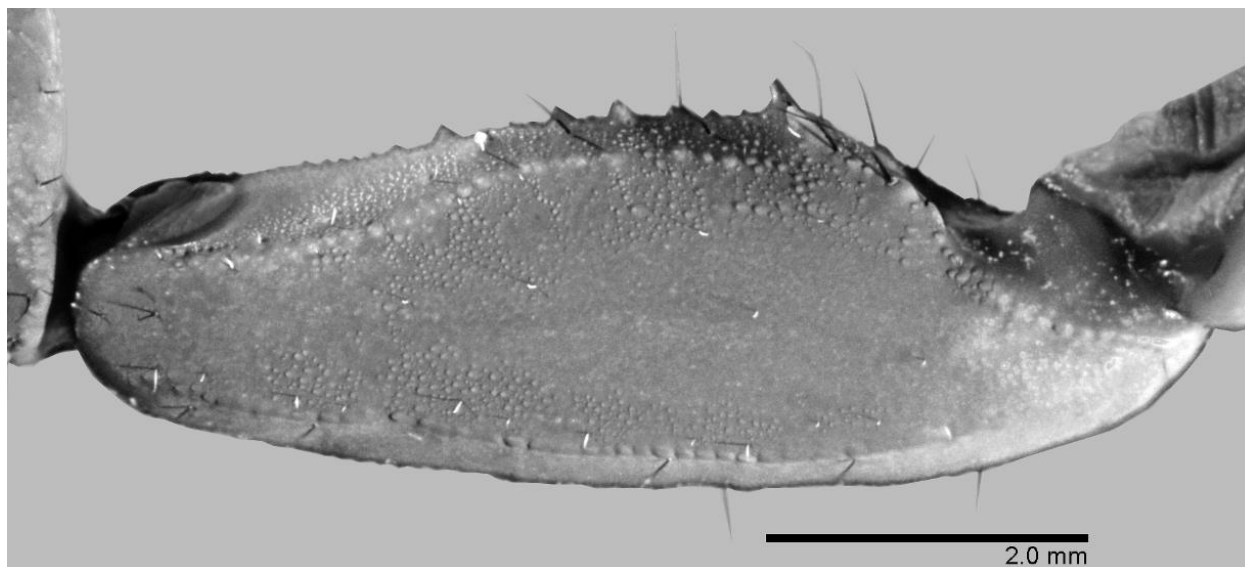


Figura 27. Vista ventral de patella del pedipalpo de *Centruroides infamatus*

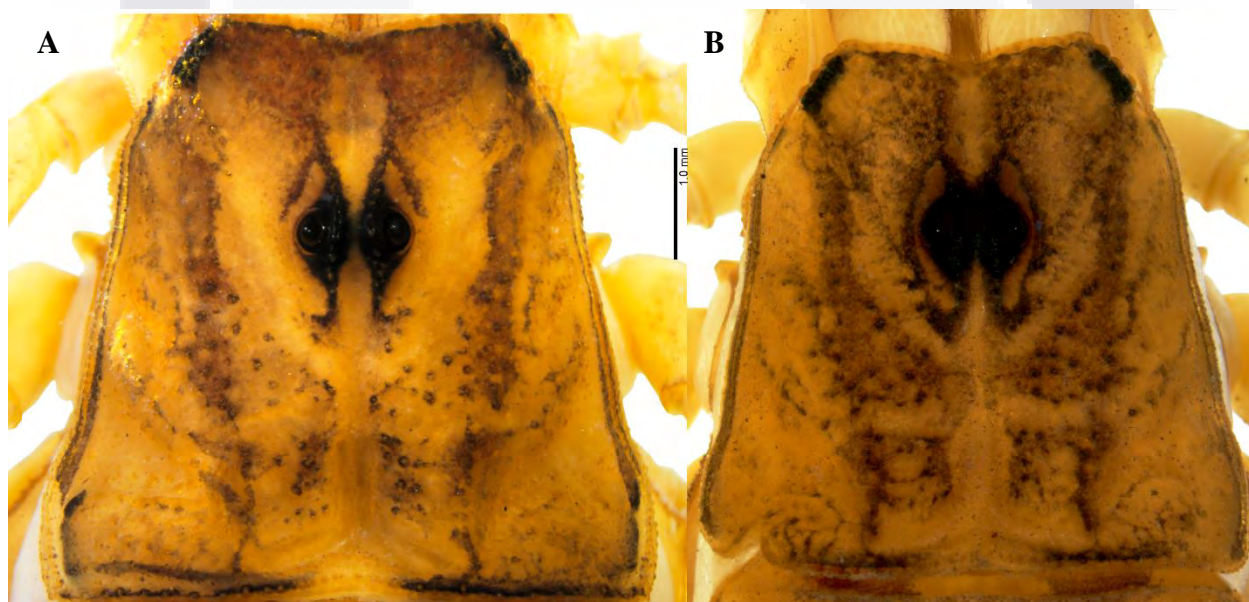


Figura 28. Vista dorsal de caparazón de *Centruroides balsasensis* (A) y *C. infamatus* (B).

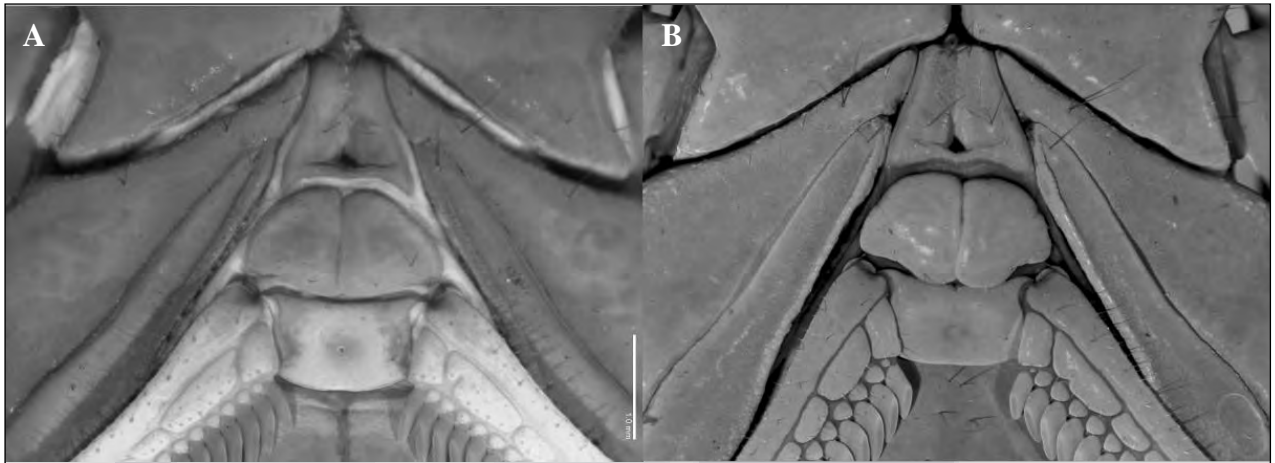


Figura 29. Región coxoesternal de *C. balsasensis* (A) y *C. infamatus* (B).

3. Carina dorsal retrolateral de patela de pedipalpo obsoleta (Fig. 30), macrosedas de los telotarsos de las patas espiniformes, hileras de espínulas ventrales ausentes (Fig. 32 A), tubérculo subaculear desarrollado, romo (Fig. 33).....*Diplocentrus zacatecanus*

3'. Carina dorsal retrolateral de patela de pedipalpo granular o costada (Fig. 31), macrosedas de los telotarsos delgadas, hileras de espínulas ventrales presentes (Fig. 32 B), tubérculo subaculear ausente (Vaejovidae).....4

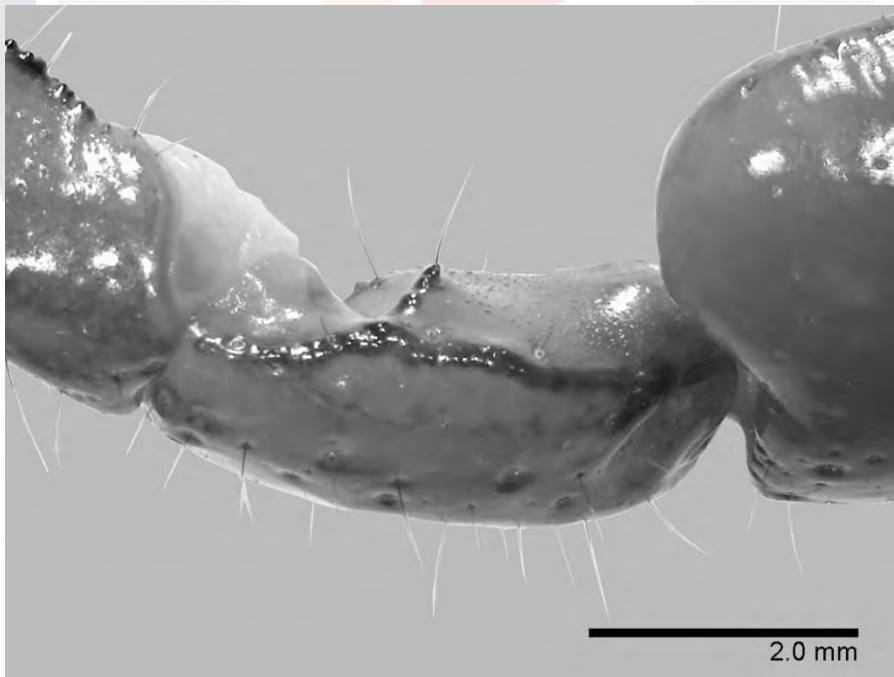


Figura 30. Vista dorsal de patela del pedipalpo de *D. zacatecanus*.

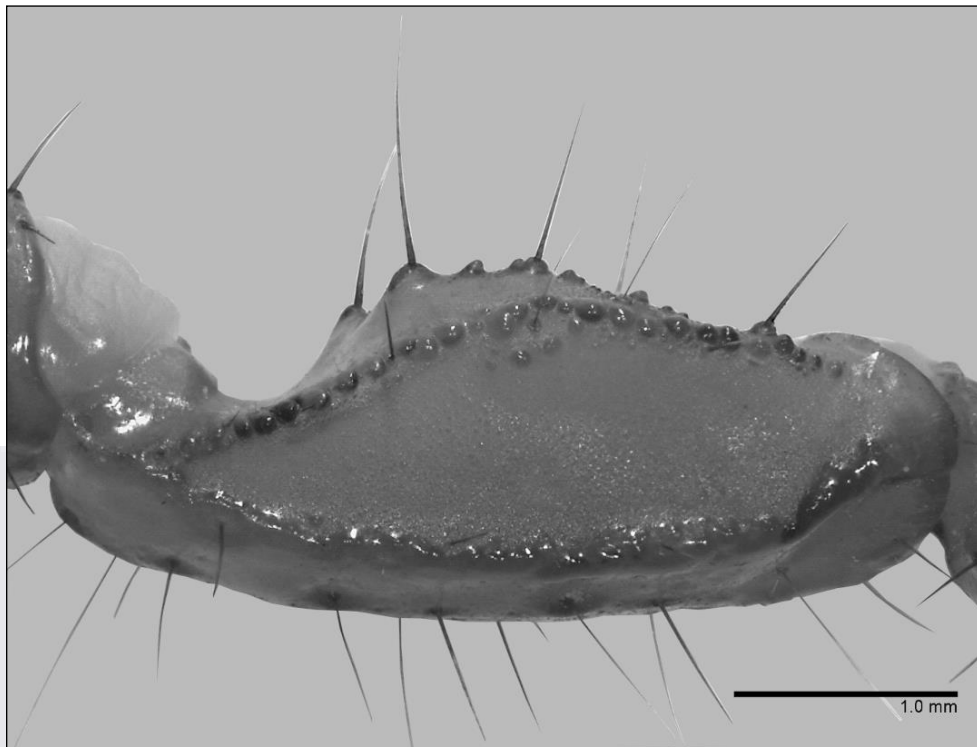


Figura 31. Vista dorsal de la patela del pedipalpo de *Ch. glabrimanus*.

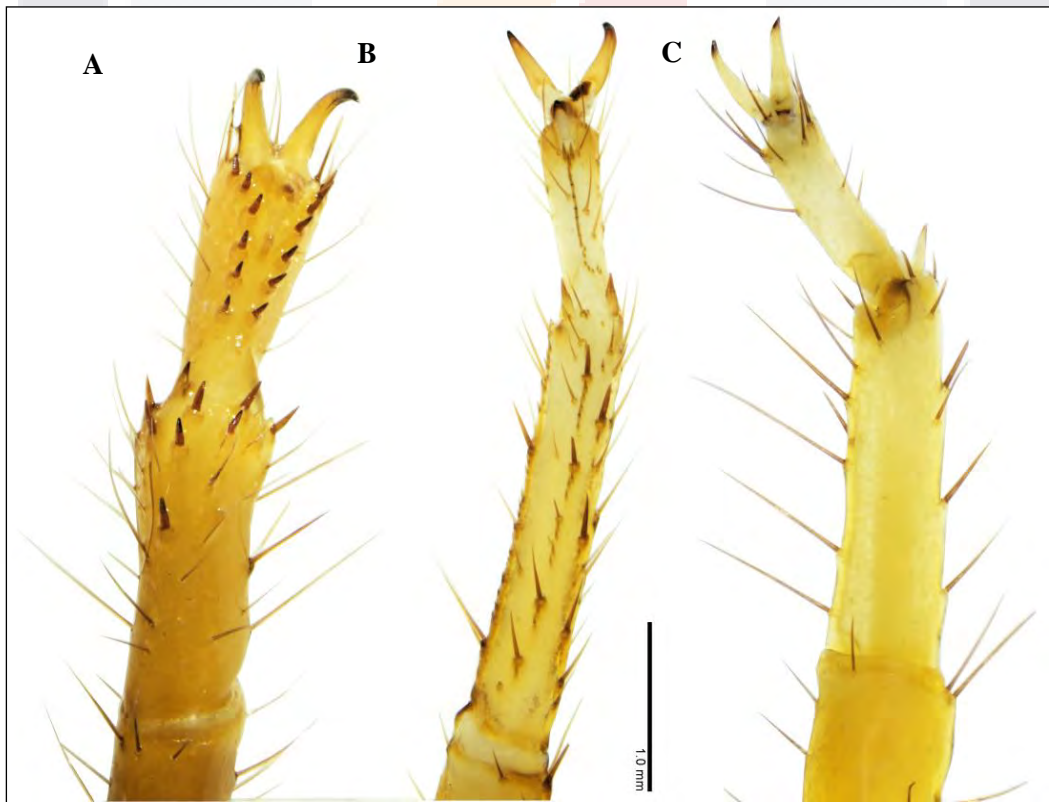


Figura 32. Vista ventral de pata III de *D. zacatecanus* (A) y *V. nigrescens* (B) y vista dorsal de pata III de *P. gracilior* (C).



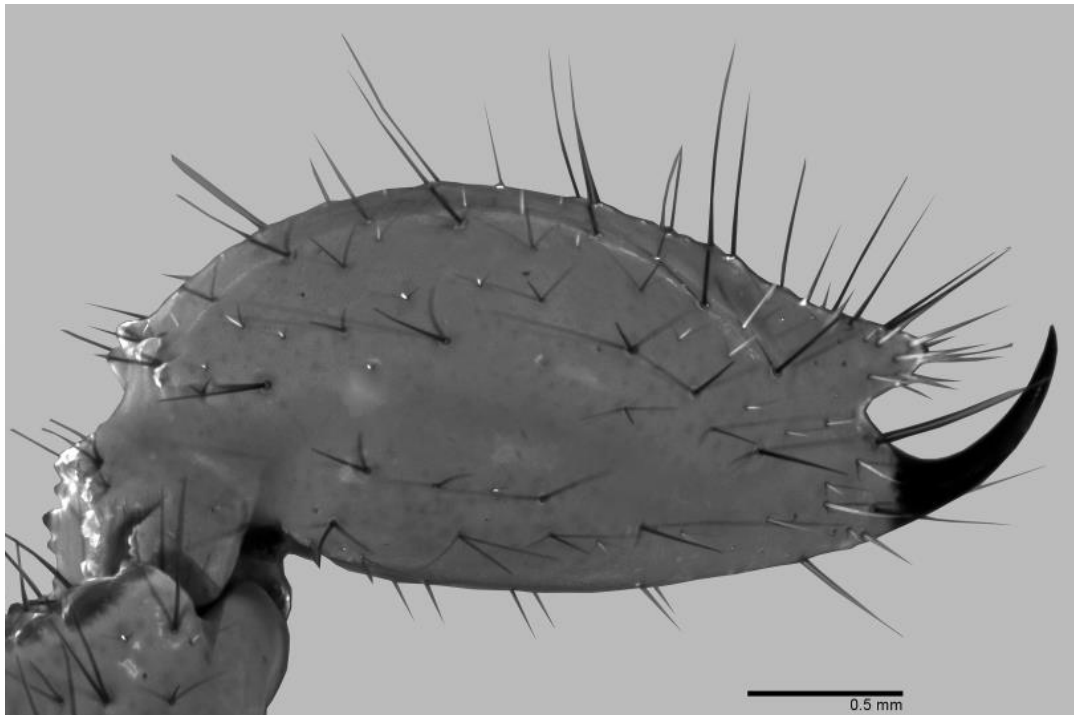


Figura 33. Vista lateral de telson de *D. zacatecanus*.

- 4. Tricobotrias *ib* e *it* localizadas a la altura del sexto dentículo prolateral del dedo fijo de la quela (Fig. 34 A) (subfamilia Syntropinae).....5
- 4'. Tricobotrias *ib* e *it* localizadas en la base del dedo fijo de la quela (Fig. 34 B) (subfamilias Smeringurinae y Vaejovinae).....10
- 5. Telson con glándula blanquecina fusiforme ubicada en la superficie dorsal (Fig. 35), la glándula puede ser diminuta y/o casi imperceptible pero siempre con serraduras laterales del aculeus (*Chihuahuanus*).....6
- 5'. Telson sin glándula blanquecina fusiforme en la superficie dorsal, las serraduras laterales del aculeus pueden o no estar presentes.....8



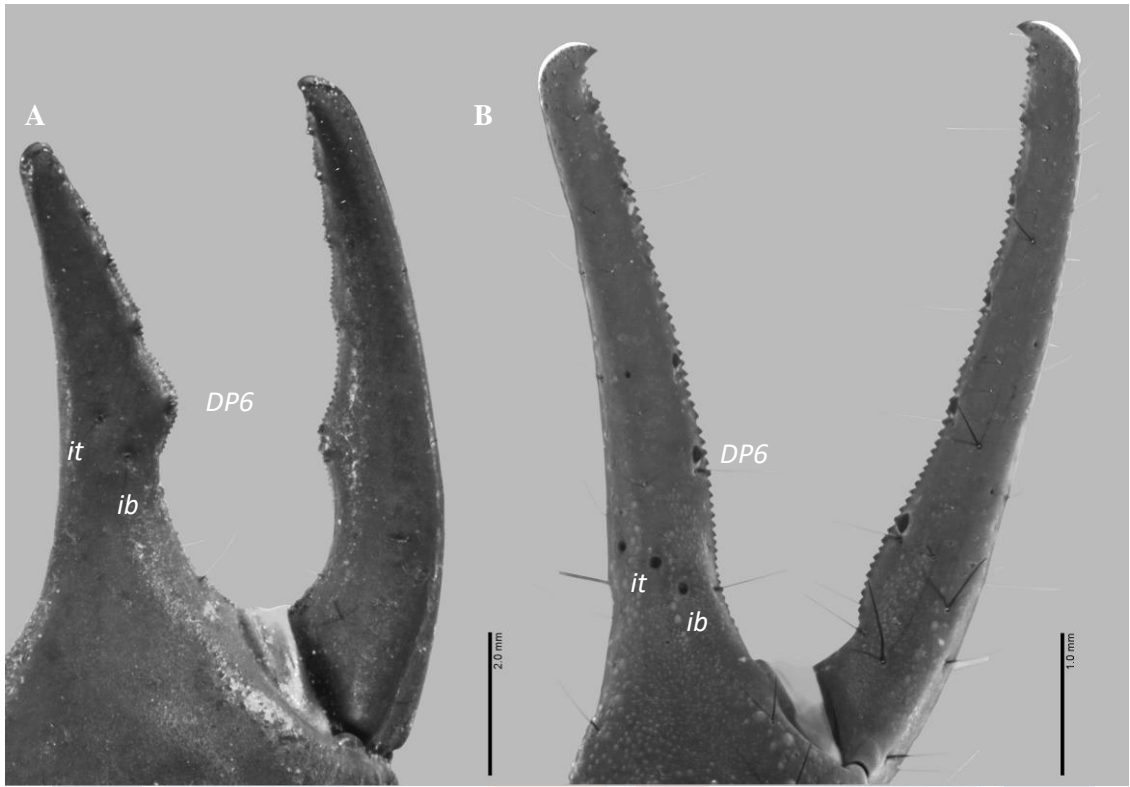


Figura 34. Vista prolateral de dedos de las quelas de *T. intrepidus* (A) y *V. nigrescens* (B).

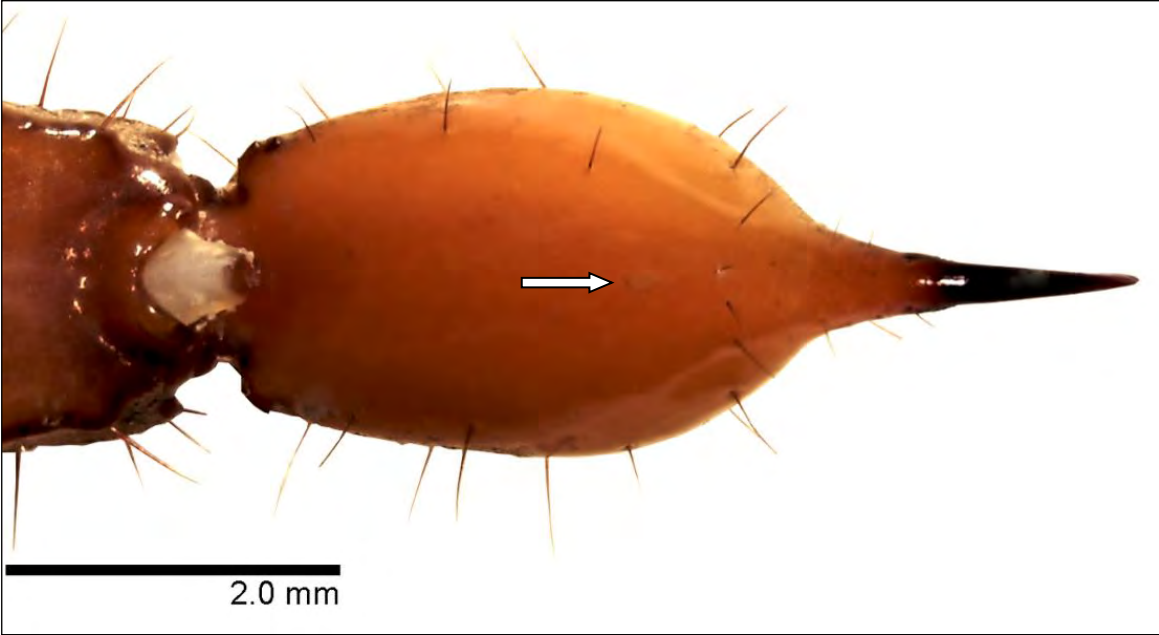


Figura 35. Telson de *Chihuahuanus glabrimanus*, la flecha señala la glándula fusiforme del telson

6. Carina dorsal retrolateral de la patela del pedipalpo obsoleta, carinas ventral lateral y ventral submedias de los segmentos metasomales III-IV obsoletas, pero fuertemente pigmentadas, glándula blanquecina fusiforme en superficie dorsal del telson diminuta.....*Chihuahuanus bilineatus*

6'. Carina dorsal retrolateral de la patela del pedipalpo débil a moderadamente granular, carinas ventral lateral y ventral submedias de los segmentos metasomales III-IV granulares; glándula blanquecina fusiforme de la superficie dorsal del telson evidente..7

7. Pigmentación abundante sobre superficies de caparazón, terguitos y dorso de pedipalpos y patas (Fig. 36 A); carinas ventrales de los segmentos metasomales II-IV con pigmentación vestigial.....*Chihuahuanus coahuilae*

7'. Pigmentación vestigial sobre superficies de caparazón y terguitos (Fig. 36 B), pedipalpos, patas y carinas ventrales de los segmentos metasomales II-IV sin pigmentación.....*Chihuahuanus glabrimanus*



Figura 36. Caparazón de *Chihuahuanus coahuilae* (A) y *Ch. glabrimanus* (B).

8. Superficie dorsal de la mano del quelícero con dos o más macrosetas (Fig. 25 B), carinas de la quela del pedipalpo obsoletas, margen denticulado de los dedos de la quela rectos sin lóbulos ni muescas; conteo de dientes pectinales 20-21 en machos, 17-18 en hembras, carinas ventrales de los segmentos metasomales I-IV obsoletas, pero con pigmentación marcada.....*Mesomexovis spadix*

8'. Superficie dorsal de la mano del quelícero con una sola macroseta, carinas de quela del pedipalpo muy desarrolladas y granulares, margen denticulado de los dedos de la quela con lóbulos y muescas (Fig. 34 A), conteo de dientes pectinales 20-25 en machos 18-22 en hembras; segmentos metasomales I-IV con carinas ventrales costadas sin pigmentación (Fig. 37) *Thorellius* spp.....9

9. Lóbulo medio de dedos de la quela fuertemente desarrollado, dedo móvil de la quela con un par de dentículos prolaterales en la séptima posición (Fig. 34 A), carinas de la mano fuertemente granulares; conteo pectinal 23-25 en machos, 20-22 en hembras; segmento metasomal V con tres macrosetas sobre la carina dorsal lateral y cuatro en la ventral lateral .....*Thorellius intrepidus*

9'. Lóbulo medio de dedos de la quela moderadamente desarrollado, dedo móvil de la quela con un solo dentículo prolateral en la séptima posición, carinas de la mano con moderadamente granulares; conteo de dientes pectinales 20-21 en machos, 18-19 en hembras; segmento metasomal V con 9-12 macrosetas sobre la carina dorsal lateral y 11-17 en la ventral lateral .....*Thorellius* sp.

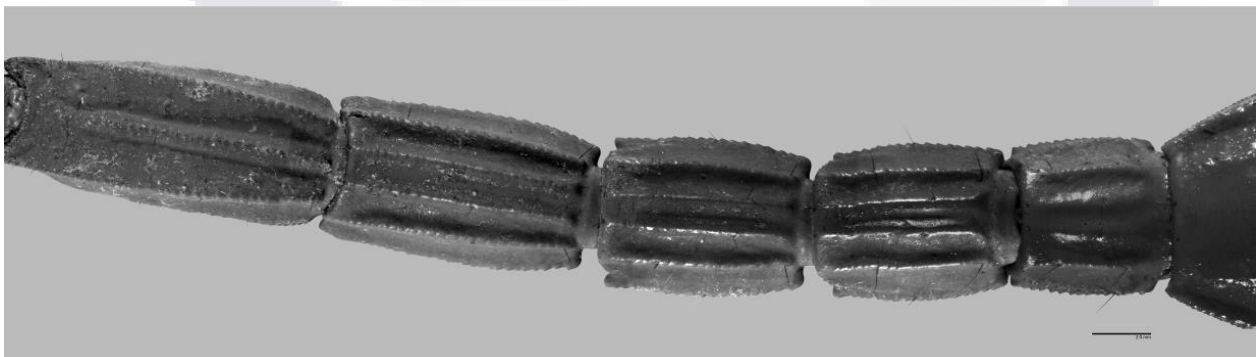


Figura 37. Vista ventral de metasoma de *Thorellius intrepidus*.



10. Margen posterior del caparazón cóncavo (Fig. 38 A), tubérculo ocular elevado, por encima de la superficie del caparazón; margen ventral del dedo móvil del quelícero con dentículos (Fig. 25 C), termino posterior de la carina dorsal lateral de los segmentos metasomales I-V redondeada, sin dentículo alargado (Fig. 39), telotarsos con peine de setas retrolaterales (Fig. 32 C).....(Smeringurinae) *Paruroctonus gracilior*

10'. Margen posterior del caparazón convexo o recto (Fig. 38 B), tubérculo ocular bajo, al nivel o por debajo de la superficie del caparazón; margen ventral del dedo móvil del quelícero liso sin dentículos (Fig. 25 A, B), termino posterior de la carina dorsal lateral de los segmentos metasomales I-IV con un dentículo alargado (Fig. 40), telotarsos sin peine de setas retrolaterales (Fig. 32 B) .....(Vaejovinae) 11

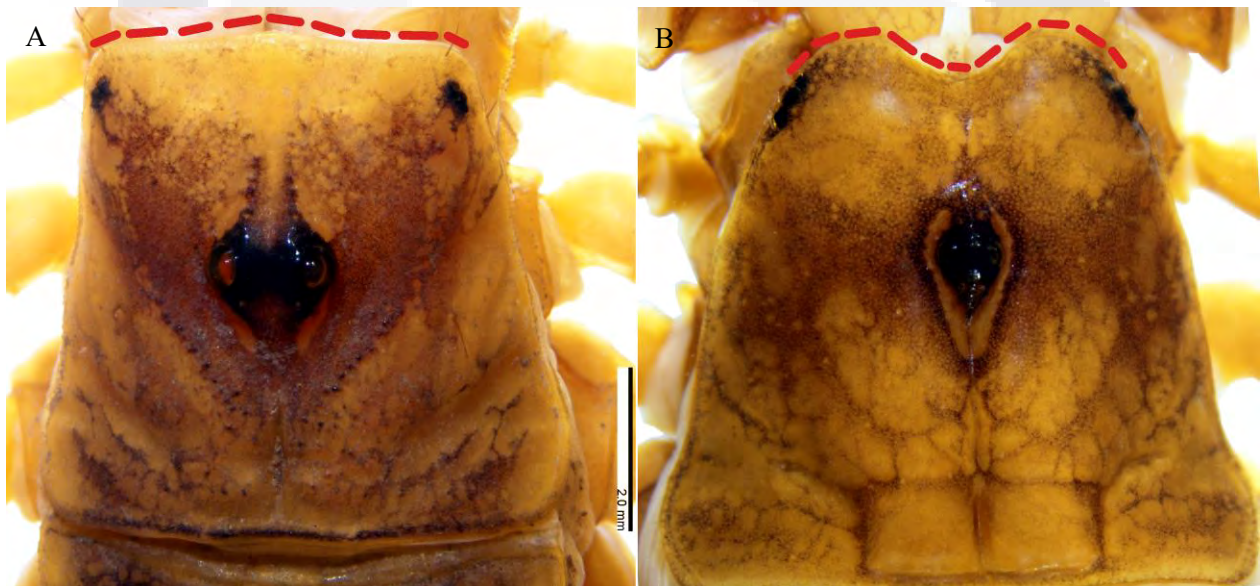


Figura 38. Caparazón de *P. gracilior* (A) y *D. zacatecanus* (B). Se resalta en rojo la forma del margen anterior.

11. Margen anterior del caparazón con más de tres pares de macrosetas, coloración general del cuerpo café oscuro, conteo de dientes pectinales 19-21 en machos 17-21 en hembras, carina ventral submedia de los segmentos metasomales I-IV obsoleta (Fig. 40 B) .....(grupo *nitidulus*) *Vaejovis nigrescens*

11'. Margen anterior del caparazón con tres pares de macrosetas, coloración general café claro a rojizo con patrones de pigmentación oscuros, conteo de dientes pectinales 14-17

en machos 12-14 en hembras, carina ventral submedia de los segmentos metasomales I-IV granular.....(grupo *mexicanus*) 12

12. Carinas dorsales de la quela de pedipalpo sin pigmentación, espínulas ventrales del telotarso no alineadas si no agrupadas en un cúmulo, telson de macho adulto con glándula caudal conspicua.....*Vaejovis tenamaztlei*

12'. Carinas dorsales de la quela del pedipalpo pigmentadas, espínulas ventrales del telotarso dispuestas en una sola hilera, telson de macho adulto sin glándula caudal conspicua.....12

13. Superficie dorsal de la mano de los quelíceros con dos macrosetas, carina retrolateral dorsosubmedia del fémur del pedipalpo costada en machos o débilmente granular en hembras, dedo móvil de la quela con siete dentículos retrolaterales.....*Vaejovis aquascalentensis*

13'. Superficie dorsal de la mano de los quelíceros con una macroseta, carina retrolateral dorsosubmedia del fémur del pedipalpo compuesta de seis o siete gránulos, dedo móvil de quela con siete dentículos retrolaterales.....*Vaejovis aguazarca*



Figura 39. Vista lateral de metasoma de *P. gracillior*.



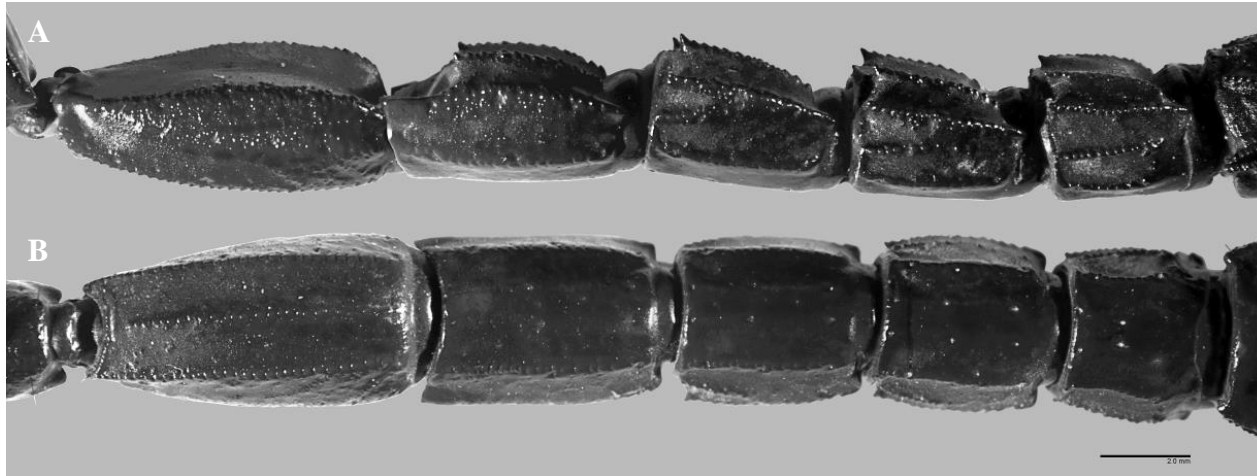


Figura 40. Vista lateral (A) y ventral (B) de metasoma de *V. nigrescens*.

### 6.3 Estimación de la completitud del inventario de especies de escorpiones depositado en la CZUAA

La aplicación de los estimadores no paramétricos revela que el inventario biológico realizado con ejemplares de la CZUAA posee una muestra completa de las especies del estado (Cuadro 17). Mediante el enfoque espacial, todos los estimadores dan resultados superiores al 90% de completitud de inventario biológico siendo Chao de 98.18%, Jackknife 1 de 92.98%, Jackknife 2 de 99.69% y Bootstrap de 94.40%. Por otra parte, las estimaciones mediante clases de cinco años dan como resultado Chao y Jackknife 100%, Jackknife 2 de 111% y Bootstrap de 98%.

Cuadro 17. Estimadores no paramétricos de riqueza de especies en Aguascalientes mediante dos métodos, cuadrículas de 10 x 10 km y clases de cinco años.

Método	Sp	Chao	Chao.se	Jack1	Jack1.se	Jack2	Boot	Boot.se	n
10km	13	13.24	0.71	13.98	0.98	13.04	13.77	0.85	61
5 años	13	13	0	13	0	11.63	13.26	0.75	9

### 6.4 Análisis de diversidad en los muestreos realizados para DCAGS

El modelo de Clench tuvo buen ajuste por el metodo de Simplex y Quasi-Newton, con coeficiente de determinación  $R^2$  de 0.99958 y pendiente de 0.078978, a y b fueron 4.790722 y 0.565696, respectivamente. Con base en el coeficiente de determinación y los parámetros a y b, se estima que la proporción de escorpiofauna registrada fue del

94%. De acuerdo a la ecuación presentada por Jiménez-Valverde y Hortal, (2003) serían necesarias 17,467 unidades de muestreo adicionales para conocer el 99% de la escorpiofauna en las localidades de muestreo. Los estimadores no paramétricos dieron como resultado: Chao 2 = 8, Jacknife 2= 8 y Bootstrap= 8.13. La curva de acumulación de especies (Fig. 41) muestra que aproximadamente después de la visita número 25 se logró capturar la totalidad de especies en las tres localidades del DCAGS. Las especies encontradas fueron: (1) *Chihuahuanus bilineatus*, (2) *Ch. coahuilae*, (3) *Ch. glabrimanus*, (4) *Diplocentrus zacatecanus*, (5) *Mesomexovis spadix*, (6) *Paruroctonus gracilior*, (7) *Vaejovis aguazarca* y (8) *Vaejovis tenamaztlei*.

De manera individual, CAP y JEG poseen la mayor riqueza con cinco especies cada una, mientras que en LA únicamente se recolectaron tres. La curva de acumulación de especies (Fig. 42) se estabilizó primero para la localidad CAP, aproximadamente después del décimo evento de recolecta. En el caso de LA, la curva se estabilizó aproximadamente después del evento treinta. Por otra parte, JEG muestra crecimiento continuo que logra estabilizarse al final de los muestreos.

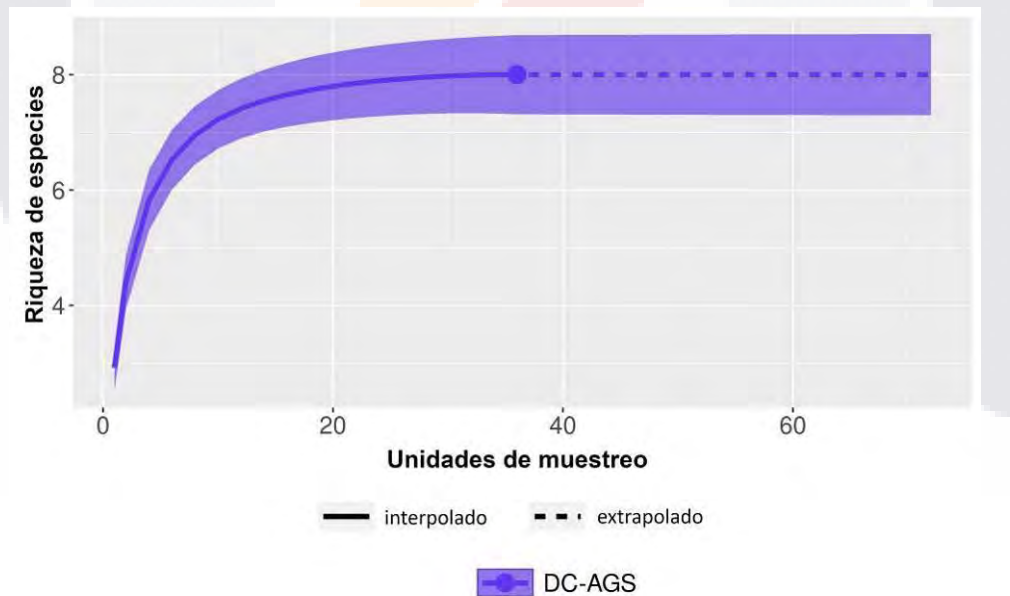


Figura 41. Curva de acumulación de especies general para las localidades de estudio en el DCAGS.

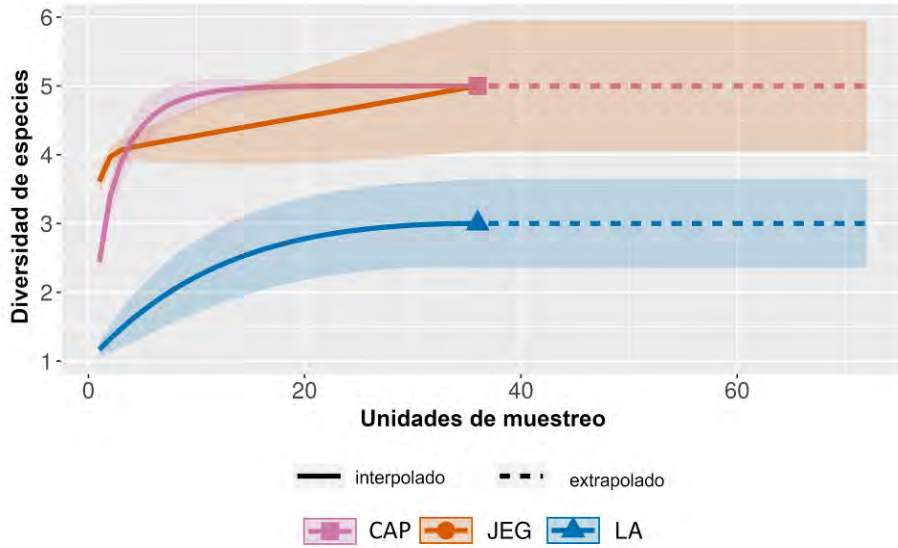


Figura 42. Curva de acumulación de especies en las localidades de muestreo, CAP= El Capulín JEG= Juan el Grande y LA= Los Arquitos.

La composición de especies (Fig. 43) comprende elementos compartidos, así como especies diferentes entre las localidades. Por una parte, CAP y JEG poseen cinco especies respectivamente, entre los que se comparten las especies *Chihuahuanus bilineatus*, *Ch. glabrimanus* y *D. zacatecanus*. Por su parte, LA comparte una especie con CAP y LA respectivamente. A su vez, cada localidad posee una especie que no comparte con las otras localidades.

En cuanto al número efectivo de especies, el cuadro 18 muestra que aunque CAP y JEG poseen el mismo número de especies, la equitatividad es mayor en CAP. La localidad con menos equitatividad es LA. Los valores de  $Q^2$ , muestran dominancia similar en CAP y JEG con aproximadamente cuatro especies. En LA, este valor evidencia la dominancia de una especie dentro del ensamble.

Cuadro 18. Número efectivo de especies observado y estimado ( $Q'$ ), ordenes 0 al 2 para las distintas localidades de estudio.

Localidad	Q0	Q0'	Q1	Q1'	Q2	Q2'
CAP	5	5	4.33±0.17	4.39±0.16	3.91±0.19	3.98±0.21
JEG	5±0.46	5±0.46	4.10±0.10	4.12±0.11	3.99±0.07	4±0.07
LA	3±0.43	3±0.37	1.65±0.19	1.68±0.19	1.34±0.12	1.34±0.14

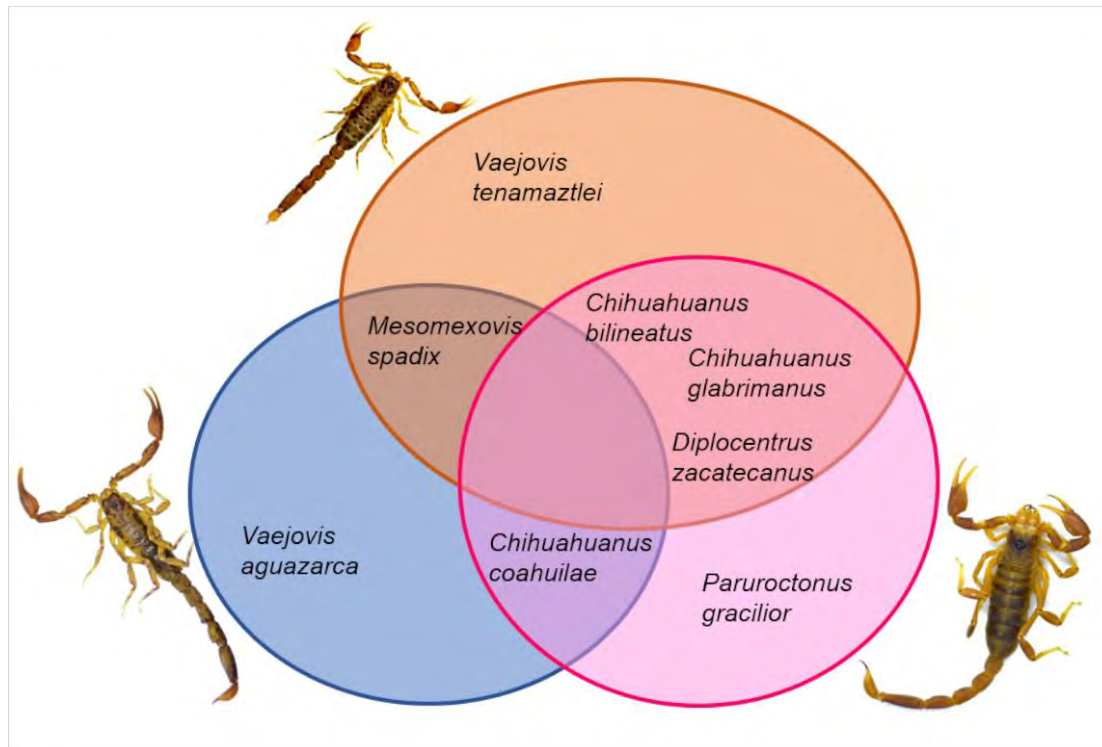


Figura 43. Diagrama de Venn del ensamble de especies en las localidades de muestreo: CAP, rosa; JEG, naranja; LA, azul

## 6.5 Uso de microhábitat de las especies de escorpiones en las localidades de estudio

### 6.5.1 El Capulín, Tepezalá

El gráfico de rango abundancia de la localidad CAP (Fig. 44) revela que *Chihuahuanus bilineatus* fue la especie más abundante del sitio, asociándose principalmente a rocas. En esta localidad, *Ch. bilineatus* estuvo presente a lo largo de todos los meses del año. *Diplocentrus zacatecanus* se encuentra asociada principalmente en esta localidad con rocas y galerías. A diferencia de lo encontrado en JEG, se logró capturar la presencia de esta especie en vegetación viva, aunque en mínima proporción. Al igual que *Ch. bilineatus*, esta especie fue encontrada durante todos los meses del año.

La tercera especie más abundante fue *Paruroctonus gracilior*, la cual fue principalmente asociada al sustrato. Esto es congruente con los caracteres psamófilos de la especie, ya que a diferencia de las otras especies fue encontrada muy pocas veces asociada a rocas en el sitio. Se encontraron ejemplares de *P. gracilior* de manera intermitente los meses

de junio, septiembre, octubre, diciembre, marzo y abril. *Chihuahuanus coahuilae* se asocia principalmente a rocas y caminando sobre el sustrato en este sitio, fue encontrada a lo largo del año excepto durante abril, junio-julio y diciembre.

La especie menos abundante, *Chihuahuanus glabrimanus*, coincide en CAP y JEG en su asociación con la hojarasca y el sustrato, aunque en esta localidad también fue encontrada en rocas. Esta especie fue encontrada los meses de mayo, junio, agosto y septiembre.

En cuanto a la incidencia en las estaciones de muestreo (Fig. 45): el 70% de las incidencias de *Ch. bilineatus* se concentró en las primeras dos estaciones, *Ch. coahuilae* tuvo la mayor incidencia en la segunda estación de muestreo (53%), *Ch. glabrimanus* muestra la misma proporción de incidencia en todas las estaciones de muestreo, mientras que *D. zacatecanus* concentra el 40% de sus incidencias en la primera estación de muestreo. El 50% de las observaciones de *P. gracilior* fueron en la segunda estación de muestreo. La abundancia de los escorpiones en las estaciones de muestreo se muestra en el cuadro 19.

Cuadro 19. Abundancia de individuos de las especies de escorpiones en las estaciones de muestreo de la localidad CAP

Estación	<i>Chih_bili</i>	<i>Chih_coah</i>	<i>Chih_glab</i>	<i>Dipl_zaca</i>	<i>Paru_grac</i>
1°	95	10	1	48	4
2°	50	9	4	8	26
3°	23	4	2	15	2



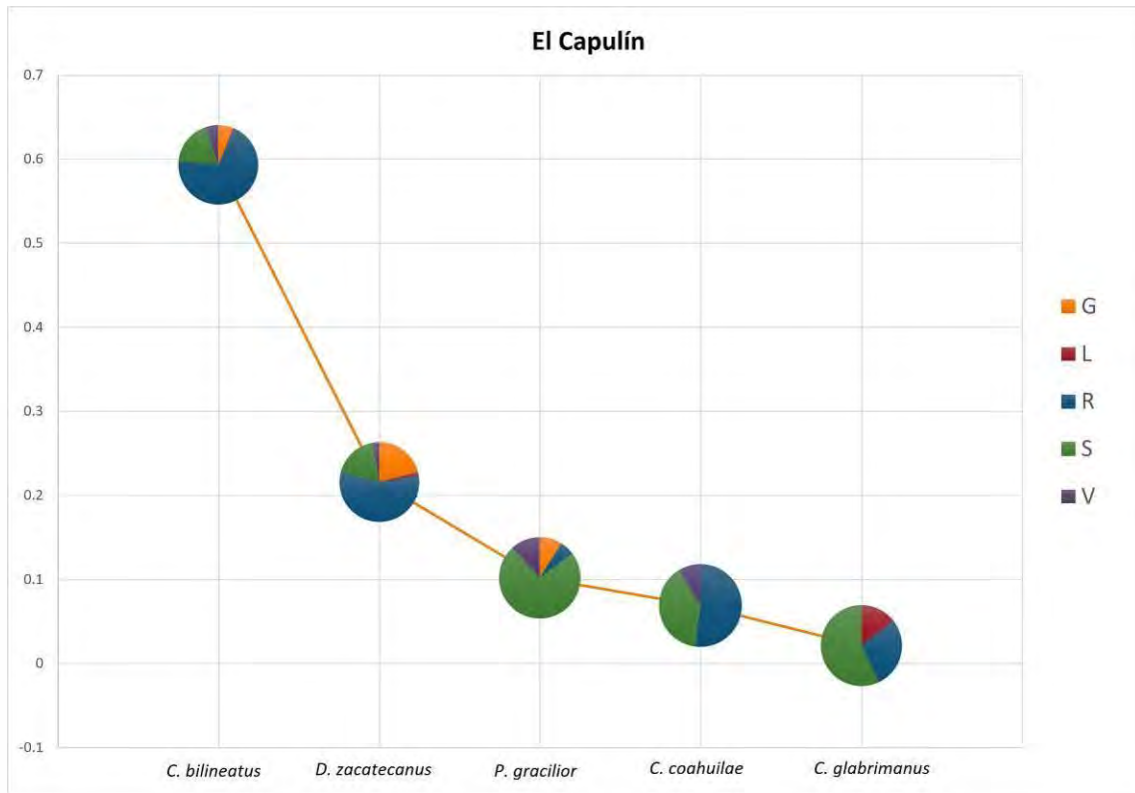


Figura 44. Uso de microhábitat de las especies de escorpiones en el Capulín, Tepezalá. G: galeria, L: hojarazca, R: roca, S: sustrato y V: vegetación.

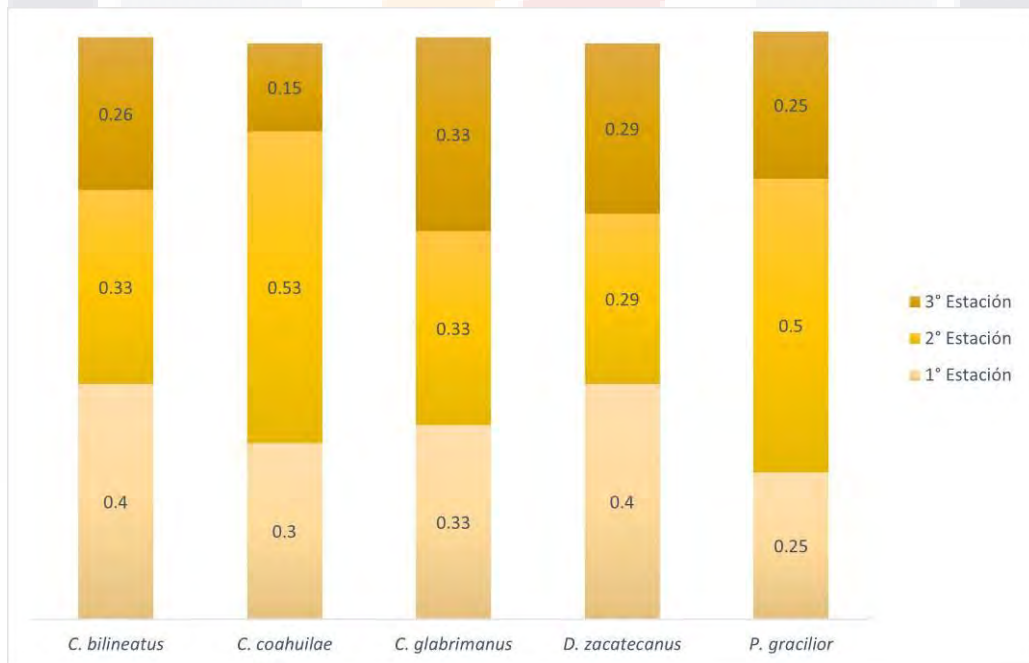


Figura 45. Proporción de incidencias de las especies de escorpiones en las estaciones de muestreo de la localidad CAP.

### 6.5.2 Juan el Grande, El Llano

En la localidad JEG (Fig. 46), *Mesomexovis spadix* fue la especie más abundante y en seguida *Chihuahuanus bilineatus*, ambas asociada a rocas y al sustrato. *Vaejovis tenamatzlei* es la especie que más se asocia con la vegetación, ya que fue encontrada tanto en vegetación viva como en hojarasca, además de asociada al sustrato rocoso. Estas tres especies fueron las más abundantes, representando aproximadamente el 80% del total de especímenes encontrados. *Diplocentrus zacatecanus* fue encontrado en esta localidad asociado a rocas, galerías y a hojarasca, y no se encontró nunca asociado a la vegetación viva. A pesar de ser menos abundante, *D. zacatecanus* junto con *M. spadix*, *Ch. bilineatus* y *V. tenamatzlei* fueron encontradas durante todo el año. La especie menos abundante, *Chihuahuanus glabrimanus*, fue encontrada principalmente asociada a hojarasca y al sustrato, únicamente durante el mes de agosto.

El cuadro 20 muestra la abundancia de los escorpiones en las estaciones de muestreo, respecto a la incidencia de las especies en las estaciones (Fig. 47): el 70% de las observaciones de *Ch. bilineatus* se concentraron en la segunda y tercera estación, mientras que las el 100% de las observaciones de *Ch. glabrimanus* se presentaron en la tercera estación. El 50% de las incidencias de *D. zacatecanus* fueron en la segunda estación, mientras que el 40% de los encuentros con *M. spadix* se dieron en la primera estación y el 80% de las observaciones de *V. tenamatzlei* se presentaron en la primera y segunda estación.

Cuadro 20. Abundancia las especies de escorpiones en estaciones de muestreo de la localidad JEG.

Estación	<i>Chih_bili</i>	<i>Chih_glab</i>	<i>Dipl_zaca</i>	<i>Meso_spad</i>	<i>Vaej_tena</i>
1°	21	0	1	67	40
2°	34	0	33	44	83
3°	105	1	19	55	27

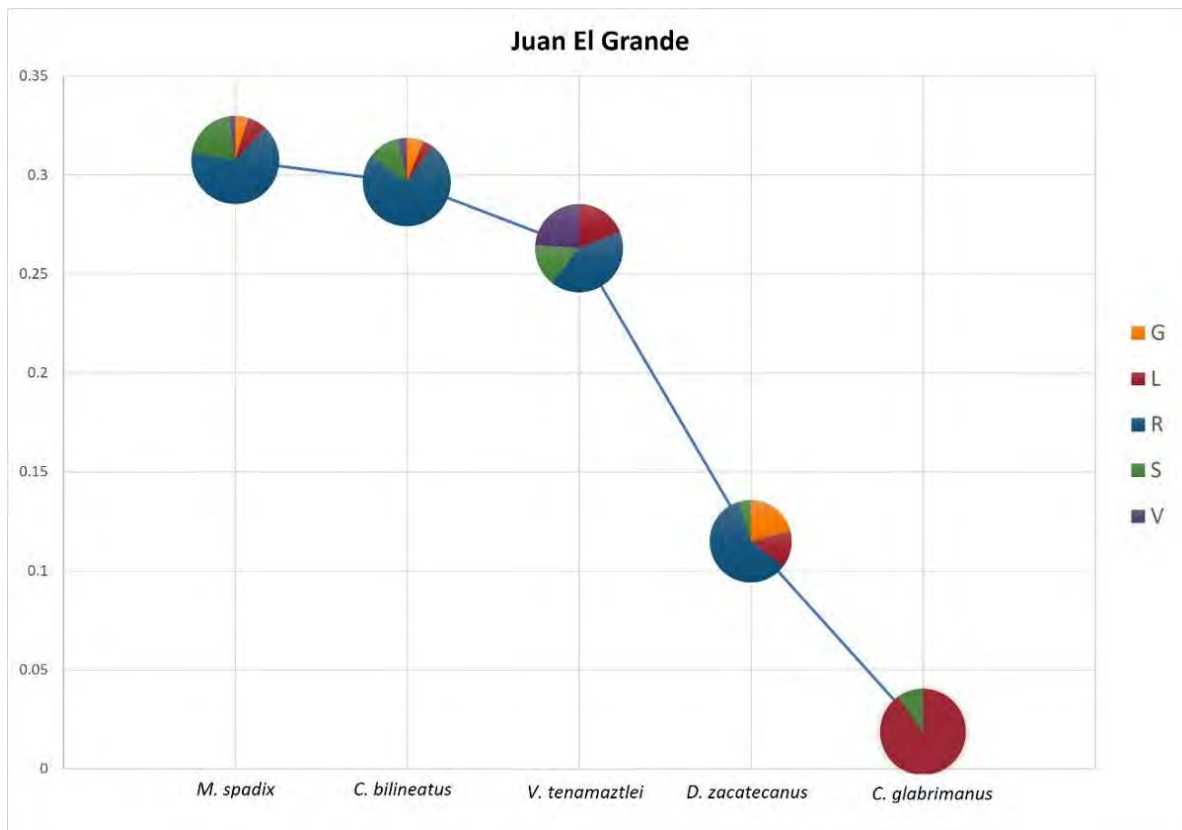


Figura 46. Uso de microhábitat por parte de las especies de escorpiones en Juan el Grande. G: galería, L: hojarasca, R: roca, S: sustrato y V: vegetación.

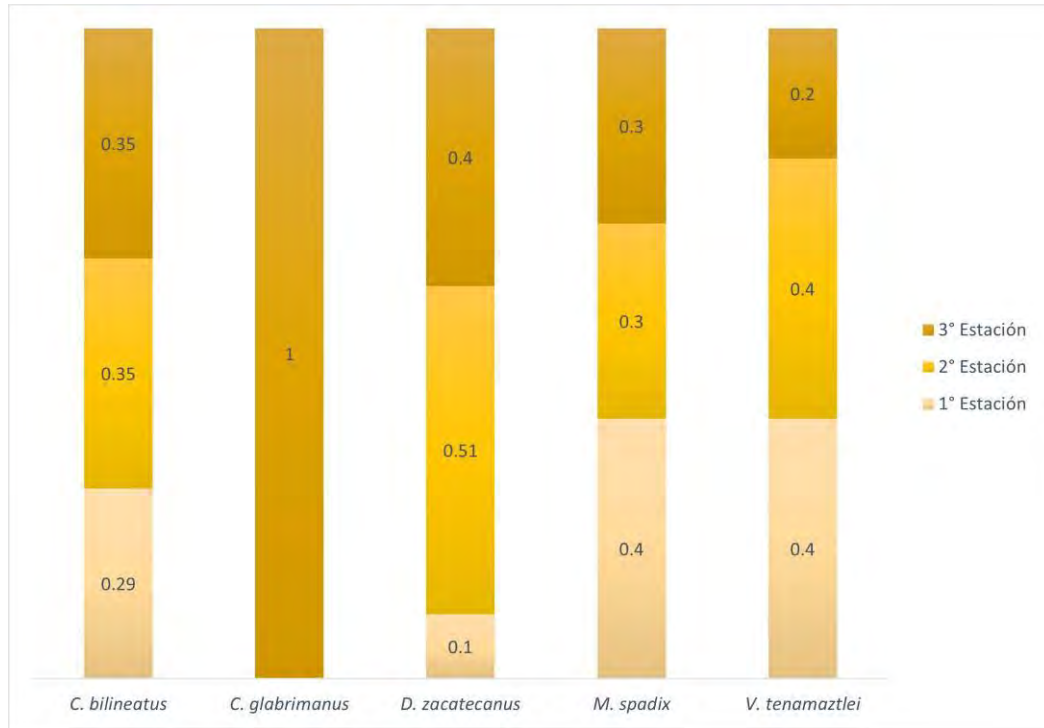


Figura 47. Proporción de incidencias de las especies de escorpiones en las estaciones de muestreo de JEG.

### 6.5.3 Los Arquitos, Jesús María

El sitio LA, presentó baja riqueza de especies, (Fig. 48) y el cual muestra la dominancia de *Mesomexovis spadix* en el sitio. Esta especie también fue encontrada en JEG, y en ambos sitios el principal sustrato donde fue localizada fue la roca. Además de ser la especie más dominante, *M. spadix* es la única especie de esta localidad que puede ser encontrada durante todo el año. *Chihuahuanus coahuilae*, fue encontrada asociada principalmente a rocas y galerías. Los encuentros con esta especie estuvieron limitados a los meses de junio, enero y marzo. *Vaejovis aguazarca* fue la especie con menor abundancia y siempre encontrada asociada a la hojarazca, únicamente durante los meses de agosto y noviembre.

Por último, las incidencias en las estaciones de muestreo en LA fueron (Fig. 49): 75% de las observaciones de *Ch. coahuilae* se presentaron en la primera estación, mientras que *M. spadix* fue observado en igual proporción en todas las estaciones y las observaciones

de *V. aguazarca* se presentaron el 100% en la segunda estación. La abundancia de las especies en las distintas estaciones de muestreo se muestra en el cuadro 21.

Cuadro 21. Abundancia de las especies de escorpiones en las estaciones de muestreo de la localidad LA.

Estación	<i>Chih_coa</i>	<i>Meso_spad</i>	<i>Vaej_agua</i>
1°	4	174	0
2°	0	186	2
3°	1	90	0

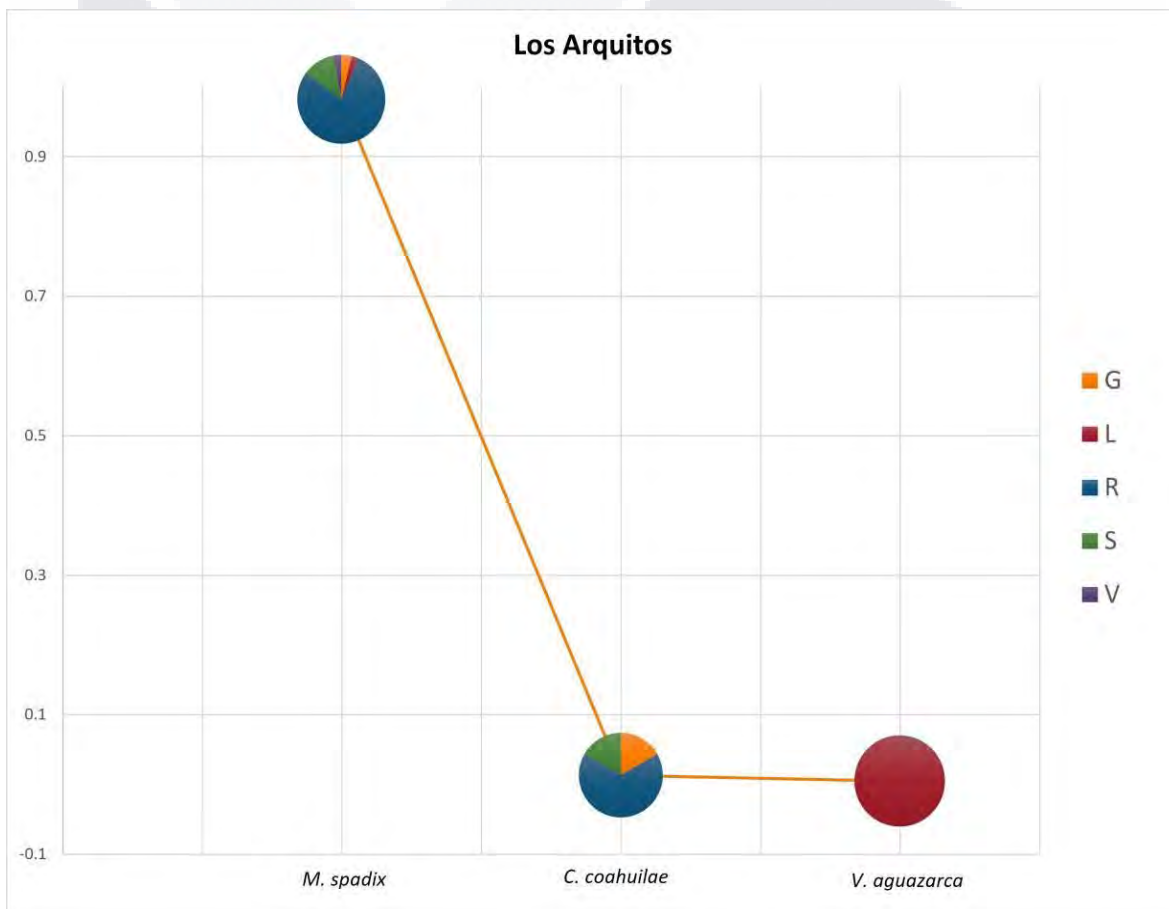


Figura 48. Uso de microhábitat por parte de las especies de escorpiones en Los Arquitos. G: galeria, L: hojarasca, R: roca, S: sustrato y V: vegetación.



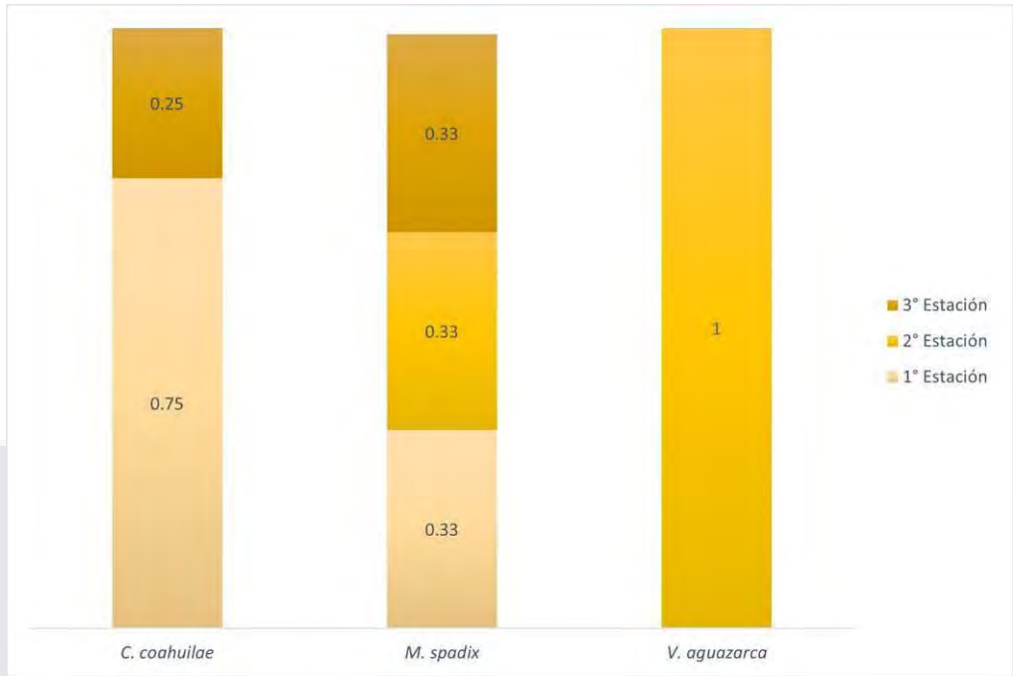


Figura 49. Proporción de incidencias de las especies de escorpiones en las estaciones de muestreo de la localidad LA.

**6.6 Modelado de nicho ecológico de las especies del DCAGS**

Se construyeron modelos de distribución potencial para las especies registradas en el DC de Aguascalientes: (1) *Chihuahuanus bilineatus*; (2) *Chihuahuanus coahuilae*; (3) *Chihuahuanus glabrimanus*; (4) *Diplocentrus zacatecanus*; (5) *Mesomexovis spadix*; (6) *Paruroctonus gracilior*; y (7) *Vaejovis tenamatzlei*. No se incluye a *Vaejovis aguazarca* a pesar de estar presente en LA ya que su presencia fue muy escasa y no fue constante, a diferencia de *V. tenamatzlei* en JEG. Todos los modelos generados resultaron estadísticamente significativos (Cuadro 22).

Cuadro 22. Parámetros, significancia estadística (pROC), tasa de éxito de validación mediante Jackknife y valor p (Pearson et al., 2007) de los modelos de distribución potencial de los escorpiones del DCAGS.\*= AUC de modelos evaluados con ocurrencias independientes.

Especie	Modelo	pROC	Tasa de éxito	p
<i>Ch. bilineatus</i>	0.1_lq_set2	0	0.947369	0.000002
<i>Ch. coahuilae</i>	0.7_lq_set4	0	0.789478	0.0038398
<i>Ch. glabrimanus</i>	0.1_lq_set1	0	0.947368	0.000002
<i>D. zacatecanus</i>	0.2_lq_set3	0	0.858*	NA

<i>M. spadix</i>	0.1_lq_set3	0	0.952381	0.000004
<i>P. gracilior</i>	0.3_q_set3	0	0.96	0
<i>V. tenamaztlei</i>	1_lq_set2	0	0.964*	NA

### 6.6.1 *Chihuahuanus bilineatus*

El área de calibración de esta especie (Fig. 16) fue delimitada haciendo uso de un buffer de 100 km alrededor de los puntos de ocurrencia que fue cortado con los polígonos de las provincias biogeográficas DC y SMOr (Morrone et al., 2017), se tomaron en cuenta las observaciones de González-Santillán y Prendini (2013) sobre el endemismo del género en el DC, aunque se incluyó una porción de la SMOr debido a que algunos de los puntos de ocurrencia se ubican en esta provincia. Se tomó el valor *10 percentile training prescense* como umbral de corte para la elaboración del mapa de distribución potencial (Fig. 50). Se logró ajustar todas las curvas respuesta de las variables empleadas (set 2, anexo B) a una distribución unimodal, por lo cual el modelo no fue truncado al reproyectar la predicción geográfica.

La idoneidad ambiental representada en la figura 50, revela una alta afinidad de *Ch. bilineatus* por la ecorregión de bosques de pino encino (Olson et al., 2004) de la Sierra Madre Oriental. En la Meseta Central de San Luis Potosí, se presentan condiciones de idoneidad menos elevadas que conectan la distribución de esta especie con el Matorral Central Mexicano de los estados de Aguascalientes, sureste de Zacatecas y norte de Guanajuato. La idoneidad ambiental va disminuyendo hacia la región de la Sierra Madre Oriental de Querétaro e Hidalgo.

Con base en el análisis de las curvas respuesta de las variables empleadas, los niveles óptimos de las variables son: (1) rango diurno medio, 15-17°C; (2) estacionalidad de la temperatura,  $\pm 250$ ; (3) temperatura mínima del mes más frío, 4°C; (4) precipitación anual, 500; (5) precipitación del mes más húmedo, 100 mm; (6) precipitación del trimestre más húmedo, 200-300 mm; (7) precipitación del trimestre más cálido, 200 mm; (8) fracción volumétrica de fragmentos rocosos, 125-150 cm<sup>3</sup>/dm<sup>3</sup>; (9) partículas arenosas, 500-600 g/kg; (10) limo, 200-300 g/kg.

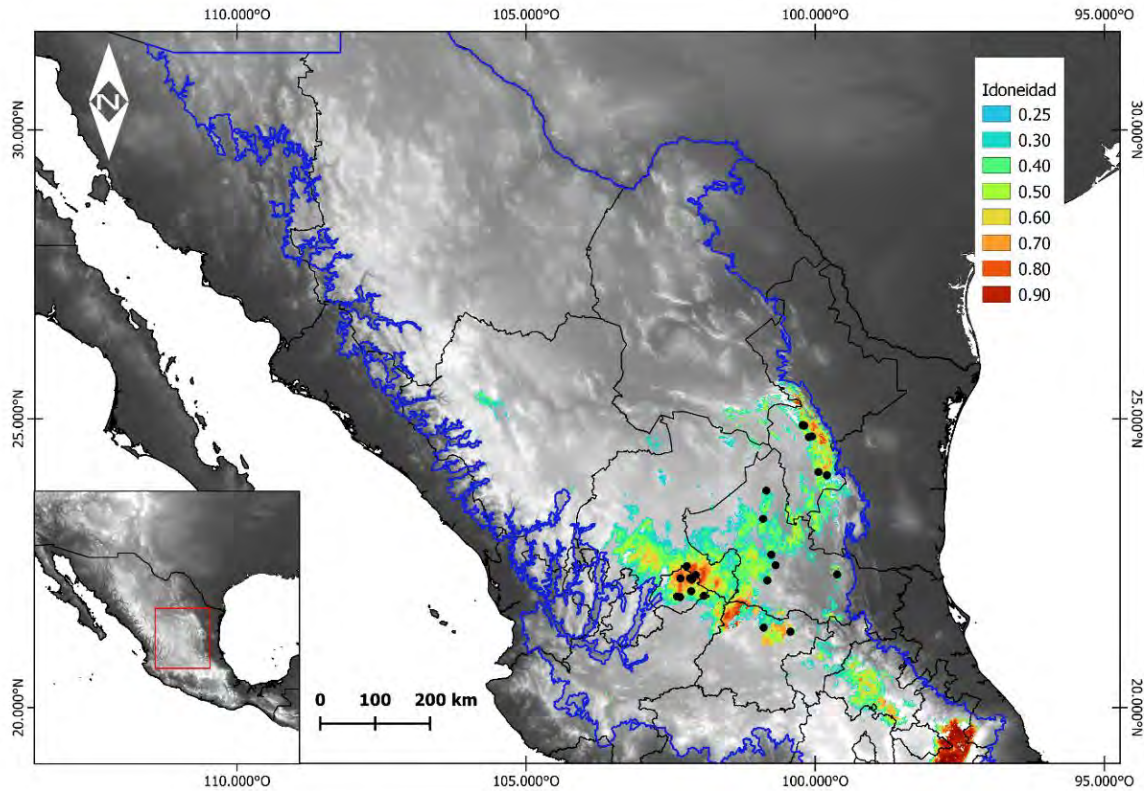


Figura 50. Distribución potencial de *Ch. bilineatus*, el área delimitada con color azul (área G) corresponde a las provincias biogeográficas (Morrone et al., 2017) Desierto Chihuahuense y Sierra Madre Occidental y Oriental.

### 6.6.2 *Chihuahuanus coahuilae*

El área de calibración para *Ch. coahuilae* fue definida después de diversas rondas de experimentación con distintas extensiones del área M: todos los puntos de ocurrencia se ubican dentro del polígono correspondiente a la provincia DC (Morrone et al., 2017). Sin embargo, los primeros modelos generados con un área de calibración generada mediante buffers de distancia y provincias biogeográficas no lograron ser ajustados para generar curvas respuesta unimodales. Al delimitar el área dentro del polígono de la provincia DC con ayuda de provincias fisiográficas, se logró ajustar un mayor número de gráficos de respuesta hacia las variables ambientales a una distribución normal. El valor *minimum training presence* fue tomado como umbral de corte para generar el mapa de distribución potencial (Fig. 51). En este caso, no todas las variables utilizadas (set 4, anexo B) lograron ajustarse a una distribución unimodal. Los gráficos curva respuesta de las variables (1) temperatura mínima del mes más frío (bio 6) y (2) precipitación del

trimestre más frío (bio 19) si lograron ser ajustadas a una distribución normal con los parámetros utilizados y presentan valores óptimos de 4°C y 40 mm, respectivamente. La variable (3) precipitación media del trimestre más frío (bio 11) no logró ser ajustada a una distribución unimodal. Sin embargo, su rango de valores de idoneidad dentro del área M va de cero a 0.9 y la diferencia respecto a los valores presentes en el área G (Anexo B) no es muy grande.

La figura 51 muestra la idoneidad ambiental para *Ch. coahuilae* alta en la ecorregión Desierto Chihuahuense de Durango y el oeste y sureste de Coahuila (Olson et al., 2004). Estas condiciones de idoneidad se continúan hacia el norte de Zacatecas. La idoneidad ambiental vuelve a elevarse en el Matorral Central Mexicano de Aguascalientes y disminuye hacia los bosques secos del Bajío.

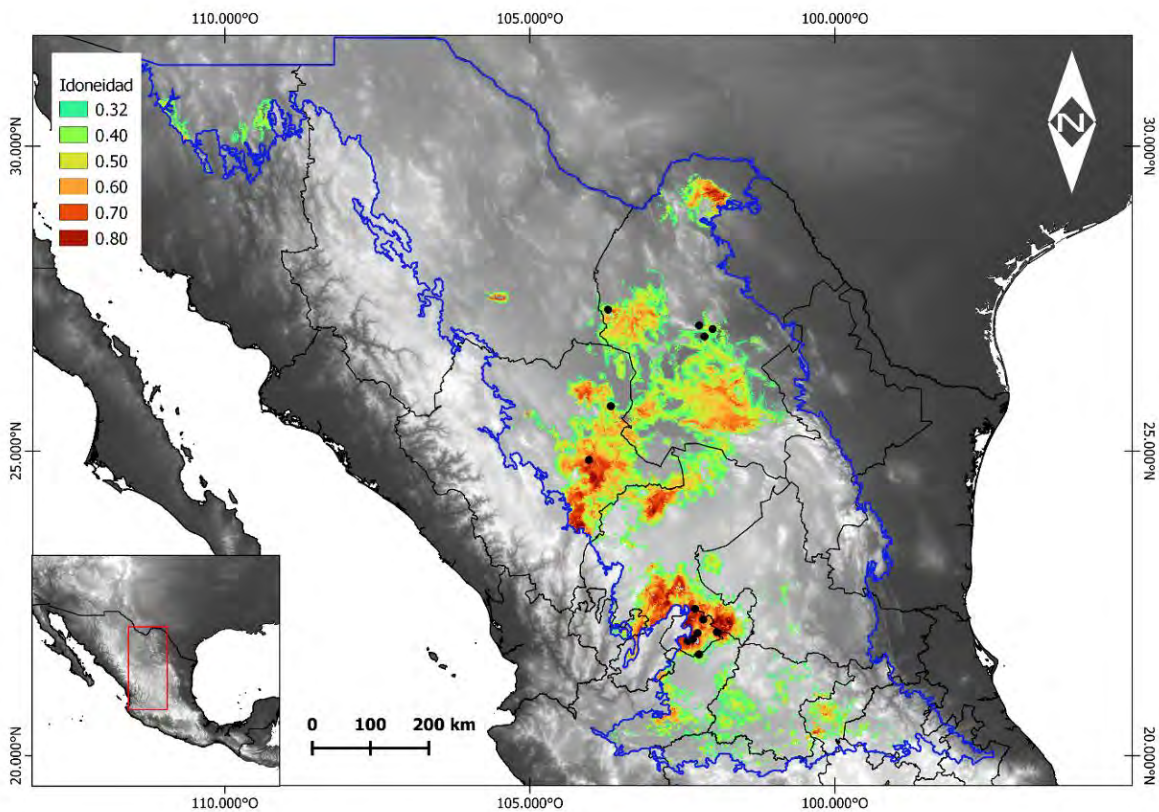


Figura 51. Distribución potencial de *Ch. coahuilae*, el área delimitada en color azul (área G) corresponde a las provincias biogeográficas (Morrone et al., 2017) Desierto Chihuahuense y Sierra Madre Oriental.



### 6.6.3 *Chihuahuanus glabrimanus*

De manera similar a lo ocurrido con *Ch. coahuilae*, delimitar el área de calibración (M) para *Ch. glabrimanus* requirió de distintas rondas de experimentación. El área M final fue delimitada mediante el uso de la ecorregión Sierra Madre Oriental (INEGI et al., 2008) y subcuencas hidrográficas (CNA, 1998). Se utilizó el *minimum training presence* como umbral de corte para el mapa de distribución potencial (Fig. 52). De las variables ambientales utilizadas, (1) la proporción de limo presenta una diferencia entre las variables utilizadas ya que presenta diferencia considerable entre los rangos de valores del área de 98 unidades entre los valores del área M y G (set 1, anexo B). Por lo anterior, la reproyección hacia el área G se realizó truncando la predicción. Los valores óptimos de esta variable (0.7-0.8) se alcanzan entre los 400-450 g/kg.

Se logró ajustar la curva respuesta de tres variables a una distribución normal: (2) la temperatura media del trimestre más húmedo (bio 8), cuyos valores óptimos se encuentra entre los 18-20°C; (3) la temperatura media del trimestre más cálido (bio 10), presenta niveles óptimos en el rango de 18-22°C; y (4) la precipitación del trimestre más cálido, alcanza niveles óptimos alrededor de los 200 mm.

Las siguientes variables no se ajustan a una distribución normal, sin embargo las diferencias en sus rangos de valores (entre área M y G) es pequeña: (5) isothermalidad (bio 3), cuya máxima idoneidad se da entre las 65 y 70 unidades; (6) la precipitación del trimestre más húmedo (bio 16), presenta mayor idoneidad en entre los valores menores, 114-200 mm, y es menor a 0.1 por encima de los 500 mm aproximadamente; (7) la precipitación del trimestre más seco es aún menor, alcanzando los niveles de mayor idoneidad de los 17-40 mm, y se vuelve mínima por encima de los 130 mm; en cuanto a la (8) proporción de partículas de arcilla, los niveles más altos de idoneidad se presentan alrededor de los 150 - 200 g/kg y es mínima por encima de los 350 g/kg; finalmente, (9) la proporción de partículas de limo tiene la mayor idoneidad en sus niveles más altos, 400-450 g/kg y es mínima por debajo de los 200 g/kg.

La distribución potencial de *Ch. glabrimanus* (Fig. 52), posee alta idoneidad ambiental en la ecorregión Bosques de Pino Encino (Olson et al., 2004) de la Sierra Madre Oriental de Coahuila, y la Meseta Central del este de Durango y norte de Zacatecas. Esta distribución



es continúa hacia el Matorral Central Mexicano de Aguascalientes, el noreste de Jalisco, norte de Guanajuato y el sur de Hidalgo.

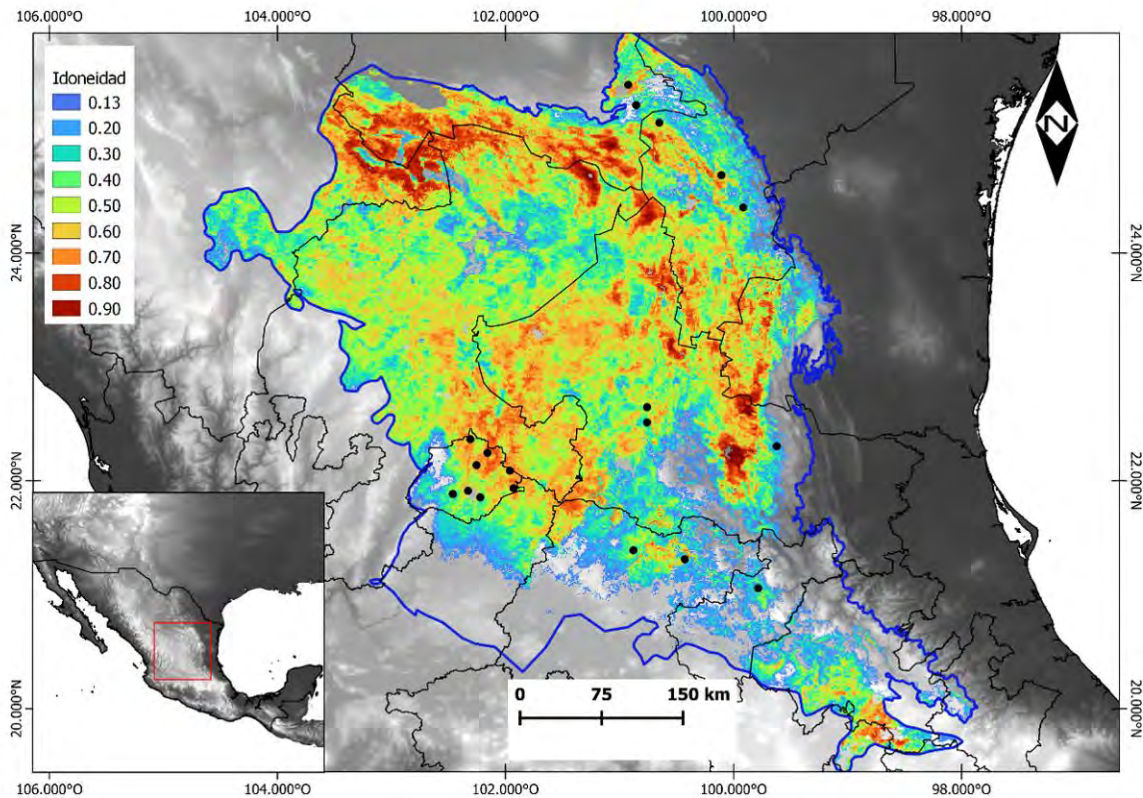


Figura 52. Distribución potencial de *Ch. glabrimanus*, el área delimitada en color azul (área G) corresponde a las ecorregiones (Olson et al., 2001) Matorral de la Meseta Central y Matorral Central Mexicano.

#### 6.6.4 *Diplocentrus zacatecanus*

La delimitación del área M de *D. zacatecanus* consistió del uso de un buffer de 100 km alrededor de los puntos de ocurrencia, el polígono resultante fue cortado para que solo incluyera las provincias biogeográficas (Morrone et al., 2017) en las cuales se ubicó algún punto de ocurrencia (DC, SMOc y FVTM). *D. zacatecanus* y *V. tenamaztlei* son las únicas dos especies modeladas en las que fue posible evaluar los modelos generados utilizando una base de datos independiente. Se utilizaron 31 ocurrencias para calibrar el modelo y seis para evaluarlo de manera independiente. Estos últimos seis datos de ocurrencia, fueron proporcionados por el Dr. José Jesús Sigala, tomados de sus fotografías y notas de campo. El valor 10 percentile training presence fue tomado como

umbral de corte para general el mapa de distribución potencial de *D. zacatecanus* (Fig. 53).

Se logró el ajuste de los gráficos de curva respuesta de siete variables: (1) el rango anual de temperatura (bio 7), presentó niveles óptimos de 22-26°C; (2) la precipitación anual (bio 12), de 600 mm; (3) la estacionalidad de la precipitación (bio 15), de 100-110; (4) la precipitación del trimestre más cálido (bio 18), con 200 mm; (5) la precipitación del trimestre más frío (bio 19), de 30 mm; (6) fracción volumétrica de fragmentos rocosos, 30%; y (7) proporción de partículas de limo, de 30 g/kg.

Sin embargo, las siguientes variables no lograron ser ajustadas: (8) densidad aparente de la fracción de tierra fina (bdod), la cual posee una diferencia de 20 unidades entre las áreas M y G (Anexo B); (9) la isothermalidad (bio 3) y (10) la proporción de partículas de arcilla. Por lo anterior, la proyección de este modelo se realizó conservando las variables que no se lograron ajustar, pero indicando a Maxent que trunque la predicción geográfica.

El área de distribución potencial de *D. zacatecanus* comienza desde el oriente de Durango, en la ecorregión (Olson et al., 2004) Matorral de la Meseta Central con condiciones de idoneidad ambiental altas que continúan en los bosques de pino encino de Durango y el poniente de Zacatecas. La idoneidad ambiental continúa en la región del Matorral Central Mexicano y disminuye en la región de la Sierra Madre Occidental en Zacatecas y Aguascalientes. En el estado de Aguascalientes, las zonas con idoneidad ambiental más altas se ubican dentro del Matorral Central Mexicano o DC (Morrone et al., 2017). Estas condiciones de alta idoneidad continúan hacia el norte de Jalisco y Guanajuato, pero disminuyen en contacto con la FVTM.

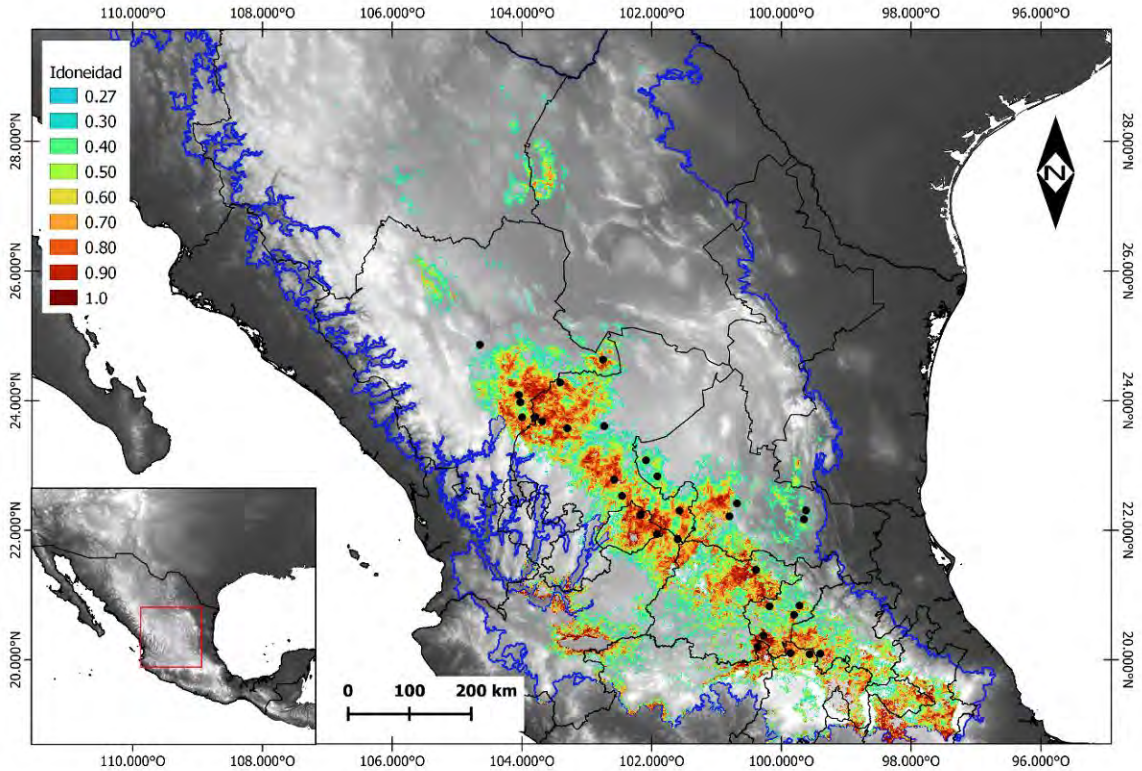


Figura 53. Distribución potencial de *D. zacatecanus*, el área delimitada en azul (área G) corresponde a las provincias biogeográficas (Morrone et al., 2017) Desierto Chihuahuense, Faja Volcánica Trans Mexicana y Sierra Madre Occidental y Oriental.

**6.6.5 Mesomexovis spadix**

En el caso de *M. spadix*, la delimitación de su área M corresponde a un buffer de 100 km alrededor de los puntos de ocurrencia, cortado de manera que incluyera las provincias biogeográficas DC, SMOc y TBP (Morrone et al., 2017). Se utilizó el valor *10 percentile training prescence* como umbral de corte para general el mapa de distribución potencial de *M. spadix* (Fig. 54). Las variables (1) densidad aparente de la fracción de tierra fina (cg/cm<sup>3</sup>) y (2) rango anual de temperatura (bio 7) no lograron ajustarse a una distribución normal, las diferencias entre los rangos de las variables (Anexo B) son menores. El resto de las variables pudieron ser ajustadas una distribución normal: (3) isothermalidad (bio 3); (4) temperatura media del trimestre más seco (bio 9), con valores óptimos de 16-20°C; (5) la precipitación del trimestre más seco (bio 17) y (6) precipitación del trimestre más frío (bio 19), con valor de 40 mm ambas; (7) la fracción volumétrica de fragmentos rocosos, con valores óptimos de 150-200 y (8) la proporción de partículas

arcillosas (clay), con rango óptimo de 200-250 g/kg. Debido a que la mayoría de las variables se ajustó a una distribución normal, y las dos variables que no se ajustaron no poseen grandes diferencias con respecto a los valores presentes en el área de proyección, se decidió extrapolar la predicción geográfica sin indicar que se trunque el modelo.

A pesar de contar con pocos registros en el estado de Zacatecas, el mapa de distribución potencial (Fig. 54) muestra una amplia área con alta idoneidad ambiental en la ecorregión (Olson et al., 2004) Matorral de la Meseta Central, estas condiciones continúan en el Matorral Central Mexicano en el DC de Aguascalientes y Zacatecas. En las zonas altas de la Sierra Madre Occidental de Zacatecas y Aguascalientes, las condiciones de idoneidad disminuyen, mostrando incluso zonas en las que no se predice la presencia de esta especie. Por otra parte, en la provincia Tierras Bajas del Pacífico, que corresponde a la ecorregión Matorral Central Mexicano, la idoneidad ambiental aumenta y predice la distribución de esta especie en Calvillo, Ags., y el sur de Zacatecas.

En la región oriente del estado, se encuentra presente en el cerro Juan el Grande, en el municipio de El Llano, cuyos bosques de encino corresponden a la ecorregión bosques de encino del cinturón volcánico trans mexicano (INEGI, 2008). Se muestra también, una zona con condiciones altas de idoneidad en la región árida del noroeste de Aguascalientes.



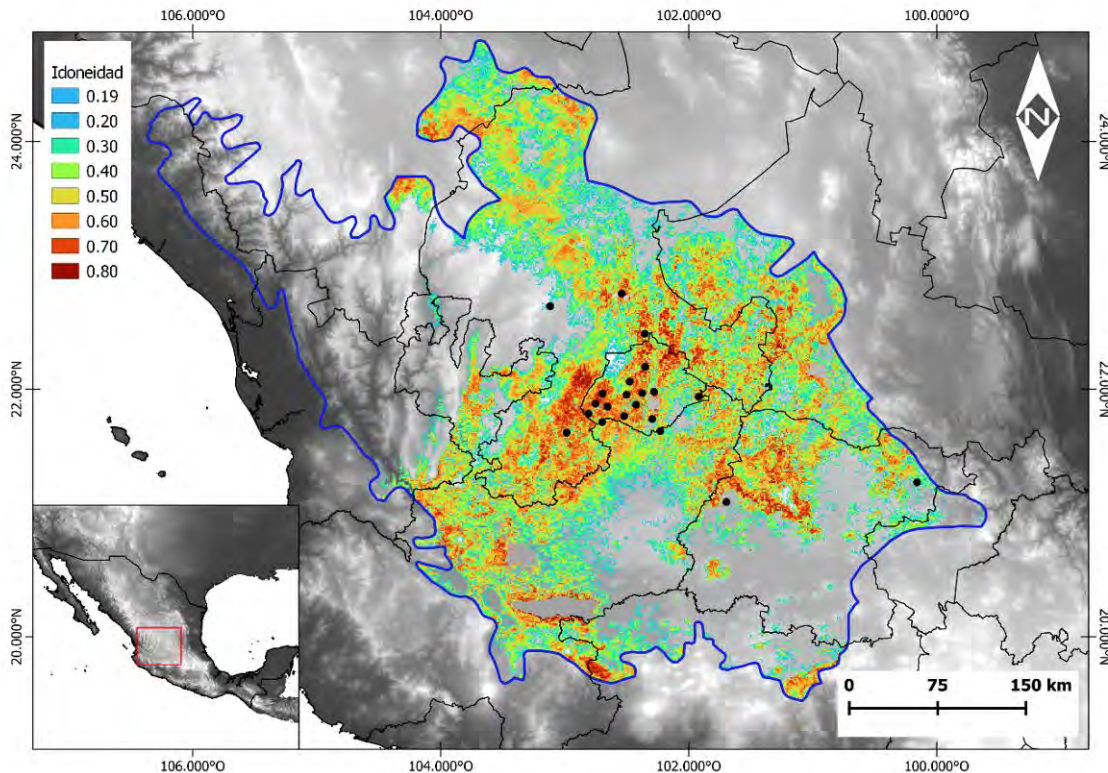


Figura 54. Distribución potencial de *M. spadix*, el área delimitada en azul (área G) corresponde a las provincias fisiográficas mesetas y cañadas del sur, sierras y llanuras del norte, sierras y valles zacatecanos, llanuras de Ojuelos-Aguascalientes, sierras y llanuras del norte de Guanajuato, bajo guanajuatense, Chapala y Guadalajara (Cervantes-Zamora et al., 1990).

### 6.6.6 *Paruroctonus gracilior*

Debido a que esta especie cuenta con puntos de ocurrencia dentro de los EE.UU., se utilizaron las ecorregiones de Olson et al., (2004) para delimitar el área que corresponde al DC, de manera que se incluya tanto la porción mexicana como estadounidense. Adicionalmente, debido a que el rango de distribución es extenso, pero con algunos puntos de ocurrencia (en Aguascalientes y San Luis Potosí) apartados del polígono principal de la ecorregión DC, de manera auxiliar se utilizaron subcuencas hidrológicas para delimitar el área M. Esta decisión fue tomada después de distintas rondas de experimentación áreas M más extensas, cuyos modelos correspondientes no dieron resultados satisfactorios en cuanto a la significancia estadística. Se utilizó como umbral de corte el valor *minimum training presence* para generar el mapa de distribución potencial (Fig. 55). Ninguna de las gráficas de las variables empleadas logró ser ajustada a una distribución normal. Por lo tanto, se extrapoló truncando la predicción geográfica



en el área G. Los rangos óptimos obtenidos de las curvas respuesta de las variables se describen a continuación: (1) la temperatura media anual (bio 1) es de 6-22°C; (2) la temperatura máxima del mes más caliente varía entre 22-40°C, la respuesta hacia esta respuesta no muestra mucha variación; (3) la temperatura media del trimestre más seco (bio 9), de 22-24°C; (4) la precipitación del mes más seco (bio 14), de 1-4 mm; (5) la estacionalidad de la precipitación (bio 15) tiene mayor idoneidad entre las 43-70 unidades; (6) la precipitación del trimestre más frío (bio 19), de 150-200 mm; (7) la fracción de los fragmentos rocosos (cfvo), muestra mayor idoneidad en el rango de 1-100 mm y la porción de partículas arcillosas (clay) presenta la mayor idoneidad entre los 72-150 g/kg.

La distribución de esta especie abarca desde Arizona, Nuevo México y Texas, en la ecorregión Desierto Chihuahuense en EE.UU. Estas condiciones de idoneidad ambiental se continúan hacia el norte de Chihuahua en México, con mayores condiciones de idoneidad en el centro y sur de Coahuila. En el norte de Durango, también existen condiciones levemente idoneas. Por otra parte, condiciones fuertes de idoneidad se presentan en la región norte de Zacatecas y San Luis Potosí. La distribución más sureña confirmada de esta especie es Tepezalá, Aguascalientes, donde las condiciones de idoneidad se reducen. Así mismo, se muestran zonas de distribución potencial en la meseta central de los estados de Guanajuato, Hidalgo, Querétaro y México.

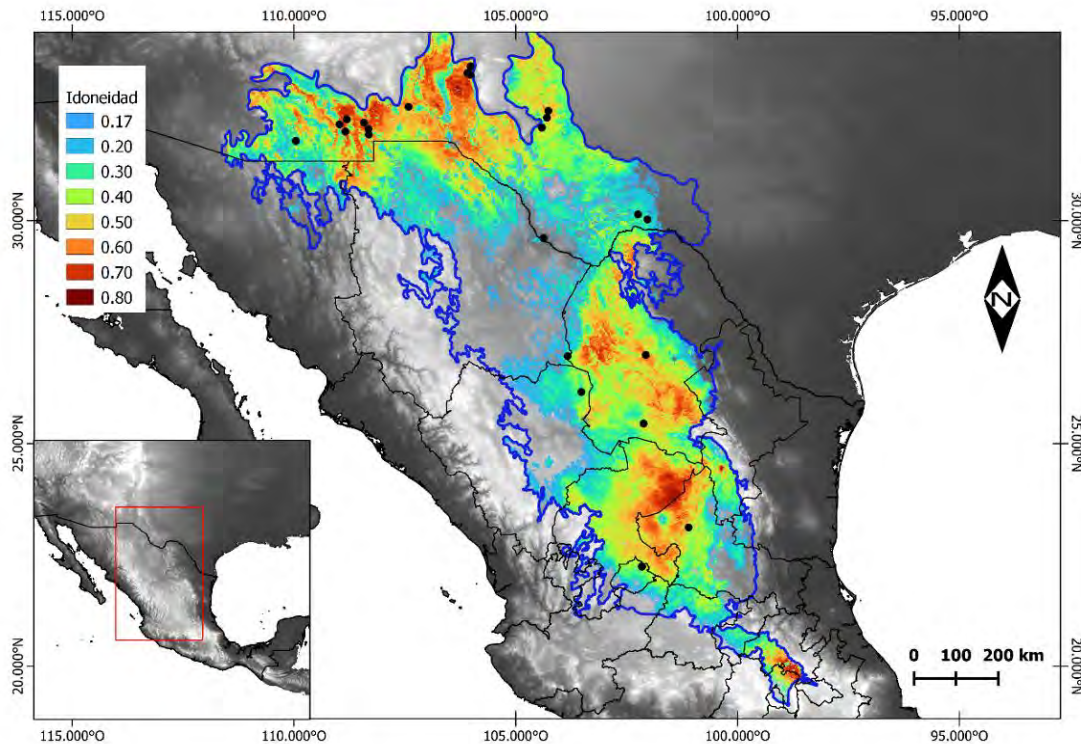


Figura 55. Distribución potencial de *P. gracilior*, el área delimitada en azul (área G) incluye a las ecorregiones Desierto Chihuahuense, Matorral de la Meseta Central y Matorral Central Mexicano (Olson et al., 2001).

### 6.6.7 *Vaejovis tenamatzlei*

El área M de *V. tenamatzlei* fue delimitada mediante la creación de un buffer de 100 km alrededor de los puntos de ocurrencia, el polígono resultante fue cortado para conservar únicamente las provincias biogeográficas en donde alguna ocurrencia fue registrada (CD y SMOc). Esta es la especie en la que se utilizaron menos ocurrencias para calibrar el modelo, con un total de seis ocurrencias. También, de las especies modeladas, solo *V. tenamatzlei* y *D. zacatecanus* fueron evaluadas con registros independientes. En el caso de esta especie, se utilizó el registro del topotipo publicado en la descripción de esta especie (Contreras-Félix et al., 2015). Se utilizó el valor *minimum training presence* como umbral de corte para general el mapa de distribución potencial (Fig. 56). Ninguna de las curvas respuesta de las variables se ajusto a una distribución normal. Sin embargo la diferencia entre los rangos de valores del área M y el área G no son grandes (Anexo B). Únicamente (1) la precipitación del mes más húmedo

(bio 13), presenta diferencia considerable (153 mm) en el límite superior de su rangos de valores (Anexo B). Por lo anterior, se decidió truncar la predicción geográfica al extrapolar el modelo.

En cuanto a las variables que presentan menor diferencia se encuentran: (2) isothermalidad (bio3), su curva respuesta se muestra cargada hacia los límites inferiores y la diferencia entre las áreas M y G es de 0.93 unidades; (3) la temperatura media del trimestre más húmedo (bio 8), se encuentra sesgada hacia el límite inferior (14 °C) donde alcanza idoneidad superior a 0.9, mientras que los valores de idoneidad menores a 0.1 aparecen posterior a los 20°C; similarmente, (4) la temperatura media del trimestre más caliente (bio 10) se encuentra sesgada hacia el límite inferior (16° C) donde alcanza valores de idoneidad ambiental de 0.9, y pixeles con valores superiores a los 20°C presentan idoneidad menor a 0.1; (5) la precipitación del mes más seco presenta forma unimodal, aunque con rangos limitados de idoneidad ambiental de entre 0.45 y 0.55; por último, (6) la respuesta a la fracción volumétrica de fragmentos rocosos (cfvo), generó una curva sesgada hacia los límites superiores, alcanzando valores de idoneidad superiores a 0.7 entre los pixeles con valores de 250-300, los valores de menor idoneidad, de 0.3-0.4, se presentan en pixeles con valores menores a 100.

Las zonas con mayor idoneidad ambiental para esta especie se encuentran en el norte de Aguascalientes y sur de Zacatecas, en la Sierra Fría. En la región poniente de Zacatecas, se ubican parches de alta idoneidad ambiental donde probablemente más trabajo de campo confirme la presencia de esta especie. La localidad tipo de esta especie en la Sierra del Laurel, municipio de Calvillo, Ags., presenta una estrecha franja con condiciones ambientales aptas, que disminuyen al alejarse de la zona montañosa de la Sierra del Laurel. Por otra parte, la zona oriente del estado donde se ha registrado esta especie, en el municipio de El Llano, muestra condiciones de idoneidad ambiental bajas. En el estado de Guanajuato se presentan parches aislados con condiciones ambientales aptas en los bosques de encino del Cinturón Volcánico Trans Mexicano (Olson et al., 2004).

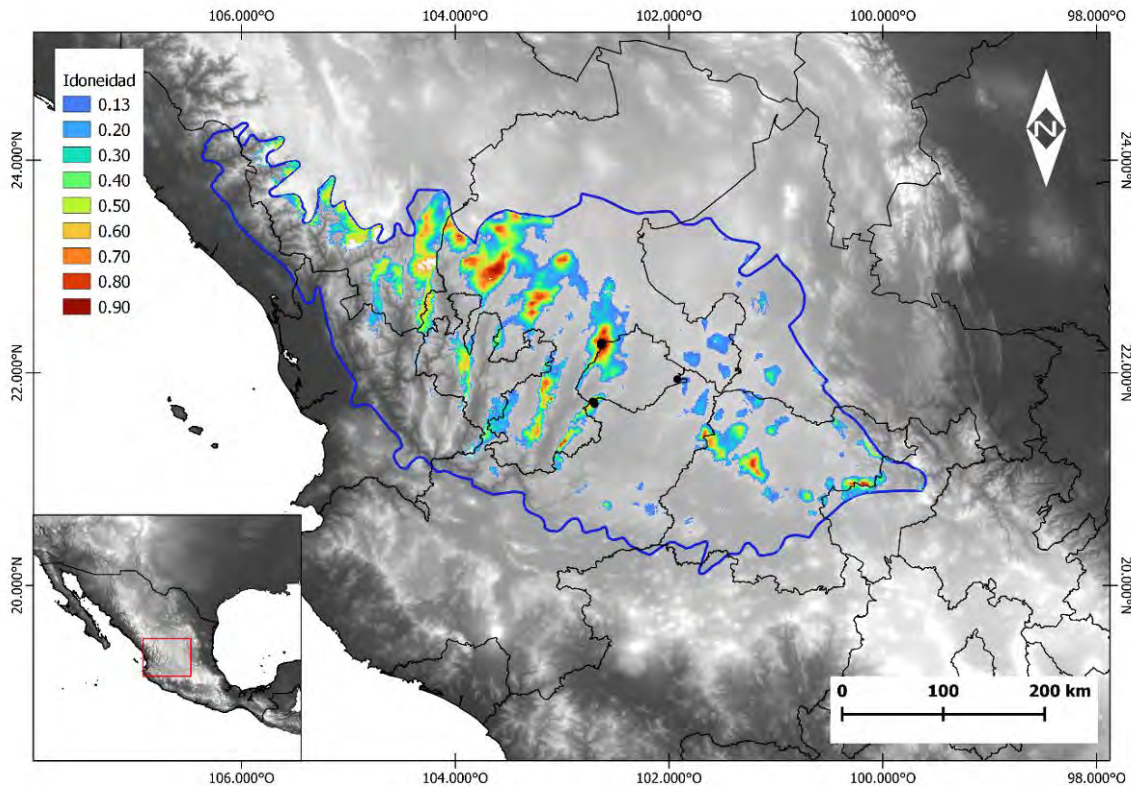


Figura 56. Distribución potencial de *V. tenamaztlei*, el área delimitada en azul (área G), corresponde a las provincias fisiográficas mesetas y cañadas del sur, sierras y valles zacatecanos, llanuras y sierras potosino-zacatecanas, llanuras de Ojuelos-Aguascalientes, altos de Jalisco, sierras y llanuras del norte de Guanajuato, Sierra Cuatralba y de Guanajuato, y bajo guanajuatense (Cervantes-Zamora et al., 1990).

## 7. DISCUSIÓN

### 7.1 Actualización de la riqueza de especies de escorpiones de Aguascalientes.

El estado de Aguascalientes a pesar de ser un estado pequeño, posee un ensamble único de especies de escorpiones. Resultado de este trabajo, el listado de especies de Aguascalientes pasó de nueve (Contreras-Félix et al., 2015) a 13 especies, y una más con descripción en proceso. Estas 14 especies pertenecen a las familias Buthidae (2), Diplocentridae (1) y Vaejoividae (11), y se encuentran distribuidas en siete géneros. De las cuatro especies que se agregan al listado del estado, dos son especies nuevas para la ciencia (Chávez-Samayoa et al., 2022), y dos son nuevos registros en el estado (*Centruroides balsasensis* y *Chihuahuanus glabrimanus*).



Los museos y colecciones zoológicas son acervos fundamentales para el conocimiento de la biodiversidad. Recientemente, distintos trabajos sobre sistemática y taxonomía de escorpiones en los que se ha hecho uso de especímenes depositados en colecciones científicas (Contreras-Félix y Francke, 2019; Esposito et al., 2017; González-Santillán y Prendini, 2013, 2018). Adicionalmente, se han realizado evaluaciones del estado del conocimiento de un grupo taxonómico o región haciendo uso de los datos de las etiquetas de los especímenes (Basualdo, 2011; Beck y Kitching, 2007; Fattorini, 2013; Guralnick y Van Cleve, 2005; Meier y Dikow, 2004; Petersen et al., 2003; Petersen y Meier, 2003; Soberón-Mainero et al., 2000).

Las estimaciones mediante métodos no paramétricos (cuadro 17), muestran que la CZUAA posee una muestra robusta de la riqueza de especies del estado. Las estimaciones obtenidas bajo el enfoque de celdas de 10 x 10 km, revelan que se tiene capturada entre el 86 y el 99% de la riqueza de especies de escorpiones de Aguascalientes en la CZUAA. Mientras que, bajo el enfoque de clases de cinco años, se estima que la riqueza de especies capturada en la CZUAA es de 98-100%. La estimación mediante Jackknife 2 superior al 100% se debe al aumento de muestreos realizado durante esta investigación, ya que debido a las colectas realizadas en el periodo 2019-2022, ninguna especie estuvo presente en una sola clase de cinco años y *Paruroctonus gracilior* y *Thorellius* sp. estuvieron presentes en dos periodos. Por lo cual, la fórmula matemática de Jackknife 2 da un estimado inferior al número de especies observado (Moreno, 2001). Sin embargo, Chao (1984) señala que estas estimaciones deben ser tomadas en cuenta como el límite inferior del número real de especies presentes. Lo anterior es especialmente relevante en el caso de taxa como los escorpiones, cuya baja movilidad y especialización a microhábitats (Bryson Jr. et al., 2013) hace que algunas especies sean difíciles de coleccionar. Por lo cual, no se descarta la posibilidad de encontrar nuevas especies en el futuro.

Otros estados con superficie similar a Aguascalientes son: Colima con aproximadamente 5,262 km<sup>2</sup> de superficie y Morelos con 4,878 km<sup>2</sup> (INEGI, 2019). Actualmente, son conocidas en estos estados 10 y 15 especies, respectivamente (Córdova-Athanasiadis, 2005; González-Santillán et al., 2019). Aguascalientes comparte con estos estados



algunos factores como la topografía accidentada, con elevaciones montañosas en la Sierra Fría, Sierra del Laurel y las elevaciones montañosas de la Sierra Madre del Sur o la FVTM de Colima y Morelos respectivamente, así como el encuentro de dos o más provincias biogeográficas que aportan distintos elementos bióticos. En conjunto, esto permite que en poca extensión superficial estos estados se encuentren habitados por especies de distintas afinidades. Por ejemplo, los *Centruroides* de importancia médica y las especies de *Thorellius*, cuya distribución se reporta principalmente en el área de la costa del Pacífico del país (González-Santillán y Possani, 2018; González-Santillán y Prendini, 2018) o las especies del grupo *mexicanus* (Contreras-Félix y Francke, 2019), presentes en los bosques de encino de las regiones montañosas de las tres entidades.

De los resultados de este trabajo, destaca la presencia de *Centruroides balsasensis*, la cual es la segunda especie de importancia médica de la cual se tiene registro en la entidad. Esta especie, es nativa de la cuenca del Balsas y se conoce en los estados de Michoacán, Morelos, Guerrero y Estado de México (Córdova-Athanasiadis, 2005; Ponce-Saavedra y Francke, 2004). La plasticidad ecológica de esta especie hace que sea posible que sea registrada en regiones donde no había sido recolectada antes. Ejemplo de lo anterior, es el reciente registro de esta especie en Ciudad Juárez, Chihuahua (Reyes Mora, et al., 2021). En el caso de Aguascalientes, la primera muestra de esta especie fue depositada en 2005 (CZUAA:SCO-111). A partir de 2005, se han registrado muestras en los municipios de Aguascalientes, Calvillo y Jesús María, todos los ejemplares depositados hasta el momento son hembras y se asocian a áreas urbanas o perturbadas. *Centruroides balsasensis* también fue identificada por primera vez en muestras del estado de Zacatecas, aunque la información brindada por los colectores menciona los municipios de Jalpa y Juchipila, no se precisa si fue encontrada en campo o áreas urbanas (CZUAA:SCO-102; SCO-110; SCO-407).

El género *Chihuahuanus* fue señalado como endémico del DC por González-Santillán y Prendini (2013). En el estado de Aguascalientes, las especies del género cumplen con esta premisa al distribirse en el área correspondiente al DCAGS. Los primeros trabajos de escorpiofauna de México (Hoffmann, 1931) revelaron la presencia de *Ch. bilineatus* en el municipio de Tepezalá. La segunda especie del género registrada para el estado es

*Chihuahuanus coahuilae*, reportada por Escoto-Rocha y Delgado Saldivar en 2008. Sin embargo, esta especie no fue considerada como parte de la escorpiofauna del estado en trabajos posteriores (Francke, 2019; Ponce-Saavedra y Francke, 2013a; Santibáñez-López et al., 2015). La revisión de ejemplares depositados en colecciones, así como aquellos recolectados en campo permitió confirmar la presencia de esta especie en la entidad (Chávez-Samayoa, et al., 2022).

Por otra parte, *Chihuahuanus glabrimanus* es reportada en la presente contribución como un nuevo registro para la entidad. Esta especie fue descrita con base en ejemplares recolectados en Coahuila y Nuevo León (Sissom y Hendrixson, 2005) y posteriormente su distribución fue ampliada hacia los estados de Guanajuato y San Luis Potosí (González-Santillán y Prendini, 2013, 2015). En el curso de este trabajo se revisaron ejemplares de la CZUAA y la CNAN provenientes de los municipios de Aguascalientes, Asientos, Calvillo, Cosío, Jesús María y Tepezalá, así como de los estados de Guanajuato, Nuevo León, Querétaro y San Luis Potosí.

Se encontraron diferencias en distintos caracteres de las poblaciones de *Ch. glabrimanus*: por una parte, las diferencias morfológicas observadas, además de los conteos de macrosetas metasomales (cuadros 14 y 15) no muestran algún patrón claro que permita delimitar especies distintas. Por otra parte, existen diferencias en la forma de la lámina de los espermátóforos de las poblaciones distintas (Fig. 23). La evidencia obtenida no resulta conclusiva, ya que el PCA (Fig. 24) no detectó agrupaciones naturales de los datos que separen las poblaciones. Por lo tanto, se decidió registrar a esta especie como *Chihuahuanus glabrimanus*. Se recomienda ampliar la muestra con ejemplares de más poblaciones a lo largo del rango de distribución de esta especie (Chambers et al., 2022), así como la examinación de la estructura genética de estas poblaciones para poder establecer si se trata de diferencias intraespecíficas o interespecíficas.

Por otra parte, este trabajo permite descartar a *Mesomexovis punctatus* como parte de la escorpiofauna de la entidad. Esta confusión en la identidad de *M. spadix* y *M. punctatus* puede remontarse al trabajo de Hoffmann (1931), en el cual subordinó especies más antiguas a *V. punctatus*, creando las subespecies: *Vaejovis punctatus spadix*, *V. punctatus variegatus* Pocock, 1898 y *V. punctatus punctatus* Karsch, 1879 al considerar

que las diferencias entre las poblaciones no sustentaban el rango de especie. El estatus de subespecies permaneció hasta 2013, cuando González-Santillán y Prendini elevaron su rango y las transfirieron al recién erigido género *Mesomexovis*. Sin embargo, no se publicaron caracteres diagnósticos, ni existe una clave publicada de especies del género. El material examinado durante este trabajo corresponde a *Mesomexovis spadix*, y puede ser diferenciado de *M. punctatus* por la presencia de serraduras laterales en el aculeus (Fet et al., 2006a), ausentes en *M. spadix*. Asimismo, puede ser diferenciado de *M. variegatus* por la carina ventral media del segmento V del metasoma, la cual es parcial en *M. variegatus* (Santibáñez-López y Sissom, 2010) y completamente granular en *M. spadix*.

Respecto al género *Thorellius*, Hoffmann (1931) inicialmente distinguió tres subespecies, *T. intrepidus atrox*, *T. intrepidus cristimanus* y *T. intrepidus intrepidus*. Hoffmann señala que las áreas de distribución corresponden a: *T. intrepidus atrox*, Colima; *T. intrepidus cristimanus* Aguascalientes, Zacatecas, Guanajuato, Jalisco y Michoacán y *T. intrepidus intrepidus*, de Colima. Soleglad y Fet (2008) elevaron el rango de *T. intrepidus atrox* a especie, con base en la examinación de especímenes de Colima y Jalisco. Posteriormente, González-Santillán y Prendini (2018) con base en caracteres morfológicos y moleculares sinominizaron *T. atrox* y *T. cristimanus*.

La localidad tipo de *Thorellius cristimanus* indicada por Pocock (1898) es Zacatecas, sin detalles adicionales. Por lo tanto, la distribución de esta especie permaneció ambigua hasta la publicación de las monografías de Hoffmann (1931). Por otra parte, González-Santillán y Prendini (2018), además de sinomizar *T. atrox* y *T. cristimanus* señalaron que no lograron localizar los ejemplares que Hoffmann refiere de Calvillo, Ags. Sin embargo, revisaron ejemplares depositados en el Instituto de Diagnóstico y Referencia Epidemiológico (INDRE) procedentes de Calvillo y estos fueron determinados como *Thorellius intrepidus*, aunque señalan que el trabajo de campo en la región de Zacatecas podría confirmar la presencia de esta especie. Los resultados de esta investigación coinciden en la presencia de *Thorellius intrepidus* en Calvillo, Ags., así como una segunda especie del género *Thorellius*. Las especies *Thorellius cristimanus* y *Thorellius* sp. nv., pueden diferenciarse por las carinas de las quelas de los pedipalpos, cuya granulación es

más evidente en *T. cristimanus*, forma de la quela, tamaño corporal y conteo de macrosetas de los segmentos metasomales (cuadro 16). Esta distinción se basa en la redescrición de *Thorellius cristimanus* (González-Santillán y Prendini, 2018), así como en la examinación de ejemplares procedentes de Aguascalientes, Michoacán y Jalisco.

Finalmente, resultado de este trabajo se describieron dos especies nuevas pertenecientes al grupo *mexicanus* (Contreras-Félix y Francke, 2019): *Vaejovis aguazarca* y *Vaejovis aquascalentensis*. Aumentando el número de especies pertenecientes al grupo en la entidad de uno (Contreras-Félix et al., 2015) a tres (Chávez-Samayoá et al., 2022). *Vaejovis aquascalentensis*, fue previamente determinado por Escoto-Rocha y Delgado-Saldivar (2008) como *Pseudouroctonus* sp. Aunque la morfología externa de *V. aquascalentensis* es parecida a los escorpiones del género *Pseudouroctonus*, la distribución de este género se restringe al norte de México y sur de EE.UU. Al momento de la publicación del listado de especies de Escoto-Rocha y Delgado-Saldivar (2008), aún no se tenían clara la delimitación del grupo *mexicanus*. Es por esto que, al examinar el material depositado en la CZUAA y CNAN, se logró identificar la pertenencia de esta especie al grupo *mexicanus*.

## **7.2 Análisis de diversidad y uso de microhábitats por parte de escorpiones en las localidades de estudio**

Con base en la compilación de información de 100 poblaciones de escorpiones, Polis (1990) reporta que la gran mayoría de localidades presenta entre tres y siete especies mientras que las localidades más diversas presentan entre diez y trece especies. Las localidades visitadas, poseen una diversidad promedio de especies ya que CAP y JEG presentan cinco especies, mientras que LA presenta tres. Las localidades más diversas, como algunas en Baja California Sur y Cuatro Ciénegas (Coahuila), poseen entre 10 y 13 especies (Francke, 2019; Polis, 1990).

La curva de acumulación de especies (Fig. 42) logró estabilizarse en todos los casos. De las tres localidades, JEG se estabilizó casi al final de los muestreos. Esto podría explicarse por la presencia de *Ch. glabrimanus*, al presentarse una sola ocasión durante los muestreos (Cuadro 20).

Los microhábitats reportados concuerdan en general con lo reportado en la literatura sobre la clasificación de sus ecomorfotipos. Las especies del género *Chihuahuanus*, así como del género *Mesomexovis* han sido clasificadas como lapidícolas (González-Santillán y Prendini, 2013). Coelho et al., (2022) mencionan a las especies lapidícolas como las menos especializadas entre los distintos ecomorfotipos y ubican a las especies psamófilas y litofilas como las más especializadas. Consistentemente, las figuras 44 y 46 muestran a *Ch. bilineatus* como la especie más abundante en la localidad CAP y la segunda más abundante en JEG, siendo superada por *M. spadix* en esta localidad. *M. spadix* es a su vez, la especie más abundante (Cuadro 20, Fig. 48) en la localidad LA.

Por otra parte, *Ch. glabrimanus* y *Ch. coahuilae* son especies menos abundantes en las localidades visitadas (Figs. 44, 46 y 48). Las preferencias de microhábitat y ecología de *Ch. glabrimanus* son poco conocidas, Sissom y Hendrixson (2005) no mencionan preferencias de hábitat de esta especie y González-Santillán (2013) reporta esta especie con ecomorfotipo lapidícola, habitante de zonas áridas, particularmente matorrales y chaparral. En las localidades de estudio donde estuvo presente, se asocia con el sustrato, rocas y hojarasca (Figs. 44 y 46). Sin embargo, su abundancia en las localidades visitadas es baja (Cuadros 19 y 20), por lo que más observaciones en campo son necesarias para complementar la información sobre las preferencias de hábitat de esta especie. Otro aspecto a considerar, son las muestras examinadas durante el análisis taxonómico (Anexo B), las cuales muestran que esta especie también habita el área del Valle de Aguascalientes e incluso ha sido encontrada en zonas urbanas del estado. En cambio, *Chihuahuanus coahuilae* ha sido reportada ocupando espacio bajo rocas, troncos e incluso heces de vaca (Stockwell, 1986). Brown et al., (2002) encontraron a *Ch. coahuilae* como una de las especies menos comunes en sus muestreos (1.3% del total de sus muestreos diurnos). Los resultados obtenidos coinciden con la variedad de microhábitats a los que se asocia *Ch. coahuilae* (Figs. 44 y 48), así como con la baja abundancia de esta especie en las localidades visitadas (Cuadros 19 y 21).

De acuerdo con lo esperado, se encontró consistentemente a *Diplocentrus zacatecanus* habitando espacios bajo rocas y galerías (Figs. 44 y 46), lo cual concuerda con su ecomorfotipo pelófilo (González-Santillán, 2004). *D. zacatecanus* presenta mayor



abundancia en la primer estación de la localidad CAP y en la segunda estación de la localidad JEG (cuadros 19 y 20). Bradley (1986), encontró una relación entre la densidad de ciertas especies con las características del microhábitat en localidades con microhábitats heterogéneos. Los resultados obtenidos, son congruentes con lo señalado por Bradley (1986), ya que en la primera estación de JEG la vegetación dominante es bosque de encino y en la segunda estación de CAP el suelo es menos compacto. Es posible que la elevación no sea un factor limitante para esta especie en las localidades visitadas, ya que Ponce-Saavedra et al., (2009) reportan localidades de colecta con rango de altitud de 1560-2514 m y ninguna de las localidades visitadas se encuentra fuera de este rango.

*Paruroctonus gracilior*, es una especie con caracteres de psamofilia (González-Santillán, 2004). Francke (2019), mencionó que en el hábitat correcto las poblaciones de esta especie son abundantes. Otras especies del género, pueden incluso ser las más abundantes en el hábitat correcto (Bradley y Brody, 1984). Bradley (1986), reportó la existencia de una correlación negativa entre la penetrancia del suelo con la densidad de *P. utahensis*. En este estudio no se midió la penetrancia del suelo, sin embargo, se muestran similitudes entre *P. utahensis* y *P. gracilior*, ya que esta última especie fue la segunda especie más abundante en la segunda estación (cuadro 19) de la localidad CAP, donde también se registró la mayor cantidad de ocurrencias de esta especie. Esta estación posee parches de áreas abiertas, el suelo posee visiblemente menor cantidad de rocas, además de encontrarse más erosionado al ubicarse en los alrededores de un arroyo. El mapa de distribución potencial de *P. gracilior* (Fig. 55) muestra que las condiciones de idoneidad ambiental de esta especie no son las más óptimas en CAP, mientras que en el área de Cuatro Ciénegas, Coahuila se muestra mayor idoneidad ambiental. Lo anterior es congruente con las observaciones de Francke (2019) y los resultados del trabajo de campo en la localidad CAP.

*Vaejovis tenamatzlei* y *V. aguazarca* fueron encontradas en las localidades JEG y LA respectivamente. Estas especies se asocian a rocas, troncos y hojarasca (Figs. 46 y 48). *V. tenamatzlei* se encontró con mayor frecuencia en la primera y segunda estación de muestreo de la localidad JEG, donde predomina el bosque de encino. El hallazgo de *V.*

*tenamaztlei* en JEG es interesante ya que su distribución potencial (Fig. 56) muestra condiciones de idoneidad ambiental bajas para esta localidad. A nivel macro, pareciera que esta zona no es óptima para *V. tenamaztlei*, sin embargo el microhábitat preferido por esta especie se encuentra preservado en JEG y la población es abundante y estable durante todo el año. Esto resalta la importancia de los esfuerzos de conservación que se han hecho para preservar esta área (IMAE, 2006). El caso contrario es posible observarlo en la localidad LA, donde aún se pueden encontrar ejemplares de *V. aguazarca* en el área ocupada por bosque de encino (segunda estación, Fig. 14), pero representan una proporción mínima de la escorpiofauna en la localidad (cuadro 21). Esta área no se encuentra bajo ningún esquema de protección, y es frecuentada para realizar actividades como pesca.

Las localidades CAP y JEG son las más diversas, se encuentran habitadas tanto por especies con cierta especialización (*D. zacatecanus*, *P. gracilior*, *V. tenamaztlei*) como por especies generalistas (*Ch. bilineatus*, *M. spadix*). Mientras que en LA podemos encontrar especies como *Ch. coahuilae* y *V. aguazarca*, su proporción es mínima. La equitatividad y dominancia (Cuadro 18) de las localidades de estudio reflejan que en ausencia de especies especializadas, una localidad puede ser dominada por especies generalistas.

Los estudios de microhábitat en general son pocos, el presente estudio es el cuarto realizado en el país. Ponce-Saavedra et al., 2006 y Quijano-Ravell et al., (2012) investigaron preferencias de *Centruroides balsasensis* y de *Hoffmannihadrurus gertschi* Soleglad, 1976 en Michoacán y Guerrero respectivamente. El primer trabajo realizado en México sobre comunidades de escorpiones es el de Goodman y Esposito, (2020) quienes le brindaron un enfoque de partición de nicho de especies de *Centruroides* dentro de la Estación de Biología Los Tuxtlas. Fuera de México, se han publicado estudios sobre *Centruroides margaritatus* Gervais, 1841 (Ramírez-Arce, 2015), *Centruroides vittatus* Say, 1821 (McReynolds, 2008; 2012), *Brachistosternus ferrugineus* Thorell, 1876 (Nime et al., 2016), y a nivel comunidad se han realizado investigaciones en Colombia, Brasil, y Estados Unidos de América (Álvarez et al., 2013; Brown et al., 2002; De Araujo-Lira y Medeiros-de Souza, 2014; Lira et al., 2013).

### 7.3 Modelado de nicho ecológico de las especies del DCAGS

El uso del modelado de nicho ecológico se ha extendido en el estudio de escorpiones con diferentes propósitos como la evaluación de zonas de riesgo de picadura de alacrán debido al cambio climático (Brites-Neto et al., 2015; El Hidan et al., 2018; Fuente-Martínez et al., 2018; Rafinejad et al., 2022), estimar distribución potencial durante el último glacial máximo (Graham et al., 2014), brindar soporte adicional a la delimitación de especies (Mirshamsi, 2013), conservación (Shi et al., 2007; Ureta et al., 2020), entre otras. La fiabilidad de los modelos obtenidos, depende de factores como la calidad de los datos de ocurrencia, delimitación de la zona de estudio, variables y parámetros de calibración, software utilizado y método de validación del modelo. Conforme el campo del modelado de nicho ecológico se ha desarrollado se ha señalado que el área bajo la curva (AUC) no es un método fiable para la validación de los modelos (Lobo et al., 2008). Sin embargo, son pocos los estudios en que esta técnica aplicada a escorpiones han sido evaluados mediante registros independientes (Lira et al., 2019a), ROC parcial (Ghergel et al., 2016), *true skill statistic*, estadístico kappa, o una combinación de técnicas de validación estadística (Kazemi et al., 2021; Ureta et al., 2020). Los modelos construidos durante esta investigación, fueron validados mediante registros independientes (*D. zacatecanus* y *V. tenamaztlei*), ROC parcial, así como jackknife. Adicionalmente, la especialización de los escorpiones al sustrato es un fenómeno conocido, determinante de la distribución de las especies (Lamoral, 1979; Prendini, 2001). Este es el primer trabajo de investigación que incorpora variables topográficas al modelado de nicho ecológico de escorpiones.

Respecto a las especies de *Chihuahuanus* modeladas, la distribución potencial de *Ch. bilineatus* es similar a lo reportado por Yahia y Sissom (1996). Se muestran regiones con muy alta idoneidad ambiental en el los estados de Tlaxcala y Puebla (Fig. 50), donde hasta ahora no se han hecho públicos registros de esta especie. Es posible que a pesar de contar con condiciones óptimas en est región, barreras como la FVTM impidan el establecimiento de esta especie. A diferencia de *Ch. bilineatus* y *Ch. glabrimanus* (Figs. 50 y 52), con alta idoneidad ambiental en las regiones cercanas a la Sierra Madre Oriental

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

y en zonas altas la distribución potencial de *Ch. coahuilae* (Fig. 51) tiene mayor idoneidad en las zonas bajas del DC. Por otra parte, la distribución potencial de *Ch. glabrimanus* es casi continua en la meseta central del DC. La distribución de *Ch. glabrimanus* es relativamente desconocida, ya que se cuenta con pocos registros publicados. Es necesario trabajo de campo para confirmar la presencia de esta especie en la región norte de Zacatecas y San Luis Potosí.

En el caso de *Diplocentrus zacatecanus*, la proyección geográfica fue extrapolada a la provincia DC (Morrone et al., 2017) y la distribución potencial (Fig. 53) no difiere de la distribución reportada por Ponce-Saavedra et al. (2009). Exeptuando un parche entre los estados de Chihuahua y Coahuila, el área con condiciones óptimas no se extiende más allá de los registros reportados en Durango. En el extremo sur de la distribución conocida de esta especie, las condiciones ambientales idóneas se mantienen en los estados de Tlaxcala, norte de Puebla y parte de Morelos. Hasta ahora no hay registros publicados de *D. zacatecanus* en estas áreas, aunque la presencia de especies como *D. coylei* Fritts y Sissom, 1996, *D. tehuacanus* Hoffmann, 1931 y *D. longimanus* Santibáñez-López et al., 2011 (Córdova-Athanasiadis, 2005; Santibáñez-López et al., 2013) si es conocida. En esta misma zona, las condiciones idóneas se concentran en las áreas con baja altitud. Por lo cual, la FVTM podría ser una limitante a la dispersión de *D. zacatecanus*.

La distribución de *Mesomexovis spadix* es poco conocida, su localidad tipo es Jalpa, Zacatecas (Hoffmann, 1931). Santibáñez-López et al., 2015 reportan en su material complementario la presencia de esta especie en Aguascalientes, Jalisco y Zacatecas. En el estado de Aguascalientes (Fig. 54), *M. spadix* es abundante en la provincia Tierras Bajas del Pacífico y partes bajas de la Sierra Madre Occidental. En el DC, cuenta con registros en la zona central de la entidad y es la especie con mayor dominancia en la localidad de muestreo JEG. Sin embargo, a pesar de contar con condiciones ambientales óptimas en las zonas más áridas de la entidad ubicadas en los municipios de Tepezalá y Asientos, no se cuenta con ejemplares de esta especie procedentes estas localidades.

Los géneros *Mesomexovis*, *Chihuahuanus* y *Paravaejovis*, forman un clado distinto que se separa del resto de los géneros de la subfamilia Syntropinae (Fig. 7, González-Santillán y Prendini, 2013). Por un lado, estos tres géneros presentan rangos de

distribución bien delimitados, que parecen no sobrelaparse: las especies de *Mesomexovis* se distribuyen en el centro y sur poniente del país (Fig. 6, González-Santillán y Prendini, 2013), y son reemplazadas por *Chihuahuanus* en el centro y norte del DC de México y EE.UU. (Fig. 4, González-Santillán y Prendini, 2013) y *Paravaejovis* en la península de Baja California, el desierto de Sonora y el surponiente de EE.UU. (Fig. 3, González-Santillán y Prendini, 2013), respectivamente. González-Santillán y Prendini (2013) reportan que las especies de *Mesomexovis* ocupan bosques templados y tropicales caducifolios así como hábitats semidesérticos mientras que *Chihuahuanus* ocupa dunas de arena, matorrales, así como bosques de pino encino y las especies de *Paravaejovis* se especializan en sustratos arenosos en la península de Baja California y son menos especializadas a lo largo de su rango de distribución continental. Por otra parte, aunque la información disponible sobre sus microhábitats es escasa, los ecomorfotipos de *Mesomexovis* y *Chihuahuanus* fueron clasificados como lapidícolas y *Paravaejovis* es en su mayoría psamófilo (González-Santillán y Prendini, 2013). En el caso concreto de las especies de Aguascalientes, *Mesomexovis spadix* es una especie lapidícola, que se encuentra en una tanto en rocas, galerías superficiales, sobre el sustrato, hojarasca y vegetación en las localidades JEG y LA (Figs. 46 y 48) donde los tipos de vegetación disponibles son matorral xerófilo, bosque de encino y matorral subtropical, mientras que las especies de *Chihuahuanus* fueron encontradas asociadas a rocas, galerías, hojarasca y vegetación en las localidades CAP, JEG y LA (Figs. 44, 46 y 48). Las tres especies *Chihuahuanus* de Aguascalientes, estuvieron presentes en la localidad CAP, donde la vegetación disponible es: matorral desértico micrófilo, matorral espinoso crassicaule y pastizal desértico, mientras que en JEG se presentaron dos especies, siendo *Ch. bilineatus* la más representativa, presente en estaciones donde la vegetación es mixta (bosque de encino-matorral xerófilo) o matorral xerófilo, mientras que en JEG, la abundancia de *M. spadix* se concentró en las estaciones con vegetación dominante de bosque de encino o vegetación mixta. Estos resultados, respaldan las observaciones de distribución y microhábitat detallados por González Santillán y Prendini (2013). A su vez, pueden ser explicadas por una de las conclusiones a las que llegó Lamoral (1979) tras finalizar su investigación sobre escorpiones de Namibia, quien planteó al sustrato, en su sentido más amplio, como probablemente el factor más



importante que determina la distribución de los escorpiones, el cual se ve afectado en mayor o menor grado por la vegetación y condiciones climáticas. Estas comparaciones son útiles para entender la conexión entre la distribución potencial de *M. spadix*, con aparentes áreas de simpatría con especies de *Chihuahuanus* en el nororiente del estado, en los municipios de Tepezalá y Asientos (Fig. 54) y las preferencias de microhábitat observadas en campo que explican la ausencia de *M. spadix* en dichas áreas.

De las especies modeladas en este estudio, *Paruroctonus gracilior* posee la distribución conocida más amplia. Es conocida en la porción del DC perteneciente a EEUU, en los estados de Arizona, New Mexico y Texas hasta el estado de Aguascalientes en México (Brown et al., 2002; Bryson, 2014; Fet et al., 2006b; Hoffmann, 1931; Sissom y Francke, 1981; Soleglad y Fet, 2008; Stockwell, 1986). Sin embargo, la distribución de esta especie en México es poco conocida y existe un hueco entre los registros de Coahuila y Aguascalientes. Además de ser necesario trabajo de campo en el norte de Zacatecas y San Luis Potosí para confirmar la presencia de esta especie en las zonas con alta idoneidad ambiental predichas en este trabajo, es necesario tomar en cuenta que esta especie (así como los grupos del género) no ha sido examinada desde un punto de vista taxonómico o filogenético desde que Haradon (1985) sinominizó *Vaejovis gracilior* y *Vaejovis pallidus* Williams, 1968 (Jain et al., 2022). Por lo tanto, es probable que la predicción geográfica obtenida en esta investigación corresponda a un nicho conservado entre especies crípticas.

En cambio, *Vaejovis tenamatzlei* posee la distribución potencial más restringida de las especies del DCAGS. Esta especie fue descrita con base en ejemplares colectados en la Sierra del Laurel en Aguascalientes (Contreras-Félix et al., 2015) y su distribución fue ampliada en la descripción de *V. aguazarca* y *V. aquascalentensis* (Chávez-Samayoa et al., 2022). A pesar de la poca cantidad de registros empleados para modelar esta especie, es posible encontrar información valiosa en la predicción geográfica obtenida (Fig. 56). Las áreas con idoneidad ambiental predicha en el estado de Zacatecas probablemente se encuentren habitadas por *V. tenamatzlei* u otra especie no descrita del grupo *mexicanus* (Contreras-Félix y Francke, 2019). Las predicciones en el estado de

Aguascalientes parecen adicionar soporte a una separación de nicho marcada por la altitud entre *V. aguazarca* y *V. tenamatzlei* (Chávez-Samayoa et al., 2022).

Ureta et al., (2020) presentaron una investigación sobre el impacto del cambio climático en la pérdida de áreas de distribución potencial de escorpiones. En dicha investigación resalta que es probable que *Diplocentrus zacatecanus*, *Chihuahuanus glabrimanus* y *Ch. bilineatus* pierdan entre el 78 y el 96% de la superficie que ocupan en un corto plazo (2015-2039). La distribución potencial en condiciones futuras de *Ch. coahuilae*, *M. spadix*, *P. gracilior* y *V. tenamatzlei* no ha sido evaluada. *Ch. coahuilae* y *P. gracilior* habitan dentro del área natural protegida Cuatro Ciénegas en Coahuila (Francke, 2019), por lo cual se encuentran parcialmente protegidas. Sin embargo, los estudios poblacionales sobre estas especies son escasos, por lo cual no se conoce su estado. Adicionalmente, es probable que especies como *P. gracilior* con distribución aparentemente amplia eventualmente sean separadas cuando se estudien desde un punto de vista filogenético y esto afectará también su estatus de conservación. Por otra parte, *V. tenamatzlei* presenta ya una distribución conocida y potencial restringida a los bosques de encino de la Sierra Fría y del Laurel en Aguascalientes. La designación del Área Natural Protegida Juan El Grande, además de beneficiar a especies como el águila real también ha propiciado la conservación del hábitat de *V. tenamatzlei*. En esta localidad, *V. tenamatzlei* fue encontrado consistentemente durante todo el año y es una de las especies con mayor abundancia (Fig. 46). Esta especie habita otras áreas protegidas de la entidad dentro de la Sierra Fría y del Laurel, los resultados obtenidos resaltan la importancia de mantener la protección en las áreas mencionadas.

Finalmente, es importante resaltar la importancia de vigilar y mantener a las especies “de equilibrio” ya que ocupan un nicho que puede ser potencialmente colonizado por especies oportunistas (Lourenço, 2018). Esta investigación ha documentado la presencia de *C. balsasensis* en la entidad, una especie no nativa y de importancia médica que podría ocupar estos nichos. De igual manera, *Mesomexovis spadix* ha mostrado ser una especie abundante y con requerimientos de microhábitat más laxos que incluso han conducido a que sea prácticamente la única especie de la localidad LA (Fig. 48). Por lo tanto, es

probable que tanto *C. balsasensis* como *M. spadix* colonizen los nichos de especies que desaparezcan localmente gracias al cambio de uso de suelo y fragmentación del hábitat.

## 8. Conclusiones

El listado de especies de el estado de Aguascalientes aumentó de nueve a 14 especies (incluyendo a *Thorellius* sp., que se encuentra en proceso de descripción). De estas cinco especies que se agregan al listado, dos son nuevos registros (*C. balsasensis* y *Ch. glabrimanus*) y tres son nuevas especies (*V. aguazarca*, *V. aquascalentensis* y *Thorellius* sp.). Las especies del estado de Aguascalientes se encuentran incluidas en siete géneros que se distribuyen en las familias Buthidae, Diplocentridae y Vaejoividae, y siete géneros.

La CZUAA posee una muestra completa de la diversidad de escorpiones del estado, y los ejemplares depositados han permitido que se lleve a cabo la descripción de especies nuevas para la ciencia. La CZUAA posee además, el registro más completo de ocurrencias de *M. spadix* del que se tiene conocimiento hasta ahora. Por lo cual, es importante resaltar la relevancia de esta colección para el conocimiento y conservación de la diversidad de escorpiones del estado. La riqueza de especies de Aguascalientes es similar a la de los estados de Colima, con 11 especies y Morelos, con 16 especies. Estos estados, a pesar de ser de los más pequeños del país, comparten el hecho de estar atravesados por al menos dos provincias biogeográficas.

Se registró la presencia de una especie de importancia médica, la cual no había sido contemplada en listados de especies anteriores (*C. balsasensis*). Esta especie ha estado presente desde el año 2005 en la entidad, y su monitoreo es importante para la salud pública en el estado. Al inicio de este proyecto, se conocía que *C. infamatus* era la única especie de importancia médica en el estado. Esta especie se distribuye principalmente en el municipio de Calvillo, y tiene afinidad por la vegetación subtropical del estado. En cambio, *C. balsasensis* ha sido encontrada en zonas urbanas del estado.

El siguiente nuevo registro para la entidad corresponde a *Ch. glabrimanus*. Durante esta investigación se examinaron ejemplares de Aguascalientes, Guanajuato, Nuevo León, Querétaro y San Luis Potosí. A pesar de que se encontraron algunas diferencias

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

morfológicas, estas no fueron suficientes para establecer una delimitación de especies en la que no exista el solapamiento de caracteres. Investigaciones futuras, con una muestra más amplia podrían arrojar resultados con mayor consistencia que delimiten especies distintas.

La clave de identificación elaborada, es la primera construida específicamente para identificar a los escorpiones del estado. Presenta trece dicotomías, e incluye los niveles familia, subfamilia, género, grupo y especie. Se añaden caracteres que permiten diagnosticar a *M. spadix* y se discute sobre algunas diferencias con otras especies del género. Sin embargo, aún no existe una clave que permita distinguir a las especies de *Mesomexovis*. Por lo cual, investigaciones futuras seguramente encontrarán más caracteres que permitan diagnosticar a las especies del género.

En el estado, las especies del género *Chihuahuanus*, así como *Diplocentrus zacatecanus* y *P. gracilior* se asocian principalmente con el DC, y las especies *M. spadix*, *V. nigrescens*, *V. tenamaztlei* y *V. aguazarca* se encuentran presentes tanto en el DC como en la SMO. Las especies características de la SMO en Aguascalientes son las del grupo *mexicanus* del género *Vaejovis*, así como *M. spadix*. Por otra parte, con la provincia tierras bajas del pacífico, la SMO comparte a las especies *V. tenamaztlei* y *M. spadix*, y le son exclusivas a TBP las especies de *Thorellius*, así como *C. infamatus* y *V. aquascalentensis*.

Resultado de la observación de ejemplares en campo se identificaron especies cuyos requerimientos de microhábitat son laxos, como las especies lapidícolas *Chihuahuanus bilineatus* y *Mesomexovis spadix*. Otras especies, como *P. gracilior* y *V. tenamaztlei*, evidencian la importancia de la disponibilidad del microhábitat correcto para especies especializadas, ya que su abundancia fue notablemente mayor en las estaciones de muestreo con microhábitats disponibles adecuados. Las localidades con mayor número de especies (CAP y JEG), fueron las más equitativas mientras que la localidad LA, con solo tres especies, mostró la dominancia de una especie.

Las especies de las cuales se elaboraron mapas de distribución potencial como *Ch. bilineatus*, *D. zacatecanus* y *P. gracilior* concuerdan con la distribución geográfica

reportada por otros autores, y la distribución potencial obtenida es congruente con lo reportado previamente.

*P. gracilior* es la especie con más amplia distribución, sin embargo, la investigación taxonómica revela que estas poblaciones no han sido analizadas desde un enfoque sistemático que combine biología molecular y análisis morfológico. Por lo tanto, la distribución real de esta especie podría no ser tan amplia.

Para *Ch. coahuilae*, *Ch. glabrimanus*, *M. spadix* y *V. tenamaztlei* cuentan con pocos aportes acerca de su distribución geográfica, por lo que este trabajo representa un avance significativo en la compilación de registros de ocurrencia y estimación de su distribución potencial. A pesar de encontrar condiciones ambientales óptimas hacia el sur oriente del país, las especies modeladas comparten la característica de presentar a la FVTM como una barrera para su dispersión.

## 9. Bibliografía

- Aiello-Lammens, M. E., Boria, R. A., Radosavljevic, A., Vilela, B., Anderson, R. P. (2015). spThin: an R package for spatial thinning of species occurrence records for use in ecological niche models. *Ecography*, 38(5), 541–545. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/ecog.01132>
- Álvarez, D., Gómez, D., Martínez, J., Mendoza, H., Ruíz, S. (2013). Uso de microhábitat por escorpiones en un relicto de bosque seco tropical del Caribe colombiano. *Revista Colombiana de Entomología*, 39(2), 301–304.
- Anderson, R. P., Raza, A. (2010). The effect of the extent of the study region on GIS models of species geographic distributions and estimates of niche evolution: preliminary tests with montane rodents (genus *Nephelomys*) in Venezuela. *Journal of Biogeography*, 37(7), 1378–1393. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/j.1365-2699.2010.02290.x>
- Araújo Foerster, S. I., de Araújo Lura, A. F., Guion de Almeida, C. (2020). Vegetation structure as the main source of variability in scorpion assemblages at small spatial



scales and further considerations for the conservation of Caatinga landscapes. *Neotropical Biology and Conservation*, 15(4), 533–550, <https://doi.org/10.3897/neotropical.15.e59000>

Austin, M. P. (2002). Spatial prediction of species distribution: an interface between ecological theory and statistical modelling. *Ecological Modelling*, 157, 101–118, [https://doi.org/10.1016/S0304-3800\(02\)00205-3](https://doi.org/10.1016/S0304-3800(02)00205-3).

Austin, M. (2007). Species distribution models and ecological theory: A critical assessment and some possible new approaches. *Ecological Modelling*, 200, 1–19.

Ávila-Villegas, H., González-Leos, B., Galván-De la Rosa, R., Guzmán-Gutiérrez, J. R., Macías-Quintero, J. J., Solorio-Tlaseca, J.I. (2009). Áreas prioritarias para la conservación en Aguascalientes. Instituto del Medio Ambiente, Aguascalientes, México, 84 pp.

Barrales-Alcalá, D., Francke, O. F., Prendini, L. (2018). Systematic revision of the giant vinegaroons of the *Mastigoproctus giganteus* complex of North America. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 418, 1–62, <https://doi.org/10.1206/0003-0090-418.1.1>

Basualdo, C. V. (2011). Choosing the best non-parametric richness estimator for benthic macroinvertebrates databases. *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*, 70(2), 27–38.

Beck, J., Kitching, I. J. (2007). Estimating regional species richness of tropical insects from museum data: a comparison of geography based and sample based methods. *Journal of Applied Ecology*, 44(3), 672–681. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2007.01291.x>

Brites-Neto, J., Roncato-Duarte, K. M. (2015). Modeling of spatial distribution for scorpions of medical importance in the Sao Paulo State, Brazil. *Veterinary World*, 8(7), 823–830. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2015.823-830>

Brown, C. A., Davis, J. M., O'Connell, D. J., Formanowicz, D. R. (2002). Surface density and nocturnal activity in a west Texas assemblage of scorpions. *The Southwestern*

*Naturalist*, 47(3), 409–419. <https://doi.org/https://doi.org/10.2307/3672498>

Bryson Jr., R. W. (2014). Bacterial endosymbiont infections in ‘living fossils’: a case study of North American vaejovid scorpions. *Molecular Ecology Resources*, 14(4), 789–793. <https://doi.org/10.1111/1755-0998.12220>

Bryson Jr., R. W., Riddle, B. R., Graham, M. R., Smith, B. T., Prendini, L. (2013). As Old as the Hills: Montane Scorpions in Southwestern North America Reveal Ancient Associations between Biotic Diversification and Landscape History. *PLoS ONE*, 8(1), <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0052822>

Bryson, Jr. R. W., Savary, W. E., Zellmer, A. J., Bury, R. B., McCormack, J. E. (2016). Genomic data reveal ancient microendemism in forest scorpions across the California floristic province. *Molecular Ecology*, 25(15), 3731–3751, <https://doi.org/10.1111/mec.13707>

Castilla, A. M., Huey, R B., Calvete, J. J., Richer, R., Al-Hemaidi, A. H. M. (2015). Arid environments: Opportunities for studying co-evolutionary patterns of scorpion venoms in predator-prey systems. *Journal of Arid Environments*, 112, 165–169, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jaridenv.2014.02.013>

Cervantes-Zamora, Y., Cornejo-Olguín, S. L., Lucero-Márquez, R., Espinoza-Rodríguez, J. M., Miranda-Viquez, E., Pineda-Velázquez, A. (1990). *Provincias Fisiográficas de México*. Extraído de *Clasificación de Regiones Naturales de México II, IV.10.2. Atlas Nacional de México. Vol. II. Escala 1:4000000*. Instituto de Geografía, UNAM. México. <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/?vns=rfisio4mgw>

Chambers, A. E., Marshall, T. L., Hillis, D. M. 2022. The importance of contact zones for distinguishing interspecific from intraspecific geographic variation. *Systematic Biology*. <https://doi.org/10.1093/sysbio/syac056>

Chao, A. (1984). Nonparametric Estimation of the Number of Classes in a Population. *Scandinavian Journal of Statistics*, 11(4), 265–270. <http://www.jstor.org/stable/4615964>

Chao, A., Ma, K. H., Hsieh, T. C. (2016). iNEXT (Interpolation and Extrapolation) Online.

<https://chao.shinyapps.io/iNEXTOnline/>

Chávez-Samayoa, F., Escoto-Moreno, J. A., Sigala-Rodríguez, J.J. (2021). Interactions between *Centruroides infamatus* C. L. Koch, 1944 (Scorpiones: Buthidae) and *Liometopum apiculatum* Mayr, 1870 (Hymenoptera: Formicidae), *Stenomorpha* sp. (Coleoptera: Tenebrionidae) and *Scolopendra viridis* Say, 1821 (Scolopendromorpha: Scolopendridae) in Calvillo, Aguascalientes, Mexico. *The Pan-Pacific Entomologist*, 97(3), 139–143. <https://doi.org/10.3956/2021-97.3.139>

Chávez-Samayoa, F., Díaz-Plascencia, J. E., González-Santillán, E. (2022). Two new species of *Vaejovis* (Scorpiones: Vaejovidae) belonging to the *mexicanus* group from Aguascalientes, Mexico, with comments on the homology and function of the hemispermatophore. *Zoologischer Anzeiger*, 298, 148–169, <https://doi.org/10.1016/j.jcz.2022.04.005>

Cloudsley-Thompson, J. L. (1975). Adaptations of Arthropoda to arid environments. *Annual Review of Entomology*, 20, 261–283, <https://doi.org/10.1146/annurev.en.20.010175.001401>

Cobos, M. E., Peterson, A. T., Osorio-Olvera, L., Jiménez-García, D. (2019a). An exhaustive analysis of heuristic methods for variable selection in ecological niche modeling and species distribution modeling. *Ecological Informatics*, 53, 100983. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2019.100983>

Cobos, M. E., Townsend Peterson, A., Barve, N., Osorio-Olvera, L. (2019b). Kuenm: An R package for detailed development of ecological niche models using Maxent. *PeerJ*, 2019(2), 1–15. <https://doi.org/10.7717/peerj.6281>

Coelho, P., Kaliontzopoulou, A., Sousa, P., Stockmann, M., Van der Meijden, A. (2022). Reevaluating scorpion ecomorphs using a naïve approach. *BMC Ecology and Evolution*, 22(1), 17. <https://doi.org/10.1186/s12862-022-01968-0>

Cokendolpher, J., Lucio-Palacio, C. R., Staręga, W. (2021). Redescription and Natural History of the Mexican harvestman *Diguetus raptator* Roewer, 1912 (Opiliones: Globipedidae), type species of the genus. *Zootaxa*, 4984(1), 119–133,

<https://doi.org/10.11646/zootaxa.4984.1.12>

Colwell, R. K. (2013). *EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples*. (No. 9). [purl.oclc.org/estimates](http://purl.oclc.org/estimates)

Colwell, R. K., Coddington, J. A. (1994). Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 345(1311), 101–118. <https://doi.org/10.1098/rstb.1994.0091>

Comisión Nacional del Agua (CNA). (1998). Cuencas Hidrológicas. Escala 1:250 000. México.  
[http://www.conabio.gob.mx/informacion/metadatos/query/getzip.xql?dcid=cue250kgw&fmt=fgdc\\_html](http://www.conabio.gob.mx/informacion/metadatos/query/getzip.xql?dcid=cue250kgw&fmt=fgdc_html)

Contreras-Félix, G. A., Francke, O. F., Bryson Jr., R. W. (2015). A new species of the “mexicanus” group of the genus *Vaejovis* C. L. Koch, 1836 from the Mexican state of Aguascalientes (Scorpiones: Vaejovidae). *Zootaxa*, 3936(1), 131–140, <http://dx.doi.org/10.11646/zootaxa.3936.1.8>

Contreras-Félix, G. A., Francke, O. F. (2019). Taxonomic revision of the “mexicanus” group of the genus *Vaejovis* C. L. Koch, 1836 (Scorpiones: Vaejovidae). *Zootaxa*, 4596 (1), <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4596.1.1>

Córdova-Athanasiadis, M. (2005). Escorpiofauna (Arachnida: Scorpiones) del Estado de Morelos, México. [Tesis de licenciatura]. Universidad Autónoma del Estado de Morelos.

Cruz-Flores, D. D., Martínez-Borrego, D., Fontenla, J. L., Mancina, C. A. (2017). Inventarios y estimaciones de la biodiversidad. *En: Mancina, C. A., Cruz, D.D. (Eds.), Diversidad biológica de Cuba: métodos de inventario, monitoreo y colecciones biológicas*, 26–43, Editorial AMA. <http://repositorio.geotech.cu/jspui/handle/1234/1454>

Damián-Chávez, M. D. J., Villegas-Guzmán, G. A., Lozano-Román, L. F. (2019). Ácaros asociados a nidos de águila real (*Aquila chrysaetos canadensis*) (Falconiformes: Accipitridae) en México. *Acta Zoológica Mexicana (N.S.)*, 35, 1–16.

<https://doi.org/10.21829/azm.2019.3502196>

- De Araujo-Lira, A. F., Medeiros-de Souza, A. (2014). Microhabitat use by scorpion species (Arachnida: Scorpiones) in the montane Atlantic Rain Forest, Brazil. *Revista Ibérica de Aracnología*, 24, 107–108.
- De la Riva-Hernández, G., Franco-Ruiz Esparza, V. (2008). 3.17 Aves. En: : Ávila Villegas, H., Melgarejo, E. D., Cruz Angón, A. (Eds.), La biodiversidad en Aguascalientes: Estudio de estado. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), Instituto del Medio Ambiente del Estado de Aguascalientes (IMAE), Universidad Autónoma de Aguascalientes (UAA), 148–160.
- Díaz-Nájera, A. (1975). Listas y datos de distribución geográfica de los alacranes de México (Scorpionida). *Revista de Investigación y Salud Pública*, 1–36.
- Díaz-Plascencia, J. E., Delgado-Saldivar, L. (2015). Diversidad de escorpiones, solífugos y opiliones (Arthropoda: Arachnida) en la Estación Biológica Agua Zarca, San José de Gracia, Aguascalientes. [Tesina de licenciatura] Universidad Autónoma de Aguascalientes, 40 pp.
- Doan, T. M., Arizábal-Arriaga, W. (2006). Microgeographic variation in species composition of the herpetofaunal communities of Tambopata Region, Peru. *Biotropica*, 34(1), 101–117.
- Dunlop, J. A. (1998). The origins of tetrapulmonate book lungs and their significance for chelicerate phylogeny. *Proceedings of the 17th European Colloquim of Arachnology, Edinburg, 1997*.
- Dunlop, J. A. (2010). Geological history and phylogeny of Chelicerata. *Arthropod Structure and Development*, 39(2–3), 124–142. <https://doi.org/10.1016/j.asd.2010.01.003>
- Dunlop, J. A., & Webster, M. (1999). Fossil Evidence, Terrestrialization and Arachnid Phylogeny. *The Journal of Arachnology*, 27(1), 86–93.
- Escobar, L. E., Qiao, H., Cabello, J., Peterson, A. T. (2018). Ecological niche modeling re-examined: A case study with the Darwin's fox. *Ecology and Evolution*, 8(10), 4757–



4770. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/ece3.4014>

Escoto-Moreno, J. A., González-Soriano, E., Escoto Rocha, J., Márquez, J. (2014). Riqueza y distribución de la familia Aeshnidae (Odonata: Anisoptera) en el estado de Aguascalientes, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85(1), 209–217. <https://doi.org/https://doi.org/10.7550/rmb.36491>

Escoto-Moreno, J. A., Villalobos-Juárez, I., Hernández-Langford, D. G. (2021). New records of Odonata from central and Pacific Mexico. *The Pan-Pacific Entomologist*, 97(1), 33–38, <https://doi.org/10.3956/2021-97.1.33>

Escoto Rocha, J., Delgado Saldivar, L. 2008. Insectos y Arácnidos. En: Ávila Villegas, H., Melgarejo, E. D., Cruz Angón, A. (Eds.), *La biodiversidad en Aguascalientes: Estudio de estado*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), Instituto del Medio Ambiente del Estado de Aguascalientes (IMAE), Universidad Autónoma de Aguascalientes (UAA), pp 126–127.

Esparza-Juárez, A. (2008). 1.1 Superficie. En: Ávila-Villegas, H., Melgarejo, E., Cruz-Angón, A. (Eds.) *La biodiversidad en Aguascalientes: Estudio de estado*, Aguascalientes, México, p 24.

Espósito, L. A., Yamaguti, H. Y., Sousa, C. A., Pinto-Da-Rocha, R., Prendini, L. (2017). Systematic revision of the neotropical club-tailed scorpions, *Physoctonus*, *Rhopalurus*, and *Troglorhopalurus*, revalidation of *Heteroctenus*, and descriptions of two new genera and three new species (Buthidae: Rhopalurusinae). *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 415, 134 pp.

Fattorini, S. (2013). Regional Insect Inventories Require Long Time, Extensive Spatial Sampling and Good Will. *PLOS One*, 8(4), e62118. [doi:10.1371/journal.pone.0062118](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0062118)

Feng, X., Park, D. S., Walker, C., Peterson, A. T., Merow, C., Papeş, M. (2019). A checklist for maximizing reproducibility of ecological niche models. *Nature Ecology and Evolution*, 3(10), 1382–1395. <https://doi.org/10.1038/s41559-019-0972-5>

Fet, V. (2001). Evolution of Scorpion Orthobothriotaxy: A Cladistic Approach. *Euscorpius*,

1(41), <http://cos-server.marshall.edu/euscorpious/>

Fet, V., Lowe, G. (2000). Family Buthidae C. L. Koch, 1837. En: Fet, V., Sissom, W. D., Lowe, G., Braunwalder, M. E. *Catalog og the scorpions of the world (1758-1998)*, pp 54–286, The New York Entomological Society.

Fet, V. Lowe, G., Sissom, W. D., Braunwalder, M. E. (2000). *Catalog of the Scorpions of the World (1758-1998)*. The New York Entomological Society. ISBN: 09113424242

Fet, V., Soleglad, M. E. (2005). Contributions to Scorpion Systematics. I. On Recent Changes in High-Level Taxonomy. *Euscorpious*, 31(5). <http://www.science.marshall.edu/fet/euscorpious/>

Fet, V., Soleglad, M.E., Brewer, M.S., 2006. Laterobasal Aculear Serrations (LAS) in scorpion family Vaejoidea (Scorpiones: Chactoidea). *Euscorpious*, 45, 19 pp.

Fet, V., Soleglad, M. E., Brewer, M. S., Neff, D. P. A., Norton, M. L. (2006b). Vestigial serrula in scorpion genera Paravaeiovis, Paruroctonus, Smeringurus and Vaejoidea (Scorpiones: Vaejoidea). *Euscorpious*, 49, 1–20. <https://doi.org/https://dx.doi.org/10.18590/euscorpious.2006.vol2006.iss49.1>

Fet, V., Soleglad, M. E., Zonstein, S. L. (2011). The genus Akrav Levy, 2007 (Scorpiones: Akraoidea) revisited. *Euscorpious*, 134, 1–49. <https://doi.org/10.18590/euscorpious.2011.vol2011.iss134.1>

Francke, O. F. (1976). Scorpions of the genus Diplocentrus from Oaxaca, Mexico (Scorpionida, Diplocentriadae). *The Journal of Arachnology*, 4(3), 145–200.

Francke, O. F. (1982). Parturition in scorpions (Arachnida, Scorpiones): A review of the ideas. *Revue Arachnologique*, 4, 27–37.

Francke, O. F. (2019). Scorpions (Arachnida: Scorpiones) from the Cuatro Ciénegas Basin. In F. Alvarez & M. Ojeda (Eds.), *Animal Diversity and Biogeography of the Cuatro Cienegas Basin, Cuatro Cienegas Basin: An Endangered Hyperdiverse Oasis* (1st ed., pp. 53–59). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-11262-2\\_4](https://doi.org/10.1007/978-3-030-11262-2_4)

- Foerster, S. I. A., De-Souza, A. M., Lira, A. F. A. (2019). Macroecological approach for scorpions (Arachnida, Scorpiones): beta-diversity in Brazilian montane forests. *Canadian Journal of Zoology*, 97(10), 914–921.
- Foley, B. T., Noah, K. E., Hao, J., Sun, X., Yang, Q., Xia, X. (2020). Major revisions in arthropod phylogeny through improved supermatrix, with support for two possible waves of land invasion by chelicerates. *Evolutionary Bioinformatics*, 16, 1–12. <https://doi.org/10.1177/1176934320903735>.
- Foord, S. H., Gelebe, V., Prendini, L. (2015). Effects of aspect and altitude on scorpion diversity along an environmental gradient in Sooutpansberg, South Africa. *Journal of Arid Environments*, 113, 114–120.
- García, E. (1973). Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, 246 pp.
- GBIF.org. (16 June 2021). GBIF Occurrence Download (*Chihuahuanus bilineatus*). <https://doi.org/10.15468/dl.p75ugx>
- GBIF.org. (16 June 2021). GBIF Occurrence Download (*Diplocentrus zacatecanus*). <https://doi.org/10.15468/dl.uufm62>
- GBIF.org. (16 June 2021). GBIF Occurrence Download (*Paruroctonus gracilior*). <https://doi.org/10.15468/dl.y2ngj7>
- Gherghel, I., Sotek, A., Papes, M., Strugariu, A., Fusu, L. (2016). Ecology and biogeography of the endemic scorpion *Euscorpius carpathicus* (Scorpiones: Euscorpiidae): a multiscale analysis. *The Journal of Arachnology*, 44, 88–91, <https://doi.org/10.1636/P14-22.1>
- Giribet, G., Edgecombe, G. D., Wheeler, W. C., Babbitt, C. (2002). Phylogeny and Systematic Position of Opiliones : A Combined Analysis of Chelicerate Relationships Using Morphological and Molecular Data. *Cladistics*, 18, 5–70. <https://doi.org/10.1006/clad.2001.0185>

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

Glor, R. E., Flecker, A. S., Bernard, M. F., Power, A. G. (2001). Lizard diversity and agricultural disturbance in Caribbean forest landscape. *Biodiversity & Conservation*, 10, 711–723, <https://doi.org/10.1023/A:1016665011087>

Goés-Costa, G., Monteiro Serejo, L. F., de Souza Coehlo, J., Cândido, D. M., da Costa Gadelha, M. A., Pereira de Oliveira Pardal, P. (2020). First report of scorpionism caused by *Tityus serrulatus*, described by Lutz and Mello, 1922 (Scorpiones, Buthidae) a species non native to the state of Pará, Brazilian Amazon. *Journal of the Brazilian Society of Tropical Medicine*, 53, e20109285, <https://doi.org/10.1590/0037-8682-0285-2019>

González-Martínez, E., Vásquez-Bolaños, M. (2019). Lista comentada de las hormigas (Hymenoptera: Formicidae) del cerro Juan el Grande, El Llano, Aguascalientes, México. *Dugesiana*, 26(2), 87–98.

González-Santillán, E. (2004). Diversidad, taxonomía y hábitat de alacranes. En: García-Aldrete, A. N., Ayala, R. (Eds.). *Artrópodos de Chamela* (pp 25–35). Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México (IBUNAM), México.

González-Santillán, E., Possani, L. D. (2018). North American scorpion species of public health importance with a reappraisal of historical epidemiology. *Acta Tropica*, (2018), <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2018.08.002>

González-Santillán, E., Prendini, L. (2013). Redefinition and Generic revision of the North American Vaejovoid scorpion subfamily Syntropinae Kraeplin, 1905, with descriptions of six new genera. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 382(71).

González-Santillán, E., Prendini, L. (2015). Phylogeny of the North American vaejovoid scorpion subfamily Syntropinae Kraepelin, 1905, based on morphology, mitochondrial and nuclear DNA. *Cladistics*, 31(4), 341–405. <https://doi.org/10.1111/cla.12091>

González-Santillán, E., Prendini, L. (2018). Systematic Revision of the North American Syntropine Vaejovoid Scorpion Genera Balsateres, Kuarapu , and Thorellius , With Descriptions of three New Species. *Bulletin of the American Museum of Natural*

*History*, 420, 1–81. <https://doi.org/10.1206/0003-0090-420.1.1>

González-Santillán, E., Galán-Sánchez, M. A., Valdez-Velázquez, L. L. (2019). A new species of *Centruroides* (Scorpiones, Buthidae) from Colima, Mexico. *Comptes Rendus Biologies*, <https://doi.org/10.1016/j.crv.2019.10.002>.

Gonzaga-Pimenta, R., Pinto Brandão-Dias, P. F., Gomes-Leal, H., Oliveira-Do-Carmo, A., Ribeiro-de-Oliveira-Mendes, B. B., Chávez-Olórtegui, C. Kalapothakis, E. (2019). Selected to survive and kill: *Tityus serrulatus*, the Brazilian yellow scorpion. *PLOS One*, 14(4), e0214075, <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0214075>.

Goodman, A., Esposito, L. A. (2020). Niche partitioning in congeneric scorpions. *Invertebrate Biology*, 1–9. <https://doi.org/10.1111/ivb.12280>

Graham, M. R., Fet, V. (2006). Serrula in Retrospect: a Historical Look at Scorpion Literature (Scorpiones: Orthosterni). *Euscorpius*, 48.

Graham, M. R., Bryson, R. W., Riddle, B. R. (2014). Late Pleistocene to Holocene distributional stasis in scorpions along the Baja California peninsula. *Biological Journal of the Linnean Society*, 111, <https://doi.org/10.1111/bij.12216>

Guevara, L., Gerstner, B. E., Kass, J. M., & Anderson, R. P. (2018). Toward ecologically realistic predictions of species distributions: A cross-time example from tropical montane cloud forests. *Global Change Biology*, 24(4), 1511–1522. <https://doi.org/10.1111/gcb.13992>

Guralnick, R., Van-Cleve, J. (2005). Strengths and weaknesses of museum and national survey data sets for predicting regional species richness: comparative and combined approaches. *Diversity and Distributions*, 11, 340–359, <https://doi.org/10.1111/j.1366-9516.2005.00164>.

Guzmán-Cornejo, C., Herrera-Mares, A., Robbins, R: G., Rebolio-Hernández, A. (2019). The soft ticks (Parasitiformes: Ixodida: Argasidae) of Mexico: species, hosts, and geographical distribution. *Zootaxa*, 4623(3), 485–525, <https://doi.org/10.11646/ZOOTAXA.4623.3.3>



- Halffter, G., Moreno, C. E. (2005). Significado biológico de las diversidades alfa, beta y gamma. En: Halffter, G., Soberón, J., Koleff, P., Melic, A. (Eds.) *Sobre diversidad Biológica: El significado de las diversidades alfa, beta y gamma*. Monografías Tercer Milenio, Zaragoza, España, 5–18.
- Hidan, M. A. E., Touloun, O., Bouazza, A., Laaradia, M. A., Boumezzough, A. (2018). *Androctonus* genus species in arid regions: Ecological niche models, geographical distributions, and envenomation risk. *Veterinary World*, 11(3), 286–292. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2018.286-292>
- Hjelle, J. T. (1990). Anatomy and Morphology. In: Gary A. Polis (Ed.), *The biology of Scorpions*. Stanford University Press, 9–63.
- Hoffmann, C. C., (1931). Monografías para la entomología médica de México, Monografía num. 1, *Anales del Instituto de Biología*, 2(4), 291–408.
- Hoffmann, C. C. (1932). Monografías para la entomología médica de México, Monografía num. 2, *Anales del Instituto de Biología*, 3(3), 243–262.
- Hoffmann, C. C. (1936). Distribución geográfica de los alacranes peligrosos en la República Mexicana. *Boletín del Instituto de Higiene*, 2, 321–330.
- Holderied, M., Korine, C., Moritz, T. (2011). Hemprich’s long eared bat (*Otonycteris hemprichii*) as a predator of scorpions: whispering echolocation, passive gleaning and prey selection. *Journal of Comparative Physiology A*, 197, 425–433, <https://doi.org/10.1007/s00359-010-0608-3>
- Howard, R. J., Edgecombe, G. D., Legg, D. A., Pisani, D., & Lozano-Fernandez, J. (2019). Exploring the evolution and terrestrialization of scorpions (Arachnida: Scorpiones) with rocks and clocks. In: *Organisms Diversity and Evolution*, 19(1), Springer Verlag, pp. 71–86, <https://doi.org/10.1007/s13127-019-00390-7>
- Hsieh, T. C., Ma, K. H., Chao, A. (2016). iNEXT: an R package for rarefaction and extrapolation of species diversity (Hill numbers). *Methods in Ecology and Evolution*, 7(12), 1451–1456. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.12613>

Ingham, D. S., Samyways, M. J. (1996). Application of Fragmentation and Variegation Models to Epigaeic Invertebrates in South Africa. *Conservation Biology*, 10(5), 1353–1358.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), Instituto Nacional de Ecología (INE). (2008). “Ecorregiones terrestres de México”. Escala 1:1000000. <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/?vns=ecort08gw>

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2019). División política estatal 1:250000. <http://geoportal.conabio.gob.mx/metadatos/doc/html/dest2019gw.html>

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP), Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). (1995). Edafología. Escala 1:250 000, México. <http://geoportal.conabio.gob.mx/metadatos/doc/html/eda251mgw.html>

Instituto del Medio Ambiente del Estado de Aguascalientes. (2006). Estudio Técnico Justificativo: Área de Protección del Águila Real (*Aquila chrysaetos*) de la serranía de Juan Grande en el ejido Palo Alto, municipio de El Llano. Aguascalientes, México, 43 pp.

Jacob, A., Gantenbein, B., Braunwalder, M. E., Nentwig, W., Kropf, C. (2004). Complex male genitalia (hemispermatofores) are not diagnostic for cryptic species in the genus *Euscorpius* (Scorpiones: Euscorpiidae). *Organisms Diversity & Evolution*, 4(1), 59–72, <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ode.2003.11.002>

Jain, P., Forbes, H., Esposito, L. A. (2022). Two new alkali-sink specialist species of *Paruroctonus* Werner 1934 (Scorpiones, Vaejovidae) from central California. *ZooKeys*, 1117, 139–188, <https://doi.org/10.3897/zookeys.1117.76872>

James, S. E., M'Closkey, R. T. (2002). Patterns of microhabitat use in a sympatric lizard assemblage. *Canadian Journal of Zoology*, 80(12), 2226-2234, <https://doi.org/10.1139/z02-212>

Jiménez-Valverde, A., Hortal, J. (2003). Las curvas de acumulación de especies y la

necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. *Revista Ibérica de Aracnología*, 8(31), 151–161.

Kamenz, C., Dunlop, J. A., Scholtz, Æ. G. (2005). Characters in the book lungs of Scorpiones (Chelicerata , Arachnida) revealed by scanning electron microscopy. *Zoomorphology*, 124, 101–109. <https://doi.org/10.1007/s00435-005-0115-1>

Kazemi, S. M., Hosseinzadeh, M. S., Çiçek, K. (2021). The use of ecological niche modeling to infer envenomation risk of *Apistobuthus susanae* Lourenço, 1998 (Arachnida: Scorpiones) in Souther Iran. *Biharean biologist*, 15(1), 1–5.

Klußmann-Fricke, B. J., Wirkner, C. S. (2016). Comparative Morphology of the Hemolymph Vascular System in Uropygi and Amblypygi (Arachnida): Complex Correspondences Support Arachnopulmonata. *Journal of Morphology*, 277, 1084–1103. <https://doi.org/10.1002/jmor.20559>

Lamoral, B. H., (1979). The scorpions of Namibia (Arachnida: Scorpionida). *Annals of the Natural Museum*, 23(3), 497–784

Lehmann, T., Melzer, R. R. (2013). Looking like Limulus? - Retinula axons and visual neuropils of the median and lateral eyes of scorpions. *Frontiers in Zoology*, 10(1), 40 pp. <https://doi.org/10.1186/1742-9994-10-40>

Lehmann, T., Melzer, R. R. (2019). The visual system of Thelyphonida ( whip scorpions ): Support for Arachnopulmonata. *Arthropod Structure and Development*, 51, 23–31. <https://doi.org/10.1016/j.asd.2019.06.002>

Leite, D. J., Baudouin-Gonzalez, L., Iwasaki, S., Lozano-Fernandez, J., Turetzek, N., Akiyama-Oda, Y., Prpic, N.-M., Pisani, D., Oda, H., Sharma, P. P., & Mcgregor, A. P. (2018). Homeobox Gene Duplication and Divergence in Arachnids. *Molecular Biology and Evolution*, 35, <https://doi.org/10.1093/molbev/msy125>

Levy, G. (2007). The first troglobite scorpion from israel and a new chactoid family (arachnida: scorpiones). *Zoology in the Middle East*, 40(1), 91–96. <https://doi.org/10.1080/09397140.2007.10638209>

- Lira, A. F. A., Badillo-Montaño, R., Lira-Noriega, A., Ribeiro-De Albuquerque, C. M. (2019a). Pottential distribution patterns of scorpions in north-eastern Brazil under scenarios of future climate change. *Austral Ecology*, 45(2), 215–228, <https://doi.org/10.1111/aec.12849>
- Lira, A. F. A., Foerster, S. I., Salomão, R. P., Porto, T. J., Albuquerque, C. M. R. (2021). Understanding the effects of human disturbance on scorpion diversity in Brazilian tropical forests. *Journal of Insect Conservation*, 25, 147–158, <https://doi.org/10.1007/s10841-020-00292-6>
- Lira, A. F. A., Pordeus, L. M., Salomão, R. P., Badillo-Montaño, R., Albuquerque, C. M. R. (2019b). Effects of anthropogenic land-use on scorpions (Arachnida: Scorpiones) in Neotropical forests. *International Journal of Tropical Insect Science*, 39, 211–218, <https://doi.org/10.1007/s42690-019-00029-2>
- Lira, A. F. A., Souza, A. M., Silva Filho, A. A. C., Albuquerque, C. M. R. (2013). Spatio-temporal microhabitat use by two co-occurring species of scorpions in Atlantic rainforest in Brazil. *Zoology*, 116(3), 182–185. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.zool.2013.01.002>
- Lobo, J. M., Jiménez-Valverde, A., Real, R. (2008). AUC: a misleading measure of the performance of predictive distribution models. *Global Ecology and Biogeography*, 17, 145-51.
- Loria, S. F., Prendini, L. (2014). Homology of the lateral eyes of scorpiones: A six-ocellus model. *PLoS ONE*, 9(12), <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0112913>
- Lourenço, W. R. (1992). Les peuplements des scorpions des Antilles; facteurs historiques et écologiques en association avec les stratégies biodémographiques. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, 27(1), 43–62, <http://dx.doi.org/10.1080/01650529209360865>
- Lourenço, W. R. (1994). Biogeographical patterns of tropical south American scorpions. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, 29(4), 219–231, <http://dx.doi.org/10.1080/01650529409360933>

- TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS
- Lourenço, W. R. (2008). Parthenogenesis in scorpions: Some history- New data. *Journal of Venomous Animals and Toxins including Tropical Diseases*, 14(1), 20 pp.
- Lourenço, W. R. (2015). Scorpion diversity and distribution: Past and present patterns. In *Scorpion Venoms*, 3–23 pp. Springer Netherlands. [https://doi.org/10.1007/978-94-007-6404-0\\_15](https://doi.org/10.1007/978-94-007-6404-0_15)
- Lourenço, W. R. (2018). Scorpions and life-history strategies: from evolutionary dynamics toward the scorpionism problem. *Journal of Venomous Animals and Toxins Including Tropical Diseases*, 24(1), <https://doi.org/10.1186/s40409-018-0160-0>
- Lourenço, W. R., Cloudsley-Thompson, J. L. (2011). Aspect of maternal care and social behaviour in scorpions: *Tityus (Atreus) Neblina* Lourenço (Scorpiones, Buthidae). *Boletín de La Sociedad Entomológica Aragonesa*, 49(49), 291–293.
- Lourenço, W. R., Cuellar, O. (1999). A New All-Female Scorpion and the First Probable Case of Arrhenotoky in Scorpions. *The Journal of Arachnology*, 27(1), 149–153.
- Lucio-Palacio, C. R. (2010). Primer registro de *Scolopendra viridis* Say 1821 (Myriapoda: Scolopendromorpha) para Aguascalientes, México. *Dugesiana*, 17(2), 147–148.
- Lucio-Palacio, C. R. (2012). Nuevos registros de arañas errantes para el estado de Aguascalientes, México. *Dugesiana*, 19(1), 35–36.
- Luja, V. H., Herrando-Pérez, S., González-Solis, D., Luiselli, L. (2008). Secondary rain forests are not havens for reptile species in tropical Mexico. *Biotropica*, 40(6), 747–757.
- Martínez-Calderón, V. M., Siqueiros-Delgado, M. E., Martínez-Ramírez, J. (2017). Checklist of the genus *Quercus* (Fagaceae) of Aguascalientes, México. *Check List*, 13(1), 23 pp, <https://doi.org/https://doi.org/10.155660/13.1.2045>
- Martínez-Martínez J., Rojas-Pinedo, A. (2008). 3.14 Peces. En: Ávila Villegas, H., Melgarejo, E. D., Cruz Angón, A. (Eds.), *La biodiversidad en Aguascalientes: Estudio de estado*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), Instituto del Medio Ambiente del Estado de Aguascalientes (IMAE),



Universidad Autónoma de Aguascalientes (UAA), 132–135.

Márquez, J., Reyes-Hernández, J. L., Cerón-Gómez, R., Escoto-Moreno, J. A., Ramírez-Ponce, A. (2022). Coleópteros Scarabaeoidea (Insecta: Coleoptera) de Aguascalientes, México. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)*, 38, 1–51, <https://doi.org/10.21829/azm.2022.3812492>

Matthiesen, F. (1962). Parthenogenesis in scorpions. *Evolution*, 16, 255–256.

McCormick, S. J., Polis, G.A. (1990). Prey predators and parasites. En: Polis, G. A. (Editor), The biology of scorpions. *Stanford University Press*, Stanford, California, 294–321.

McReynolds, C. N. (2008). Microhabitat preferences for the errant scorpion, *Centruroides vittatus* (Scorpiones, Buthidae). *The Journal of Arachnology*, 36, 557–564. <https://doi.org/10.1636/T07-07.1>

McReynolds, C. N. (2012). Ontogenetic shifts in microhabitat use, foraging and temporal activity for the striped bark scorpion *Centruroides vittatus* (Scorpiones: Buthidae). *Euscorpius*, 144, 1–19. <https://doi.org/10.18590/euscorpius.2012.vol2012.iss144.1>

Mcwest, K. J. (2009). Tarsal spinules and setae of vaejoivid scorpions (Scorpiones: Vaejoividae). *Zootaxa*, 2001, 1–126.

Meier, R., Dikow, T. (2004). Significance of Specimen Databases from Taxonomic Revisions for Estimating and Mapping the Global Species Diversity of Invertebrates and Repatriating Reliable Specimen Data. *Conservation Biology*, 18(2), 478–488.

Meza-Rangel, E., Tafoya, F., Lindig Cisneros, R., Sigala-Rodríguez, J. J., & Perez-Molphe-Balch, E. (2014). Distribución actual y potencial de las cactáceas *Ferocactus histrix*, *Mammillaria bombycina* y *M. perezdelarosae* en el estado de Aguascalientes. *Acta Botanica Mexicana*, 108, 67–80.

Miguel-Vázquez, M. I, Simijaca, D., Pérez-Pérez, R. E., Ocampo, G. (2021). Lichenized fungi of the arid zones of central Mexico: new records for the country and the state of Aguascalientes. *Sydowia*, 74, <https://doi.org/10.12905/0380.sydowia74-2021-0015>

- Mirshamsi, O. (2013). Ecological Niche Modeling of Two Scorpion Species *Mesobuthus eupeus* (C. L. Koch, 1839) and *M. phillipsi* (Pocock, 1898) of the Iranian Plateau and Zagros Region (Arachnida: Scorpiones). *Euscorpius*, 154, 10 pp.
- Monod, L., Cauwet, L., González-Santillán, E., & Huber, S. (2017). The male sexual apparatus in the order Scorpiones (Arachnida): A comparative study of functional morphology as a tool to define hypotheses of homology. *Frontiers in Zoology*, 14(51). <https://doi.org/10.1186/s12983-017-0231-z>
- Moreno, C. E. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. *M&T-Manuales y Tesis SEA*, 1, 84. <http://entomologia.rediris.es/sea>
- Morrone, J. J. (2019). Regionalización biogeográfica y evolución biótica de México: encrucijada de la biodiversidad del Nuevo Mundo. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 90, e902980, <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2019.90.2980>
- Morrone, J. J., Escalante, T., Rodríguez-Tapia, G. (2017). Mexican biogeographic provinces: Map and shapefiles. *Zootaxa*, 4277(2), 277–279. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4277.2>.
- Morrone, J. J., Escalante, T., Rodríguez-Tapia, G., Carmona, A., Arana, M., Mercado-Gómez, J. D. 2022. Biogeographic regionalization of the Neotropical region: New map and shapefile. *Annals of the Brazilian Academy of Sciences*, 94(1). [doi.org/10.1590/0001-376520220211167](https://doi.org/10.1590/0001-376520220211167)
- Mota-Vargas, C., Encarnación-Luévano, A., Ortega-Andrade, H. M., Prieto-Torres, D. A., Peña-Peniche, A., Rojas-Soto, O. (2019). Una breve introducción a los modelos de nicho ecológico. En: Moreno, C. E. (Ed.) *La biodiversidad en un mundo cambiante: Fundamentos teóricos y metodológicos para su estudio*. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo/Libermex, Ciudad de México, pp 39–63.
- Nime, M. F., Casanoves, F., & Mattoni, C. I. (2016). Microhabitat use and behavior differ across sex-age classes in the scorpion *Brachistosternus ferrugineus* (Scorpiones: Bothriuridae). *The Journal of Arachnology*, 44, <https://doi.org/10.1636/J15-63>
- Oksanen, J., Simpson, G. L., Guillaume-Blanchet, F., Kindt, R., Legendre, P., Minchin, P.

R., O'Hara, R. B., Solymos, P., Stevens, M. H.M., Szoecs, E., Wagner, H., Barbour, M., Bedward, M., Bolker, B., Borcard, D., Carvalho, G., Chirico, M., De-Caceres, M., Durand, S., Antoniazzi-Evangelista, H. B., FitzJohn, R., Friendly, M., Furneaux, B., Hannigan, G., Hill, M. O., Lahti, L., McGlenn, D., Ouellette, M.H., Ribeiro-Cunha, E., Simith, T., Ter-Braak, C.J.F., Weedon, J. (2022). Package 'vegan', version 2.6.4. <https://github.com/vegandevs/vegan>

Olson, D. M., Dinerstein, E., Wikramanayake, E. D., Burgess, N. D., Powell, G. V., Underwood, E. C., D'amico, J. A., Itoua, I., Strand, H. E., Morrison, J. C., Loucks, C. J., Allnut, T. F., Ricketts, T. H., Kura, Y., Lamoreux, J. F., Wettengel, W. W., Hedao, P., & Kassem, K. R. (2004). Terrestrial Ecoregions of the World: A new map of life on Earth. *BioScience*, *51*, 933–938.

Osazuwa-Peters, O. L., Stevens, W. D., Jiménez, I. (2018). Using museum specimens to estimate broad-scale species richness: exploring the performance of individual based and spatially explicit rarefaction. *PLOS One*, *13*(10), e0204484, <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0204484>

Pardavé-Díaz, L. M., Flores-Pardavé, L., Franco-Ruiz-Esparza, V., Robledo-Cortés, M. (2008). 3.6 Hongos y líquenes. En: Ávila Villegas, H., Melgarejo, E. D., Cruz Angón, A. (Eds.), *La biodiversidad en Aguascalientes: Estudio de estado*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), Instituto del Medio Ambiente del Estado de Aguascalientes (IMAE), Universidad Autónoma de Aguascalientes (UAA), 103–107.

Pearson, R. G., Raxworthy, C. J., Nakamura, M., Peterson, A. T. (2007). Predicting species distributions from small numbers of occurrence records: A test case using cryptic geckos in Madagascar. *Journal of Biogeography*, *34*(1), 102–117. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2699.2006.01594.x>

Petersen, F. T., Meier, R. (2003). Testing species richness estimation methods on single sample collection data using the Danish Diptera. *Biodiversity and Conservation*, *12*, 667–686, <https://doi.org/10.1023/A:1022495610021>

Petersen, F. T., Meier, R., Larsen, M. N. (2003). Testing species richness estimation using

museum label data on the Danish Asilidae. *Biodiversity and Conservation*, 12, 687–701. <https://doi.org/10.1023/A:1022464710930>

Peterson, A. T., Cobos, M. E., Jiménez-García, D. (2018). Major challenges for correlational ecological niche model projections to future climate conditions. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1429(1), 66–77. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/nyas.13873>

Peterson, A. T., Soberón-Mainero, J., Pearson, R. G., Anderson, R. P., Martínez-Meyer, E., Nakamura, M., Bastos-Araújo, M. (2011). *Ecological Niches and Geographic Distributions* (S. A. Levin & H. S. Horn (eds.)). Princeton University Press.

Phillips, S. J., Anderson, R. P., Schapire, R. E. (2006). Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modelling*, 190(3), 231–259. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2005.03.026>

Phillips, S. J., Dudík, M. (2008). Modeling of species distributions with Maxent: new extensions and a comprehensive evaluation. *Ecography*, 31(2), 161–175. <https://doi.org/10.1111/j.0906-7590.2008.5203.x>

Phillips, S. J., Dudík, M., Elith, J., Graham, C. H., Lehmann, A., Leathwick, J., Ferrier, S. (2009). Sample selection bias and presence-only distribution models: implications for background and pseudo-absence data. *Ecological Applications*, 19(1), 181–197. <https://doi.org/https://doi.org/10.1890/07-2153.1>

Pocock, R. I. (1893). I.—On some points in the morphology of the Arachnida (s. s.), with notes on the classification of the group. *The Annals and Magazine of Natural History; Zoology, Botany, and Geology*, 11, 1–19. <https://doi.org/10.1080/00222939308677457>

Pocock, R. I. (1898). LXI. —The scorpions of the genus *Vaejovis* contained in the collection of the British Museum. *Annals and Magazine of Natural History*, 1(5), 394–400.

Polis, G. A. (1990). *The Biology of Scorpions* (G. A. Polls (ed.)). Stanford University Press.

- Polis, G. A., McCormick, S. J. (1987). Intraguild predation and competition among desert scorpions. *Ecology*, 68(2), 332–343, <http://www.jstor.org/stable/1939264>
- Polis, G. A., Sissom, W. D., McCormick, S. J. (1981). Predators of scorpions: field data and a review. *Journal of Arid Environments*, 4, 309–326.
- Ponce-Saavedra, J., Francke, O. F. (2004). Una nueva especie de alacrán del género *Centruroides* Marx (1890) (Scorpiones, Buthidae) de la depresión del Balsas, México. *Acta Zoológica Mexicana (Nueva Serie)*, 20(2), 221–232.
- Ponce-Saavedra, J., Francke, O. F. 2013a. Actualización taxonómica sobre alacranes del Centro Occidente de México. *Dugesiana*, 20, 73–79.
- Ponce-Saavedra, F., Francke, O. F. 2013b. Clave para la identificación de especies de alacranes del género *Centruroides* Marx 1890 (Scorpiones: Buthidae) en el Centro Occidente de México. *Biológicas*, 15(1), 52–62.
- Ponce-Saavedra, J., Francke, O. F., Quijano-Ravell, A. F. (2009). Nuevos registros y distribución actualizada de *Diplocentrus zacatecanus* Hoffman, 1931 (SCORPIONES: DIPLOCENTRIDAE). *Entomología Mexicana*, 8, 57–60.
- Ponce-Saavedra, J., Francke, O., Quijano-Ravell, A. F., Cortés-Santillán, R. (2016). Alacranes (Arachnida: Scorpiones) de importancia para la salud pública en México. *Folia Entomológica Mexicana*, 2(3), 45–70.
- Ponce-Saavedra, J., Francke, O. F., Suzán A., H. (2006). Actividad superficial y utilización del hábitat por *Centruroides balsasensis* Ponce y Francke (Scorpiones : Buthidae). *Biológicas*, 8, 130–137.
- Posada-Baltazar, J. I., Ávila-Villegas, H. (2008). Arañas de importancia médica en el estado de Aguascalientes. En: Ávila Villegas, H., Melgarejo, E. D., Cruz Angón, A. (Eds.), *La biodiversidad en Aguascalientes: Estudio de estado*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), Instituto del Medio Ambiente del Estado de Aguascalientes (IMAE), Universidad Autónoma de Aguascalientes (UAA), 128–129.



- Prendini, L. (2000). Phylogeny and classification of the superfamily Scorpionoidea Latreille 1802 (Chelicerata, Scorpiones): An exemplar approach. *Cladistics*, 16(1), 1–78. <https://doi.org/10.1006/clad.1999.0127>
- Prendini, L. (2001). Substratum specialization and speciation in southern African scorpions: The Effect Hypothesis revisited Putative parallel Evolution in The Northern Scorpion-Paruroctonus boreus. En: Fet, V., Selden, P. A. (Eds.), *Scorpions 2001: In memoriam Gary A. Polis* (pp. 113–138).
- Prendini, L. (2005). Scorpion Diversity and Distribution in Southern Africa: Pattern and Process. En: Huber, B. A., Sinclair, B. J., Heinz-Lampe, K. (Eds.) *African Biodiversity*, 25–68. Springer, Boston, MA. [https://doi.org/10.1007/0-387-24320-8\\_2](https://doi.org/10.1007/0-387-24320-8_2)
- Prendini, L., Loria, S. A. (2020). Systematic revision of the asian forest scorpions (Heterometrinae Simon, 1879), revised suprageneric classification of Scorpionidae Latreille, 1802, and revalidation of Rugodentidae Bastawade et al., 2005. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 442, 480 pp.
- Prendini, L., Wheeler, W. C. (2005). Scorpion higher phylogeny and classification, taxonomic anarchy, and standards for peer review in online publishing. *Cladistics*, 21, 446–494.
- Quijano-Ravell, A. F., Francke, O. F., Ponce-Saavedra, J., Villaseñor-Ramos, M. (2012). Caracterización de las madrigueras de Hadrurus gertschi Soleglad (Scorpiones : Iuridae) en una localidad de Guerrero, México. *Revista Ibérica de Aracnología*, 20, 45–55.
- Quintero-Díaz, G. E., Vázquez-Díaz, J., Sigala-Rodríguez, J. J. (2008a). 3.15 Anfibios. En: Ávila Villegas, H., Melgarejo, E. D., Cruz Angón, A. (Eds.), *La biodiversidad en Aguascalientes: Estudio de estado. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), Instituto del Medio Ambiente del Estado de Aguascalientes (IMAE), Universidad Autónoma de Aguascalientes (UAA)*, 135–140.
- Quintero-Díaz, G. E., Vázquez-Díaz, J., Sigala-Rodríguez, J. J. (2008b). 3.16 Reptiles. En: Ávila Villegas, H., Melgarejo, E. D., Cruz Angón, A. (Eds.), *La biodiversidad en*

Aguascalientes: Estudio de estado. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), Instituto del Medio Ambiente del Estado de Aguascalientes (IMAE), Universidad Autónoma de Aguascalientes (UAA), 141–160.

R Studio Team. (2020). *R Studio: Integrated Development for R. Studio*. <http://www.rstudio.com/>

Ramírez-Arce, D. (2015). Uso del hábitat y actividad superficial del escorpión *Centruroides margaritatus* en el Parque Nacional Palo Verde, Guanacaste, Costa Rica. En: *Cuadernos de Investigación UNED*, 7, pp. 279–286.

Regier, J. C., Shultz, J. W., Zwick, A., Hussey, A., Ball, B., Wetzer, R., Martin, J., & Cunningham, C. (2010). Arthropod relationships revealed by phylogenomic analysis of nuclear protein-coding sequences. *Nature*, 463, 1079–1083. <https://doi.org/10.1038/nature08742>

Rein, J. O. (2022). *The Scorpion Files*. Trondheim: Norwegian University of Science and Technology. <https://www.ntnu.no/ub/scorpion-files/>

Rendón-Trinidad, J. D. (2018). *Evaluación de la Efectividad en el Manejo de Áreas Naturales Protegidas del Estado De Aguascalientes: Cerro Del Muerto y Serranía Juan Grande*. Universidad Autónoma de Aguascalientes.

Reyes-Hernández, J. L., Escoto-Moreno, J. A., González-Martínez, E., Márquez, J., Ocampo, G., Rodríguez, J. C. (2018). Richness of Odonata species in the Sierra del Laurel Natural Protected Area, Calvillo, Aguascalientes, Mexico. *Southwestern Entomologist*, 43(4), 995–1002, <https://doi.org/10.3958/059.043.0416>

Reyes-Mora, Á. G., Mejía-Zúñiga, D. M., Moncada-Hernández, L. J., Flores-Mendoza, F. J., Saldaña-Alcocer, J. A., González-Acosta, C., Correa-Morales, F., Moreno-García, M. (2021). First report of *Centruroides balsasensis* in Northern Mexico. *Southwestern Entomologist*, 46(1), <https://doi.org/10.3958/059.046.0129>

Riaño-Umbarila, L., Rodríguez-Rodríguez, E. R., Santibáñez-López, C. E., Güereca, L., Uribe-Romero, S. J., Gómez-Ramírez, I. V., Cárcamo-Noriega, E. N., Possani, L. D., Becerril, B. (2017). Updating knowledge on new medically important scorpion species

in Mexico. *Toxicon*, 138, 130–137. <http://dx.doi.org/10.1016/j.toxicon.2017.08.022>

Rodríguez-Ávalos, J. A., Siqueiros-Delgado, M. E., Cortés-Ortiz, A., Zamudio-Ruiz, S., Martínez-Ramírez, J., & Sierra-Muñoz, J. C. (2013). Elementos florísticos de interés para conservación, presentes en los bosques húmedos de la sierra del laurel y la sierra fría, Aguascalientes, México. *Revista Chapingo, Serie Ciencias Forestales y Del Ambiente*, 19(3), 435–457. <https://doi.org/10.5154/r.rchscfa.2013.04.014>

Rodríguez-Elizalde, I. de J. (2019). *Hormigas (Hymenoptera: Formicidae) en zonas de uso forestal y agroecosistemas del municipio de Calvillo, Aguascalientes, México: composición, grupos funcionales y tratamiento sistemático*. [Universidad de Guadalajara].

[http://repositorio.cucba.udg.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/6069/Rodriguez\\_Elizalde\\_Israel\\_De\\_Jesus.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.cucba.udg.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/6069/Rodriguez_Elizalde_Israel_De_Jesus.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Ruiz-Álvarez, O., Singh, V. P., Enciso-Medina, J., Ontiveros-Capurata, R. E., Costa-Dos-Santos, C. A. (2019). Observed trends in daily extreme precipitation indices in Aguascalientes, Mexico. *Meteorological Applications*, 1–20.

Santibáñez-López, C. E., Francke, O. F. (2013). Redescription of *Diplocentrus zacatecanus* (Scorpiones: Diplocentridae) and limitations of the hemispermatophore as a diagnostic trait for genus *Diplocentrus*. *The Journal of Arachnology*, 41, 1–10.

Santibáñez-López, C. E., Francke, O. F., Ortega-Gutierrez, A. (2013). Variation in the spiniform macrosetae pattern on the basitarsi of *Diplocentrus tehuacanus* (Scorpiones: Diplocentridae): new characters to diagnose species within the genus. *The Journal of Arachnology*, 41(3), 319–326, <http://dx.doi.org/10.1636/Ha13-12.1>

Santibáñez-López, C. E., Francke, O. F., Ureta, C., Possani, L. D. (2015). Scorpions from Mexico: From species diversity to venom complexity. *Toxins*, 8(1), <https://doi.org/10.3390/toxins8010002>

Santibáñez-López, C. E., González-Santillán, E., Monod, L., Sharma, P. P. (2019). Phylogenomics facilitates stable scorpion systematics: Reassessing the relationships of Vaejovidae and a new higher-level classification of Scorpiones (Arachnida).

*Molecular Phylogenetics and Evolution*, 135, 22–30.  
<https://doi.org/10.1016/j.ympev.2019.02.021>

Santibáñez-López, C. E., Ojanguren-Affilastro, A. A., & Sharma, P. P. (2020). Another one bites the dust: taxonomic sampling of a key genus in phylogenomic datasets reveals more non-monophyletic groups in traditional scorpion classification. *Invertebrate Systematics*, 34, 133–143. <https://doi.org/10.1071/IS19033>

Santibáñez-López, C. E., Sissom, W. D. 2010. A new species of the *Vaejovis eusthenura* group in Oaxaca, Mexico (Scorpiones: Vaejovidae). *Zootaxa*, 2493, 49–58. <https://doi.org/10.5281/zenodo.195673>

Scholtz, Æ. G., Kamenz, C. (2006). The book lungs of Scorpiones and Tetrapulmonata (Chelicerata, Arachnida): Evidence for homology and a single terrestrialisation event of a common arachnid ancestor. *Zoology*, 109(1), 2–13. <https://doi.org/10.1016/j.zool.2005.06.003>

Schwager, E. E., Sharma, P. P., Clarke, T., Leite, D. J., Wierschin, T., Pechmann, M., Akiyama-Oda, Y., Esposito, L., Bechsgaard, J., Bilde, T., Buffry, A. D., Chao, H., Dinh, H., Doddapaneni, H., Dugan, S., Eibner, C., Extavour, C. G., Funch, P., Garb, J., González, L. B., González, V. L., Griffiths-Jones, S., Han, Y., Hayashi, C., Hilbrant, D. M., Hughes, D. S. T., Janssen, R., Lee, S. L., Maeso, I., Murali, S. C., Muznu, D. M., Nunes-Da-Fonseca, R., Paese, C. L. B., Qu, J., Ronshaugen, M., Schomburg, C., Schönauer, A., Stollewerk, A., Torres-Oliva, M., Turetzek, N., Vanthournout, B., Werren, J. H., Wolff, C., Worley, K. C., Bucher, K. C., Bucher, G., Gibbs, R. A., Coddington, J., Oda, H., Stanke, M., Ayoub, N. A., Prpic, N. M., Flot, J. F., Posnien, N., Richards, S., McGregor, A. P. (2017). The house spider genome reveals an ancient whole-genome duplication during arachnid evolution. *BMC Biology*, 15(62), 27 pp. <https://doi.org/10.1186/s12915-017-0399-x>

Segura-Zaragoza, I. E., Rodríguez-Almaraz, G. A., Obregón-Barboza, H., Murugan, G., Treviño-Flores, J. A., & Maeda-Martínez, A. M. (2020). New records of exotic species of Oniscidea (Crustacea: Isopoda) from northern Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 91, 28.

<https://doi.org/https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2020.91.3098>

Sharma, P. P., Baker, C. M., Cosgrove, J. G., Johnson, J. E., Oberski, J. T., Raven, R. J., Harvey, M. S., Boyer, S. L., Giribet, G. (2018). A revised dated phylogeny of scorpions: Phylogenomic support for ancient divergence of the template Gondwanan family Bothriuridae. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 122, 37–45. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2018.01.003>

Sharma, P. P., Fernández, R., Esposito, L. A., González-Santillán, E., Monod, L. (2015). Phylogenomic resolution of scorpions reveals multilevel discordance with morphological phylogenetic signal. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 282(1804). <https://doi.org/10.1098/rspb.2014.2953>

Sharma, P. P., Kaluziak, S. T., Pérez-Porro, A. R., González, V. L., Hormiga, G., Wheeler, W. C., Giribet, G. (2014). Phylogenomic interrogation of Arachnida reveals systemic conflicts in phylogenetic signal. *Molecular Biology and Evolution*, 31(11), 2963–2984. <https://doi.org/10.1093/molbev/msu235>

Shcheglovitova, M., Anderson, R. P. (2013). Estimating optimal complexity for ecological niche models: A jackknife approach for species with small sample sizes. *Ecological Modelling*, 269, 9–17. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2013.08.011>

Shear, W. (2006). *Martensolasma jocheni*, a new genus and species of harvestman from Mexico (Opiliones: Nemastomatidae: Ortholasmatinae). *Zootaxa*, 1325, 191–198, <https://doi.org/10.5281/zenodo.174089>

Shorthouse, D. J., Marples, T. G. (1982). The life stages and population dynamics of an arid zone scorpion *Urodacus yaschenkoi* (Birula 1903). *Australian Journal of Ecology*, 7, 109–118.

Shultz, J. W. (1990). Evolutionary Morphology and Phylogeny of Arachnida. *Cladistics*, 6(1), 1–38. <https://doi.org/10.1111/j.1096-0031.1990.tb00523.x>

Shultz, J. W. (2007). A phylogenetic analysis of the arachnid orders based on morphological characters. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 130, 221–265.



- Sillero, N. (2011). What does ecological modelling model? A proposed classification of ecological niche models based on their underlying methods. *Ecological Modelling*, 222(8), 1343–1346. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2011.01.018>
- Sillero, N., Arenas-Castro, S., Enriquez-Urzelai, U., Vale, C. G., Sousa-Guedes, D., Martínez-Freiría, F., Real, R., & Barbosa, A. M. (2021). Want to model a species niche? A step-by-step guideline on correlative ecological niche modelling. *Ecological Modelling*, 456, 109671. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2021.109671>
- Sillero, N., Barbosa, A. M. (2021). Common mistakes in ecological niche models. *International Journal of Geographical Information Science*, 35(2), 213–226. <https://doi.org/10.1080/13658816.2020.1798968>
- Siqueiros-Delgado, M. E., Murillo-Pérez, G., Sierra-Muñoz, J. C., Martínez-Ramírez, J. (2022). Flora dicotiledónea de Aguascalientes. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), Universidad Autónoma de Aguascalientes. Aguascalientes, Ags., México, 2315 pp.
- Siqueiros-Delgado, M. E., Rodríguez-Ávalos, J. A., Martínez-Ramírez, J., Sierra-Muñoz, J. C., García-Regalado, G. (2017). *Vegetación del estado de Aguascalientes*. 370 pp.
- Siqueiros-Delgado, M. E., Rodríguez-Ávalos, J. A., Martínez-Ramírez, J., Sierra-Muñoz, J. C. (2016). Situación actual de la vegetación del estado de Aguascalientes, México. *Botanical Sciences*, 94(3), DOI: 10.17129/botsci.466
- Sissom, W. D. (2000). Family Vaejovidae Thorell, 1976. En: Fet, V., Sissom, W. D., Lowe, G., Braunwalder, M. E. (Eds.), *The New York Entomological Society*, 503–553.
- Sissom, W. D. (1990). Systematics, Biogeography and Paleontology. En: Polis, G. A. (ed). *The biology of scorpions*. Stanford University Press, 31–80.
- Sissom, W. D., Francke, O. F. (1981). Scorpions of the Genus *Paruroctonus* from New Mexico and Texas (Scorpiones, Vaejovidae). *Journal of Arachnology*, 9(1), 93–108. <https://doi.org/10.2307/3705219>

- Sissom, W. D., Francke, O. F. (1985). Redescription of some poorly known species of the nitidulus group of the genus *Vaejovis* (Scorpiones, Vaejovidae). *Journal of Arachnology*, 3(1), 243–266.
- Sissom, W. D., Fet, V. (2000). Family Diplocentridae Karsch, 1880. En: Fet, V., Sissom, W. D., Lowe, G., Braunwalder, M. E. (Eds.) *Catalog of the scorpions of the world (1758-1998)*. Pp 329–354. The New York Entomological Society.
- Sissom, W. D., González-Santillán, E. (2004). A new species and new records for the *Vaejovis nitidulus* group, with a key to the mexican species (Scorpiones, Vaejovidae). *Texas Memorial Museum Speleological Monographs*, 6, 1–8.
- Sissom, W. D., Hendrixson, B. E. (2005). A new species of *Vaejovis* (Scorpiones: Vaejovidae) from Coahuila and Nuevo León, and a key to the vaejovid species from northwestern and north-central Mexico. *Zootaxa*, 1088, 33–43.
- Secretaría de Salud. 2017. Boletín Epidemiológico, 34 (52), 63 pp. Disponible en: <https://www.gob.mx/salud/acciones-y-programas/historico-boletin-epidemiologico>
- Secretaría de Salud. 2018. Boletín Epidemiológico, 35 (52), 63 pp. Disponible en: <https://www.gob.mx/salud/acciones-y-programas/historico-boletin-epidemiologico>
- Secretaría de Salud. 2019. Boletín Epidemiológico, 36 (52), 63 pp. Disponible en: <https://www.gob.mx/salud/acciones-y-programas/historico-boletin-epidemiologico>
- Secretaría de Salud. 2020. Boletín Epidemiológico, 37 (53), 67 pp. Disponible en: <https://www.gob.mx/salud/acciones-y-programas/historico-boletin-epidemiologico>
- Secretaría de Salud. 2021. Boletín Epidemiológico, 38 (52), 63 pp. Disponible en: <https://www.gob.mx/salud/acciones-y-programas/historico-boletin-epidemiologico>
- Soberón, J. M., LLorente, J. B., Oñate, L. (2000). The use of specimen-label databases for conservation purposes: an example using Mexican Papilionid and Prierid butterflies. *Biodiversity and Conservation*, 9, 1441–1466, <https://doi.org/10.1023/A:1008987010383>
- Soleglad, M. E., Fet, V. (2003a). High-Level Systematics and Phylogeny of the Extant

- Scorpions (Scorpiones: Orthosterni). *Euscorpius*, 11.  
<http://www.science.marshall.edu/fet/euscorpius/>
- Soleglad, M. E., Fet, V. (2003b). The scorpion sternum: structure and phylogeny (Scorpiones: Orthosterni). *Euscorpius*, 5, 36 pp.  
<http://www.science.marshall.edu/fet/euscorpius/>
- Soleglad, M. E., Fet, V. (2008). Contribution to scorpion systematics III, subfamilies Smeringurinae and Syntropinae (Scorpiones: Vaejoidea). *Euscorpius*, 71, 1–115.
- Soleglad, M. E., Sissom, W. D. (2001). Phylogeny of the family Euscorpiidae: a major revision. In Victor. Fet & P. A. Selden (Eds.), *Scorpions: In memoriam Gary A. Polis* (pp. 25–111). British Arachnological Society.
- Stahnke, H. L. (1970). Scorpion nomenclature and mensuration. *Entomological News*, 81, 297–316. <https://www.biodiversitylibrary.org/>
- Stockwell, S. A. (1989). *Revision of the phylogeny and higher classification of Scorpions (Chelicerata)*. University of California, 826 pp.
- Stockwell, S. A. (1992). Systematic Observations on North American Scorpionida with a Key and Checklist of the Families and Genera. *Journal of Medical Entomology*, 29(3), 407–422. <https://doi.org/10.1093/jmedent/29.3.407>
- Suárez-Morales, E., Mercado-Salas, N. (2013). The non-indigenous parasitic copepod *Neoergasilus japonicus* (Harada) (Cyclopoida) from central Mexico: The earliest invasion in continental America. *BioInvasions Records*, 2(3), 201–206. <https://doi.org/10.3391/bir.2013.2.3.05>
- Teruel, R., Turiel, C. (2021). “New kid on the block”: The west african scorpion *Hottentotta hottentota* (Fabricius, 1787) (Scorpiones: Buthidae) may have become established in Spain. *Revista Ibérica de aracnología*, 39, 107–109.
- Tibco. (2022). Statistica (14.0.1). <https://docs.tibco.com/products/tibco-statistica-14-0-1>
- Urbizu, M., Siqueiros, M. E., Abrego, N., Salcedo, I. (2014). New records of aphylophoroid fungi from Aguascalientes , Mexico and an approach to their ecological preferences.

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

*Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85(4), 1007–1018.  
<https://doi.org/10.7550/rmb.35264>

Ureta, C., González, E. J., Ramírez-Barrón, M., Contreras-Félix, G. A., Santibáñez-López, C. E. (2020). Climate change will have an important impact on scorpion's fauna in its most diverse country, Mexico. *Perspectives in Ecology and Conservation*, 18(2), 116–123. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.pecon.2020.04.003>

Vachon, M. (1952). Caractères servant a la classification. En: Vachon, M. (Editor), Etudes sur les scorpions. Institut Pasteur D'Algerie, 45–70.

Vachon, M. (1956). The biology of scorpions. *The Journal of the Bombay Natural History Society*, 54, 128–139.

Vachon, M. (1963). De l'utilité, en systematique, d'une nomenclature des dents des chélicérés chez les scorpions. *Bulletin du Muséum national d'histoire Naturelle*, 35(2), 161–166.

Vachon, M. (1973). Étude des caractères utilisés pour classer les familles et les genres de Scorpions (Arachnides). *Bulletin du Muséum National D'Histoire Naturelle*, 140(3).

Varela, S., Anderson, R. P., García-Valdés, R., Fernández-González, F. (2014). Environmental filters reduce the effects of sampling bias and improve predictions of ecological niche models. *Ecography*, 37(11), 1084–1091. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/j.1600-0587.2013.00441.x>

Velasco, J. A., González-Salazar, C. (2019). Akaike information criterion should not be a “test” of geographical prediction accuracy in ecological niche modelling. *Ecological Informatics*, 51, 25–32. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2019.02.005>

Villalobos-Juárez, I., García-Padilla, E., Sigala-Rodríguez, J. J., Carrillo-Martínez, D. A. (2022). *Sceloporus parvus* (Phrynosomatidae) en Aguascalientes. *Revista Latinoamericana de Herpetología*, 5(3), 32, <https://doi.org/10.22201/fc.25942158e.2022.3.522>

Wandke, A., Moore, T. G. (1935). Pyrometasomatic vein deposits at Tepezalá,

Aguascalientes, Mexico. *Economic Geology*, 30, 765–782.  
<https://doi.org/10.2113/gsecongeo.30.7.765>

Warren, D., Seifert, S. (2011). Ecological niche modeling in Maxent: the importance of model complexity and the performance of model selection criteria. *Ecological Applications: A Publication of the Ecological Society of America*, 21, 335–342.  
<https://doi.org/10.2307/29779663>

Webber, M. M., Bryson Jr., R. W. (2015). Geographic variation in the thermal biology of a widespread Sonoran Desert arachnid, *Centruroides sculpturatus* (Arachnida: Scorpiones). *Journal of Arid Environments*, 121, 40–42,  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.jaridenv.2015.04.014>

Wei-Low, B., Zeng, Y., Tan, H. H., Yeo, D. C. J. (2021). Predictor complexity and feature selection affect Maxent model transferability: Evidence from global freshwater invasive species. *Diversity and Distributions*, 27(3), 497–511.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.1111/ddi.13211>

Wendru, A. J., Babcock, L. E., Wirkner, C. S., Kluessendorf, J., Mikulic, D. G. (2020). A Silurian ancestral scorpion with fossilised internal anatomy illustrating a pathway to arachnid terrestrialisation. *Scientific Reports*, 10(14). <https://doi.org/10.1038/s41598-019-56010-z>

Weygoldt, P. (1979). Cladistic versus phenetic classification -an endless debate?. *Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research*, 17: 310–314.  
<https://doi.org/10.1111/j.1439-0469.1979.tb00714.x>

Weygoldt, P., Paulus, H. F. (1979). Untersuchungen zur Morphologie, Taxonomie und Phylogenie der Chelicerata I + II - Z.zool.Systematik und Evolutionsforsch. 17 (2): 85-116.

Wheeler, W. C., Hayashi, C. Y. (1998). The Phylogeny of the Extant Chelicerate Orders. *Cladistics*, 14, 173–192.

Williams, S. C. (1968). Scorpions from Northern Mexico: Five new species of *Vejovis* from Coahuila, Mexico. *Occasional Papers of the California Academy of Sciences*, 68, 1–



24.

Yahia, N., & Sissom, W. D. (1996). Studies on the Systematics and Distribution of the Scorpion *Vaejovis bilineatus* Pocock (Vaejovidae). *The Journal of Arachnology*, 24(2), 81–88.



## ANEXOS

### Anexo A

Fuentes de ocurrencias utilizadas para construir mapas de distribución potencial.

Ocurrencias de *Ch. bilineatus*. CAIMScH: Colección de Artrópodos con Importancia Médica; CNAN= Colección Nacional de Arácnidos; CZUAA:SCO= Colección Zoológica de la Universidad Autónoma de Aguascalientes: Escorpiones. FCS= Fernanda Chávez Samayoa, ejemplares determinados durante la elaboración de este trabajo.

Fuente	Latitud	Longitud	No. de catálogo	Determinó.
Datos abiertos UNAM (CNAN)	22.232412	-102.327794	CAIMSc-03663	Vidal-Acosta, M. V.
	22.296412	-102.065544	CAIMSc-01293	Vidal-Acosta, M. L.
	22.015278	-102.144444	CAIMSc-01291	Vidal-Acosta, M. L.
	24.887769	-100.218813	ZA.30048	Sissom, W. D.
	23.267	-100.902	CNAN:SC2425	González-Santillán, E.
	22.646	-100.758	CNAN:SC2427	González-Santillán, E.
	22.463	-100.685	CNAN:SC2431	González-Santillán, E.
	24.88256	-100.18939	CNAN:SC2432	Francke, O. F.
	24.07729	-99.94306	CNAN:SC2433	González-Santillán, E.
	21.312	-100.427	CNAN:SC2434	González-Santillán, E.
	23.7565	-100.84603	CNAN:SC2435	González-Santillán, E.
	22.304	-99.621	CNAN:SC2436	González-Santillán, E.
	24.02208	-99.79803	CNAN:SC3254	Contreras-Félix, G.
	24.6927	-100.05553	CNAN:SC3911	FCS.
	CZUAA	22.448454	-102.219974	CZUAA:SCO:303
22.216735		-102.134949	CZUAA:SCO:305	Díaz-Plascencia, J. E.
21.912948		-102.316237	CZUAA:SCO:307	Díaz-Plascencia, J. E.
21.923297		-102.389747	CZUAA:SCO:308	Díaz-Plascencia, J. E.
22.23874		-102.16612	CZUAA:SCO:520	FCS
22.23783		-102.15441	CZUAA:SCO:522	FCS
21.93289		-101.92847	CZUAA:SCO:524	FCS

Ocurrencias de *Ch. coahuilae*. AMCC= Ambrose Monell Cryocollection of the American Museum of Natural History; CNAN= Colección Nacional de Arácnidos; CZUAA:SCO= Colección Zoológica de la Universidad Autónoma de Aguascalientes: Scorpiones. FCS= Fernanda Chávez Samayoa, ejemplares determinados durante la elaboración de este trabajo.

Fuente	Latitud	Longitud	No. de catálogo	Determinó
(González-Santillán y Prendini, 2015)	25.734817	-103.673333	AMCC [LP 5353]	SD
(González-Santillán y Prendini, 2013)	27.000932	-102.003771	[ARA 84]	SD
(Williams, 1968)	26.878596	-102.138443	*georreferenciados con Google Earth, utilizando la capa de 1985.	
Datos abiertos UNAM (CNAN)	27.0599	-102.22636	CNAN:SC2437	Francke, O. F.
	27.32	-103.719	CNAN:SC2438	González-Santillán, E.
	24.852	-104.033	CNAN:SC2440	
CZUAA	21.884784	-102.416552	CZUAA:SCO:185	FCS
	21.660717	-102.228448	CZUAA:SCO:321	FCS
	21.912779	-102.313314	CZUAA:SCO:373	FCS
	22.408812	-102.291884	CZUAA:SCO:412	FCS
	22.028438	-101.932815	CZUAA:SCO:433	FCS
	22.012016	-102.25329	CZUAA:SCO:504	González-Santillán, E.
	22.23361	-102.15766	CZUAA:SCO:526	FCS

Ocurrencias de *Ch. glabrimanus*. AMCC= Ambrose Monell Cryocollection of the American Museum of Natural History; AMNH= American Museum of Natural History; CAS= California Academy of Sciences; CNAN= Colección Nacional de Arácnidos; CZUAA:SCO= Colección Zoológica de la Universidad Autónoma de Aguascalientes: Scorpiones; FDACS:FSCA= Florida Department of Agriculture and Consumer Services: Florida State Collection of Arthropods. FCS= Fernanda Chávez Samayoa, ejemplares determinados durante la elaboración de este trabajo.

Fuente	Latitud	Longitud	No. de catálogo	Determinó
Datos abiertos UNAM (CNAN).	21.05786	-99.78386	CNAN:SC2133	González-Santillán, E.
	24.68267	-100.10667	CNAN:SC2136	González-Santillán, E.
	21.312	-100.427	CNAN:SC2455	González-Santillán, E.
	22.646	-100.758	CNAN:SC3107	González-Santillán, E.
	25.144	-100.651	CNAN:SC3108	González-Santillán, E.
(Sissom y Hendrixson, 2005)	24.398754	-99.914646	FDACS:FSCA *	Sissom, W. D. y Hendrixson, 2005
	25.297147	-100.853328	FDACS:FSCA2 *	Sissom, W. D. y Hendrixson, 2005

(González-Santillán y Prendini, 2013)	21.390662	-100.878796	AMNH	González-Santillán, E.
(González-Santillán y Prendini, 2015)	22.51268	-100.758332	CAS[ARAA 1909]	González-Santillán, E.
CNAN	25.476215	-100.923501	AMCC[LP 6558]	
	22.30371	-99.621133	AMCC[LP 6610]	
CZUAA	22.088611	-101.960855	CNAN	FCS
	22.36495	-102.307597	CNAN	FCS
	21.859281	-102.223027	CZUAA:SCO:175	Díaz-Plascencia, J. E.
	21.884167	-102.461111	CZUAA:SCO:179	Díaz-Plascencia, J. E.
	21.915173	-102.320162	CZUAA:SCO:181	Díaz-Plascencia, J. E.
	22.140941	-102.26569	CZUAA:SCO:182	Díaz-Plascencia, J. E.
	22.246234	-102.157603	CZUAA:SCO:300	FCS
	21.93389	-101.92847	CZUAA:SCO:523	FCS
	21.8325	-102.81634	CZUAA:SCO:560	González-Santillán, E.

Ocurrencias de *D. zacatecanus*. CAIMScH: Colección de Artrópodos con Importancia Médica; CNAN= Colección Nacional de Arácnidos; CZUAA:SCO Colección Zoológica de la Universidad Autónoma de Aguascalientes: Escorpiones; NR= No reportado. FCS= Fernanda Chávez Samayoa, determinados durante la elaboración de este trabajo.

Fuente	Latitud	Longitud	No. de catálogo	Determinó
GBIF	22.300275	-101.571082	CAIMScH-00204	Díaz-Nájera, A.
	24.289444	-103.394444	CAIMScH-00203	Díaz-Nájera, A.
	23.974264	-104.022922	CAIMScH-00205	Díaz-Nájera, A.
	21.856203	-101.591777	CAIMSc-04480	Vidal-Acosta, M. V.
Datos abiertos UNAM (CNAN)	20.82464	-100.1824	CNAN:SC1716	Santibáñez-López, C.
	23.745	-103.796	CNAN:SC1715	Santibáñez-López, C.
	22.167999	-99.65139	CNAN:SC1717	Francke, O. F.
	23.079	-102.086	CNAN:SC1720	Francke, O. F.
	22.413001	-100.685	CNAN:SC1722	Francke, O. F.
	22.304	-99.621	CNAN:SC1735	Francke, O. F.
	24.085	-104.044	CNAN:SC1736	Santibáñez-López, C.
	21.38583	-100.39083	CNAN:SC1743	Francke, O. F.
	24.863	-104.647	CNAN:SC1744	Santibáñez-López, C.
	22.231738	-102.167516	CNAN	FCS
24.632792	-102.750778	NR		
23.731664	-103.987375	NR		

(Ponce-Saavedra et al., 2009)	20.101953	-99.857142	NR		
	20.085844	-99.56355	NR		
	20.198558	-100.365722	NR		
	20.093022	-99.399425	NR		
	20.693969	-99.810058	NR		
	20.372842	-100.2743	NR		
	20.834342	-99.719242	NR		
	22.831447	-101.910003	NR		
	23.571294	-103.300764	NR		
	23.605583	-102.729861	NR		
	22.772089	-102.575558	NR		
	CZUAA	22.214065	-100.800562	CZUAA:SCO449	FCS
		21.939167	-101.918333	CZUAA:SCO473	FCS

Ocurrencias de *M. spadix*. CZUAA:SCO Colección Zoológica de la Universidad Autónoma de Aguascalientes; Scorpiones; IBUNAM: CNAN= Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México: Colección Nacional de Arácnidos. FCS= Fernanda Chávez Samayoa, determinados durante la elaboración de este trabajo.

Fuente	Latitud	Longitud	No. de catálogo	Determinó
CNAN	21.648603	-102.984541	CNAN:T168	Hoffmann, C. C.
	21.24575	-100.15782	CNAN:SC3912	FCS
	21.733515	-102.69753	CNAN:SC3478	FCS
CZUAA	21.661243	-102.229105	CZUAA:SCO197	Díaz-Plascencia, J. E.
	21.782405	-102.520904	CZUAA:SCO208	Díaz-Plascencia, J. E.
	21.858919	-102.654054	CZUAA:SCO210	Díaz-Plascencia, J. E.
	22.060473	-102.475767	CZUAA:SCO227	Díaz-Plascencia, J. E.
	21.096412	-101.690465	CZUAA:SCO230	Díaz-Plascencia, J. E.
	21.96829	-102.374717	CZUAA:SCO236	Díaz-Plascencia, J. E.
	22.447148	-102.354457	CZUAA:SCO245	Díaz-Plascencia, J. E.
	21.802553	-102.80776	CZUAA:SCO256	Díaz-Plascencia, J. E.
	21.964053	-102.694455	CZUAA:SCO260	Díaz-Plascencia, J. E.
	22.766765	-102.539972	CZUAA:SCO262	Díaz-Plascencia, J. E.
	21.874799	-102.424969	CZUAA:SCO275	Díaz-Plascencia, J. E.
	22.180524	-102.350377	CZUAA:SCO279	Díaz-Plascencia, J. E.
	21.8829	-102.7525	CZUAA:SCO290	Díaz-Plascencia, J. E.
	21.758795	-102.294491	CZUAA:SCO291	Díaz-Plascencia, J. E.



22.66972	-103.117363	CZUAA:SCO313	Díaz-Plascencia, J. E.
21.979996	-102.2723	CZUAA:SCO472	FCS
21.939167	-101.918333	CZUAA:SCO476	FCS
21.95581	-102.50081	CZUAA:SCO593	FCS

Ocurrencias de *P. gracilior*. CNAN= Colección Nacional de Arácnidos; CZUAA:SCO Colección Zoológica de la Universidad Autónoma de Aguascalientes: Escorpiones; FMNHINS= Field Museum of Natural History Insect collection; MCZ:IZ= Museum of Comparative Zoology: Invertebrate Zoology collection; OSAL = Ohio State University Acarology Laboratory. FCS= Fernanda Chávez Samayoa, determinados durante la elaboración de este trabajo.

Fuente	Latitud	Longitud	No. de catálogo	Determinó
GBIF	32.001554	-108.839099	FMNHINS 0000 086 400	Sissom, W. D.
	32.313171	-104.295506	FMNHINS 0000 086 404	Sissom, W. D.
	32.200919	-108.42227	FMNHINS 0000 086 388	Sissom, W. D.
	33.311567	-106.087422	FMNHINS 0000 086 880	Anton, T. G.
	31.932396	-108.311546	FMNHINS 0000 086 403	Sissom, W. D.
	30.139571	-102.240512	OSAL 0006513	González-Santillán, E.
	32.275531	-108.807278	MCZ:IZ:15786	Sissom, W. D.
	32.555576	-107.418822	MCZ:IZ:15824	Sissom, W. D.
	32.063284	-108.320321	MCZ:IZ:15824	Sissom, W. D.
	33.277124	-106.018603	MCZ:IZ:15757	Sissom, W. D.
	29.60865	-104.372147	MCZ:IZ:16464	Francke, O. F.
	33.462862	-106.018603	MCZ:IZ:15782	Sissom, W. D.
	32.088591	-104.410874	MCZ:IZ:15777	Sissom, W. D.
	32.161263	-108.97367	MCZ:IZ:15793	Sissom, W. D.
	32.463653	-104.26617	MCZ:IZ:15781	Sissom, W. D.
(Victor Fet et al., 2006b)	26.986815	-102.066403	(MES)	
	31.789846	-109.95978		
	30.026956	-102.028432		
CNAN	23.118632	-101.1036	CNAN:SC2008	Santibáñez-López, C.
	25.44588	-102.11785	CNAN:SC2009	Santibáñez-López, C.
	26.96	-103.834	CNAN:SC2010	Francke, O. F.
CZUAA	26.154	-103.521	CNAN:SC2012	Francke, O. F.
	22.24175	-102.15837	CZUAA:SCO517	FCS
	22.23783	-102.15441	CZUAA:SCO521	FCS
	22.23523	-102.15438	CZUAA:SCO539	FCS

Ocurrencias de *V. tenamatzlei*. CNAN= Colección Nacional de Arácnidos; CZUAA:SCO= Colección Zoológica de la Universidad Autónoma de Aguascalientes: Escorpiones. FCS= Fernanda Chávez Samayoa, ejemplares determinados durante la elaboración de este trabajo.

Fuente	Latitud	Longitud	No. de catálogo	Determinó
CNAN	21.725618	-102.700391	CNAN:T0871	Contreras-Félix et al., 2015.

CZUAA	21.707662	-102.696962	CZUAA:SCO392	Díaz-Plascencia, J. E.
	22.26115	-102.629362	CZUAA:SCO481	FCS
	22.28396	-102.63058	CZUAA:SCO491	FCS
	21.93896	-101.92277	CZUAA:SCO528	FCS
	21.7304	-102.7139	CZUAA:SCO616	FCS

**Anexo B.**

Rangos de valores de las distintas variables en el área M y G por especie.

Especie	Variable	Valor en M	Valor en G
<i>Chihuahuanus bilineatus</i>	Bio 2	10.44 – 20.88	9.32 – 20.49
	Bio 4	171.43 – 526.14	165.67 – 816.93
	Bio 6	0.2 – 11.8	-4.7 – 13.1
	Bio 12	266 – 1650	183 – 2586
	Bio 13	38 – 373	31 – 493
	Bio 16	109 – 863	80 – 1392
	Bio 18	93 – 835	80 – 834
	Cfvo	44 – 266	29 – 392
	Sand	234 – 771	239 – 771
		Silt	68 – 599
<i>Chihuahuanus coahuilae</i>	Bdod	109 – 150	82 – 150
	Bio 6	-4.2 – 11.1	-4.7 – 13.1
	Bio 7	21.7 – 38.5	16.9 – 39.8
	Bio 11	4.6 – 18.58	6.03 – 21.86
	Bio 14	1 – 23	1- 67
	Bio 19	17 – 107	17 – 229
	Cfvo	38 – 352	20 – 430
	Sand	188 – 771	91 – 788
<i>Chihuahuanus glabrimanus</i>	Bio 3	47.90 – 71.53	47.90 – 73.30
	Bio 8	12 – 28.63	10.78 – 28.63
	Bio 10	12.38 – 28.65	11.26 – 28.65
	Bio 16	114 – 1435	97 – 1435
	Bio 17	17 – 183	16 – 183
	Bio 18	93 – 835	91 – 835
	Clay	150 – 454	126 – 460
	Silt	150 – 445	68 – 599
<i>Diplocentrus zacatecanus</i>	Bdod	87 – 154	67 – 158
	Bio 3	52.13 – 75.14	39.36 – 82.20
	Bio 7	15.2 – 33	13.8 – 39.9
	Bio 12	183 – 1081	176 – 3062
	Bio 15	59.81 – 122.17	39.76 – 126.57
	Bio 18	84 – 835	69 – 1128
	Bio 19	16 – 147	10 – 308
	Cfvo	45 – 285	18 – 434
	Clay	93 – 564	83 – 575

	Silt	71 – 605	69 – 665
<i>Mesomexovis spadix</i>	Bdod	94 – 147	55 – 148
	Bio 3	53.58 – 72.25	52.87 – 87.63
	Bio 7	17.1 – 32.3	9.4 – 32.6
	Bio 9	10.26 – 25.66	1.41 – 29.93
	Bio 17	17 – 100	0 – 493
	Bio 19	17 – 100	0 – 493
	Cfvo	44 – 302	33 – 382
	Clay	126 – 460	68 – 555
<i>Paruroctonus gracilior</i>	Bio 1	5.95 – 22.34	5.95 – 24.39
	Bio 5	21.7 – 39.6	21 – 41
	Bio 9	4 – 23.85	4 – 23.85
	Bio 14	1 – 19	1 – 19
	Bio 15	43.48 – 84.34	39.76 – 122.17
	Bio 19	17 – 217	16 – 217
	Cfvo	1 – 511	1 – 511
	Clay	72 – 522	72 – 522
<i>Vaejovis tenamaztlei</i>	Bio 3	60.32 – 67.8	59.30 – 72.25
	Bio 8	13.71 – 25.78	12.13 – 30.25
	Bio 10	14.76 – 26.58	12.55 – 30.78
	Bio 11	5.41 – 19.4	5.88 – 24.26
	Bio 13	59 – 254	57 – 407
	Bio 14	1 – 10	1 – 13
	Cfvo	63 – 289	59 – 302

#### Anexo C.

#### MATERIAL EXAMINADO:

**Buthidae (C. L. Koch, 1837).**

***Centruroides* (Marx, 1890).**

***Centruroides balsasensis* (Ponce y Francke, 2004).**

MÉXICO: **Aguascalientes:** *Aguascalientes mpio.:* Universidad Autónoma de Aguascalientes, 1 ♀ (CZUAA:SCO-105) 11.vi.2013, Verónica Ávila; 1 ♀ (CZUAA:SCO-107) 18.v.2012, Neftalí Ubario Guevara; 1 ♀ (CZUAA:SCO-411), 15.V.2016, Andrea Alejandra Martínez Durón. Jardín Botánico Rey Netzahualcoyotl, 1 ♀ (CZUAA:SCO-106) 25.iv.2014, Jorge Eduardo Gutiérrez Montoya; 3 ♀ (CZUAA:SCO-108) iv.2015, José Eduardo Díaz Plascencia. Fraccionamiento Casa Blanca, 1 ♀ (CZUAA:SCO-434) 13.iv.2016, Miguel Ángel Delgado. Fraccionamiento El Dorado, 1 ♀ (CZUAA:SCO-551) 14.x.2019, sin datos de colector. Tlaxcala #107,

colonia San Marcos, 4 ♀(CZUAA:SCO-535) 21.vi.2020, Valentín Esparza. Pozo Hondo #141, colonia Pozo Bravo, 1 ♀ (CZUAA:SCO-546) 29.vi.2020, Norma Palacios. Tlaloc #519, Prados del Sur, 1 ♀ (CZUAA:SCO-672) 8.iii.2022, Iván Martínez. *Calvillo mpio.*: Colomos, huerto de guayaba, 21.87892°, -102.65464°, 1798 m, 1 ♀ (CZUAA:SCO-686) 27.i.2022, I. J. Rodríguez Elizalde, J. Brito Ruiz de Velasco; 1 ♀ (CZUAA:SCO-692) 29.viii.2021, I. J. Rodríguez Elizalde, J. Brito Ruiz de Velasco, L. I. Rodríguez Rodríguez, M. E. Herrera Rodríguez. Crucero de las Pilas, 1 ♀ (CZUAA:SCO-699) 11.xi.2020, Ricardo García. El Terrero, 1 ♀ (CZUAA:SCO-104) 17.iv.2011, José Ruvalcaba Calderón. Calvillo, 2 ♀ (CZUAA:SCO-670) 10.xi.2021, Ricardo García. Los Adobes, 21.810895, -102.689260, 4 ♀ (CZUAA:SCO-509) 17.ix.2019, Fernanda Chávez Samayoa, Rodrigo Haro Tapia; 21.810895°, -102.699260°, 2 ♀ (CZUAA:SCO-698), 11.x.2019, Fernanda Chávez Samayoa. *Jesús María mpio.*: Alegría 122, fraccionamiento Gómez Portugal, 1 ♀ (CZUAA:SCO-695), 23.iii.2022, sin datos de colector. Cerro del Muerto, 1 ♀ (CZUAA:SCO-111) 8.v.2005, Alejandra Ramírez. **Guanajuato**: *Comonfort mpio.*: 1 ♀ (CZUAA:SCO-402) vi.2007, Diana García. **Michoacán**: *Uruapan mpio.*: 1 ♀ (CZUAA:SCO-54) sin fecha, Fernando Antonio Guerrero Roque. **Zacatecas**: *Jalpa mpio.*: 1 ♀(CZUAA:407) 21.iv.2016, Victor Enrique. *Juchipila mpio.*: 1 ♀ (CZUAA:SCO-66) 13.v.2000, Mayra Esparza Araiza; 1 ♀ (CZUAA:SCO-102) 25.iv.2010, Cinthia Yaneth Gómez Aranzazú; 1 ♀ (CZUAA:SCO-110) 13.v.2000, David Magaña Ortiz.

***Centruroides infamatus* (C. L. Koch, 1844)**

MÉXICO: **Aguascalientes**: *Aguascalientes mpio.*: Central de abastos, 1 ♂ (CZUAA:SCO-54), ii.1996, Jesús G. Estrada A. Cerro de los gallos, 1 ♀ (CZUAA:SCO-117), 21.x.1989, Leticia Silva López; 1 ♀ (CZUAA:SCO-118) 26.iv.1984, Humberto Gallegos Rangel. Cerro del Picacho, 1 ♂ (CZUAA:SCO-418) 29.iv.2016, Diana Martínez. Aguascalientes, 1 ♂ (CZUAA:SCO-436) 15.v.2016, Elizabeth García Moreno. *Calvillo mpio.*: Cascada de los Huenchos, 21.88136°, -102.78507, 1756 m, 1 ♂ (CZUAA:SCO-614) 22.v.2021, José Luis Reyes Hernández. Cercano a balneario “La Cueva”, 21.81325°, -102.82634°, 1 ♀ (CZUAA:SCO-483), 28.ix.2019,

Fernanda Chávez Samayoa, Luis Rodrigo Haro Tapia; 19 ♂ 10 ♀ (CZUAA:SCO-495), 15.x.2019, Fernanda Chávez Samayoa; 23 ♂ 12 ♀ (CZUAA:SCO-503) 28.ix.2019, Fernanda Chávez Samayoa. Cercano a restaurante “La Fragua”, 21.997867°, -102.67649°, 1825 m, 3 ♂ 2 ♀ (CZUAA:SCO-644), v.2021, Tadeo Huerta. El Cuervero, 1 ♀ (CZUAA:SCO-162) 19.vi.2004, Alma Dentina González R. El Zapote, 1 ♀ (CZUAA:SCO-666) 8.xii.2021, Ricardo García. Calvillo, 1 ♀ (CZUAA:SCO-431) 29.iv.2017, Elizz Margoli Flores Villalpando; 1 ♀ (CZUAA:SCO-435) 4.v.2017, Alan Hernández. Crucero de las Pilas, 1 ♂ (CZUAA:SCO-700) 11.xi.2020, Ricardo García. La Calixtina, 1 ♀ (CZUAA:SCO-424) 16.v.2017, Isaías Rodríguez Ortiz. La Labor, 1 ♂ (CZUAA:SCO-139) 10.iv.2011, Mónica Patricia Ramírez Guillen. La Mezquitera, 21.860407°, -102.767833°, 1 ♂ 1 ♀ (CZUAA:SCO-484) 30.viii.2019, Fernanda Chávez Samayoa, Jaime Antonio Escoto Moreno; 23 ♂ 8 ♀ (CZUAA:SCO-508) 5.x.2019, Fernanda Chávez Samayoa; 4 ♂ 2 ♀ (CZUAA:SCO-514) 7.ix.2019, Fernanda Chávez Samayoa, Rodrigo Haro Tapia; 2 ♂ (CZUAA:SCO-558) 10.x.2019, Fernanda Chávez Samayoa. Los Adobes, 21.810895°, -102.689260°, 1 ♀ (CZUAA:SCO-330) 1.ix.2015, José Eduardo Díaz Plascencia; 15 ♂ 4 ♀ (CZUAA:SCO-480) 11.x.2019, Fernanda Chávez Samayoa; 26 ♂ 13 ♀ (CZUAA:SCO-497) 17.ix.2019, Fernanda Chávez Samayoa, Rodrigo Haro; 1 ♂ (CZUAA:SCO-555) 6.ix.2019, Jaime Antonio Escoto Moreno, Fernanda Chávez Samayoa. Los Alisos, 1 ♂ (CZUAA:SCO-121) 9.x.1989, Josefina Moreno Lara; 1 ♂ (CZUAA:SCO-133) 2.vi.1982, Zeida M. Vela Ortiz; 1 ♂ (CZUAA:SCO-134) 8.ix.1984, Morales, Franco, Montoya; 1 ♀ (CZUAA:SCO-154) 19.vi.2004, Gerardo Guerrero. Los Lobos, 1 ♀ (CZUAA:SCO-129) 21.x.1990, José Antonio Sánchez García. Presa de Malpaso, 1 ♂ (CZUAA:SCO-123) 19.vi.2004, Gpe. Villalobos; 1 ♂ (CZUAA:SCO-125) 3.v.1999, Rocío Palestina Arteaga Hdz.; ♂♀ (CZUAA:SCO-126) 13.vi.2004, Elvira Ortiz Mtz.; 1 ♂ (CZUAA:SCO-131) 20.iii.1999, Maritza Morga; 1 ♀ (CZUAA:SCO-135) 3.v.1999, Mayra Martínez Garnica; 1 ♀ (CZUAA:SCO-138) 26.xi.1986, Elia del Carmen Alvizo Flores. Palo Alto, 1 ♂ 3 ♀ (CZUAA:SCO-671), 18.xi.2021, Ricardo García; 4 ♂ (CZUAA:SCO-667) 20.xi.2021, Ricardo García. Presa La Codorniz, 22.010854°, -102.670886°, 1894 m, 5 ♂ 5 ♀ (CZUAA:SCO-589) 1.xi.2020, Emmanuel González Martínez, José Luis Reyes Hernández, Eduardo



Vieyra, Diego Fernando Simijaca Salcedo, Fernanda Chávez Samayoa; 21.99744°, -102.67855°, 2068 m, 5 ♂ 10 ♀ (CZUAA:SCO-612) 5.vi.2021, Fernanda Chávez Samayoa, Daniel Ortiz Álvarez, Cristóbal Huerta. Presa La Ordeña, 1 ♀ (CZUAA:SCO-145), 25.iv.2005, Cinthya A. Díaz Delgado. Presa de Los Serna, 1 ♀ (CZUAA:SCO-124), 20.x.2003, Silene García; 1 ♀ (CZUAA:SCO-137), 14.vi.2004, Silene García. San Tadeo, 1 ♀ (CZUAA:SCO-127), iv.1996, Jorge Martínez de Lara; 1 ♂ 2 ♀ (CZUAA:SCO-149), v.2015, Cristian Alejandro Franco Servín de la Mora. Sierra del Laurel, 1 ♂ (CZUAA:SCO-128), 25.x.1982, Efrén Pacilla R. Terrero de la Labor, 22.02556°, -102.666111°, 25 ♂ 20 ♀ (CZUAA:SCO-655) 22.x.2021, Fernanda Chávez Samayoa, Daniel Ortiz Álvarez. *Rincón de Romos mpio.*: 1 ♂ (CZUAA:SCO-112) 17.iv.2004, Noemí Arroyo Chávez, 1 ♂ (CZUAA:SCO-113) 17.iv.2004, Ana Fabiola Ramos Mtz. **Guanajuato**: *León mpio.*: Fraccionamiento La Luz, 1 ♀ (CZUAA:SCO-75), 27.iv.2013, Víctor Hugo González Sánchez; 1 ♀ (CZUAA:SCO-85) 27.iv.2003, Karla Angélica de Luna Gómez. León, 1 ♀ (CZUAA:SCO-77) 30.v.2009, Christian García Balderas; 1 ♂ (CZUAA:SCO-84) 13.vi.2004, Celeste Moreno; 1 ♂ (CZUAA:SCO-87) 21.vi.2004, Marco A. Gómez; 1 ♂ (CZUAA:SCO-88) 4.vi.2000, Mariana Chávez Andrade; 1 ♂ (CZUAA:SCO-90) 7.vi.2004, Salvador Flores; 1 ♂ (CZUAA:SCO-94) 15.vi.2004, Mariana A. B. López; 1 ♀ (CZUAA:SCO-96) 16.vi.2006, Miguel; 1 ♀ (CZUAA:SCO-99), sin fecha, Rubén Alonso Carbajal Márquez. *Moroleón mpio.*: Presa de Quiahuyo, 1 ♀ (CZUAA:SCO-445) 25.iii.2016, Karen Rosales. *Pénjamo mpio.*: 1 ♀ (CZUAA:SCO-79) 21.ix.1983, Olga A. Rdz, Ma. Gpe. Flores. *Salamanca mpio.*: 1 ♂ (CZUAA:SCO-70) sin fecha, Lisset Flores; 1 ♀ (CZUAA:SCO-71) sin fecha, Jessica A. Berlín Doadado. *Yuriria mpio.*: 1 ♀ (CZUAA:SCO-74) 13.vi.1991, Víctor Villalobos Sánchez. **Michoacán**: *Uruapan mpio.*: 1 ♀ (CZUAA:SCO-51) sin fecha, Marco Antonio Domínguez de la Riva. *Tancítaro mpio.*: El Cuate, 1 ♀ (CZUAA:SCO-58) iv.1996, Ricardo Elic Martínez. **Zacatecas**: *Guadalupe Victoria mpio.*: 1 ♂, 9.xi.1986, Micaela Torres Romero. *Juchipila mpio.*: 1 ♂ (CZUAA:SCO-413) 16.iv.2016, Karla I. Molina; 1 ♀ (CZUAA:SCO-425) 25.iii.2016, Emmanuel Alejandro Bernal Montoya; 1 ♂ (CZUAA:SCO-448) 15.v.2016, Aurora Barba. *Nochistlán mpio.*: 1 ♀ (CZUAA:SCO-53) 2.iii.2010, Ernesto Fernando Pulido Hornedo. *Tabasco mpio.*: 1 ♂ (CZUAA:SCO-

57) 10.vi.2010, A. Lara. *Valparaíso mpio.*: ♂♀ (CZUAA:SCO-416) 4.iv.2017, Sergio Daniel López González.

**Diplocentridae (Karsch, 1880).**

***Diplocentrus* (Peters, 1861).**

***Diplocentrus zacatecanus* (Hoffmann, 1931).**

MÉXICO: **Aguascalientes**: *Aguascalientes mpio.*: Presa el Cedazo, (CZUAA:SCO-28) 25.viii.1990, José Antonio Sánchez García. *Asientos mpio.*: Asientos, 1 ♀ (CZUAA:SCO-10) 17.iii.2013, Cristian Franco Servín de la Mora; 1 ♀ (CZUAA:SCO-12) 22.ii.2013, Ramsés Alejandro Rosales. *El Llano mpio.*: Juan el Grande, 21.939167°, -101.918333°, 3♀ (CZUAA:SCO-473) 18.x.2019, Nayeli Amalinalli Pulido Hornedo, Xiluen Axl Ruiz; 4 ♂ 6 ♀ (CZUAA:SCO-475), 18.x.2019, Fernanda Chávez Samayoa; 21.93182°, -101.93591°, 2117 m, 2 ♂ 4 ♀ (CZUAA:SCO-490) 22.ix.2019 Fernanda Chávez Samayoa; 21.93738°, -101.92343°, 2285 m, 1 ♀ (CZUAA:SCO-541), 1.vi.2020, Pablo César Hernández Romero, Diego Fernando Simijaca Salcedo, Fernanda Chávez Samayoa; 21.93919°, -101.92163°, 2395 m, 1 ♂ 2 ♀ (CZUAA:SCO-543), x.2019, Emmanuel González Martínez; 1 ♂ (CZUAA:SCO-633), 22.i.2021, Fernanda Chávez Samayoa, Alejandra Palacios, Diego Fernando Simijaca Salcedo; 21.937380°, -101.923430°, 2284 m, 1 ♂ (CZUAA:SCO-645), iv.2021, Fernanda Chávez Samayoa, Diego Fernando Simijaca Salcedo; 1 ♀ (CZUAA:SCO-652), iii.2021, Fernanda Chávez Samayoa, Dulce Marina Reyes Páramo. *Tepezalá mpio.*: Cerro del Capulín, 22.24585°, -102.15414°, 2189 m, 2 ♂ 2 ♀ (CZUAA:SCO-488), 6.x.2019, Fernanda Chávez Samayoa, Iván Villalobos Juárez, Emmanuel González Martínez; 5 ♀ (CZUAA:SCO-505), 13.x.2019, Fernanda Chávez Samayoa; 22.23361°, -102.15766°, 2130m, 2 ♀ (CZUAA:SCO-525), 21.viii., 2020, Fernanda Chávez Samayoa; 1 ♀ (CZUAA:SCO-595), 30.xi.2020, Iván Villalobos Juárez, Diego Fernando Simijaca Salcedo, Fernanda Chávez Samayoa; 1 ♂ (CZUAA:SCO-662), 25.iv.2021, Fernanda Chávez Samayoa, Diego Fernando Simijaca Salcedo, Iván Villalobos Juárez. *Tepezalá*, 1 ♂ (CZUAA:SCO-01) iv.2006, Oscar Ortega; 1 ♂ (CZUAA:SCO-02) iii.2006, Marco de la Riva; 1 ♂ (CZUAA:SCO-04) 27.iv.2006, Laura Reséndiz; 1 ♀ (CZUAA:SCO-07),

iv.2006, Rubén Alonso Carbajal; 1 ♀ (CZUAA:SCO-09) vi.2006, Lisset Flores; 1 ♀ (CZUAA:SCO-11) vi.2006, Juan Salazar López; 1 ♂ (CZUAA:SCO-15) 15.vi.2006, Erika Medina Alcantar; 1 ♀ (CZUAA:SCO-16) 15.vi.2006, Valeria Revilla Castellanos; 1 ♀ (CZUAA:SCO-17) 28.ii.2006, Marco Domínguez De la Riva; 1 ♀ (CZUAA:SCO-18) iii.2006, Daniel Rendón; 1 ♀ (CZUAA:SCO-20) v.2006, Fernando Antonio Guerras Roque. **San Luis Potosí:** *San Luis Potosí mpio.:* Cerro de San Pedro, 1 ♀ (CZUAA:SCO-449), 7.iv.2007, Laura Argüello.

**Vaejovidae (Thorell, 1876)**

**Subfamilia Smeringurinae (Soleglad y Fet, 2008)**

***Paruroctonus* (Werner, 1934)**

***Paruroctonus gracilior* (Hoffmann, 1931)**

MÉXICO: **Aguascalientes:** *Tepezalá.:* Cerro del Capulin, 22.24175°, -102.15837°, 2159 m, 1 ♂ (CZUAA:SCO-517), 31.v.2020, Fernanda Chávez Samayoa, Diego Fernando Simijaca Salcedo, Pablo César Hernández Romero; 22.23783°, -102.15441° 2138 m, 1 ♀ (CZUAA:SCO-521), 29.vi.2020, Fernanda Chávez Samayoa; 22.23523°,-102.15438°, 2130 m, 2 ♂ 3 ♀ (CZUAA:SCO-539), 21.viii.2020, Fernanda Chávez Samayoa; 22.235347°, -102.156990°, 2117 m, 1 ♀ (CZUAA:SCO-562), 26.ix.2020, Fernanda Chávez Samayoa; 22.231356°, -102.160213°, 2127m, 1 ♂ (CZUAA:SCO-576), 23.x.2020, Iván Villalobos Juárez, Fernanda Chávez Samayoa, Diego Fernando Simijaca Salcedo. **San Luis Potosí:** *Charcas mpio.:* 23°16.006', -100° 54.101', 2029 m (CNAN:SC2008), viii.2010, O. Francke, D. Sissom, Thomas Anthon, Gary Casper, Vanessa Totti, Héctor Montaña, Carlos Santibáñez López, Alfonso Ballesteros. *San Luis Potosí mpio.:* 1 ♂ (CZUAA:SCO-394), 6.xi.2009, Denisse Muro.

**Subfamilia Syntropinae (Kraepelin, 1905)**

***Chihuahuanus* (González-Santillán y Prendini, 2013)**

***Chihuahuanus bilineatus* (Pocock, 1898)**

MÉXICO: **Aguascalientes:** *Asientos mpio.:* Cerro de Altamira, 1 ♀ (CZUAA:SCO-470), 2015, José Eduardo Díaz Plascencia. Asientos, 1 ♀ (CZUAA:SCO-325), 21.vi.2015, José Eduardo Díaz Plascencia y Jeny Lizeth Aguilar Aguilar. *El Llano mpio.:* Juan el Grande, 21.939167°, -101.918333°, 2493 m, 5 ♂ 20 ♀ (CZUAA:SCO-474), 18.x.2019, Nayeli Amalinalli Pulido Hornedo y Xiluen Axl Ruiz; 21.03289°, -101.92847°, 2148m, 1 ♂ (CZUAA:SCO-524), 8.viii.2020, Fernanda Chávez Samayoa; 21.93889°, -101.91914°, 2492 m, 1 ♂ (CZUAA:SCO-540), 20.v.2020, Fernanda Chávez Samayoa, Diego Fernando Simijaca Salcedo; 21.933757°, -101.928415°, 2155m, 4 ♀ (CZUAA:SCO-577), 25.ix.2020 Diego Fernando Simijaca Salcedo, Fernanda Chávez Samayoa; 21.935800°, -101.925200°, 2228m, 2 ♀ (CZUAA:SCO-628), 22.i.2021, Diego Fernando Simijaca Salcedo, Alejandra Palacios, Fernanda Chávez Samayoa; 21.939410°, -101.921790°, 2384 m, 2 ♂ 1 ♀ (CZUAA:SCO-648) iii.2021, Fernanda Chávez Samayoa, Dulce Marina Reyes Páramo. *Tepezalá mpio.:* Cerro del Capulín, 22.24585°, -102.15414°, 2189 m, 15 ♂ 16 ♀ (CZUAA:SCO-494) 13.x.2019, Fernanda Chávez Samayoa, Iván Villalobos Juárez; 22.23874°, -102.16612°, 2082 m, 1 ♂ (CZUAA:SCO-520), 31.v.2020, Fernanda Chávez Samayoa, Diego Fernando Simijaca Salcedo, Iván Villalobos Juárez; 22.23361°, -102.15766°, 2129 m, 4 ♀ (CZUAA:SCO-527), 21.viii.2020, Fernanda Chávez Samayoa; 22.231356°, -102.160210°, 2125 m, 1 ♀ (CZUAA:SCO-575), 23.x.2020, Fernanda Chávez Samayoa, Iván Villalobos Juárez, Eduardo Vieyra, Diego Fernando Simijaca Salcedo. Cerro de San Juan, ladera N, 3 ♀ (CZUAA:SCO-305), 8.x.1988, José Alberto Rodríguez Ávalos. Tepezalá, 22.231738°, -102.167516°, 2116 m, (IBUNAM), 7.viii.2015, M. Rodríguez; Tepezalá, 1 ♀ (CZUAA:SCO-301), 15.vi.2006, Valeria Revillo Castellanos; 1 ♀ (CZUAA:SCO-302), 28.iii.2006, Zaira Yaneth Glz. Saucedo. **Nuevo León:** *Galeana mpio.:* 2 km a la mina la Huiche, 24.692700°, -100.055530°, 1945 m (CNAN SC003911), 28.ix.2013, O. Francke, A. Valdez, D. Barrales, J. Cruz y A. Guzmán. **Zacatecas:** *Luis Moya mpio.:* Comunidad Griegos, 1 ♀ (CZUAA:SCO-303), 15.xi.1996, Jesús Roberto Treviño.

***Chihuahuanus coahuilae* (Williams, 1968).**

MÉXICO: **Aguascalientes:** *Aguascalientes mpio.:* El Chicalote, 22.012016°, -102.253290°, 1895 m, 1 ♂ 1 ♀ (CZUAA:SCO-504) x.2019, Diego Andrés Perales Olivares. Edificio 132, Universidad Autónoma de Aguascalientes, 1 ♂ (CZUAA:SCO-673), 28.vi.2022, Martín Martínez. Cerro de Los Gallos, 1 ♂ (CZUAA:SCO-321), iv.2015, Cristian Alejandro Franco Servín de la Mora. Zona noroeste de la ciudad, 1 ♀ (CZUAA:SCO-322) 15.vi.2006, Mariana Alejandra López. *Asientos mpio.:* Cerro de Altamira, 1 ♂ (CZUAA:SCO-404), 2015, José Eduardo Díaz Plascencia. Ojo de Agua de los Sauces, 1 ♂ (CZUAA:SCO-433) 25.iv.2016, Guadalupe Stephanie García Macías. *Cosío mpio.:* Estación de Adames, 1 ♀ (CZUAA:SCO-412) 16.viii.2016, Itzel Chávez. *El Llano mpio.:* Juan el Grande, 21.939167°, -101.918333°, 2495 m, 1 ♀ (CZUAA:SCO-553), 18.x.2019, Fernanda Chávez Samayoa. *Jesús María mpio.:* Los Arquitos, 21.92269°, -102.38831°, 1931 m, 1 ♀ (CZUAA:SCO-486), 5.ix.2019, Fernanda Chávez Samayoa, Iván Villalobos Juárez; 1 ♀ (CZUAA:SCO-617), 23.i.2021, Fernanda Chávez Samayoa, Alejandra Palacios, Diego Fernando Simijaca Salcedo; 1 ♀ (CZUAA:SCO-653), 26.iii.2021, Fernanda Chávez Samayoa, Diego Fernando Simijaca Salcedo. *Tepezalá mpio.:* Cerro del Capulín, 22.23361°, -102.15766°, 2129 m, 1 ♂ (CZUAA:SCO-526) 21.viii.2020, Fernanda Chávez Samayoa; 1 ♂ (CZUAA:SCO-573), 23.x.2020, Fernanda Chávez Samayoa, Iván Villalobos Juárez, Eduardo Vieyra, Diego Fernando Simijaca Salcedo; 22.232629°, -102.161224°, 2119m, 1 ♂ (CZUAA:SCO-582) 26.ix.2020, Fernanda Chávez Samayoa, Iván Villalobos Juárez; 22.24175°, -102.15387°, 2184 m, 1 ♀ (CZUAA:SCO-584) 31.v.2020, Fernanda Chávez Samayoa, Iván Villalobos Juárez, Pablo César Hernández Romero, Diego Fernando Simijaca Salcedo; 22.24309°, -102.15440°, 2207 m, (CZUAA:SCO-530), 21.viii.2020, Fernanda Chávez Samayoa; 22.231738°, -102.167516°, 2116 m. (IBUNAM) 7.viii.2015, M. Rodríguez. **Coahuila:** *Cuatro Ciénegas mpio.:* Ejido el Oso, 27.0599°, -102.22636°, 1039 m, 5 ♂ (IBUNAM:CNAN:SC2437) O. Francke et al.

***Chihuahuanus glabrimanus* (Sissom y Hendrixson, 2005).**

MÉXICO: **Aguascalientes:** *Aguascalientes mpio.:* Domicilio particular, 22.865913°, -102.251573°, (IBUNAM:CNAN) 06.xi.2002, sin datos de colector; Jardín Botánico



Rey Netzahualcóyotl, 1 ♂ (CZUAA:SCO-172), 10.viii.2004; Víctor; 1 ♂ (CZUAA:SCO-178), 8.vi., Gerardo García R.; 1 ♀ (CZUAA:SCO-180), 8.i.2004, Jaime Escoto; 1 ♂ 1 ♀ (CZUAA:SCO-183), 27.vi.2015, José Eduardo Díaz Plascencia. Universidad Autónoma de Aguascalientes, Edificio 1 A, 1 ♀ (CZUAA:SCO-373), 13.x.2015, Mónica Croce; Edificio 132, 1 ♂ (CZUAA:SCO-469) 28.viii.2019, Iván Villalobos Juárez; 1 ♀ (CZUAA:SCO-171), 23.vi.2015, Gilfredo De la Riva Hernández; 1 ♂ 1 ♀ (CZUAA:SCO-438), 21.ix.2017, Martín Martínez. Av. Circunvalación lado este, 1 ♀ (CZUAA:SCO-170), 24.xi.1985, Octavio Rosales Carrillo. Fraccionamiento Asturias, 1 ♂ (CZUAA:SCO-175), 18.xii.2002, Jaime Antonio Escoto Moreno. Carretera Aguascalientes-San Luis Potosí km 2.5, 1 ♂ 1 ♀ (CZUAA:SCO-171), 15.vii.2004, Jaime Antonio Escoto Moreno. Los Pericos, 1 ♀ (CZUAA:SCO-165), 29.v.2000, Virginia Herrera; 1 ♀ (CZUAA:SCO-169), 28.v.2000, Rosa Ma. Morales Contreras. Rancho El Cocuyo, 1 ♀ (CZUAA:SCO-173), 23.x.1993, Luis Delgado Saldívar. Aguascalientes, 1 ♂ 1 ♀ (CZUAA:SCO-323), 23.iv.2005, Brenda Anahí Torres Bautista. *Asientos mpio.*: Francisco Villa, domicilio, 22.088611°, -101.968055°, (IBUNAM:CNAN) 15.x.2002, Francisco Aguinaga. *Calvillo mpio.*: Cercano a balneario "La Cueva", 21.8325°, -102.81634°, 1 ♀ (CZUAA:SCO-560) 15.x.2019, Fernanda Chávez Samayoa. Presa de Malpaso, 1 ♀ (CZUAA:SCO-164) 10.ix.1985, Carlos Ortiz de L.; 1 ♀ (CZUAA:SCO-174) 26.ix.1993, J. M. Glz. Mtz. *Cosío mpio.*: Soledad de Abajo, Unidad Médica (IBUNAM:CNAN) 25.x.2002, F. Aguinaga. Centro, intradomiciliar (IBUNAM:CNAN) 1.i.2002, Francisco Aguinaga. *El Llano mpio.*: Juan el Grande, 21.93289°, -101.92847°, 2198 m, 1 ♂ (CZUAA:SCO-523), 8.viii.2020, Fernanda Chávez Samayoa. *Jesús María mpio.*: Los Arquitos, 21.92269°, -102.38831°, 1 ♀ (CZUAA:SCO-559) 4.ix.2019, Iván Villalobos Juárez, Fernanda Chávez Samayoa. Buenavista, 1 ♂ (CZUAA:SCO-179) 11.vi.2000, Rosa Ma. Muñoz C. *Pabellón de Arteaga mpio.*: Rio San Pedro, (CZUAA:SCO-182), 23.vi.2015, Jeny Lizeth Aguilar Aguilar. *Tepezalá mpio.*: Cerro del Capulín, 22.24175°, -102.15837°, 1 ♂ (CZUAA:SCO-515), 31.v.2020, Iván Villalobos Juárez, Pablo César Hernández, Diego Fernando Simijaca Salcedo, Fernanda Chávez Samayoa; 22.23783°, -102.15441°, 1 ♂ (CZUAA:SCO-542), 6.vi.2020, Fernanda Chávez Samayoa;

22.235347°, -102.156990°, 1 ♀ (CZUAA:SCO-563), 26.ix.2020, Fernanda Chávez Samayoa, Diego Fernando Simijaca Salcedo, Iván Villalobos Juárez. Tepezalá 21.23178°, -102.167516°, 2116 m (IBUNAM:CNAN), 7.viii.2015, M. Rodríguez. **Guanajuato:** *San Luis de la Paz mpio.:* 7km al E de San Luis de la Paz, 21.311900°, -100.426683°, 2117 m, 2 ♂ (IBUNAM:CNAN:SC02455), 24.viii.2006, O. Francke, H. Montaña, C. Santibáñez, A. Ballesteros. **Nuevo León:** *Galeana mpio.:* km 78 carretera san Roberto-Galeana mpio Galeana, 24.682667°, -100.106667, 1944 m, 1 ♂ (IBUNAM:CNAN:SC02136), sin fecha, O. Francke, Sissom D., McWest K., Hendrixson B., S. Grant, E. González S., M. Córdova, Abigail Jaimes, A. Ballesteros. *La Providencia mpio.:* 3km al NO de La Providencia 25°08.652'N, 100° 39.048' W, 1980m, 5 ♂ (IBUNAM:CNAN:SC03108), 17.vi.2006, Oscar Francke, Edmundo González Santillán, Abigail Jaimes, Milagros Córdova, Alfonso Ballesteros. **Zacatecas:** *Fresnillo mpio.:* 1 ♀ (CZUAA:SCO-168), 23.v.2009 Susana del Rocío López Navarro; 1 ♂ (CZUAA:SCO-176), 21.vi.2009, Rocío López Navarro. *Jalpa mpio.:* 1 ♀ (CZUAA:SCO-167), 15.iv.2005, Joao Silva. *Sain Alto mpio.:* Emiliano Zapata, 1 ♀ (IBUNAM:CNAN:SC02456), 9.ix.1971, S. Guijosa.

***Mesomexovis* (González-Santillán y Prendini, 2013).**

***Mesomexovis spadix* (Hoffmann, 1931).**

MÉXICO: **Aguascalientes:** *Aguascalientes mpio.:* Cerro de los Gallos, 2 ♀ (CZUAA:SCO-197) 16.ix.2014, José Eduardo Díaz Plascencia; 1 ♀ (CZUAA:SCO-289) 27.xi.1997, Víctor Villalobos Sánchez; 2 ♀ (CZUAA:SCO-295) 26.xi.1984, Humberto Gallegos Rangel; 2 ♂ (CZUAA:SCO-297), 21.x.1989, Ma. Eugenia Serafín Luevano; 2 ♀ (CZUAA:SCO-316) iv.2015, Cristian Alejandro Franco Servín de la Mora. Cerro del Muerto, 1 juv. ♂ (CZUAA:SCO-248) 23.v.2014, Erick Antonio Hernández Medrano; 1 ♀ (CZUAA:SCO-259) 14.vi.1979, J. Ángel Uyoa G.; 1 ♀ (CZUAA:SCO-268) 10.iv.2010, Lorena Consuelo Márquez; 3 ♂ 4 ♀ (CZUAA:SCO-275) 19.x.1988, José Alberto Rdz. Avalos; 2 ♂ (CZUAA:SCO-297) 21.x.1982, Ma. Eugenia Serafín Luevano. Las Palomas, el salto de los Salado, 2 ♀(CZUAA:SCO-232) 20.x.1991, Carlos Antonio Dávila Figueroa. El Sauz, km 35, 1 ♂ (CZUAA:SCO-227) 19.iv.1996, Flavio Arenas Luevano. *Calvillo mpio.:* 7 km al NE del Temazcal,

22.04346°, -102.73534°, 2246 m, 1 ♀ (CZUAA:SCO-682), 6.ix.2021, I. J. Rodríguez Elizalde, J. Brito Ruiz de Velazco; Cercano a balneario “La Cueva”, 21.8325°, -102.81634°, 1781 m, 1 ♀ (CZUAA:SCO-482) 28.x.2019, Fernanda Chávez Samayoa, Sarahí Socorro Gutiérrez Martínez. Los Adobes, 21.810895°, -102.689260°, 1874 m, 2 ♀ (CZUAA:SCO-487), 11.x.2019, Fernanda Chávez Samayoa, Luis Rodrigo Haro Tapia. La mezquitera, 21.86107°, -102.76763°, 1625 m, 2 ♀ (CZUAA:SCO-511) 5.x.2019, Fernanda Chávez Samayoa, Miriam Elizabeth Samayoa Sepúlveda, Luis Fernando Chávez Rodríguez; 7♂ 5♀ (CZUAA:SCO-513) 7.ix.2019, Fernanda Chávez Samayoa; 4 ♀ (CZUAA:SCO-592) 30.viii.2019, Jaime Antonio Escoto Moreno, Fernanda Chávez Samayoa. Presa La Codorniz, 21.99744°, -102.67855°, 2068 m, 10 ♂ 12 ♀ (CZUAA:SCO-613) 5.vii.2021, Fernanda Chávez Samayoa, Daniel Ortiz Alvarez, Cristóbal Huerta; 22.010854°, -102.672086°, 1894 m, 1 ♀ (CZUAA:SCO-591) 1.xi.2020, Emmanuel González Martínez, José Luis Reyes Hernández, Eduardo Vieyra, Diego Fernando Simijaca Salcedo, Fernanda Chávez Samayoa. Presa Los Alamos, 21.7304°, -102.7139°, 2364 m, 1 ♀ (CZUAA:SCO-635), 14.vi.2021, Miriam Elizabeth Samayoa Sepúlveda, Fernanda Chávez Samayoa; 1 ♀ (CZUAA:SCO-649) 17.v.2021, Fernanda Chávez Samayoa, Daniel Ortiz Álvarez; 1 ♀ (CZUAA:SCO-663), 13.ii.2021, David Gerardo Castillo Arceo, Natalia Dánae Morales; 3km al E de la Presa Los Alamos, 21.733525°, -102.697530°, 2440 m, (CNAN:SC3478), 24.vii.2012, O. Francke, G. Contreras, D. Barrales. Los Alisos, 1 ♀ (CZUAA:SCO-311), 4.iii.2005, Orozco Martha. Cercano a La Loma, ♂♀(CZUAA:SCO-290), 20.x.1990, Axel Flores. El Ocote, 1 ♀ (CZUAA:SCO-208), 13.vi.2009, Miguel Gómez; 1 ♀ (CZUAA:SCO-215) 11.vi.2004, Gerardo Guerrero; 1 ♀ (CZUAA:SCO-217) 12.vi.2004, Benjamín; 1 ♀ (CZUAA:SCO-255) 13.vi.2004, Alicia del Río; 1 ♀ (CZUAA:SCO-267), 13.vi.2004, Susana Saucedo; 2 ♀ (CZUAA:SCO-284), vi.2002, Ezequiel Noel Manzo Mata; 1 ♂ 1 ♀ (CZUAA:SCO-293) 13.vi.2004, Ruth Saraí Pérez. El Pilar, 1 ♀ (CZUAA:SCO-214), 2.v.2004, Pablo O. Hernández. La labor (caseta de vigilancia), 1 ♀(CZUAA:SCO-260), 17.vi.1992, Castorena Rangel Jorge A. Las lomas, 3.5 km a Presa de los Serna, 1 ♂ 1 ♀ (CZUAA:SCO-256), 14.x.1992, Héctor J. Cruz Glz. Las moras, 1 ♀(CZUAA:SCO-442), 15.iii.2007, Sandra Álvarez Betancourt. Los Alisos,

2 ♀ (CZUAA:SCO-219), 12.ix.1988, José Alberto Rodríguez Avalos; 1 ♂ (CZUAA:SCO-224), 22.i.2014, Alfredo Farfán Castañeda; 2 ♂ (CZUAA:SCO-231), 19.v.1982, Virginia Quintero y Alfonso Salado; 4 ♂ 4 ♀ (CZUAA:SCO-294), 9.x.1989, Martha Yolanda Quezada V. y Juan I. Soriano; 2 ♀ (CZUAA:SCO-417), 3.x.2014, José Eduardo Díaz Plascencia; Malpaso, 1 ♀ (CZUAA:SCO-210), 13.vi.2004, Hdz. Camacho; 2 ♂ 3 ♀ (CZUAA:SCO-225) 1.vi.2005, Claudia Cecilia Herrada; 1 ♀ (CZUAA:SCO-244) 13.vi.2004, Elvira Jannet Ortiz Mtz.; 2 ♀ (CZUAA:SCO-250), 13.vi.2004, Lorena Muro A. Meza Montoro, 1 ♀ (CZUAA:SCO-291), 4.v.1996, Flavio Arenas Luevano. Río Gil, 2 ♀ (CZUAA:SCO-296), 11.vi.2004, A.E.G.E. Sierra del Laurel, 1 ♀ (CZUAA:SCO-237) 18.iv.2010, Ana Gisel Pérez D.; 4 ♂ 3 ♀ (CZUAA:SCO-319), 29.viii.2015, José Eduardo Díaz Plascencia; 1 ♂ (CZUAA:SCO-415), 11.ii.2017, Víctor Manuel Arano Sierra. *El Llano mpio.:* Juan el Grande, 21.939167°, -101.918333°, 1 ♂ 1 ♀ (CZUAA:SCO-476), 18.x.2019, Fernanda Chávez Samayoa, Emmanuel González Martínez; 21.93957°, -101.92284°, 2347 m, 1 ♀ (CZUAA:SCO-534), 23.vii.2020, Fernanda Chávez Samayoa; 21.93919°, -101.92163°, 2392 m, 6 ♂ 5 ♀ (CZUAA:SCO-544), x.2019, Emmanuel González Martínez; 21.938890°, -101.919400°, 2488 m, 1 ♂ (CZUAA:SCO-642), 27.ii.2021, Fernanda Chávez Samayoa; Diego Fernando Simijaca Salcedo. *Jesús María mpio.:* Los Muñoces, 21.95004°, -102.56685°, 2179 m, 3 ♂ 9 ♀ (CZUAA:SCO-478) 12.x.2019, Fernanda Chávez Samayoa; María José Morán Gutiérrez, Víctor Manuel Arano Sierra; 2 ♂ 7 ♀ (CZUAA:SCO-479) 16.x.2019, Fernanda Chávez Samayoa. Los Arquitos, 21.92269°, -102.38831°, 1931 m, 6 ♂ 22 ♀ (CZUAA:SCO-485), 4.ix.2019, Fernanda Chávez Samayoa; 4 ♀ (CZUAA:SCO-512) 4.ix.2019, Iván Villalobos Juárez; 21.920143°, -102.3965353°, 2034 m, 3 ♀ (CZUAA:SCO-639) Fernanda Chávez Samayoa, Diego Fernando Simijaca Salcedo; 21.921850°, -102.392997°, 1964 m, 2 ♀ (CZUAA:SCO-640) 26.iii.2021, Fernanda Chávez Samayoa, Diego Fernando Simijaca Salcedo. Pileta, 21.95581°, -102.50081°, 2167 m, 1 ♀ (CZUAA:SCO-593), 6.ix.2019, Jaime Antonio Escoto Moreno, Fernanda Chávez Samayoa. Campamento Yuca, 22.038993°, -102.411979°, 2262 m, 1 ♀ (CZUAA:SCO-465) 7.x.2019, Mario Josué Perales Olivares. El Picacho, 1 ♀ (CZUAA:SCO-263) 18.x.1986, Patricia Serna Pérez; 1 ♀ (CZUAA:SCO-267)

13.xi.1985, Jaime G. Vázquez A.; 1 ♀ (CZUAA:SCO-587) viii.2020, Claudia Ramírez. La Posta, 1 ♂ (CZUAA:SCO-236) 5.vi.2014, Edgar Águila Lira. Rancho Seco, 1 ♂ 1 ♀ (CZUAA:SCO-472) 21.iv.2019, Víctor Manuel Arano Sierra. *Pabellón de Arteaga mpio.*: 1 ♀ (CZUAA:SCO-228) 25.vi.1999, Cesar Alejandro Ramírez E. *Rincón de Romos mpio.*: Sierpe, 1 ♂ 1 ♀ (CZUAA:SCO-298), sin fecha, Yuliana Calvillo Lezama. Rincón de Romos, 1 ♂ (CZUAA:SCO-243) 17.iv.2004, Noemí Arroyo Chávez; 1 ♀ (CZUAA:SCO-258) 20.vi.1999, Pedro Hernández; 1 ♀ (CZUAA:SCO-271) 20.xi.1999, Luis Fco. De Alba V.; 1 ♀ (CZUAA:SCO-274) 23.iii.1999, Bulmaro Saucedo C. *San Francisco de los Romo mpio.*: 1 ♀ (CZUAA:SCO-446), 6.vi.2016, Emmanuel Alejandro Bernal Montoya, Zandalee Itzel Valenzuela Medina. *San José de Gracia mpio.*: Estación Biológica Agua Zarca, 22.092306°, -102.556639°, 2149 m, 1 ♂ 4 ♀ (CZUAA:SCO-547) 20.iii.2019, Ramírez E. C.; 1 ♂ (CZUAA:SCO-198), 12.iii.2003, Yadhel Gámez Roldán; 1 ♀ (CZUAA:SCO-201) ii.2003, Alberto Morales; 1 ♀ (CZUAA:SCO-203) 18.iii.2003, Cesar Quiñones Valles; 1 ♀ (CZUAA:SCO-204) 29.iii.2003, Carlos Alberto Morales Asencio; 1 ♀ (CZUAA:SCO-211), 30.iii.2014, Josué Montero; 1 ♂ 2 ♀ (CZUAA:SCO-213) 5.iv.2014, José Eduardo Díaz Plascencia; 1 ♀ (CZUAA:SCO-238), 31.v.2014, Fernanda Chávez Samayoa; 1 ♀ (CZUAA:SCO-241), 31.v.2014, Rodrigo González Muñoz; 1 ♂ (CZUAA:SCO-288), ii.2003, APRA; 1 ♂ (CZUAA:SCO-314) 30.v.2014, Alberto Mejía Arellano; 1 ♀ (CZUAA:SCO-315) 28.iv.2004, Laura Rdz.; 1 ♀ (CZUAA:SCO-406), 13.v.2016, Oswaldo Herrera; 1 ♂ (CZUAA:SCO-409), 20.v.2016, Luis Rodrigo Haro Tapia; 1 ♀ (CZUAA:SCO-414), 18.v.2018, Frida Sabine Álvarez Solís; 1 ♀ (CZUAA:SCO-428), 27.v.2016, Isaías Rodríguez Ortiz. **Guanajuato**: *León mpio.*: Frac. La Luz, 1 ♂ (CZUAA:SCO-230), sin fecha, Victor Hugo González. León, 1 ♀ (CZUAA:SCO-410), 25.vi.2007, Manuel Ávila. *Guanajuato mpio.*: 1 ♀ (CZUAA:SCO-426), 26.v.2007, Diana García; *Salamanca mpio.*: 1 ♀ (CZUAA:SCO-226), sin fecha, Jessica A. Berlín Diosdado. *Victoria mpio.*: El Carrizo, 21.245750°, -100.157820°, 1959 m, (CNAN:SC3912), 16.i.2014, D. Barrales, J. López. **Jalisco**: *Lagos de Moreno mpio.*: Cerro de la Bola, 1 ♀ (CZUAA:SCO-222) 18.ii.2012, Ramiro Eduardo Rea Reyes. Lagos de Moreno, 1 ♀ (CZUAA:SCO-451), 24.iv.2016, Carlos Valdivia. *Guadalajara mpio.*: 1 ♂ 1 ♀ (CZUAA:SCO-423), 6.vi.2017, Oscar Gutiérrez Muñoz. **Zacatecas**:



*Guadalupe mpio.*: Cerro de la Virgen, 1 ♀ (CZUAA:SCO-262), 1.vi.2003, Carlos Antonio Barrón. *Jerez de García mpio.*: Sierra de Los Cardos, 1 ♂ 1 ♀ (CZUAA:SCO-313), 15.x.2015, 14.x.2015, Ramsés Rosales. Cerro de la Campana, 1 ♂ 1 ♀ (CZUAA:SCO-209) 17.iii.2014, Ramsés Alejandro Rosales García. Jerez, 1 ♀ (CZUAA:SCO-234) 2.xi.1986, Raquel Macias Ramírez. *San Pedro Piedra Gorda mpio.*: Chiquihuitillo, 1 ♂ (CZUAA:SCO-245), 22.ix.1990, Ma. Gpe Flores Olivares.

***Thorellius* (Soleglad y Fet, 2008).**

***Thorellius cristimanus* (Pocock, 1898).**

MÉXICO: **Jalisco**: *Jocotepec mpio.*: San Juan Cósala, 1 ♂ (CZUAA:SCO-462), 2.vi.2019, Mónica Croce. **Michoacán**: *Uruapan mpio.*: 1 ♀ (CZUAA:SCO-374), 15.viii.2005, Higinio Manuel González; 1 ♀ (CZUAA:SCO-193), sin fecha, Lisset Flores; 1 ♀ (CZUAA:SCO-375), sin fecha, Fernando Antonio Guerrero Roque.

***Thorellius intrepidus* (Thorell, 1876).**

MÉXICO: **Aguascalientes**: *Calvillo mpio.*: Calvillo, 1 ♂ (CZUAA:SCO-609), 9.vi.2021, Israel Elizalde; Terrero de la Labor, 22.02556°, -102.666111°, 1927 m, 1 ♀ (CZUAA:SCO-656) 22.x.2021, Fernanda Chávez Samayoa, Daniel Ortiz Álvarez. Presa de los Serna, 1 ♀ (CZUAA:SCO-188) 3.x.2003, Silene García; 1 ♂ (CZUAA:SCO-189) 3.x.2003, Silene García; Calvillo (CZUAA:SCO-187) 28.ix.2014, Ricardo García; 1 ♂ (CZUAA:SCO-669) 8.xi.2021, Ricardo García. **Jalisco**: *Encarnación de Díaz mpio.*: 1 ♀ (CZUAA:SCO-378) 5.vi.2009, Efrén Duar. *San Juan de los Lagos mpio.*: 1 ♀ (CZUAA:SCO-194) 14.iv.2011, Fabián Alejandro Ruvalcaba Castillo.

***Thorellius* sp.**

MÉXICO: **Aguascalientes**: *Calvillo mpio.*: Cercano a balneario "La Cueva", 21.810269°, -102.816743°, 1 ♀ (CZUAA:SCO-557) 28.ix.2019, Fernanda Chávez Samayoa, Sarahí Socorro Gutiérrez Ramírez. Presa de La Codorniz, 22.010854°, -102.672086°, 2 ♀ (CZUAA:SCO-588) 28.ix.2019, Emmanuel González Martínez, José Luis Reyes Hernández, Eduardo Vieyra, Diego Fernando Simijaca Salcedo, Fernanda Chávez Samayoa. Las Bancas, 2km al sur de la Presa de Los Serna,

1♂(CZUAA:SCO-377) 24.ix.1988, José Alberto Rodríguez Ávalos. Calvillo, 1♀ (CZUAA:SCO-190), 20.vi.2004, Alberto Medrano. *Jesús María mpio.*: Rio Gil, Tapias Viejas, 1♀ (CZUAA:SCO-191) 18.vi.2004, Luis Fernando López. **Jalisco:** *San Juan de los Lagos mpio.*: Rancho Los Portales, 1♂(CZUAA:SCO-376) 4.x.2015, J. Fco. Romo Croce.

**Subfamilia Vaejovinae (Thorell, 1876).**

***Vaejovis* (C. L. Koch, 1836).**

***Vaejovis aguazarca* (Díaz-Plascencia y González-Santillán, 2022).**

MÉXICO: **Aguascalientes:** *Aguascalientes mpio.*: El Chicalote, 22.012016°, -102.253290°, 1895 m, 1♂ (CZUAA:SCO-500) x.2019, Mario Josué Perales Olivares. El Riego, (CZUAA:SCO-383) 22.iv.2003, J. Martín Romero G.; Aguascalientes, 1♀ (CZUAA:SCO-380) 23.iv.2005, Brenda Anahí Torres Bautista. *Jesús María mpio.*: Los Arquitos, 21.921649°, -102.397052°, 1935 m, 1♀ (CZUAA:SCO-583) viii.2020, Fernanda Chávez Samayoa, Sarahí Socorro Gutiérrez Ramírez; Diego Fernando Simijaca Salcedo; 1♀ (CZUAA:SCO-606) 28.xi.2020, Diego Fernando Simijaca Salcedo, Fernanda Chávez Samayoa. Presa Abelardo L. Rodríguez, (CZUAA:SCO-382) 8.vi.2003, Jesús Enrique Valencia Villegas. *Rincón de Romos mpio.*: 1♀ (CZUAA:SCO-387) 25.v.2004, Fabiola Villalobos; Rincón de Romos, 1♀ (CZUAA:SCO-403) 14.vi.2016, Marco Hafid Medina Ruvalcaba. *San José de Gracia mpio.*: Estación Biológica Agua Zarca, 22.092306°, -102.555639°, (CZUAA:SCO-548) 20.iii.2019, Ramírez, E. C.; (CZUAA:SCO-550) 21.iii.2019, Lariz; 22.092211°, -102.557745°, 3♂ 6♀ (CZUAA:SCO-552) Diego Fernando Simijaca Salcedo, Fernanda Chávez Samayoa; 5♂ (CZUAA:SCO-571) Fernanda Chávez Samayoa, Diego Fernando Simijaca Salcedo, Patricia García Macías; 22.09294°, -102.56112°, 2181 m, 2♂ (CZUAA:SCO-608) Fernanda Chávez Samayoa; Diego Fernando Simijaca Salcedo.

***Vaejovis aquascalentensis* (Chávez-Samayoa y González-Santillán, 2022).**

MÉXICO: **Aguascalientes:** *Calvillo mpio.*: Presa Los Alamos, 21.730515°, -102.714031°, 2367 m, 6♂ (CZUAA:SCO-610) 17.v.2021, Fernanda Chávez

Samayoa, Daniel Ortiz Álvarez; 1 ♂ (CZUAA:SCO-611) 24.v.2021, Fernanda Chávez Samayoa, Miriam Elizabeth Samayoa Sepúlveda. Cerro de la Manteca, Los Adobes, 1 ♀ (CZUAA:SCO-399) 1.ix.2015, José Eduardo Díaz Plascencia. Los Alisos, 3 ♀ (CZUAA:SCO-398) 3.i.1983, C. Martínez Saldaña; Jaltiche de Arriba, 1 ♀ (CZUAA:SCO-397) 18.iv.2010, F. Rodríguez.

***Vaejovis nigrescens* (Pocock, 1898).**

MÉXICO: **Aguascalientes:** *Aguascalientes mpio.:* Puertecito de la Virgen, 21.961638°, -102.267881°, 1 ♂ (CZUAA:SCO-569) 20.x.2020, Citlalmina Ramos y Diego Rivero; 1 ♂ (CZUAA:SCO-354) v.2015, Leonardo Ruíz. Cañada Honda, 1 ♀ (CZUAA:SCO-353) 12.v.2010, Parga Flores Norma. Jardín Botánico Rey Netzahualcóyotl 1 ♂ (CZUAA:SCO-346) 25.iv.2014, Ricardo Rivera Martínez. Aguascalientes, 1 ♀ (CZUAA:SCO-348) 29.v.2012, Samantha Valencia Chico; 1 ♂ (CZUAA:SCO-351) 12.v.2014, Lesly Patricia Cervantes Zavalsa. *Asientos mpio.:* Presa Charcos Verdes, 1 ♀ (CZUAA:SCO-361) 6.iv.1994, Muñoz A. *Calvillo mpio.:* Presa de Malpaso, 1 ♀ (CZUAA:SCO-345) 10.vi.2004, Fabiola Ramos Martínez. *Jesús María mpio.:* Maravillas, 1 ♀ (CZUAA:SCO-350) 7.v.2004, Luis Fernando López. Jesús María, 1 ♂ (CZUAA:SCO-344) sin fecha, Alberto Carmona. *Rincón de Romos mpio.:* 1 ♀ (CZUAA:SCO-352) 17.iv.2004, Cristina Arias Camino. **Guanajuato:** *Guanajuato mpio.:* 1 ♀ (CZUAA:SCO-336) 25.vi.1999, Liliana L. O.; 1 ♀ (CZUAA:SCO-341) 15.iv.2014, Carlos Daniel Andrade Moreno; 1 ♂ (CZUAA:SCO-427) 25.vi.2007, Mayra Celeste Flores Banderas. *Irapuato mpio.:* 1 ♂ (CZUAA:SCO-333) 25.iv.1999, Mayra Martínez Garnica; 1 ♂ (CZUAA:SCO-338) 5.ix.1987, Eliazarrás Rivera, González López. *Jaral del Progreso mpio.:* 1 ♀ (CZUAA:SCO-339) 18.iv.2009, Christian García Balderas; 1 ♀ (CZUAA:SCO-342) 18.iv.2009, Daniela Valdés Jiménez. *León mpio.:* 21.009093°, -101.249348°, 1 ♀ (CZUAA:SCO-359) 3.vi.2015, Ernestina; León, 1 ♀ (CZUAA:SCO-439) vi.2007, Mayra Ontiveros; 1 ♂ (CZUAA:SCO-459) 25.v.2007, Mayra Celeste Flores Balderas. *Silao mpio.:* 1 ♀ (CZUAA:SCO-337) vi.1986, Micaela Hernández A. **Jalisco:** *Belén del Refugio mpio.:* 1 ♀ (CZUAA:SCO-355) viii.1986, Sergio Ruvalcaba. *Encarnación de Díaz mpio.:* 1 ♀ (CZUAA:SCO-356) 5.iii.2013, Cristian Franco Servín; 1 ♀

(CZUAA:SCO-357) 25.v.2000, Raquel Guerrero Alba; 1 ♀ (CZUAA:SCO-363) 15.iv.2013, José Eduardo Díaz Plascencia; 1 ♀ (CZUAA:SCO-364) 22.v.2005, Karla Guadalupe Torres Hernández; 1 ♂ (CZUAA:SCO-365) 7.vi.2000, Raquel Guerrero A. **Zacatecas: Nochistlán mpio.:** Tlachichila, 1 ♂ (CZUAA:SCO-366), 27.iii.1996, Julio Martínez. **Valparaíso mpio.:** 1 ♀ (CZUAA:SCO-367) 5.iii.1999, José Gpe. Macías Barragán. **Tlachichila mpio.:** 1 ♀ (CZUAA:SCO-443), 26.v.2018, Carmín Sigala.

**Vaejovis tenamaztlei (Contreras-Félix et al., 2015).**

MÉXICO: **Aguascalientes: Calvillo mpio.:** Presa de Los Alamitos, 21.7304°, -102.7139°, 2 ♂ 5 ♀ (CZUAA:SCO-616), 14.vi.2021, Fernanda Chávez Samayoa, Miriam Elizabeth Samayoa Sepúlveda; 5 ♂ 5 ♀ (CZUAA:SCO-632), 17.v.2021, Fernanda Chávez Samayoa, Daniel Ortiz Álvarez. **Ciénega, Sierra del Laurel, 2 ♀ (CZUAA:SCO-392), 29.viii.2015, José Eduardo Díaz Plascencia. El Llano mpio.:** Juan el Grande, 21.93896°, -101.92277°, 1 ♀ (CZUAA:SCO-528), 23.viii.2020, Fernanda Chávez Samayoa; 21.93957°, -101.92284°, 2 ♀ (CZUAA:SCO-533), 23.vii.2020, Fernanda Chávez Samayoa; 21.93919°, -101.92163°, 1 ♂ 1 ♀ (CZUAA:SCO-545), x.2019, Emmanuel González Martínez; 2 ♂ 7 ♀ (CZUAA:SCO-566), 27.ix.2020, Eduardo Vieyra, Diego Fernando Simijaca Salcedo, Fernanda Chávez Samayoa; 21.93724°, -101.92339°, 7 ♂ 9 ♀ (CZUAA:SCO-567), 25.ix.2020, Diego Fernando Simijaca Salcedo, Pablo César Hernández Romero, Fernanda Chávez Samayoa; 21.93167°, -101.918383°, 1 ♂ (CZUAA:SCO-586), 18.x.2019, Xiluen Axl Ruiz, Amalinalli Pulido Hornedo; 21.937380°, -101.923430°, 2284 m, 1 ♂ 4 ♀ (CZUAA:SCO-603), 29.xi.2020, Diego Fernando Simijaca Salcedo, Fernanda Chávez Samayoa; 21.9388900°, -101.919400°, 2488 m, 1 ♂ 3 ♀ (CZUAA:SCO-641), iii.2021, Fernanda Chávez Samayoa, Dulce Marina Reyes Páramo. **San José de Gracia mpio.:** Monte Grande, 22.261150°, -102.629362°, 8 ♂ 24 ♀ (CZUAA:SCO-481), 8.x.2019, Fernanda Chávez Samayoa; 22.28396°, -102.63058°, 2 ♀ (CZUAA:SCO-491), 6.vi.2019, Fernanda Chávez Samayoa; 22.26236°, -102.62862°, 3 ♀ (CZUAA:SCO-493), 17.vi.2019, Fernanda Chávez Samayoa; 1 ♀ (CZUAA:SCO-507), 20.ix.2019, Emmanuel González Martínez



Anexo D





Contents lists available at ScienceDirect

Zoologischer Anzeiger

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/jcz](http://www.elsevier.com/locate/jcz)



## Two new species of *Vaejovis* (Scorpiones: Vaejovidae) belonging to the *mexicanus* group from Aguascalientes, Mexico, with comments on the homology and function of the hemispermatophore

Fernanda Chávez-Samayoa<sup>a</sup>, José Eduardo Díaz-Plascencia<sup>b</sup>, Edmundo González-Santillán<sup>c,\*</sup>

<sup>a</sup> Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Aguascalientes, Avenida Universidad 940, Ciudad Universitaria, C.P. 20131, Aguascalientes, Aguascalientes, Mexico

<sup>b</sup> Licenciatura en Biología, Universidad Autónoma de Aguascalientes, Avenida Universidad 940, Ciudad Universitaria, C.P. 20131, Aguascalientes, Aguascalientes, Mexico

<sup>c</sup> Laboratorio de Aracnología, Departamento de Biología Comparada, Facultad de Ciencias, UNAM, Mexico

### ARTICLE INFO

Corresponding editor: Peter Michalik

**Keywords:**  
aguascalientes  
Agua zarca  
Hemispermatophore  
New species  
Nomenclature  
*Vaejovis*

### ABSTRACT

Two new species of the genus *Vaejovis* (C. L. Koch 1836) belonging to the *mexicanus* group from Aguascalientes, Mexico, are described and compared to other species closely related to them geographically and morphologically. The species are compared based on the nomenclature and homology proposed by González-Santillán and Prendini (2013). An extension of the homology, functionality, and nomenclature of the hemispermatophore proposed by Monod et al. (2017) is applied to vaejovid scorpions for the first time. We provide meristic evidence to support species delimitation and an identification key to the *mexicanus* species group (Soléglad, 1973) from Aguascalientes. We provide new records that broaden the distribution area, supplement its diagnosis, and expand the description, including details on the hemispermatophore and the telotarsi of *Vaejovis tenamaztlei* Contreras-Félix et al., 2015.

### 1. Introduction

The North American vaejovid scorpion *mexicanus* species group of the genus *Vaejovis* C.L. Koch, 1836 was recently revised by Contreras-Félix and Francke (2019). In addition to updating the diagnosis of the *mexicanus* group, the authors described five new species. After it stood neglected for a long time, the authors redefined the species component of the group and delimited it from the *vorhiesi* (Stahnke 1940) and *nitidulus-nigrescens* (Fet et al., 2006) species groups. Although Hoffmann (1931) sketched out this cluster of distinctive species in his treatise of Mexican scorpions, the *mexicanus* group was formalized by Soléglad (1973). The species composition of the *mexicanus* group was reassessed many times since its inception [for a historical recount, see Contreras-Félix and Francke (2019)], but is currently comprised of 32 species inhabiting oak-pine forests and xeric habitats of Mexico (Azzimari et al. 2021; Contreras-Félix and Francke 2019).

Several authors (Table 1) have listed the scorpion fauna of Aguascalientes state as part of regional and national surveys. The only

described species of the *mexicanus* group in the state is *Vaejovis tenamaztlei* Contreras-Félix et al., 2015, although Ponce-Saavedra and Francke (2013) cited an undescribed species earlier.

In this publication, we describe and compare two new species belonging to the *mexicanus* group, *Vaejovis aguazarcia* Díaz-Plascencia and González-Santillán sp. nov. and *Vaejovis aguascalentensis* Chávez-Samayoa and González-Santillán sp. nov., thus increasing the *mexicanus* group to 34 species and the scorpion species of the state of Aguascalientes to 11 (Table 1).

### 2. Material and methods

Scorpion specimens were collected during the night with the help of UV lights. Nomenclature and homology follow González-Santillán and Prendini (2013), except for lateral ocelli patterns (Loria and Prendini 2014), hemispermatophore nomenclature (Monod et al., 2017), and body measurements (Sisson et al. 1990). To equate the nomenclature of Contreras-Félix and Francke (2019) with the one of González-Santillán

\* Corresponding author.

E-mail address: [edmundo.gonzalez@fb.unam.mx](mailto:edmundo.gonzalez@fb.unam.mx) (E. González-Santillán).

<sup>1</sup> Present address: Colección Nacional de Arácnidos, Departamento de Zoología, Instituto de Biología, UNAM, Circuito Zona Deportiva S/N, C.U., Coyoacán, 04510, CDMX, México.

<https://doi.org/10.1016/j.jcz.2022.04.005>

Received 31 January 2022; Received in revised form 27 April 2022; Accepted 28 April 2022

Available online 4 May 2022

0044-5231/© 2022 Elsevier GmbH. All rights reserved.



**Table 1**  
List of species recorded for Aguascalientes in nine works on scorpion diversity. (1) Hoffmann, 1931, 1932; (2) Díaz-Nájera, 1975; (3) Fet and Lowe, 2000; Sissom, 2000; Sissom and Fet, 2000; (4) Escoto-Rocha and Delgado-Saldívar, 2008; (5) Ponce-Saavedra and Francke, 2013; (6) Santibáñez-López et al., 2016. The asterisk indicates reported species in this work.

		1	2	3	4	5	6
Buthidae	<i>Centruroides infamatus</i> (C. L. Koch 1844)*	X	X	X	X	X	X
	<i>Centruroides nigrescens</i> (Pocock 1898)				X		
Diplocentridae	<i>Diplocentrus zacatecanus</i> (Hoffmann 1931)*	X	X	X	X	X	X
	<i>Chiluhuanus bilineatus</i> (Pocock 1898)*	X	X	X	X	X	X
Vaejovidae	<i>Chiluhuanus coahuilae</i> (Williams 1968)*				X		
	<i>Mesomexovis spadix</i> (Hoffmann 1931)*	X		X	X		X
	<i>Paruroctonus gracilior</i> (Hoffmann 1931)*	X	X	X		X	X
	<i>Pseudouroctonus</i> sp. (Stålmeier 1940)				X		
	<i>Thorellus inreptus</i> (Thorell 1876)*	X	X	X		X	X
	<i>Vaejovis</i> aff. <i>mexicanus</i>				X		
	<i>Vaejovis nigrescens</i> (Pocock 1898)*	X		X	X	X	X
	<i>Vaejovis tenamaztlei</i> Contreras-Félix, Francke & Bryson, 2015*					X	
	<i>Vaejovis aguarzarca</i> Díaz-Plascencia and González-Santillán sp. nov.*						
	<i>Vaejovis aquascalentensis</i> Chávez-Samayoa and González-Santillán sp. nov.*						

and Prendini [2013], we substitute the telotarsal setae prolateral inferior (pi) and retrolateral inferior (ri) (Contreras-Félix and Francke 2019) for prolateral ventral (pv) and retrolateral ventral (rv). However, for the sake of consistency in the use of this nomenclature in the *mexicanus* group and easy comparison with previous work, we present in Table 2 the same counts, excluding the prolateral inferior distal and retrolateral inferior distal to conform to counts presented by Contreras and Francke (2019). Metasomal carinae counts per segment are given as a range of 10 specimens per species, including left and right carina, following the format: x-x:x-x-x-x-x-x-x. Notice that the counts include the five segments.

All measurements (mm) were obtained by taking photographs with a digital camera mounted on a Zeiss Primo Star microscope and processed with the microscope's software ZEN 2.3. Digital images were taken under visible and UV light and edited using GIMP 2.10.22 and Photoshop CS5.1. Morphometric ratios given are for an average obtained from five males and five females (♂/♀) from each population, or for a single number when there is no dimorphism. Measurements are given in Appendix A.

The hemispermatophores were dissected following Sissom et al. (1990), and their soft tissue was removed by hand and cleared by immersing them in clove oil to obtain the microphotography that accompanies the descriptions. Measurements taken: (1) distance from the basal margin of the basal lateral trough to the apex of the lamina (Bl<sub>t</sub>AL), (2) distance from the basal margin of the contralateral trough to the apex of the lamina (Cl<sub>t</sub>AL), and (3) length of the capsular distal carina (Lcdc).

Fifty-one measurements of both male and female specimens of *Vaejovis aguarzarca* sp. nov., *Vaejovis aquascalentensis* sp. nov., and *Vaejovis tenamaztlei* were obtained (Appendix A). The pooled data was tested for normality and homoscedasticity using *shapiro.test* and *bartlett.test*. The measurements that passed those tests, were analyzed with a Principal Component Analysis (PCA) in two separated sets, males, and females.

**Table 2**  
Comparative basitarsal prolateral and retrolateral ventral (pv/rv) setal counts for *Vaejovis aguarzarca* Díaz-Plascencia and González-Santillán sp. nov., *Vaejovis aquascalentensis* Chávez-Samayoa and González-Santillán sp. nov., and *Vaejovis tenamaztlei* Contreras-Félix, Francke and Bryson, 2015. Counts are ordered by sex, legs I-IV are ordered from left to right leg and separated by a dash (-).

	♂	♀
<i>V. aguarzarca</i>	CNAN-	CNAN-
	1/1:1/1:1/1:1-1/	1/1:2/1:2/1:3/1-1/
	T01492	T01493
	1/1:1/1:1/1/1	1/1:2/1:2/1
	CNAN-	CNAN-
	1/1:1/1:2/1:2/1-1/	1/1:1/1:2/1:1/1-1/
	T01493	T01493
	1:1:1/1:1:2/2	1:1:1/2:1:1/1
	CNAN-	CNAN-
	1/1:1/1:1:2/1-1/	1/1:1/2:2/3:2/2-1/
T01494	T01493	
1:1:1/1:1:1/1	1:1:2/2:2/1	
CNAN-	CNAN-	
1/2:1/1:2/1:1/1-1/	1/0:1/1:1/2:1/2-1/	
T01495	T01493	
1:1:1/1:1:2/1	1:2/1:1:1:1/2	
CZUAA SCO-	CNAN-	
1/0:2/1:1:2/2/1-1/	1/1:2/1:3/2:3/3-1/	
608	T01494	
0:1/1:2/2:1/2	1:2/1:2/2:3/2	
<i>V. aquascalentensis</i>	CNAN-T0146	CNAN-
	2/2:2/2:3/3:3/3-2/	2/2:2/1:2/2:3/3-3/
	1:2/2:3/3:3/3	T01497
	3:3/3:4/4:3/3	3:3/3:4/4:3/3
	CZUAA SCO-	CZUAA SCO-
	2/1:2/2:4/3:4/3-2/	2/2:2/2:3/3:2/3-2/
	610a	398
	1:2/2:3/3:3/4	1:2/2/2:2:3/3
	CZUAA SCO-	CZUAA SCO-
	2/2:2/2:2:3/3:3-2/	2/2:2/1:3/3:2/3-2/
610b	399	
1:2/2:3/3:4/3	2:3/2:3/3:3/3	
CZUAA SCO-	CZUAA SCO-	
2/2:2/2:3/3:3-2/	2/2:2/2:2:3/3:3-3/	
610c	399	
1:3/2:3/3:3/3	2:2/2:3/2:3/3	
CZUAA SCO-	CZUAA SCO-	
2/1:2/2:3/4:3/3-2/1:	2/1:2/2:3/4:3/3-2/	
610d	399	
x/x:3/3:3/3	1:2/2:3/2:4/3	
<i>V. tenamaztlei</i>	CZUAA SCO-	CZUAA SCO-
	1/1:2/1:1/1:2/1-1/	1/1:2/1:2/2:2/2-1/
	586	529
	0:2/2:2/1:2	0:2/1:2/1:2/2
	CZUAA SCO-	CZUAA SCO-
	1/1:1/1:2/1:2/2-x/	1/0:2/1:2/1:3/2-1/
	567a	533
	x:2/1:2/1:2/2	0:2/2:3/2:2/2
	CZUAA SCO-	CZUAA SCO-
	1/0:2/1:2/1:2/2-1/	1/1:1/1:2/1:2/2-1/
567b	545	
1:1:1/2:1:2/2	1:2/1:2/1:2/2	
CZUAA SCO-	CZUAA SCO-	
2/2:2/1:2:1:2/2-2/2:	2/2:2/3:2/1:2/2-1/	
567c	566	
x/x:2/1:2/2	1:2/1:2/1:2/2	
CZUAA SCO-	CZUAA SCO-	
1/1:2/2:2/1:2/2-1/	1/0:2/1:2/2:2/2-1/	
567d	567	
1:2/1:2/1:2/2	1:2/1:2/1:3/2	

The figure summarizing the data was prepared with ggplot2 (Wickham 2016). All analyses were conducted in RStudio (R Studio Team, 2020).

All localities were georeferenced in the field with a Garmin eTrexH GPS. Distribution maps were generated using QGIS 3.16 (QGIS.org, 2021) by superimposing point locality records on layers depicting the topography (Fick and Hijmans 2017), political demarcations and main mountain ranges of Aguascalientes state (CONABIO 2020; CONANP 2019; INEGI 2019).

### 3. On the nomenclature and homology of the hemispermatophore

In this contribution, we introduce and extend Monod et al.'s (2017) nomenclature and homologies to complement some Sissom et al.'s (1990) and Stockwell's (1989) terminology, which has most commonly been used for North American scorpions. This is the first attempt to introduce Monod et al.'s ideas to the *mexicanus* species group of the genus *Vaejovis*, which has recently received taxonomic attention (Azzimari et al. 2021; Contreras-Félix and Francke 2019, 2021). The reason we adopt this nomenclature is because it is applicable to the whole Order Scorpiones and because is based on homology and function. Furthermore, the relationship of the bauplans defined by Monod and collaborators are consistent with the topology retrieved in the most recent phylogenomic studies of the Order Scorpiones (Santibáñez-López et al. 2019, 2022; Sharma et al. 2015).

Monod et al. (2017) deconstructed the functional and morphological aspects of the male sexual apparatus of the Order Scorpiones based on a preliminary assessment of homology. Monod and collaborators focused on five capsular structures common to all families of the Order: (1) *Capsular distal carina* (Fig. 1B, D) [regarded as a widening of the lamina

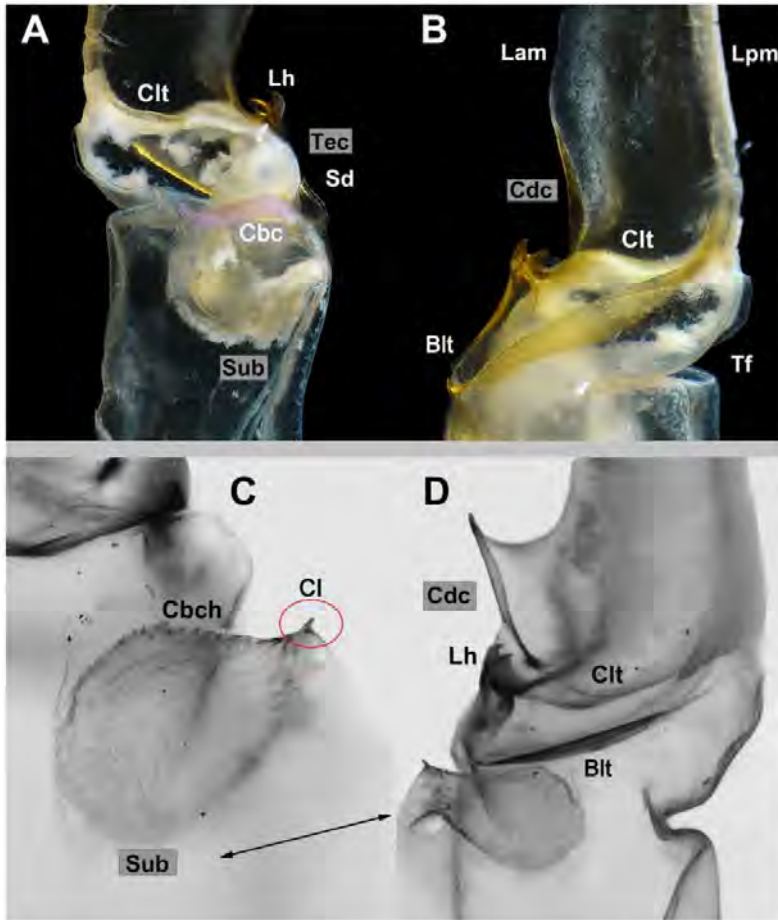


Fig. 1. Sinistral hemispermatophore of *Vaejovis aquascalentensis* Chávez-Samayoa and González-Santillán sp. nov. (Upper plate) and *Vaejovis aguazarca* Díaz-Plascencia and González-Santillán sp. nov. (Lower plate), cleared of soft tissue by hand. A., C. Contralateral aspect; B., D. Lateral aspect. Abbreviations on all gray squares refer to structures present in the whole Order Scorpiones: Blt, Basal lateral trough. Cbc, Capsular basal carina. Cbch, Capsular basal carina hooklets. Cl, Clasper. Cdc, Capsular distal carina. Clt, Contralateral trough. Lam, Laminar anterior margin. Lh, Laminar hook. Lpm, Laminar posterior margin. Sd, Sperm duct. Sub, Subex. Tec, Tectum. Tf, Truncal flexure.

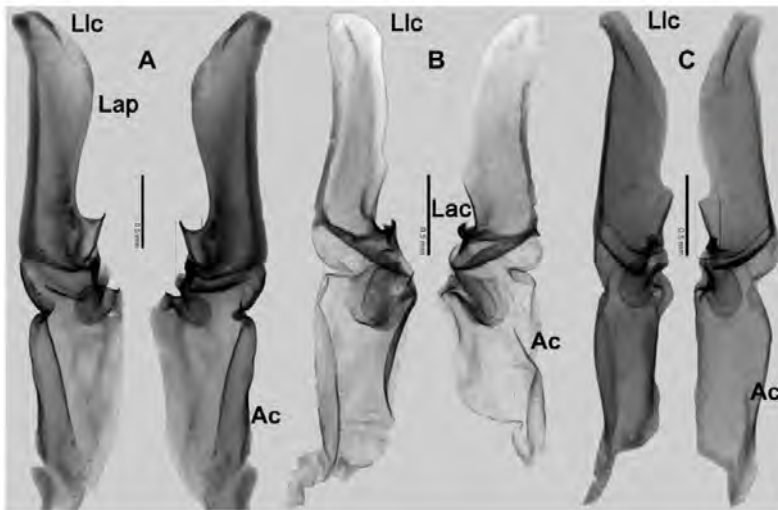


Fig. 2. Sinistral hemispermatophore, cleared of soft tissue by hand. Contralateral aspect (left) and lateral aspect (right). A. *Vaejovis aguazarca* Díaz-Plascencia and González-Santillán sp. nov. B. *Vaejovis aquascalentensis* Chávez-Samayoa and González-Santillán sp. nov. C. *Vaejovis tenamaztlei* Contreras-Félix, Francke and Bryson, 2015. The tridimensional boxes are enclosing the total extension of the capsular distal carina, including the basal and distal sections delimited by the presence of the laminar hook. Abbreviations: Ac, Axial carina, Cdc, Capsular distal carina. Lac, Laminar antero-basal constriction, Lap, Laminar antero-distal process. Llc, laminar latero-distal crest.



by Contreras-Félix and Francke (2019). Notice that this carina comprises a basal and a distal section (Fig. 2A, C), these sections are divided by the presence of the laminar hook. (2) *Tectum* (Fig. 1A). (3) *Subex* (Fig. 1) [regarded as the median lobe by Contreras-Félix and Francke (2019), but originally described as the pouch-like invagination by Stockwell (1989)]. (4) *Terminal membrane* [absent or vestigial in all vaejovids but well developed in *Uroctonus* (Monod et al., 2017 p. 48)]. (5) *Capsular basal carina* (Fig. 1A) [(Monod et al., 2017 p. 6, Fig. 2)].

Monod and collaborators identified five basic hemispermatophore bauplans, exhibiting from zero to four capsular folds. Vaejovid scorpions fit into the three-fold bauplan (Monod et al., 2017 p. 24–25, Figs. 18–19), along with the genus *Uroctonus*, a laurasian, relictual clade, taxonomically regarded as *incertae sedis* (Santibáñez-López et al. 2019), thus the three-fold bauplan appears to be convergent. The hemispermatophore of all vaejovid scorpions presents: (1) a fold that divides the sperm duct into the tectum and subex, (2) a fold in the tectum, and (3) a fold in the subex (Monod et al. 2017).

Lamoral (1979) identified a basal fold of the distal lamina extending laterally as the lamina dorsal trough. Subsequently, Sissom et al. (1990) and Stockwell (1989) proposed for the complementary contralateral fold the term ventral trough. Herein we adjust the terminology as: ventral trough = *contralateral trough*, and dorsal trough = *basal lateral trough*. Vaejovids present a highly modified lamina base and the shape of the lateral aspect can be very elongated, forming a deep basal lateral trough, as seen in *V. aquascalentensis* sp. nov. and several species illustrated in Contreras-Félix and Francke (2019 p. 30, Figs. a, c, f, g, i, k-o), in contrast to a shallow basal lateral trough, as seen in *Vaejovis aguazarca* sp. nov. and *V. tenamaztlei* (Fig. 1D).

In the process of describing these two new species, we identified five additional characters and character states related to the capsular and laminar areas of the hemispermatophore. The following is a brief description of these structures along with a short functional interpretation.

Fig. 1 shows the additions we propose besides the five capsular structures we described above: (1) *Clasper*, a spine that can be blunt and reduced to obsolescence or evidently spiniform and sharp, positioned at the apex of the capsular basal carina (Figs. 1C, D, 2A). Monod et al. (2017) identified the clasper in several scorpionoid families such as Hormuridae Laurie, 1896 as an intramittent apophysis, which purpose is the widening of the female genital tract during sperm transference. The capsular basal carina of *V. aguazarca* sp. nov. (Figs. 1C and 10A), and *V. coalcoman* (Contreras-Félix and Francke, Fig. 19C) bear a spiniform sclerotized structure in the same position as the scorpionoid clasper, and as we explain below, it may perform the same function. Thus, positional, and functional homology can be hypothesized for the clasper of scorpionoids and vaejovids (2) *Capsular basal carina hooklets*, as observed in *V. aguazarca* sp. nov. (Fig. 1C), and *V. coalcoman* Contreras-Félix and Francke 2014 (p.30, Fig. 19C). The capsular basal carina hooklets are microscopic hooks lining the distal margin of the basal carina, which sometimes are absent, for example in *V. aquascalentensis* sp. nov. and *V. tenamaztlei* (Fig. 2). The clasper and hooklets are positioned on the sperm duct, fixed in the same direction as the duct when it's inserted into the female's gonopore during the activation of the spermatophore and the spermatid transference (Monod et al., 2017). We hypothesized that these two structures can be used as a mechanism of attachment to fix the base of the spermatid duct. In line with this evidence are the visible sharpness and strong sclerotization of the hooklets and spines, which are evocative of an anchoring structure. Furthermore, although not completely visible, we propose that the microgranulation seen on the surface of the *subex* (Figs. 1C and 2A, C small dots inside the subex) is in fact located on the external surface of the sperm duct, such that during the activation of the spermatophore these microgranules meet the surface of the female's genital tract, firmly attaching the wall of the sperm duct to the inside of the female's genital tract. This idea about functional anchoring is further strengthened by the observation of remnants that appear to be fragments of the subex, presumably belonging to the spermatophore after activation, attached to the entrance of the female gonopore (Stockwell 1989). Further observations should be made to document and confirm

these hypotheses. (3) *Laminar antero-basal constriction*. Soleglad and Fet (2008) introduced the term *basal constriction* to give a technical identification to the functional borders of the lamina and the capsule established by the capsular distal carina. Although this character is observable only in *V. aquascalentensis* sp. nov. (Fig. 2B), several species of the *mexicanus* group display it (Contreras-Félix and Francke 2019 p. 30, Figs. 19b, d, h, i, k, o). (4) *Laminar antero-distal process* can be characterized by a protrusion of the anterior margin of variable extension, as seen in *V. aguazarca* sp. nov. (Fig. 2A), and in *Vaejovis mcwesti* Sissom et al., 2016 (Contreras-Félix and Francke 2019 p. 30, Fig. 19J). (5) *Laminar latero-distal crest* is a carina near or at the apex of the lamina, which function can be associated to the attachment of the lamina inside the groove created by the coxae of the first and second walking legs of the females, to activate the spermatophore. Contreras-Félix and Francke (2019) used the terms apical or distal crest indistinctively to refer to this structure and their Fig. 19 shows the diversity of extension and development in the species they illustrated.

**4. Key of identification for adults of the *mexicanus* group species of *Vaejovis* distributed in Aguascalientes**

1. Adult male with a conspicuous concave, glandular area on the telson dorsal surface (Fig. 14C); adult body size (mm) at 19.4–22.1 (♂) 21.5–26.6 (♀); all pedipalp chela carinae infusate only at the base of setae insertions; telotarsi with two or three pairs of ventral distal spinules and ventromedial spinules unaligned, present as a cluster ..... *Vaejovis tenamaztlei* Contreras-Félix, Francke and Bryson, 2015.

1'. Adult male without a conspicuous concave, glandular area or with a hyaline spot at the base of the aculeus on the telson dorsal surface (Figs. 14A, B); adult body size at 26.97–32.5 (♂) or 29.3–41.1 (♀) in *Vaejovis aguazarca* sp. nov. and *Vaejovis aquascalentensis* sp. nov.; all pedipalp chela carinae entirely infusate; telotarsi with one or two pairs of ventral distal spinules, ventromedial spinules aligned in a single row ..... 2.

2. Adult body size at 6.97–28.62 (♂) or 30.85–32.45 (♀); cheliceral manus dorsal surface with two macrosetae (Fig. 4B); patella dorsal retrolateral carinae costate, crenular, almost entirely smooth (Fig. 17A, B); manus intercarinal surfaces smooth (Fig. 18); chela movable finger with seven retrolateral denticles (Fig. 10C); hemispermatophore capsular distal carina inconspicuous and blunt (Figs. 1 and 2B); mesosoma pretergites smooth and postergites matte; male with a whitish glandular area at aculear base on the telson dorsal surface (Fig. 14B) ..... *Vaejovis aquascalentensis* Chávez-Samayoá and González-Santillán sp. nov.

2'. Adult body size at 28.4–32.5 (♂) or 29.3–41.1 (♀); cheliceral manus dorsal surface with one macroseta and one microseta (Fig. 4A); patella dorsal retrolateral carinae granular (Fig. 8A, B); manus intercarinal surfaces matte, finely and sparsely granular (Fig. 9); chela movable finger with six retrolateral denticles (Fig. 10B); hemispermatophore capsular distal carina prominent and spiniform (Figs. 1 and 2A); mesosoma pretergites matte and postergites shagreened; male without whitish glandular area on the telson dorsal surface (Fig. 14A) ..... *Vaejovis aguazarca* Díaz-Plascencia and González-Santillán sp. nov.

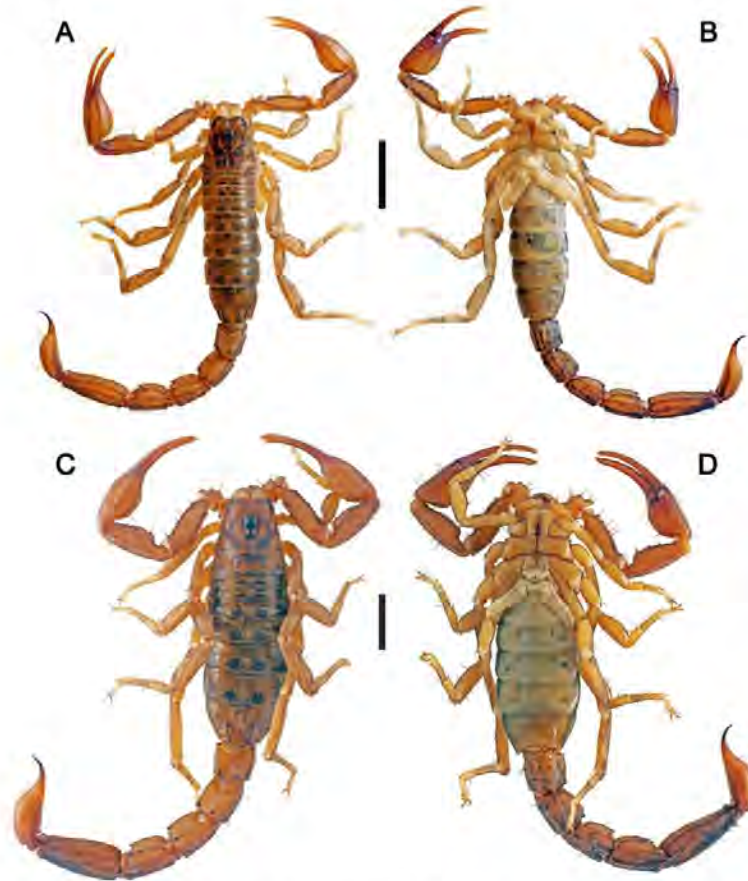
**5. Systematics**

Family Vaejovidae Thorell, 1876.  
 Subfamily Vaejovinae Thorell, 1876.  
 Genus *Vaejovis* Thorell, 1876.  
*Vaejovis aguazarca* Díaz-Plascencia and González-Santillán sp. nov.  
 LSID: urn:lsid:zoobank.org:act:0C495778-F61D-4049-973E-6351BC0BFA52.

Fig. 1C, D, 2A, 3, 4A, 5A, 6A, 7-9, 10A, B, 11A, 12A, 13A-C, 14A, 22, 23; Tables 1–3; Appendix A.

Type Material: **México: Aguascalientes: Municipio San José de Gracia:** Holotype ♂ (CNAN-T01492) Sierra Fría, Estación Biológica Agua Zarca, 22.090555°N 102.556298°W, 2173 m, 31.vii.2015, J. E. Díaz-





**Fig. 3.** *Vaejovis aguazarca* Díaz-Plascencia and González-Santillán sp. nov., habitus. A, B ♂, C, D ♀ (CNAN-S4005). A, C. Dorsal aspect. B, D. Ventral aspect. Scale bar = 5 mm.

Plascencia and J. L. Aguilar. Paratypes 1♂, 4♀ (CNAN-T01493), 22.09221°N 102.55774°W, 2190 m, 7.ix.2020. F. Chávez-Samayoa and D. F. Simijaca-Salcedo; 1♂, 1♀ (CNAN-T01494), 22.09255°N 102.55728°W, 2190 m, 9.xi.2020. F. Chávez-Samayoa, D. F. Simijaca-Salcedo, and P. García-Macías; 1♂ (CNAN-T01495), 22.09294°N 102.56112°W, 2181m, 19.ii.2021. F. Chávez-Samayoa and D. F. Simijaca-Salcedo.

**Additional Material Examined:** Mexico: **Aguascalientes:** *Municipio Jesús María:* 1♀ (CZUUA SCO-382), Presa Abelardo Rodríguez, 21°55'7.64"N 102°24'28.62"W, 1927 m, 8.vi.2003. J. E. Valencia; 1♀ (CZUUA SCO-583), Los Arquitos, 21.921649° N 102.397052°, 1935m, viii.2020. F. Chávez-Samayoa, S. S. Gutiérrez-Ramírez, and D. F. Simijaca-Salcedo; 1♀ (CZUUA SCO-606), 21.921649° N 102.397052° W, 1935 m, 28.xi.2020. F. Chávez-Samayoa and D. F. Simijaca-Salcedo. *Municipio Rincón de Romos:* 1 ♀ (CZUUA SCO-386), Pabellón de Hidalgo, 22°11'18.48"N 102°21'22.56"W, 2046 m, 15.v.2013. H. Puga-Arévalo. *Municipio San Francisco de los Romo:* 1 ♀ (CZUUA SCO-500), El Chicalote, 22.012016°N 102.253290° W, 1896 m, x.2019., M. J. Perales-Olivares. *Municipio San José de Gracia:* 3 ♂, 6 ♀ (CZUUA SCO-552), Estación Biológica Agua Zarca, 22.09221°N 102.55774°W, 2190 m, 7. ix.2020. F. Chávez-Samayoa and D. F. Simijaca-Salcedo; 5♂ (CZUUA SCO-571), 22.09255°N 102.55728°W, 2190 m, 9.xi.2020. F. Chávez-Samayoa, D. F. Simijaca-Salcedo, and P. García-Macías; 1 ♂ (CZUUA-608), 22.09294°N 102.56112°W, 2181 m, 19.ii.2021. F. Chávez-

Samayoa and D. F. Simijaca-Salcedo; 1 ♂, 2 ♀ (CNAN-S4005), 22.092702°N 102.564780°W, 2201 m, 15.v.2015, J. E. Díaz-Plascencia, and C. F. Servín de la Mora.

**Etymology:** The specific epithet is used as a noun in apposition and refers to the type locality Estación Biológica Agua Zarca where the type series was collected. The English translation of Zarca is "light blue".

**Diagnosis:** *Vaejovis aguazarca* sp. nov. can be distinguished from *V. aquascalentensis* sp. nov. by the presence of one distomedial macroseta on the cheliceral manus instead of two (Fig. 4A, B). The pedipalp femur retrolateral dorsosubmedian carina (Fig. 7A, B) is serrated in both sexes, whereas in *V. aquascalentensis* sp. nov. it is weakly granular (Fig. 16A, B). The patella dorsal retrolateral carinae is granular (Fig. 8A, B), instead of weakly granular (Fig. 17A, B); prolateral median carinae with a row of five to eight coarse granules (Fig. 8C, D) instead of obsolete, and delimited by two large granules instead of a short row of granules as in *V. aquascalentensis* sp. nov (Fig. 17C, D). Chela manus dorsal and retrolateral intercarinal surfaces matte, finely and sparsely granular in *V. aguazarca* sp. nov (Fig. 9A, B). instead of smooth as in *V. aquascalentensis* sp. nov (Fig. 18A, B); prolateral dorsal, dorsal prosubmedian, and dorsal prolateral carinae strongly granular (Fig. 9) instead of low granules (Fig. 18) in *V. aquascalentensis* sp. nov. Movable finger with seven prolateral and six retrolateral denticles instead of seven prolateral and retrolateral denticles (Figs. 10A, D).

*Vaejovis aguazarca* sp. nov. is readily distinguished from



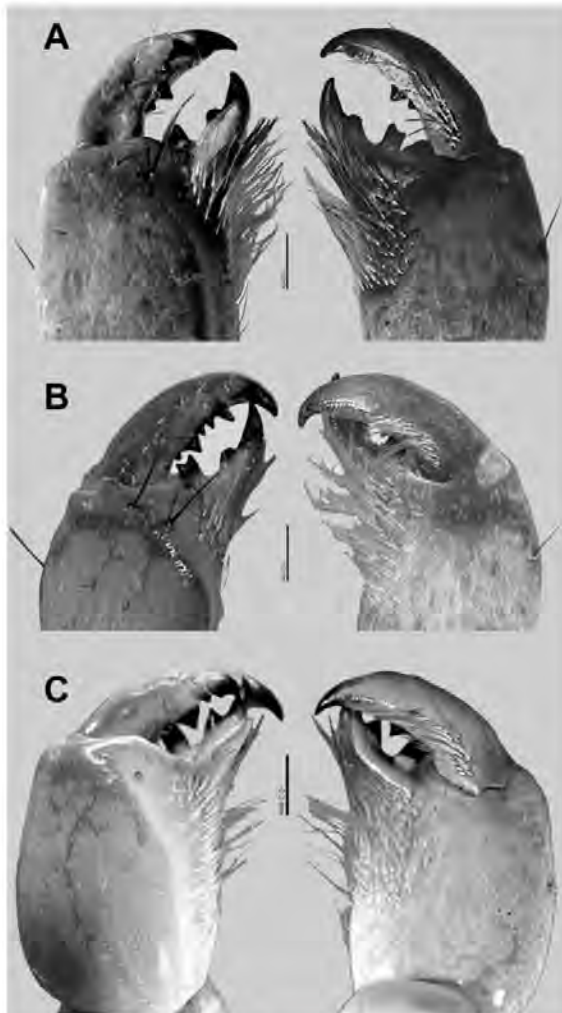


Fig. 4. Chelicerae dorsal and ventral aspects under UV light (♂). A. *Vaejovis aguazarca* Díaz-Plascencia and González-Santillán sp. nov. B. *Vaejovis aquascalentensis* Chávez-Samayoa and González-Santillán sp. nov. C. *Vaejovis tenamaztlei* Contreras-Félix, Francke and Bryson, 2015.

*V. tenamaztlei* by the following features: anterior margin of carapace bilobed with a deep median notch instead of nearly straight with a shallow notch (Fig. 5A, C). Pedipalp manus carinae, dorsal, and retro-lateral surfaces of femur and patella densely infuscate instead of infuscate only at the base of the macrosetae (Contreras-Félix et al., 2015; Plate 1). Telotarsi with ventral spinules aligned in a single row instead of an unaligned cluster of spinules; one pair of ventrodiscal spinules instead of two or three pairs. Metasoma segment IV lateral posterior end with one medial seta, absent in *V. tenamaztlei*. Greater total body length at 28.4–32.5 (♂) or 29.3–41.1 (♀) instead of 19.4–22.1 (♂) and 21.5–26.6 (♀).

Hemispermaphore laminar antero-distal process prominent in *V. aguazarca* sp. nov. instead of obsolete as in *V. aquascalentensis* sp. nov., or weak as in *V. tenamaztlei* (Fig. 2). Clasper prominent and spiniform in *V. aguazarca* sp. nov. instead of inconspicuous as in *V. aquascalentensis* sp. nov. and *V. tenamaztlei* (Fig. 2). Distal lamina basal lateral trough shallow in *V. aguazarca* sp. nov. and *V. tenamaztlei* instead of deep as in *V. aquascalentensis* sp. nov. Capsular basal carina with circa 13 hooklets in *V. aguazarca* sp. nov (Fig. 1C), absent in *V. aquascalentensis* sp. nov. and *V. tenamaztlei* (Fig. 2).

*Vaejovis aguazarca* sp. nov. can be differentiated from the geographically close (Fig. 22) species *Vaejovis dugesi* Pocock, 1902 from Guanajuato by a higher pectinal count, at 15–16 (♂), 13–14 (♀) instead of 13–13 (♂), 11–12 (♀) [Sisson, 1990]. All carinae of metasoma irregularly infuscate, even more so on the setae insertions instead of completely infuscate; dorsolateral carinae of segments I–IV with distal granules enlarged (Fig. 13B) instead of reduced; ventral median carinae of segment V complete granular instead of incomplete, present on anterior fourth fifths. Telson dorsal surface smooth without glandular area (Fig. 14A), instead of large glandular area (Contreras-Félix and Francke 2019, Fig. 7a).

Description: The following description is based on the type series including adults of both sexes and additional material examined.

**Color and infuscation:** Body base color yellowish (orange in alcohol). Cheliceral manus dorsal surface with faintly reticulate infuscation, base and distal margin of fixed fingers infuscate. Carapace with dusky markings (Fig. 3A, C). Pedipalps, all carinae of chela strongly infuscate except prolateral median and fingers faintly infuscate. Patella, femur, and legs densely but faintly infuscate. Coxosternal region, genital operculum, and pectines immaculate. Mesosomal tergites with two pairs of narrow, longitudinal infuscation along lateral margin and submedian surfaces; tergites I–VII dorsal median surface feebly infuscate more so on pretergites, sternites III–VII surfaces immaculate. Metasomal segments I–V with all dorsal carinae irregularly infuscate anteriorly and on setae insertions; intercarinal dorsal surfaces immaculate, lateral, and ventral densely infuscate, more so on segments IV and V lateral median, lateral inframedian, ventral lateral, and ventral submedian carinae irregularly to completely infuscate (Fig. 3B, D). Telson vesicle base color yellowish



Fig. 5. Carapace dorsal surface under UV light (♂). A. *Vaejovis aguazarca* Díaz-Plascencia and González-Santillán sp. nov. B. *Vaejovis aquascalentensis* Chávez-Samayoa and González-Santillán sp. nov. C. *Vaejovis tenamaztlei* Contreras-Félix, Francke and Bryson, 2015.

orange, ventral surface with three vestigial to obsolete longitudinal infuscation, setae insertions infuscate, median surface whitish except 30 to 40 percent of margins densely infuscate (♂) or mostly infuscate (♀); aculeus yellowish basally and reddish brown distally (Fig. 3).

**Chelicerae:** Manus dorsal surface smooth, with one macroseta located medially on anterior flat plate of manus, and two microsetae on pro-lateral surface (Fig. 4A). Movable finger ventral surface with serrula, comprising 17/18 times in distal half.

**Carapace:** Length equal or slightly greater than posterior width (1.1), carapace length slightly greater than metasomal segment V on males and females (1.0), and longer than pedipalp femur (1.2). Surfaces shagreen, uniformly granular. Anterior margin bilobate, with deep median notch and three pairs of macrosetae (Fig. 5A). Lateral ocelli conform type 3A,

PDMi, PLMa and MLMa subequal in size. Median ocular tubercle shallow, situated in anterior half of carapace, superciliary carinae costate-smooth. Median ocelli approximately three times the size of anterolateral ocelli. Anteriomedian and posteromedian sulcus deep and narrow, posterolateral sulcus shallow, and posterior transverse sulcus vestigial (Fig. 5A).

**Coxosternal region:** Sternum subequilateral pentagonal, anterior width slightly greater than length (1.4). Median sulcus deep, ventral surfaces smooth with four pairs of macrosetae (Fig. 6A). Coxae ventral surfaces entirely smooth. Coxa II, prolateral proximal margin smooth, subproximally with two oblique, minute, slit-like structures, adjacent to distinct, granular protuberance. Coxa IV length twice the length of coxa II (1.9/2.0).

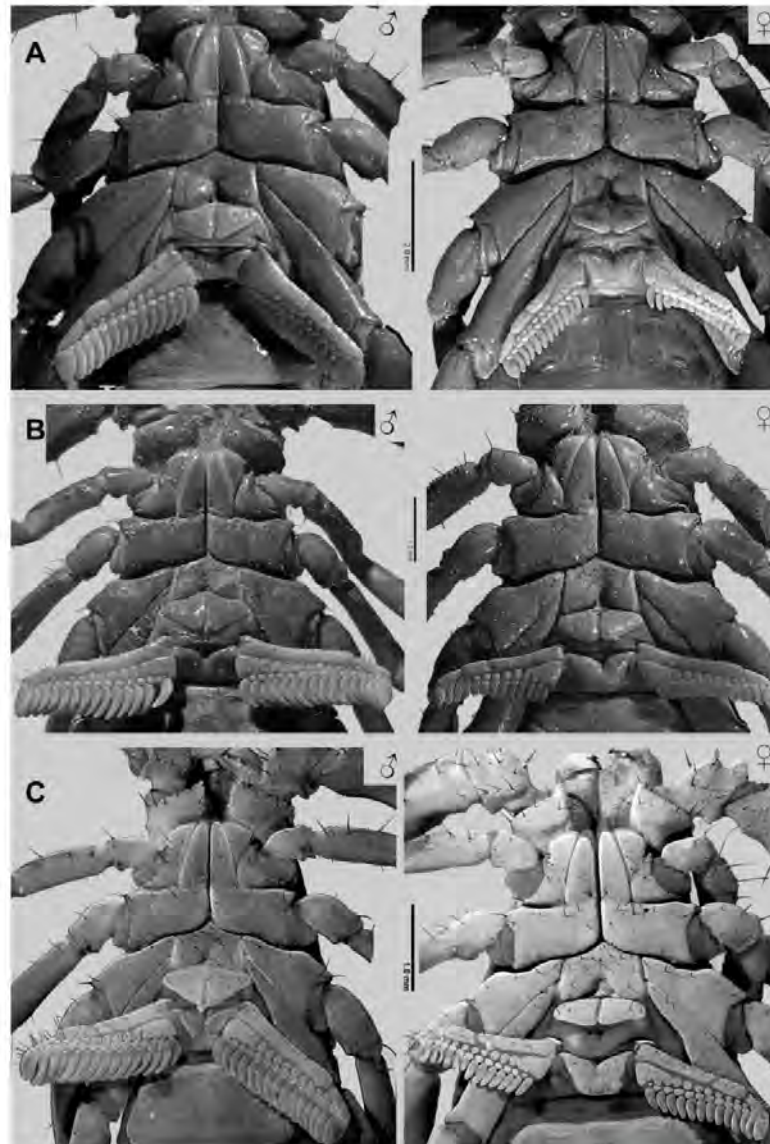


Fig. 6. Coxal region, genital operculum, and pectines under UV light. Left side (♂) and right side (♀). A. *Vaejovis aguazarca* Díaz-Plascencia and González-Santillán sp. nov. B. *Vaejovis aquascalentensis* Chávez-Samayoá and González-Santillán sp. nov. C. *Vaejovis tenamaztlei* Contreras-Félix, Francke and Bryson, 2015.



**Pedipalps:** Femur length three times greater than width (3.0/3.2) [Appendix A]; intercarinal surfaces matte; dorsal prolateral, dorsal retrolateral and ventral prolateral carinae complete granular (Fig. 7); ventral median carinae vestigial, strongly granular; retrolateral ventral carinae vestigial, weakly granular (Fig. 7B); ventral retrosubmedian carinae vestigial, reduced to few proximal granules; retrolateral dorso-submedian carina partial, restricted to median part of segment, comprising six or seven serrated granules and two macrosetae;

prolateral ventral carina vestigial, reduced to three conical granules, proximal and median granules with one macroseta, extending two-thirds the length of the segment (Fig. 7D); prolateral ventrosubmedian carina vestigial, reduced to three to four enlarged conical granules, proximal and two distal granules, each with one macroseta (Fig. 7). Patella length three times greater than the width (3.0/2.9) and as wide as femur (1.1) [Appendix A]; intercarinal surfaces matte; dorsal prolateral, dorsal retrolateral, ventral prolateral, and ventral retrosubmedian carinae complete, granular (Fig. 8); ventral median carina partial, granular, restricted to proximal third; prolateral ventral carina

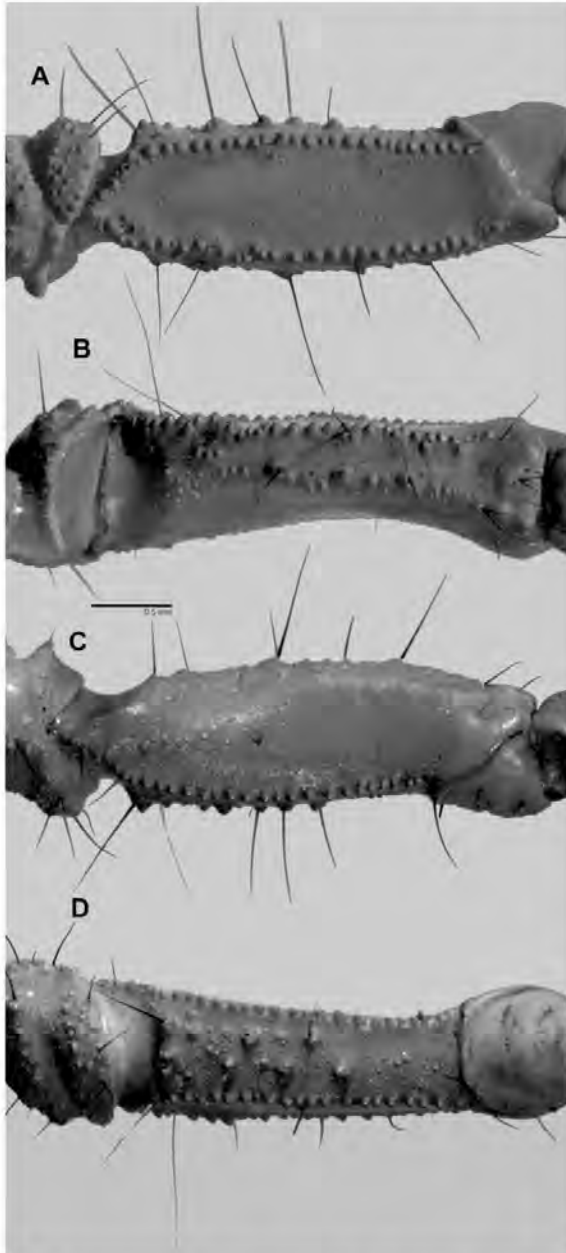


Fig. 7. Pedipalp femur of *Vaejovis aguazarca* Díaz-Plascencia and González-Santillán sp. nov. under UV light (♂). A. Dorsal, B. Retrolateral, C. Ventral, and D. Prolateral aspects.

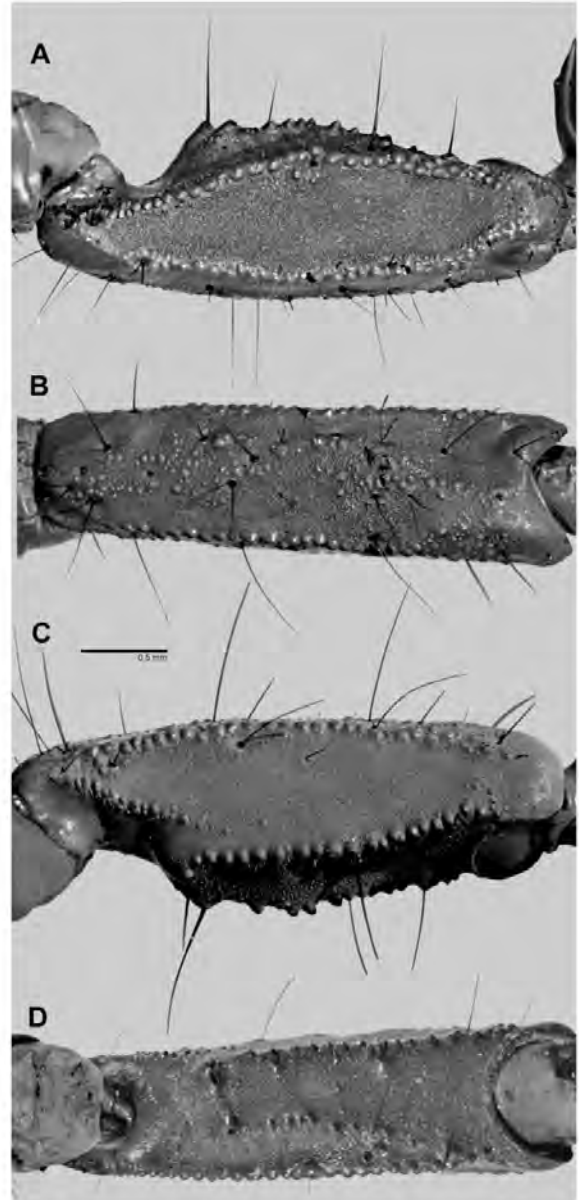


Fig. 8. Pedipalp patella of *Vaejovis aguazarca* Díaz-Plascencia and González-Santillán sp. nov. under UV light (♂). A. Dorsal, B. Retrolateral, C. Ventral, and D. Prolateral aspects.

obsolete, delimited by two macrosetae medially; prolateral process well developed, prolateral median carina delimited by two large granules, each with a macroseta, and a row of five coarse granules curving toward dorsal prolateral carina (Fig. 8A, B, D); retrolateral median carinae partial, irregular broken row of granules; retrolateral dorsosubmedian vestigial, with three granules in median third. Chela length (1.6/1.7) times greater than patella length, (1.7/1.8) times greater than femur length; width (1.1/1.2) times greater than patella width, (1.3/1.4) times greater than femur width (Appendix A). Manus incrassate (Fig. 9); all intercarinal surfaces matte, finely and sparsely granular, comparatively smaller granules than femur and patella; dorsal retrolateral, dorsal median and retrolateral median carinae complete, costate, with clusters of weak granules (Fig. 9A); prolateral dorsal, dorsal prosubmedian, and dorsal prolateral carinae fused, strongly granular; dorsal retrolateral

accessory carina vestigial, restricted to three or four proximal granules; retrolateral ventral carina vestigial, short row of proximal granules; retrolateral subventral accessory carina vestigial with short cluster of distal granules (Fig. 9B); ventral retrolateral carina granular, incomplete restricted to the level of trichobothrium V2 (Fig. 9C); ventral retrosubmedian carina partial, irregular cluster of granules restricted to median third, retrolateral subventral carina vestigial, distal short row of granules; ventral prolateral and prolateral ventral carinae complete, fused, with a cluster of granules; prolateral median and prolateral ventrosubmedian carinae partial, fused, with a cluster of enlarged granules restricted to median third; other carinae obsolete (Fig. 9). Fixed and movable fingers dentate margin sublinear, notches and lobes absent; fixed finger median denticle row comprising six denticle subrows flanked by six prolateral and retrolateral denticles, retrolateral denticles aligned with subrows (Fig. 10A); movable finger denticle row comprising six denticle subrows, flanked by seven prolateral and six retrolateral denticles, retrolateral denticles aligned with medial rows except distal two slightly unaligned, terminal subrow comprising two denticles (Fig. 10B).

Trichobothrial pattern orthobothriotaxitic Type C; chela trichobothrium *Db* situated on dorsal retrolateral carina, in proximal fifth of manus; *Dt* situated in proximal half of manus above dorsal retrolateral carina (Fig. 9A); *ib* and *it* situated on the base of fixed finger (Fig. 9D).

Legs: Basitarsi, prolateral ventral spinule rows on legs I–II complete, extending the whole length of the leg, incomplete on III, absent on IV; retrolateral ventral spinule row on legs I–II complete, incomplete on leg III irregular broken subrows of spinules restricted to distal half, absent on IV; retrolateral dorsal spinule row on legs I–III incomplete, vestigial sparse subrows of spinules restricted to distal half, absent or restricted to up to three spinules on distal third on IV; retrolateral median spinule row vestigial with few distal spinules on I–II, absent on III–IV (Fig. 11A). Telotarsi, macrosetal counts on I–IV, respectively: prolateral dorsal 4–6/4–6/4–7/4–7, prolateral median 1–3/2–3/1–4/2–4, retrolateral median 1–3/1–2/1–3/1–4, prolateral ventral 1–3/2–4/2–4/2–5, retrolateral ventral 3–5/4–6/4–6/3–5; proximal three macrosetae spiniform on II–IV; dorsal and retrolateral dorsal macrosetae arranged in two separate parallel to subparallel rows on I–IV. Telotarsi I–III, each with a single straight ventromedial row of spinules, curved proximally except on IV straight, and one to two pairs of ventrodiscal spinules (Fig. 11A).

Genital operculum: Genital operculum (2.8/2.6) times wider than long with three pairs of macrosetae and variable accessory minor macrosetae (Fig. 6A); sclerites free longitudinally on anterior third, fused distally (♂) or fused longitudinally (♀); genital papillae present, protruding posteriorly (♂) or absent (♀).

Hemispermatothore: Laminar measurements (mm), lamina length slightly greater than stem (1.1); Bl<sub>AL</sub>, 2.6; Cl<sub>AL</sub>, 2.3; and Lcd, 0.5. Laminar antero-distal process prominent; latero-distal crest prominent, located in the distal fifth of the lamina (Fig. 2A); laminar hooks moderately bifurcated. Capsular distal carina prominent and spiniform; basal lateral trough shallow; capsular basal carina with circa 13 hooklets; clasper prominent, spiniform (Figs. 1C and 2A). Stem axial carina prominent, parallel to posterior margin (Fig. 2A).

Pectines: Basal piece with two pairs (♂) or three pairs of macrosetae (♀). Marginal lamella comprising three sclerites (Fig. 6A). Medial lamella proximal two or three sclerites fused, seven (♀) or eight (♂) separate. Fulcra, 13/13 (♀) or 14/14 (♂). Pectinal tooth count: 15–16 (♂), 13–14 (♀). Pectines relatively long, third (distal) sclerite of marginal lamella aligned with midpoint of trochanter IV (♂) or third sclerite of marginal lamella aligned with distal margin of coxa IV (♀).

Tergites: Tergites I–VII intercarinal surfaces pretergites and margin of anterior postergites matte, postergite shagreened, dorsal median and dorsal lateral carina obsolete on I and II, vestigial on III–IV, dorsal sub-lateral carinae vestigial, comprising few granules anteriorly, dorsal lateral and lateral median carinae converging anteromedially, with a spiniform terminal granule on VII.

Sternites: Sternites III–VI surfaces smooth, spiracles minute, slit-like,

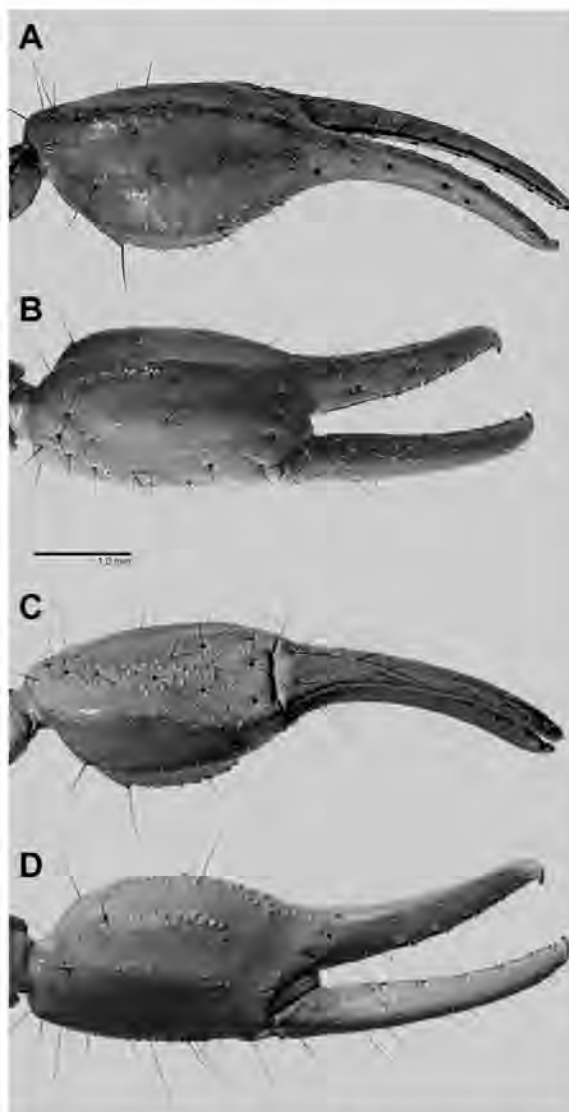


Fig. 9. Pedipalp chela of *Vaejovis aguazarca* Díaz-Plascencia and González-Santillán sp. nov. under UV light (♂). A. Dorsal, B. Retrolateral, C. Ventral, and D. Prolateral aspects.



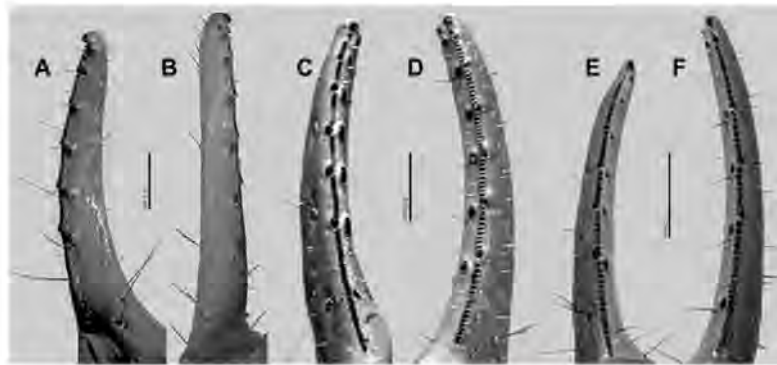


Fig. 10. Pedipalp chela, fixed (left) and movable (right) fingers under UV light (♂). A. *Vaejovis aguazarca* Díaz-Plascencia and González-Santillán sp. nov. B. *Vaejovis aquascalentensis* Chávez-Samayoá and González-Santillán sp. nov. C. *Vaejovis tenamaztlei* Contreras-Félix, Francke and Bryson, 2015.

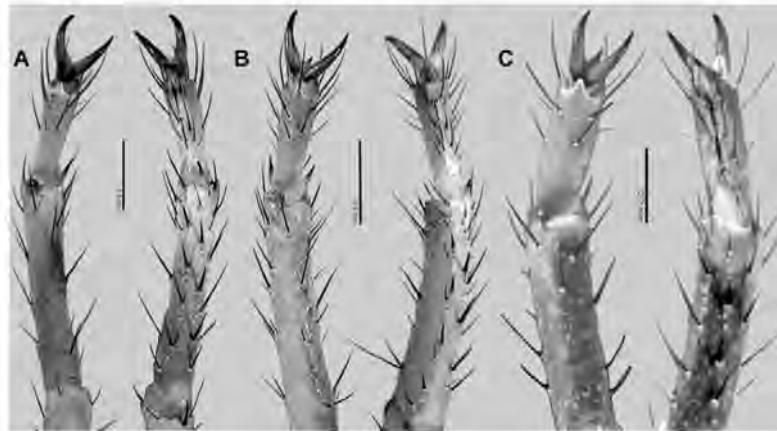


Fig. 11. Leg, basitarsal and telotarsal armature under UV light (♂). Dorsal (left) and Ventral (right) aspects. A. *Vaejovis aguazarca* Díaz-Plascencia and González-Santillán sp. nov. B. *Vaejovis aquascalentensis* Chávez-Samayoá and González-Santillán sp. nov. C. *Vaejovis tenamaztlei* Contreras-Félix, Francke and Bryson, 2015.

three times longer than wide; VII intercarinal median surfaces smooth, matte laterally, six pairs of setae including one pair on ventral margin, ventral submedian carina obsolete, ventral lateral carina costate-granular with two pairs of setae, lateral ventral carinae vestigial with few anterior granules (Fig. 12A).

**Metasoma:** Length (1.6) times greater than mesosoma length. Segment I–V length (0.7/0.6), (0.8), (0.9/1), (1.4/1.5), (2.4/2.5) times greater than width respectively (Appendix A); intercarinal surfaces mostly smooth but with matte surfaces; dorsal lateral carinae complete, costate-granular terminating in enlarged spiniform granules posteriorly on I–IV, cluster of dense granulation on V; lateral median carinae complete, costate-granular, terminating in enlarged spiniform granules posteriorly on I–III, lobate posteriorly on IV, partial, with granulation in anterior half on V; lateral inframedian carinae complete, granular on I, partial, restricted to posterior third, granular on II, vestigial, restricted to few posterior granules, absent on IV–V; ventral lateral carinae complete, granular on I–V; ventral submedian carinae complete, costate, weakly crenular on I, complete granular on II–IV; ventral median carina complete, granular on V (Fig. 13A–C). Macrosetal counts on carinae of segments I–V, respectively: dorsal lateral 0-0-0-1-1-1-2-2-3-4; lateral median, 0-0-1-2-1-2-3-4-3-4; lateral inframedian, 1-2-0-1-0-1-1-1-0-0; ventral lateral, 2-2-2-3-2-4-3-4-5-7; ventral submedian, 3-3-3-3-3-5-5-0-0; exclusive for segment V, ventral sublateral 2–3, ventral median 3–4.

**Telson:** Vesicle elongated; length (1.7/1.8) greater than width, (1.4/1.5) times greater than aculeus length (Appendix A). Dorsal surface smooth, without hyaline glandular area, flat (Fig. 14A). Ventral surface carinae weakly and finely granular, each with three pairs of macrosetae; subaculear tubercle obsolete. Aculeus laterobasal microserration absent.

**Distribution:** *Vaejovis aguazarca* sp. nov. is known from several localities within the Sierra Fría in Aguascalientes and its distribution probably extends to the southern part of Zacatecas (Fig. 22).

**Natural History:** Specimens were collected under the bark of fallen logs or the bark of live trees, especially oaks (*Quercus eduardi* Trel), above ca. 0.4 m from the base; specimens have also been collected from the bark of live *Yucca filifera* Chaband. Although unfrequently, scorpions were also found under rocks and leaf litter. Specimens were collected during the whole year, but we noticed a peak of abundance during the rainy season, from July to September. Most scorpions were collected in humid microhabitats, such as the bottom of canyons or protected slopes. Three females kept in the lab at Estación Biológica Agua Zarca during July 2015 gave birth to 27, 34, and 41 scorpionlings respectively, which took a random orientation on the back of the mother. The number of broods contrasts sharply with the numbers reported for *V. tenamaztlei*: 14, 18, and 22 (Contreras-Félix et al., 2015), probably due to the larger body size of *V. aguazarca* sp. nov. Although it is possible that *V. aguazarca* sp. nov. and *V. tenamaztlei* might be found in sympatry, there appears to be a preference in habitat. *Vaejovis aguazarca* sp. nov.



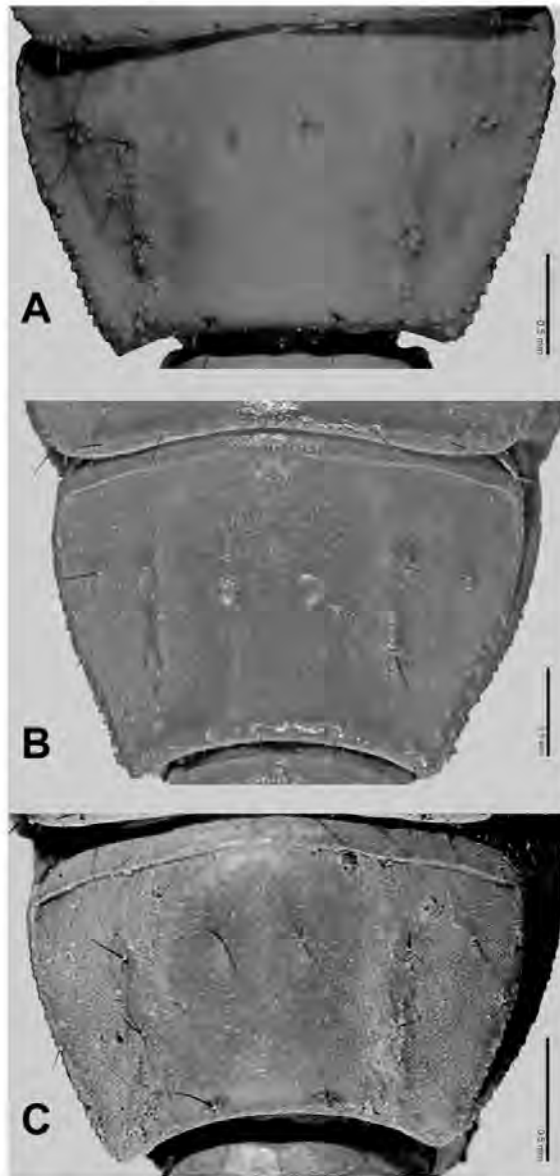


Fig. 12. Sternite VII ventral surface ornamentation under UV light (♂). A. *Vaejovis aguazarca* Díaz-Plascencia and González-Santillán sp. nov. B. *Vaejovis aquascalentensis* Chávez-Samayoa and González-Santillán sp. nov. C. *Vaejovis tenamaztlei* Contreras-Félix, Francke and Bryson, 2015.

has been collected between 1927 and 2201 m of altitude, whereas *V. tenamaztlei* at 2390–2864 m. This difference of 100 m suggests that each species occupy different altitudinal levels and ecological niche, but further fieldwork is necessary to assess this observation.

*Vaejovis aquascalentensis* Chávez-Samayoa and González-Santillán sp. nov.

LSID: urn:lsid:zoobank.org:act:016446C8-A814-413C-A6D9-F12C0BE187F7.

Fig. 1A, B, 2B, 4B, 5B, 6B, 10C, D, 11B, 12B, 13D-F, 14B, 15A-D, 16–18, 22, 23; Tables 1–3; Appendix A.

*Pseudouroctonus* sp. Escoto-Rocha and Delgado-Saldívar, 2008: 126–127, Table 3.12.2.

TYPE Material: México: Aguascalientes: Municipio Calvillo: Holotype 1 ♂ (CNAN-T 01496) Presa Los Alamitos, 21.730515° N 102.714031° W, 2367 m, 24.v.2021, F. Chávez-Samayoa, M. E. Samayoa-Sepúlveda. Paratype 2 ♂, 1 ♀ (CNAN-T01497), 21.730515° N 102.714031° W, 2367 m, 17.v.2021, F. Chávez-Samayoa and D. Ortiz-Álvarez; 3 ♂ (CNAN-T01498) Presa el Adobe, inside a narrow canyon, 21.80559° N 102.68222° W, 2026 m, 3.viii.2017, J. E. Díaz-Plascencia and E. González-Santillán.

Additional MATERIAL EXAMINED: Municipio Calvillo: 1 ♀ (CZUAA SCO-397), Jaltiche de Arriba, 18.iv.2010, F. Rodríguez; 1 ♀ (CZUAA SCO-398), Los Alisos, 3.i.1983, C. Martínez-Saldaña; 3 ♀ (CZUAA SCO-399), Cerro de la Manteca, Los Adobes, 1.ix.2015, J. E. Díaz-Plascencia; 8 ♂ (CZUAA SCO-610) Presa Los Alamitos, 21.730515° N 102.714031° W, 2367 m, 17.v.2021, F. Chávez-Samayoa and D. Ortiz-Álvarez; 1 ♂ (CZUAA SCO-611), 21.730515° N 102.714031° W, 2367 m, 24.v.2021, F. Chávez-Samayoa.

Etymology: The specific epithet refers to the state of Aguascalientes and is used as a noun in apposition.

DIAGNOSIS: *Vaejovis aquascalentensis* sp. nov. is readily distinguished from *V. aguazarca* sp. nov. and *V. tenamaztlei* by the presence of two distal macrosetae on the chelicerae manus dorsal surface instead of one macroseta and one macroseta (Fig. 4B). Pedipalp patella prolateral median carina with a short row of granules instead of a longer row of granules, or obsolete, delimited by two large granules (Figs. 8C, D, 17C, D, 20C, D). Pedipalp chela manus prolateral dorsal, dorsal probulmedian, and dorsal prolateral carinae with low granules instead of finely granular or obsolete (Figs. 9A, 18A and 21A).

Furthermore, *V. aquascalentensis* sp. nov. differs from *V. aguazarca* sp. nov. by the pedipalp femur retrolateral dorsosubmedian carinae costate in males and weakly granular in females instead of serrated granules (Figs. 7B, C, 16B, C). Pedipalp patella dorsal retrolateral carinae costate and weakly granular instead of complete and granular. Pedipalp chela manus intercarinal surfaces smooth instead of matte, finely and sparsely granular (Figs. 9 and 18). Movable finger with seven prolateral and retrolateral denticles instead of seven prolateral and six retrolateral denticles (Fig. 10A, C).

*Vaejovis aquascalentensis* sp. nov. can also be distinguished from *V. tenamaztlei* by having six pairs of setae on the sternite VII instead of five (Fig. 12B, C). Metasomal ventral lateral carina granular on segments II–V instead of almost smooth with low granules (Fig. 13F, I).

Hemispermaphore laminar antero-distal process obsolete in *V. aquascalentensis* sp. nov. (Fig. 2B, C). instead of prominent as in *V. aguazarca* sp. nov. or vestigial as in *V. tenamaztlei*; basal lateral trough deep instead of shallow (Figs. 1B and 2B). Laminar antero-basal constriction conspicuous, instead of absent as in *V. aguazarca* sp. nov. or vestigial as in *V. tenamaztlei*. Capsular basal carina smooth and straight without hooklets in *V. aquascalentensis* sp. nov., instead of having ca. 13 hooklets as in *V. aguazarca* sp. nov., or V-shaped as in *V. tenamaztlei* (Fig. 2); clasper obsolete, instead of spiniform in as in *V. aguazarca* sp. nov. (Fig. 1); capsular distal carina straight at the level of the laminar anterior margin, instead of strongly protruding and spiniform as in *V. aguazarca* sp. nov.

*Vaejovis aquascalentensis* sp. nov. resembles *Vaejovis coalcoman* Contreras-Félix and Francke 2014 from Michoacán state in the robust chela manus and similar pectinal count 14–15 (♂), 12–13 (♀), but it can be differentiated by the following: Pedipalp patella retrolateral median carinae obsolete, retrolateral dorsosubmedian carina costate in females and weaker in males instead of granular in both sexes. Pedipalp chela fixed finger with six retrolateral denticles instead of five; movable finger with seven prolateral and retrolateral denticles instead of five retrolateral and six prolateral denticles. Mesosomal pretergites surface smooth and postergites matte in *V. aquascalentensis* sp. nov. but shagreened in *V. coalcoman*; sternite VII lateral carinae costate smooth, instead of sparsely granular. Metasomal ventral submedian carinae

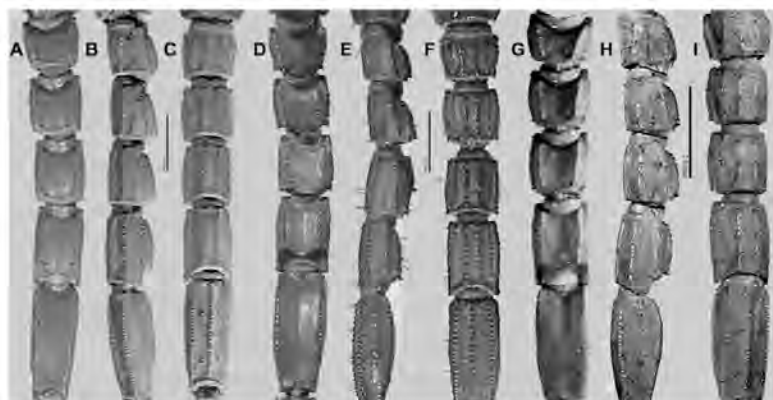


Fig. 13. Metasomal segments I-IV under UV light (♂). A., D., G. Dorsal, B., E., H. Lateral, and C., F., I. Ventral aspects. A-C. *Vaejovis aguazarca* Díaz-Plascencia and González-Santillán sp. nov. D-F. *Vaejovis aquascalentensis* Chávez-Samayoá and González-Santillán sp. nov. G-I. *Vaejovis tenamaztlei* Contreras-Félix, Francke and Bryson, 2015.

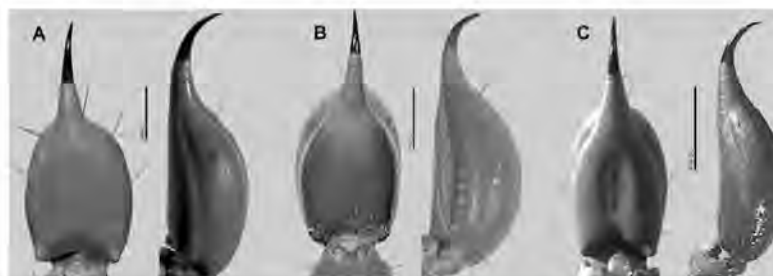


Fig. 14. Telson dorsal (left) and lateral (right) aspects under UV light (♂). A. *Vaejovis aguazarca* Díaz-Plascencia and González-Santillán sp. nov. B. *Vaejovis aquascalentensis* Chávez-Samayoá and González-Santillán sp. nov. C. *Vaejovis tenamaztlei* Contreras-Félix, Francke and Bryson, 2015.

Table 3

Principal Component Analyses results. Abbreviations, **CaL**, Carapace length, **ChL**, Chela length, **CV**, Cumulative Variance, **CxIV**, Coxa IV length, **EV**, Eigenvalue, **MtL**, Metasoma length, **MtIV**, metasomal segment IV length, **MtV**, metasomal segment V length, **PaL**= Patella length, **PCV**, Principal component variable, **TelL**, telson length, **TL**, total length, **Var**, Variance, **VesL**, Vesicle Length.

	♂				♀			
	PCV	EV	Var (%)	CV (%)	PCV	EV	Var (%)	CV (%)
<b>TL</b>	1.90	9.56	95.69	<b>PaL</b>	1.53	8.95	89.56	
<b>MtL</b>	4.36	2.19	97.88	<b>CaL</b>	4.95	2.89	92.46	
<b>ChL</b>	2.21	1.11	98.99	<b>CxIV</b>	2.43	2.71	95.17	
<b>TelL</b>	5.93	2.98	99.29	<b>MtIV</b>	2.44	1.42	96.60	
<b>MtV</b>	3.96	1.98	99.49	<b>VesL</b>	1.70	9.99	97.60	

costate on segments I and II, and weakly granular on III instead of granular on segments I-III; dorsolateral carinae costate granular on I-IV, instead of finely granular.

Description: The following description is based on the type series, including adults of both sexes and additional material examined.

**Color and infuscation:** Body base color beige (in alcohol may turn brownish). Carapace, tergites infuscate with dusky markings (Fig. 15). Cheliceral margin of the dorsal surface of manus feebly infuscate; manus immaculate, dorsal surface of movable finger infuscate. All pedipalp chela carinae infuscate as well as all metasomal carinae (Fig. 15). Lateral and dorsal surfaces of metasomal segments III-V diffusely infuscate. Coxosternal region and sternites III-VII immaculate (Fig. 15B, D). Legs

finely infuscate on dorsal surface. Telson yellowish (may turn brownish in alcohol), with feeble infuscation at the base of subaculear tubercle; aculeus brownish at the base, becomes reddish towards the apex (Fig. 15).

**Chelicerae:** Manus dorsal surface smooth, with two macrosetae located medially on an anterior flat plate of the manus (Fig. 4B). Movable finger ventral surface with serrula, comprising 14 times in distal half.

**Carapace:** Length equal or slightly greater than posterior width (1.1/1), carapace length slightly shorter than metasomal segment V on males and females (0.8/0.9), and longer than the pedipalp femur (1.2/1.2). Surfaces uniformly granular except for a heart-shaped, matte area surrounding the ocular tubercle (Fig. 5B). Anterior margin slightly curved, with subtle median notch and three pairs of macrosetae. Lateral ocelli type 3A, PDMi half the size of PLMa, and PLMa half the size of MLMa. Median ocular tubercle shallow, situated in anterior half of carapace, superciliary carinae costate-smooth. Median ocelli approximately three times the size of anterolateral ocelli. Anteromedian and posteromedian sulci deep and narrow, posterolateral sulcus shallow and posterior transverse sulcus vestigial (Fig. 5B).

**Coxosternal region:** Sternum subequilateral pentagonal, anterior width (1.5/1.38) times greater than length (Appendix A). Median sulcus wide, surfaces smooth, with four pairs of macrosetae (Fig. 6B). Coxae ventral surfaces entirely smooth. Coxa II, prolateral proximal margin smooth, subproximally with two oblique, minute, slit-like structures adjacent to a distinct smooth protuberance. Coxa IV length (1.74/1.9) times greater than coxa II length (Appendix A).

**Pedipalps:** Femur length (2.8) times greater than width (Appendix A);



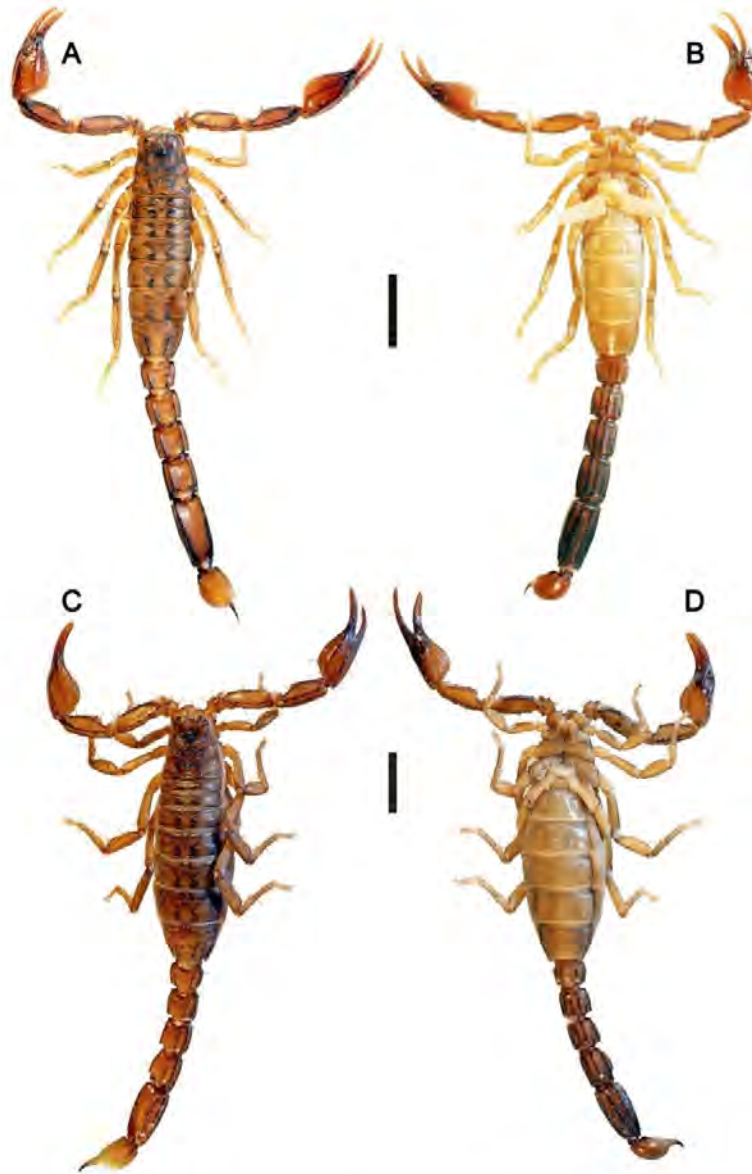


Fig. 15. *Vaejovis aquasalentensis* Chávez-Samayoa and González-Santillán sp. nov., habitus. A, B ♂, C, D. ♀ (CNAN-S4005). A, C. Dorsal aspect. B, D. Ventral aspect. Scale bar = 5 mm.

intercarinal surfaces matte (Fig. 16); dorsal prolateral, dorsal retrolateral and ventral prolateral carinae complete and granular; ventral median carina granular; retrolateral ventral carina vestigial, with few proximal granules; ventral retrosubmedian carina vestigial, reduced to few proximal granules; retrolateral dorsosubmedian carina costate in males and costate and weakly granular in females, restricted to median part of segment, with two macrosetae (Fig. 16A, B); prolateral ventral carina vestigial, reduced to three conical granules with one macroseta each, extending two-thirds the length of the segment; prolateral ventrosubmedian carina vestigial, reduced to three to four enlarged conical granules, proximal and two distal granules each with one macroseta (Fig. 16C).

Patella width (1.1) times femur width (Appendix A); intercarinal surfaces matte (Fig. 17); dorsal prolateral and ventral retrosubmedian carinae complete, coarsely granular; ventral prolateral carina complete and granular; dorsal retrolateral carina costate, weakly granular, almost entirely smooth; ventral median carina incomplete, restricted to proximal third, granular; prolateral ventral carina obsolete, delimited by two median macrosetae (Fig. 17C, D); prolateral process well developed (Fig. 17A, C); prolateral median carina obsolete, with one macroseta; retrolateral median carina obsolete; retrolateral dorsosubmedian carina partial, costate in females and weaker in males.

Chela length (1.8) times greater than patella length, (2.0/1.9) times greater than femur length; width (1.5) times greater than patella width,

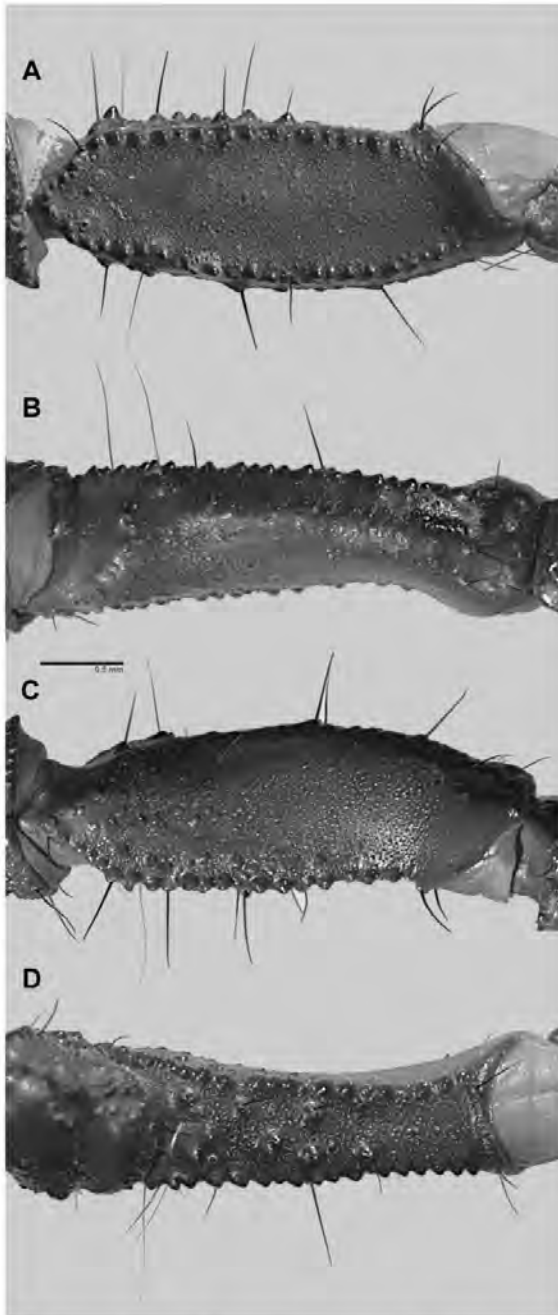


Fig. 16. Pedipalp femur of *Vaejovis aquascalentensis* Chávez-Samayoá and González-Santillán sp. nov. under UV light (♂). A. Dorsal, B. Retrolateral, C. Ventral, and D. Prolateral aspects.

(1.6/1.7) times greater than femur width (Appendix A). Manus incrassate (Fig. 18); all intercarinal surfaces smooth; dorsal retrolateral, dorsal median, and retrolateral median carinae complete, costate, almost completely smooth (Fig. 18A, B); prolateral dorsal, dorsal pro-submedian, and dorsal prolateral carinae fused, with a cluster of low

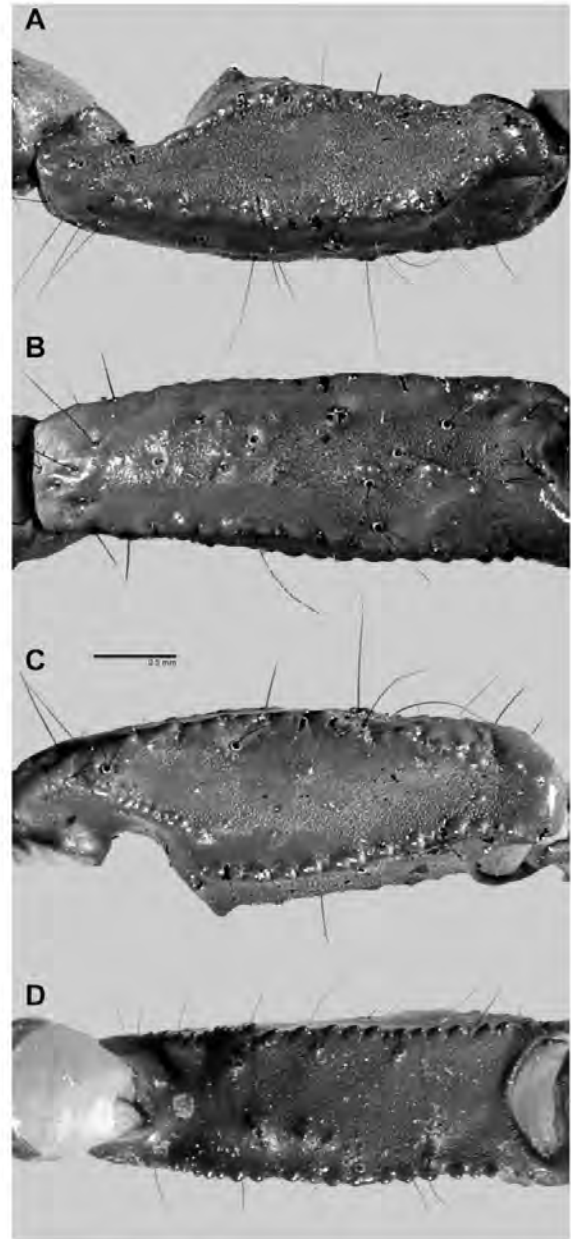


Fig. 17. Pedipalp patella of *Vaejovis aquascalentensis* Chávez-Samayoá and González-Santillán sp. nov. under UV light (♂). A. Dorsal, B. Retrolateral, C. Ventral, and D. Prolateral aspects.

granules of varying sizes; dorsal retrolateral accessory carina costate; retrolateral ventral and retrolateral subventral accessory carinae obsolete; ventral retrolateral carina granular, incomplete, restricted to the level of trichobothrium V2 (Fig. 18C); ventral retrosubmedian carina partial, with irregular cluster of granules, restricted to median third in females and obsolete in males; retrolateral subventral carina obsolete; ventral prolateral and prolateral ventral carinae complete, fused, with a cluster of granules in females, restricted distally in males; prolateral



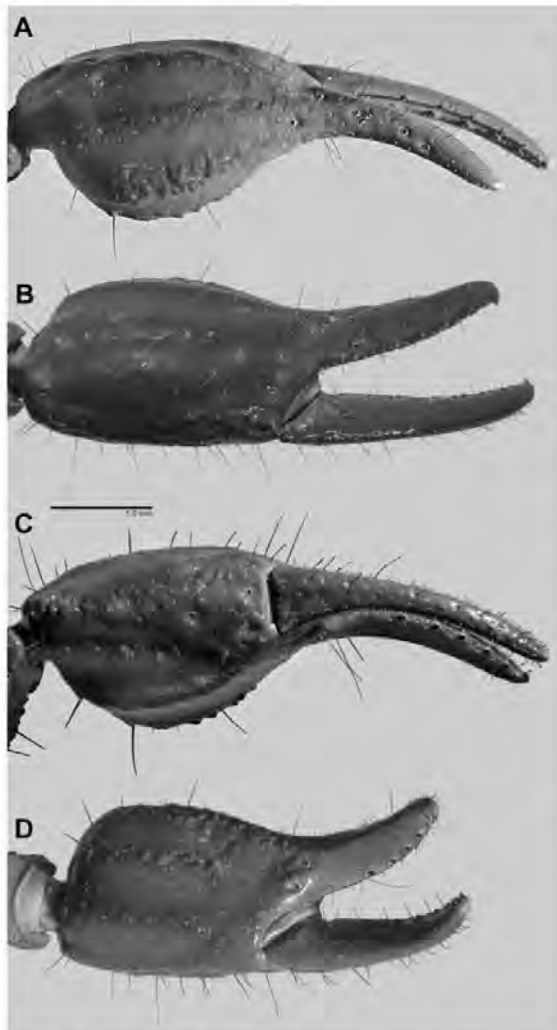


Fig. 18. Pedipalp chela of *Vaejovis aquascalentensis* Chávez-Samayoa and González-Santillán sp. nov. under UV light (♂). A. Dorsal, B. Retrolateral, C. Ventral, and D. Prolateral aspects.

median and prolateral ventrosubmedian carinae partial, fused, with a cluster of enlarged granules restricted to median third; other carinae obsolete (Fig. 18). Fixed and movable fingers dentate margin sublinear, notches and lobes absent; fixed finger median denticle row comprising six denticle subrows flanked by six prolateral and retrolateral denticles, retrolateral denticles aligned with subrows (Fig. 10D); movable finger median denticle row comprising seven denticle subrows, flanked by seven prolateral and retrolateral denticles, retrolateral denticles aligned with median rows except distal two slightly removed, terminal subrow comprising one or two denticles (Fig. 10C).

Trichobothrial pattern orthobothriotaxic, Type C; chela trichobothrium *Db* situated on dorsal retrolateral carina, in proximal fifth of manus; *Dt* situated in proximal half of manus above dorsal retrolateral carina (Fig. 18A); *ib* and *it* situated on the base of the fixed finger (Fig. 18D).

**Legs:** Basitarsi, prolateral ventral spinule rows on legs I–II complete, incomplete on III, absent on IV; retrolateral ventral spinule rows on legs I–II complete, incomplete on leg III irregular broken subrows of spinules

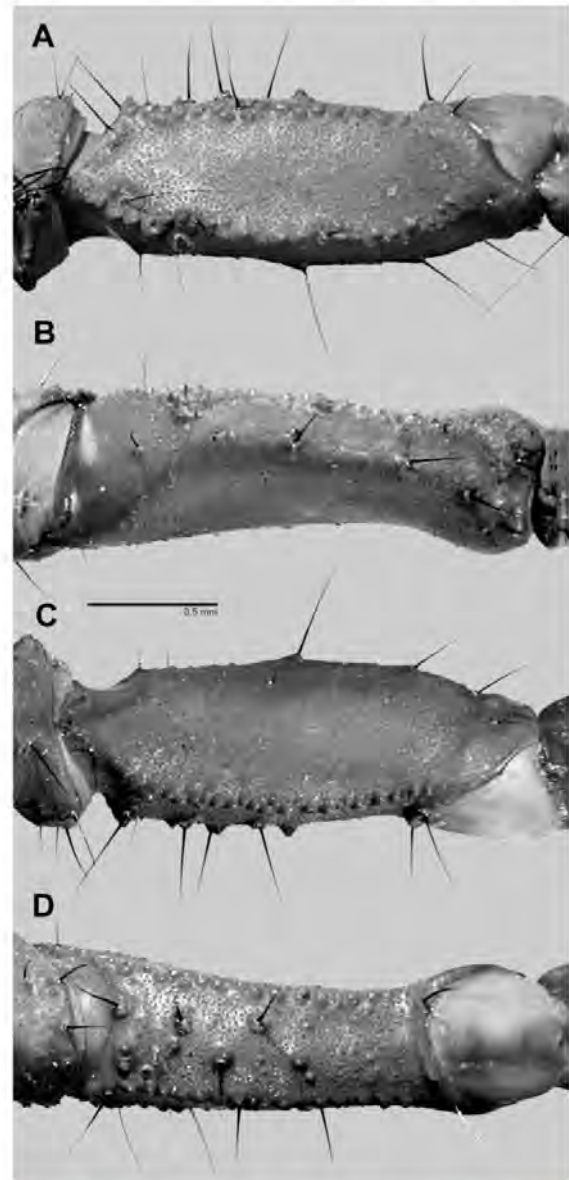


Fig. 19. Pedipalp femur of *Vaejovis tenamaztlei* Contreras-Félix, Francke and Bryson, 2015 under UV light (♂). A. Dorsal, B. Retrolateral, C. Ventral, and D. Prolateral aspects.

restricted to distal half, absent on IV; retrolateral dorsal spinule rows on legs I–III incomplete, vestigial sparse subrows of spinules restricted to distal half, absent or restricted to up to three spinules on distal third on IV; retrolateral median spinule row absent on I–IV. Telotarsi, macrosetal counts on I–IV, respectively: prolateral dorsal 4-7/4-6/4-6/4-8, prolateral median 1-3/2-4/2-5/3-6, retrolateral median 2-3/2-3/2-5/2-6, prolateral ventral 3-4/4-6/4-7/4-7, retrolateral ventral 2-4/3-5/3-8/4-7 (Table 2); proximal three macrosetae spiniform on II–IV; dorsal and retrolateral dorsal macrosetae arranged in two separate parallel to subparallel rows on I–IV. Telotarsi I–III, each with a single straight ventromedial row of spinules, curved proximally, except straight on IV,



and one or two pairs of ventrodistal spinules (Fig. 11B).

**Genital operculum:** Genital operculum wider than it is long (0.4/0.3, Fig. 6B), with three pairs of macrosetae and variable accessory minor macrosetae; sclerites free longitudinally on anterior third, fused distally ( $\delta$ ) or fused longitudinally ( $\varphi$ ); genital papillae present, protruding posteriorly ( $\delta$ ) or absent ( $\varphi$ ).

**Hemispermatothore:** Lamina measurements (mm), lamina length slightly greater than stem (1.1); Blt<sub>AL</sub>, 2.9; Clt<sub>AL</sub>, 2.5; and Lcde, 0.7. Latero-distal crest prominent, located in the distal fifth of lamina; lamina antero-distal process absent; lamina hooks strongly bifurcated (Fig. 2B). Capsular distal carina prominent but blunt; basal lateral trough deep (Figs. 1B and 2B); capsular basal carina smooth, straight. Stem with axial carina parallel to posterior margin (Fig. 2B).

**Pectines:** Basal piece with three ( $\delta$ ) or four ( $\varphi$ ) pairs of macrosetae. Marginal lamella comprising three sclerites. Medial lamella proximal with two or three sclerites fused, seven ( $\varphi$ ) or eight ( $\delta$ ) separate. Fulcra, 12/12 ( $\varphi$ ) or 14/14 ( $\delta$ ). Pectinal teeth, 14–15 ( $\delta$ ), 12–13 ( $\varphi$ ). Pectines relatively long (Fig. 6B), third (distal) sclerite of marginal lamella aligned with midpoint of trochanter IV ( $\delta$ ) or third sclerite of marginal lamella aligned with distal margin of coxa IV ( $\varphi$ ).

**Tergites:** Tergites I–VII intercarinal surfaces pretergites and margin of anterior postergite smooth ( $\varphi$ ) or matte ( $\delta$ ), posterior postergite matte; dorsal median and dorsal lateral carina obsolete on I–VI; dorsal sub-lateral carina vestigial, comprising few granules anteriorly ( $\delta$ ) or obsolete ( $\varphi$ ), dorsal lateral and lateral median carinae separated, not converging anteromedially and granular on VII (Fig. 15A, C).

**Sternites:** Sternites III–VI surfaces smooth, spiracles minute, slit-like (Fig. 15B, D), two times longer than wide; sternite VII intercarinal median surfaces smooth, matte laterally, with hyaline glandular area medially, six pairs of setae, including two pairs on posterior margin, ventral submedian carina obsolete, ventral lateral carina costate with two pairs of setae, lateral ventral carina obsolete (Fig. 12B).

**Metasoma:** Length (1.77/1.51) times greater than mesosoma length (Appendix A). Segments I–V length (0.71/0.63), (0.88/0.78), (1.18/0.86), (1.39/1.19), (2.91/2.49) times greater than width, respectively (Appendix A); intercarinal surfaces matte; dorsal lateral carina complete, costate-granular, terminating in enlarged spiniform granules posteriorly on I–IV, cluster of dense granulation on V; lateral supra-median carina complete, low granules, terminating in enlarged spiniform granules posteriorly on I–III, lobate posteriorly on IV, partial, with granulation in anterior half on V; lateral inframedian carina complete, granular on I, partial, restricted to posterior third, granular on II, vestigial, restricted to few posterior granules on III, absent on IV–V; ventral lateral carina complete, low granules on I, granular on II–V; ventral submedian carina complete, costate to finely granular on I–II, finely granular on III, granular on IV; ventral median carina complete, granular on V (Fig. 13D–F). Macrosetal counts on carinae of segments I–V: dorsal lateral 0-0-0-1-1-1-1-2-3-4; lateral median 0-0-1-2-1-2-2-3-2-3; lateral inframedian 1-3-0-2-0-2-1-1-0-0; ventral lateral 1-2-2-2-2-3-2-4-4-5; ventral submedian 2-3-3-3-3-3-3-4-0-0; exclusive for segment V, ventral sublateral 2-3, ventral median 1-3.

**Telson:** Vesicle elongate; length (1.75/1.42) greater than width, (2.09/1.89) times greater than aculeus length (Appendix A). Dorsal surface smooth, flat, with an annular hyaline thickening near the base of the aculeus. Ventral surface carina vestigial, each with three pairs of macrosetae; subaculear tubercle obsolete (Fig. 14B). Aculeus laterobasal microsculpture absent.

**DISTRIBUTION:** *Vaejovis aquascalentensis* sp. nov. is known from several localities within the Sierra del Laurel in Aguascalientes, and its distribution probably extends to the southern part of Zacatecas and northern part of Jalisco (Fig. 22).

**NATURAL HISTORY:** Specimens were collected on the side of a hiking road in an oak forest in the Los Alamos dam, and in a protected forested canyon with subtropical vegetation in the Los Adobes dam. The altitude at which specimens were collected varied from 1601 to 2367 m. Unlike *V. aguazarca* sp. nov. (1927–2201 m) and *V. tenamaztlei* (2390–2864 m),

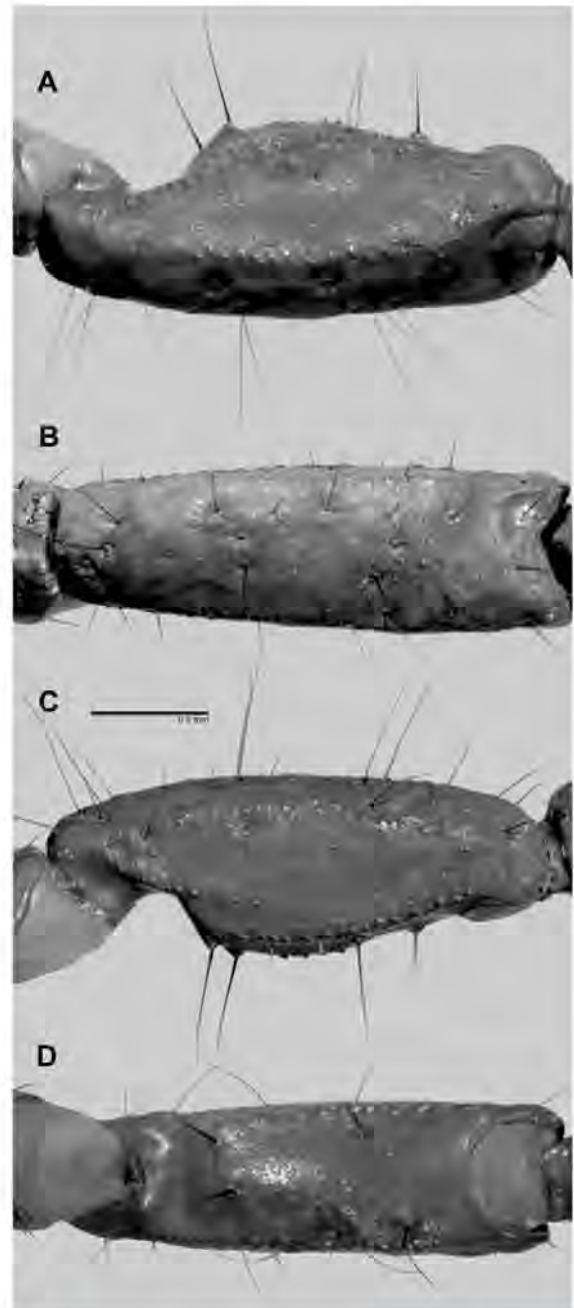


Fig. 20. Pedipalp patella of *Vaejovis tenamaztlei* Contreras-Félix, Francke and Bryson, 2015 under UV light ( $\delta$ ). A. Dorsal, B. Retrolateral, C. Ventral, and D. Prolateral aspects.

*Vaejovis aquascalentensis* sp. nov. exhibits a wider altitudinal gradient. However, all records of it have been registered within the Sierra del Laurel. It has been hypothesized that the Sierra Fría and the Sierra del Laurel have very different orographic origins, despite being separated by less than 20 km. Additionally, it has also been hypothesized that,



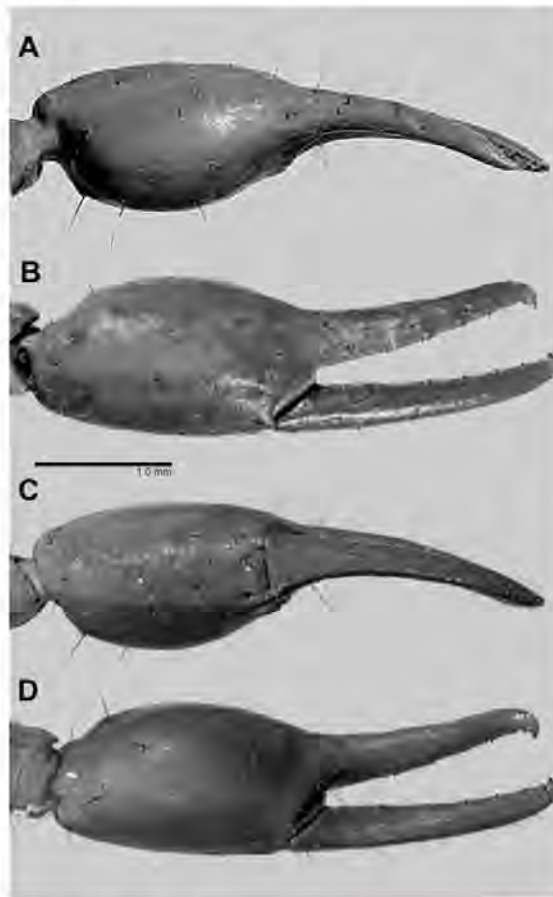


Fig. 21. Pedipalp chela of *Vaejovis tenamaztlei* Contreras-Félix, Francke and Bryson, 2015 under UV light (♂). A. Dorsal, B. Retrolateral, C. Ventral, and D. Prolateral aspects.

historically, the deep basin created by the Calvillo, Labor, and Malpaso Rivers in the southwestern extreme of the state may have served as a barrier to the dispersion of fauna between the two sierras (Bryson et al. 2008). This idea has been suggested to propose the possibility that *V. tenamaztlei* may be restricted to the Sierra del Laurel. However, we report here that *V. tenamaztlei* is distributed beyond the Sierra del Laurel, having been registered in the Sierra Fria and the Sierra de Juan el Grande as well. On the other hand, our geographical records of *V. aquascalentensis* sp. nov. suggest that this species is in fact restricted to the Sierra del Laurel.

**REMARKS:** This species was previously misidentified and reported as *Pseudouroctonus* sp. (Escoto Rocha and Delgado Saldivar 2008). The genus *Pseudouroctonus* comprises small but robust scorpions with incrassate and granular pedipalp carinae, short and granular carinated metasomal segments, and a telson with a constriction at the base of the aculeus (Gertsch and Sologlad 1972). All these characters can be observed in *V. aquascalentensis* sp. nov.; however, the absence of a sclerotized mating plug, the laminar hooks contiguous to the capsule, and the presence of infuscation patterns on dorsal surfaces of the body in *V. aquascalentensis* sp. nov. permitted us to separate these two genera. Furthermore, we confirm that this species complies with the diagnostic characters of the *mexicanus* group as defined by Contreras-Félix and

Francke (2019). Additionally, the main diversity of *Pseudouroctonus* is restricted to the isolated mountain ranges of Northern Mexico, in Chihuahua, Coahuila, Nuevo León, Sonora, and most likely Tamaulipas, as well as the southern states of the USA (Bryson et al. 2013). Aguascalientes is far south of the distribution of *Pseudouroctonus*, so it is unlikely that this genus would reach the state.

*Vaejovis tenamaztlei* Contreras-Félix, Francke and Bryson, 2015

*Vaejovis tenamaztlei* Contreras-Félix and Francke, 2019: 13, 14, 19, 82, 90–95, Figs. 4, 7, 35–41, 52. Tables 9–14

LSID: urn:lsid:zoobank.org:act:CC18A174-FDC6-46FA-92B9-99DC73634C8A.

Figs. 2C, 4C and 5C, 6C, 10E, F, 11C, 12C, 13G-I, 14C, 19–23. Tables 1–3 Appendix A.

**Type MATERIAL: México: Aguascalientes: Municipio Calvillo:** Holotype 1 ♂ (CNAN-T0871) 3 km E of Presa Los Alamitos, Sierra del Laurel, 21.73531° N 102.69753° W, 2415m, 24.vii.2012, O. Francke, G. Contreras, D. Barrales, and A. Valdez.

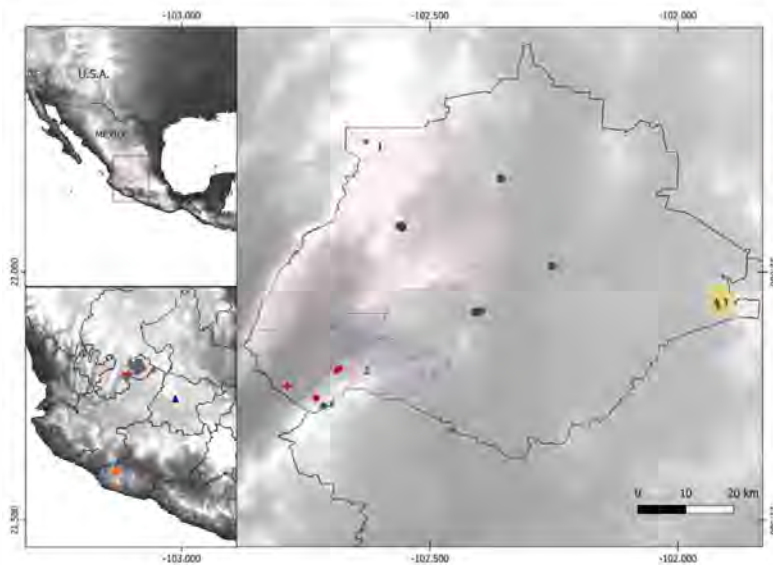
**Municipio Calvillo:** Topotypes: 2♂, 5♀, (CZUAA SCO616), Presa Los Alamitos, 21.7304° N 102.7139° W, 2368 m, 14.vi.2021 F. Chávez-Samayoa and M. E. Samayoa-Sepulveda; 5♂, 5♀ (CZUAA SCO632), 21.7304° N 102.7139° W, 2368 m, 17.v.2021, F. Chávez-Samayoa and D. Ortiz-Álvarez.

**Additional Material Examined: Municipio El Llano:** 1 ♀ (CZUAA SCO-586), Juan el Grande, 21.93167° N 101.918383° W, 2495 m, 18.x.2019, F. Chávez-Samayoa and E. González-Martínez; 2 ♂, 1 ♀ (CZUAA-SCO566), 21.93969° N 101.92172° W, 2390 m, 27.ix.2020 F. Chávez Samayoa, D. F. Simijaca Salcedo, E. Vieyra; 7♂, 1 ♀ (CZUAA SCO-567) Juan el Grande, 21.93938° N 101.92175° W, 2386 m, 25.ix.2020, F. Chávez Samayoa, D. F. Simijaca Salcedo, and P. C. Hernández Romero. **Municipio San José de Gracia:** 2 ♂, 3 ♀ (CZUAA SCO-506), Monte Grande, 22.262360° N 102.628620° W, 2864 m, 19.ix.2019, F. Chávez-Samayoa, J. J. Ayala-Rodríguez, R. Rosales, C. F. Servín de la Mora, and E. Quiroz; 3 ♂, 2 ♀ (CZUAA SCO-481), 22.262360° N 102.628620° W, 2864 m, 8. x.2019, F. Chávez-Samayoa, J. J. Ayala-Rodríguez, E. Quiroz, and E. González-Martínez.

**COMPARATIVE DIAGNOSIS:** *Vaejovis tenamaztlei* and *V. aguazarca* sp. nov. share the presence of one macroseta and one microseta on an anterior flat plate of the manus but can be differentiated from *V. aquascalentensis* sp. nov., which has two chelicerae macrosetae. Carapace anterior margin almost straight in *V. tenamaztlei* (Fig. 5C) instead of bilobate as in *V. aguazarca* sp. nov. and *V. aquascalentensis* sp. nov. Pedipalp chela patella with prolateral median carina obsolete, this is opposed to the short row of granules in *V. aquascalentensis* sp. nov. or the longer row of granules in *V. aguazarca* sp. nov. (Figs. 8D, 17D and 20D), Chela manus prolateral dorsal, dorsal prolateral, and dorsal prosulmedian carinae absent in *V. tenamaztlei* instead of granular as in *V. aguazarca* sp. nov. and *V. aquascalentensis* sp. nov. (Figs. 9, 18 and 21); dorsal median carinae immaculate instead of infuscate. Movable finger with five retrolateral denticles instead of six retrolateral as in *V. aguazarca* sp. nov. or seven retrolateral denticles as in *V. aquascalentensis* sp. nov. (Fig. 10B, D, F). Sternite VII surface with five pairs of setae instead of six (Fig. 12C). Telotarsal ventral spinules arranged in clusters instead of in a single aligned row (Fig. 11C). Metasomal ventral lateral carina II-V weak, almost smooth instead of granular (Fig. 13I). Telson dorsal surface in adult males, with large median glandular depression instead of smooth surface or a hyaline thickening near the base of the aculeus (Fig. 14C).

Hemispermatothore laminar antero-distal process weak instead of prominent or obsolete. Capsular distal carina prominent and blunt instead of prominent and spiniform or less prominent and rounded (Fig. 2C). Moreover, *V. tenamaztlei* differs from *V. aquascalentensis* sp. nov. in the following: basal lateral trough shallow instead of deep, the capsular basal carina distal margin is V-shaped instead of rounded. Capsular basal carina hooklets are absent in *V. tenamaztlei* instead of present as in *V. aguazarca* sp. nov.





**Fig. 22.** Map of Central Mexico and Aguascalientes state showing the distribution of *Vaejovis aguazarca* Díaz-Plascencia and González-Santillán sp. nov. (gray circles), *Vaejovis aquascalentensis* Chávez-Samayoa and González-Santillán sp. nov. (red diamonds), *Vaejovis tenamaztlei* Contreras-Félix, Francke and Bryson, 2015 (green stars), *Vaejovis coalcoman* Contreras-Félix and Francke 2014 (orange square), and *Vaejovis dugesi* Pocock, 1902 (blue triangle). Mountain ranges are indicated as: Sierra Fria (1), Sierra del Laurel (2) and Juan el Grande foothills (3). (For interpretation of the references to colour in this figure legend, the reader is referred to the Web version of this article.)

### Supplementary description

**Legs:** Basitarsi, prolateral ventral spinule rows on legs I-II complete, incomplete on III, absent on IV; retrolateral ventral spinule row complete on legs I-II, incomplete on leg III, absent on IV; retrolateral dorsal spinule rows incomplete on legs I-III, vestigial sparse subrows of spinules restricted to distal half, absent or restricted to three spinules on distal third on IV; retrolateral median spinule row absent on I-IV. Telotarsi, macrosetal counts on I-IV, respectively: prolateral dorsal 3-5/4-5/4-5/4-5, prolateral median 1-2/2-3/2-3/2-3, retrolateral median 1/1-2/1-3/1-3, prolateral ventral 3-4/3-5/3-6/4-5, retrolateral ventral 4-5/3-5/3-4/3-5; proximal three macrosetae spiniform on II-IV; dorsal and retrolateral dorsal macrosetae arranged in two separate parallel to subparallel rows on I-IV. Telotarsi I-IV with ventromedial spinules not arranged in a row but disposed as a cluster of spinules (Fig. 11C).

**Hemispermatothore:** Laminar measurements (mm), Blt<sub>AL</sub>, 1.9; Clt<sub>AL</sub>, 1.7; and Lcd<sub>c</sub>, 0.4. Laminar antero-distal process weak; latero-distal crest prominent, located in the distal third of lamina; laminar hooks weakly bifurcated (Fig. 2C). Capsular distal carina prominent and blunt; basal lateral trough shallow; capsular basal carina V-shaped, clasper obsolete.

### Remarks

In this paper, we provide new locality records where *V. tenamaztlei* can be found, widening the distribution of this species. Contreras-Félix et al. (2015) registered the presence of *Mesomexovis punctatus* (Karsh 1879) in sympatry with *V. tenamaztlei*; however, we studied abundant specimens from the Sierra del Laurel, and *Mesomexovis spadix* (Hoffmann 1931) is the only species of this genus found there. Additionally, the distribution of *M. punctatus* is restricted to the states of Estado de México, Hidalgo, and Tlaxcala (González-Santillán and Prendini in prep.), therefore we consider unlikely its presence in the Aguascalientes state.

### 6. Principal components analysis (PCA)

We used 23 male and 25 female measurements for the PCA analyses. Our results indicate that the first (total length) and second (metasoma length) principal components explained 97% of variance in the case of males (Table 3). The first two principal components (patella length and

carapace length) explained 92% of variance in the case of females. Fig. 23 shows the graphical results of the PC clusters that, despite some overlap, exhibit a pattern of separation. For instance, the males of *V. aguazarca* sp. nov. and *V. tenamaztlei* are similar in many measurements, except for their total body length; to a lesser degree their metasomal length evidently separates them as well (Fig. 23). Furthermore, the males of *V. aquascalentensis* sp. nov. are separated from the other two species. However, females in general tend to be more similar, though less so in *V. tenamaztlei*, in which the patella and carapace lengths separate the cluster from the other two species (Fig. 23, Table 3). This is a consistent pattern among scorpions (Hughes 2011; Moreno-González et al., 2019; Olivero et al. 2012), in which adult male morphology diverges in more significant ways than that of females. Multivariate methods such as Discriminant Function Analysis (DFA) and Principal Components Analysis (PCA) have been applied in the delimitation of scorpion species of (Hughes 2011; Jochim et al. 2020; Olivero et al., 2012). For instance, PCA has been used as a complementary method in the delimitation of species in *Mesobuthus* Vachon, 1950 (Zhang and Zhu 2009), *Tityus* C. L. Koch, 1836 (Moreno-González et al., 2019), and *Centruroides* Marx, 1890 (Quijano-Ravell and Ponce-Saavedra 2016; Santibáñez-López and Ponce-Saavedra 2009). A combination of DFA and PCA successfully separated *Vaejovis bandido* Graham, Ayrey and Bryson, 2012 from other closely related species (Graham et al. 2012). The results presented here, together with the contributions of the latter authors lead us to consider multivariate statistical methods yet another valuable tool for species delimitation, provided that sufficient specimens for both sexes are available.

### Funding

“Comisión Nacional de Ciencia y Tecnología” (CONACYT), scholarship no. 717372.

### Declaration of competing interest

The authors declare that they have no known competing financial interests or personal relationships that could have appeared to influence the work reported in this paper.

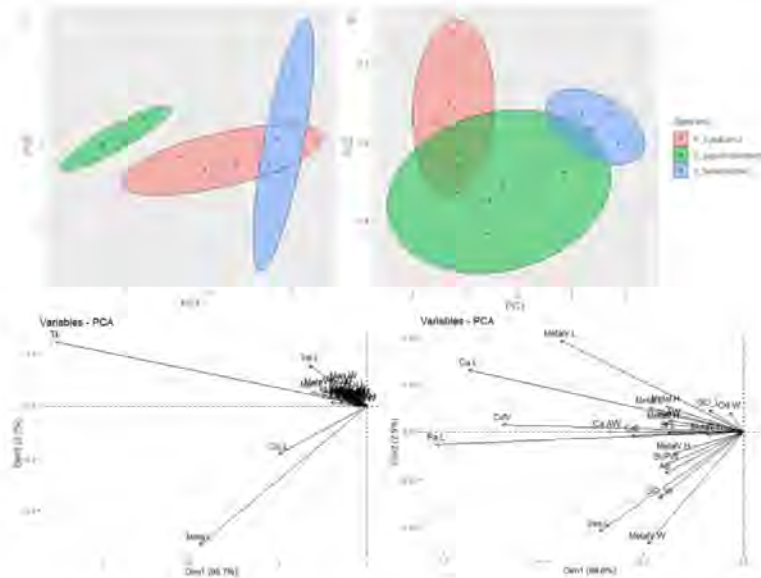


Fig. 23. Principal Components Analysis plot for 23 and 25 measurements taken from males and females, respectively. First and second PCA for males were body size and metasoma length (97% of variance explained), and for females it was patella and carapace lengths (92% of variance explained) [upper plate]. The variable vector dimensions that separate the principal components of males and females are shown in the lower plate.

**Acknowledgements**

We thank biologist Patricia García Macías for her assistance during our field and laboratory work. She granted us access to the Estación Biológica Agua Zarca (UAA) and continually supported F.C.S. through all the stages of this project. We are indebted to Dr. Jaime Escoto Moreno for his valuable support and advice during this investigation, and to Dr.

Fernando Álvarez Padilla of the Arachnology Laboratory of the Facultad de Ciencias UNAM for allowing us to work in his laboratory, photographing the specimens for this publication. We thank Yolanda Fauvet and Gloria Ramos Mendoza for the English edition. Some of the field work was supported by an NSF grant DEB-0640245 awarded to Paula E. Cushing.

**Appendix A.**

Measurements (mm) taken to male and female specimens of *A. Vaejovis aguazarca* Díaz-Plascencia and González-Santillán sp. nov. **B. Vaejovis aquascalentensis** Chávez-Samayoa and González-Santillán sp. nov., and *C. Vaejovis tenamastlei* Contreras-Félix, Francke and Bryson, 2015. Abbreviations, **Acu**, aculeus. **Ae**, anterior margin carapace to median eyes distance. **AW**, anterior width. **Ca**, carapace. **Ch**, chela. **CxII**, coxa II. **CxIV**, Coxa IV. **Fe**, pedipalp femur. **FF**, pedipalp fixed finger. **GO**, genital operculum. **H**, height. **Holo**, holotype. **L**, length. **Man**, manus. **Mes**, mesosoma. **MF**, movable finger. **Met (I–V)**, metasomal segments. **μ**, mean. **od**, ocular diad. **Pa**, patella. Para, paratype. **Pe**, posterior margin carapace to median eyes distance. **PW**, posterior width. **σ**, standard deviation. **St**, sternum. **Tel**, telson. **TL**, total length. **W**, width. Compound abbreviations are indicated by a (–) a dash.

d	A							B							C						
	Holo		Para					Holo		Para					CZUAA						
Collection			CNAN		CZUAA			CZUAA		CNAN			CZUAA								
Code	1492	1493	1494	1495	608	μ	σ	1496	610a	610b	610c	610d	μ	σ	586	567a	567b	567c	567d	μ	σ
Ca-L	3.6	3.4	2.7	3.3	3.2	3.3	0.3	3.9	4.0	3.9	3.9	3.9	3.9	0.0	2.6	2.8	3.0	3.0	2.8	2.8	0.2
Ca-AW 1.8	1.9	1.5	1.7	1.8	1.8	0.2	2.1	2.0	2.0	1.9	2.1	2.0	0.0	1.5	1.5	1.6	1.6	1.5	0.1		
Ca-PW	3.5	3.2	2.4	2.9	3.2	3.0	0.4	3.6	3.6	3.7	3.8	3.6	3.7	0.1	2.7	2.6	2.9	2.8	2.9	2.8	0.1
Od-W	0.5	0.5	0.4	0.5	0.5	0.5	0.0	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.0	0.4	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.0	
Ae	1.3	0.9	0.8	1.1	1.1	1.0	0.2	1.3	1.3	1.3	1.2	1.3	1.3	0.0	1.0	1.0	1.0	1.1	1.0	1.0	0.0
Pe	2.6	2.4	1.9	2.2	2.1	2.2	0.2	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	0.0	1.5	1.6	2.0	1.9	1.7	1.8	0.2	
Fe-L	3.5	2.9	2.2	2.8	2.7	2.7	0.0	3.2	3.3	3.4	3.1	3.2	3.2	0.1	2.3	2.2	2.4	2.5	2.3	2.3	0.1
Fe-W	1.1	0.9	0.7	0.9	0.9	0.9	0.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	0.0	0.8	0.7	0.8	0.8	0.8	0.8	0.0	
Pa-L	3.7	3.1	2.5	3.0	3.0	3.0	0.3	3.6	3.4	3.6	3.6	3.4	3.5	0.1	2.5	2.4	2.6	2.8	2.6	2.6	0.1
Pa-W	1.2	1.0	0.8	1.1	1.1	1.0	0.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	0.0	0.9	0.8	1.0	1.0	0.9	0.9	0.0	
Ch-L	6.8	5.3	4.0	4.9	4.9	4.9	0.6	6.3	6.5	6.3	6.7	5.9	6.1	0.3	4.3	4.3	4.6	4.8	4.4	4.5	0.2
Man-L	3.7	2.7	2.0	2.5	2.5	2.5	0.3	3.6	3.9	3.6	4.0	3.2	3.7	0.3	2.3	2.3	2.4	2.5	2.3	2.4	0.1

(continued on next page)

(continued)

Code	A								B								C							
	Holo				Para				Holo				Para											
	Collection								CZUAA				CZUAA				CZUAA							
	1492	1493	1494	1495	608	$\mu$	$\sigma$		1496	610a	610b	610c	610d	$\mu$	$\sigma$		586	567a	567b	567c	567d	$\mu$	$\sigma$	
Man-W 1.8	1.2	0.8	1.2	1.3	1.1	0.2	1.9	1.9	1.7	1.9	1.8	1.8	0.1	1.3	1.2	1.5	1.3	1.3	1.3	1.3	0.1			
Man-H	1.3	0.9	0.6	0.9	0.9	0.8	0.1	1.3	1.7	1.5	1.3	1.3	1.4	0.2	0.9	0.8	0.9	1.0	1.0	0.9	0.1			
FF	3.0	2.5	1.9	2.3	2.3	2.3	0.2	2.6	2.6	2.7	2.7	2.7	2.6	0.3	2.0	1.9	2.1	2.2	2.0	2.0	0.2			
MF	3.8	3.2	2.4	2.8	2.9	2.9	0.3	3.4	3.5	3.4	3.4	3.4	3.4	0.0	2.6	2.4	2.6	2.9	2.6	2.6	0.2			
CxII	1.6	1.4	1.1	1.2	1.4	1.3	0.2	1.7	1.7	1.6	1.6	1.6	1.6	0.0	1.1	1.1	1.2	1.2	1.2	1.2	0.0			
CxIV	3.1	2.4	2.1	2.6	2.6	2.5	0.3	2.8	3.0	2.9	3.1	2.7	2.9	0.2	2.2	2.1	2.4	2.4	2.3	2.3	0.1			
St-L	0.9	0.8	0.5	0.7	0.8	0.7	0.1	0.8	0.8	0.7	0.8	0.7	0.79	0.0	0.51	0.5	0.5	0.4	0.5	0.5	0.0			
St-AW	1.2	1.1	0.9	1.0	1.1	1.0	0.0	1.2	1.2	1.2	1.1	1.2	0.0	0.8	0.8	0.9	0.8	0.9	0.9	0.9	0.0			
St-PW	1.3	1.1	0.9	1.1	1.2	1.1	0.1	1.4	1.5	1.4	1.4	1.4	1.4	0.0	1.0	0.9	1.0	1.0	1.1	1.0	0.1			
GO-L	0.8	0.4	0.2	0.4	0.4	0.4	0.1	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.0	0.5	0.5	0.6	0.6	0.5	0.5	0.0			
GO-W	1.6	1.2	0.9	1.1	1.2	1.1	0.1	1.7	1.7	1.7	1.6	1.8	1.7	0.1	1.0	0.9	1.0	1.1	1.1	1.0	0.1			
Meso-L 6.4	6.1	7.2	5.8	5.5	6.2	6.6	6.6	7.0	6.8	7.0	7.0	6.9	0.2	4.9	4.8	5.1	5.3	4.7	5.0	5.0	0.2			
Meta-L 13.8	10.7	8.2	10.3	9.8	10	1.1	12.3	12.9	12.2	12.8	11.2	12.3	0.7	9.0	8.8	7.5	8.9	9.4	8.7	8.7	0.7			
Meta-L 1.7	1.3	1.2	1.3	1.2	1.3	0.1	1.5	1.5	1.4	1.6	1.3	1.5	0.1	1.0	0.9	1.1	1.1	1.1	1.0	1.0	0.1			
Meta-W 2.0	1.8	1.4	1.7	1.8	1.7	0.2	2.1	2.1	2.1	2.1	1.9	2.1	0.1	1.6	1.4	1.7	1.7	1.7	1.6	1.6	0.1			
Meta-H 1.6	1.4	1	1.4	1.3	1.3	0.23	1.7	1.6	1.6	1.7	1.5	1.6	0.1	1.4	1.3	1.4	1.2	1.4	1.3	0.1				
MetaII-L 2.0	1.5	1.1	1.5	1.5	1.5	0.2	1.8	1.9	1.8	1.8	1.7	1.8	0.1	1.4	1.3	1.4	1.1	1.4	1.3	0.1				
MetaII-W 2.0	1.6	1.3	1.6	1.7	1.6	0.2	2.1	2.1	2.1	2.1	1.9	2.0	0.1	1.6	1.4	1.6	1.6	1.6	1.6	0.1				
MetaII-H 1.5	1.5	1.3	1.4	1.4	1.4	0.1	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	0.0	1.3	1.2	1.4	1.4	1.4	1.3	0.1				
MetaIII-L 2.3	1.8	1.3	1.6	1.6	1.6	0.2	1.9	2.0	2.0	2.0	1.9	2.0	0.1	1.4	1.4	1.5	1.6	1.5	1.5	0.1				
MetaIII-W 1.9	1.7	1.3	1.6	1.7	1.6	0.2	2.0	2.0	2.0	2.0	1.9	2.0	0.1	1.6	1.3	1.7	1.5	1.6	1.5	0.1				
MetaIII-H 1.7	1.5	1.1	1.4	1.3	1.4	0.2	1.7	1.7	1.5	1.7	1.6	1.6	0.1	1.3	1.2	1.3	1.4	1.4	1.4	0.1				
MetaV-L 3.1	2.4	1.8	2.3	2.1	2.2	0.3	2.7	2.7	2.7	2.9	2.6	2.7	0.1	2.0	2.0	2.2	2.2	2.1	2.1	0.1				
MetaV-W 1.8	1.7	1.3	1.5	1.6	1.6	0.3	2.0	2.0	1.9	2.0	1.8	1.9	0.1	1.6	1.3	1.7	1.4	1.5	1.5	0.1				
MetaV-H 1.6	1.4	1.1	1.4	1.4	1.4	0.2	1.7	1.6	1.4	1.7	1.5	1.6	0.1	1.3	1.2	1.3	1.3	1.3	1.3	0.0				
MetaV-L 4.5	3.5	2.6	3.4	3.2	3.3	0.4	4.3	4.5	4.2	4.4	3.5	4.2	0.4	3.1	3.0	3.3	2.8	3.2	3.1	0.2				
MetaV-W 1.8	1.3	1.1	1.3	1.3	1.3	0.1	1.7	1.7	1.6	1.7	1.5	1.6	0.1	1.3	1.1	1.4	1.1	1.2	1.2	0.1				
MetaV-H 1.6	1.1	0.9	1.1	1.1	1.1	0.1	1.2	1.2	1.2	1.3	1.1	1.2	0.0	1.1	1.0	1.2	1.1	1.0	1.1	0.1				
Tel-L	4.4	3.3	2.8	3.5	3.3	0.4	4.5	4.5	4.5	4.7	4.7	4.6	4.6	0.1	3.1	3.1	3.5	3.0	3.2	3.2	0.1			
Ves-L	2.6	2.2	1.6	2.0	1.9	0.2	3.0	3.1	3.2	3.2	3.0	3.1	0.07	1.9	2.0	2.1	2.1	2.1	1.9	2.0	0.1			
Ves-W	1.6	1.4	0.9	1.1	1.1	0.2	1.8	1.7	1.7	1.9	1.7	1.7	0.1	1.0	0.8	1.1	1.0	1.1	1.0	0.1				
Ves-H	1.2	1.0	0.8	0.9	0.9	0.9	0.1	1.6	1.6	1.5	1.6	1.3	1.5	0.1	0.8	0.8	0.9	0.8	0.9	0.9	0.0			
Acu-L	1.7	1.1	1.1	1.5	1.3	1.3	0.2	1.4	1.3	1.5	1.5	1.5	1.5	0.1	1.1	1.1	1.3	0.9	1.2	1.1	0.2			
TL	28.3	23.6	20.8	23.1	22.0	22.9	1.5	27.4	28.6	27.8	28.5	26.9	27.8	0.7	19.8	19.7	19.3	20.4	20.2	19.9	0.4			

Code	A								B								C							
	Holo				Para				Holo				Para											
	Collection								CZUAA				CZUAA				CZUAA							
	1493a	1493b	1493c	1493d	1494	$\mu$	$\sigma$		1497	1498a	1498b	399a	399b	$\mu$	$\sigma$		529	533	545	566	567	$\mu$	$\sigma$	
Ca-L	5.2	4.7	4.7	5.0	4.6	4.8	0.3	4.1	4.3	4.9	4.4	4.5	4.5	0.3	3.4	3.4	3.8	3.4	3.8	3.7	3.6	0.2		
Ca-AW	2.5	2.5	2.5	2.6	2.5	2.5	0.1	2.1	2.4	2.5	2.3	2.4	2.3	0.2	1.9	2.0	1.8	2.0	2.1	2.0	0.1			
Ca-PW	4.4	4.7	4.4	4.5	4.4	4.5	0.1	3.9	5.2	4.5	4.5	4.2	4.4	0.5	3.5	3.8	3.5	3.4	3.7	3.6	0.2			
Od-W	0.7	0.6	0.5	0.6	0.6	0.6	0.0	0.5	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.1	0.5	0.6	0.5	0.6	0.6	0.6	0.0			
Ae	1.4	1.6	1.5	1.7	1.6	1.6	0.1	1.4	1.5	1.8	1.6	1.6	1.6	0.1	1.3	1.3	1.2	1.3	1.3	1.3	0.1			
Pe	3.8	3.0	3.1	2.9	3.0	3.1	0.4	2.7	2.7	3.1	2.8	2.9	2.8	0.7	2.1	2.4	2.1	2.4	2.4	2.3	0.1			
Fe-L	3.9	4.0	4.5	4.1	3.9	4.1	0.3	3.2	3.9	4.0	3.5	4	3.7	0.4	2.8	2.7	2.6	2.7	2.7	2.7	0.0			
Fe-W	1.3	1.3	1.3	1.2	1.3	1.3	0.0	1.1	1.3	1.4	1.3	1.4	1.3	0.1	0.9	1.0	0.9	1.0	1.0	1.0	0.0			
Pa-L	4.3	4.5	4.5	4.5	4.2	4.4	0.1	3.3	4.2	4.3	4	4.2	4	0.4	3.1	3.2	2.8	3.1	3.2	3.1	0.2			
Pa-W	1.5	1.5	1.5	1.6	1.5	1.5	0.0	1.3	1.5	1.5	1.5	1.7	1.5	0.1	1.1	1.2	1.2	1.3	1.3	1.2	0.1			
Ch-L	7.2	7.8	7.8	7.8	7.1	7.2	0.1	6.2	7.5	7.4	7.3	6.9	7.1	0.5	5.3	5.5	5.5	5.3	5.6	5.4	0.1			
Man-L	3.6	3.6	3.6	3.7	3.5	3.7	0.1	3.4	4.2	4.4	4.2	4.2	4.1	0.4	2.7	2.7	2.8	2.7	2.9	2.7	0.1			
Man-W	1.9	2.0	1.8	1.9	1.9	1.8	0.2	1.8	2.4	2.4	2.3	2.5	2.3	0.3	1.4	1.3	1.5	1.4	1.4	1.4	0.1			
Man-H	1.7	1.5	1.2	1.6	1.5	1.3	0.1	1.1	1.9	1.8	2.2	1.9	1.8	0.4	1.3	1.0	1.2	1.2	1.1	1.1	0.1			
FF	3.5	4.2	4.1	4.1	3.6	3.5	0.1	2.7	3.3	2.9	3.1	2.7	2.9	0.3	1.8	2.7	2.6	2.6	2.7	2.6	0.1			
MF	3.9	4.3	4.4	4.3	4.3	4.3	0.1	3.1	4.1	3.8	3.7	3.5	3.7	0.4	3.3	3.3	3.3	3.1	3.3	3.3	0.1			
CxII-L	1.9	2.0	1.9	2.0	1.9	2.0	0.1	1.6	1.9	2.0	1.8	1.7	1.8	0.1	1.5	1.5	1.4	1.5	1.5	1.5	0.1			
CxIV-L	3.6	4.0	4.1	4.2	3.7	3.9	0.2	3.1	3.6	3.7	3.5	3.5	3.5	0.3	2.7	2.8	2.8	2.9	3.0	2.8	0.1			
St-L	1.0	1.1	1.0	1.1	1.0	1.0	0.0	0.7	0.9	1.0	0.9	1.0	0.9	0.1	0.7	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7	0.1			
St-AW	1.4	1.4	1.4	1.6	1.3	1.4	0.1	1.2	1.3	1.4	1.2	1.3	1.3	0.1	1.1	1.2	1.1	1.1	1.1	1.1	0.0			
St-PW	1.5	1.5	1.6	1.7	1.6	1.6	0.1	1.4	1.6	1.6	1.5	1.4	1.5	0.1	1.2	1.2	1.3	1.2	1.3	1.2	0.0			
GO-L	0.6	0.7	0.6	0.5	0.6	0.6	0.1	0.5	0.5	0.6	0.5	0.6	0.5	0.1	0.5	0.5	0.3	0.4	0.5	0.4	0.1			
GO-W	1.5	1.5	1.5	1.6	1.6	1.6	0.1	1.5	1.7	1.8	1.7	1.5	1.6	0.1	1.3	1.3	1.2	1.1	1.3	1.2	0.1			
Mes-L	8.5	8.6	8.5	8.6	8.5	8.5	0.1	5.7	8.4	9.1	8.5	8.8	8.1	1.4	6.8	7.3	6.7	6.6	6.9	6.9	0.3			
Met-L	14.1	14.1	14.2	14.9	11.6	13.8	1.3	9.1	13.1	13.7	12.7	13.1	12.3	1.8	10.7	8.5	10.9	10.8	11.2	10.4	1.1			
MetI-L	1.7	1.8	1.6	1.6	1.5	1.7	0.1	1.3	1.5	1.6	1.5	1.6	1.5	0.1	1.2	1.2	1.2	1.2	1.4	1.2	0.1			
MetI-W	2.3	2.5	2.5	2.6	2.4	2.4	0.1	2.0	2.4	2.7	2.3	2.6	2.4	0.3	2.0	2.0	2.0	2.0	2.1	2.0	0.1			
MetI-H	2.0	2.0	2.0	1.8	2.1	2.0	0.1	1.6	1.8	1.9	1.8	1.9	1.8	0.1	1.6									



(continued)

♀	A						B						C								
	Holo		Para				Holo		Para				Holo		Para						
Type	Holo		Para				Holo		Para				Holo		Para						
Collection	CNAN												CZUAA								
Code	1493a	1493b	1493c	1493d	1494	μ	σ	1497	1498a	1498b	399a	399b	μ	σ	529	533	545	566	567	μ	σ
MetII-H	1.9	2.0	1.9	2.0	2.0	2.0	0.0	1.6	1.9	1.9	1.8	1.8	1.8	0.1	1.6	1.7	1.6	1.4	1.7	1.6	0.1
MetII-L	2.3	2.1	2.3	2.4	2.2	2.3	0.1	1.7	2.1	2.2	2.0	2.0	2.0	0.2	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	0.0
MetIII-W	2.2	2.3	2.3	2.2	2.2	2.2	0.1	1.9	2.4	2.6	2.3	2.5	2.3	0.3	1.8	1.9	1.8	1.9	1.9	1.8	0.1
MetIII-H	1.9	1.9	1.9	1.9	2.0	1.9	0.0	1.6	1.8	1.9	1.8	1.8	1.8	0.1	1.6	1.6	1.5	1.5	1.7	1.6	0.1
MetIV-L	3.3	3.4	3.3	3.4	3.1	3.3	0.1	2.4	2.8	3.0	2.8	2.8	2.8	0.2	2.4	2.5	2.4	2.4	2.5	2.4	0.1
MetIV-W	2.0	2.1	2.2	2.2	2.2	2.2	0.1	1.9	2.3	2.4	2.2	2.5	2.3	0.2	1.7	1.8	1.8	1.9	1.9	1.8	0.1
MetIV-H	1.7	1.9	1.8	1.8	2.0	1.8	0.1	1.6	1.8	1.8	1.8	1.9	1.8	0.1	1.6	1.6	1.5	1.5	1.6	1.6	0.1
MetV-L	4.6	4.9	4.6	5.0	4.6	4.7	0.2	3.7	4.6	4.6	4.4	4.5	4.4	0.4	3.7	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	0.1
MetV-W	1.6	1.9	1.9	1.8	1.7	1.8	0.1	1.6	2.0	2.2	2.0	2.1	2.0	0.2	1.5	1.6	1.0	1.5	1.7	1.5	0.3
MetV-H	1.5	1.6	1.4	1.5	1.4	1.5	0.1	1.3	1.4	1.5	1.5	1.6	1.4	0.1	1.2	1.3	1.3	1.6	1.3	1.4	0.1
Tel-L	4.7	5.1	5.0	5.0	4.9	4.9	0.1	4.0	4.8	4.6	4.5	4.7	4.5	0.3	3.8	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	0.1
Ves-L	2.9	3.1	2.9	3.1	3.0	3.0	0.1	2.7	3.2	2.9	2.9	3.1	2.9	0.2	2.2	2.5	2.5	2.4	2.3	2.4	0.1
Ves-W	1.7	1.5	1.6	1.7	1.6	1.6	0.1	1.6	2.1	2.2	2.0	2.3	2.0	0.3	1.3	1.4	1.4	1.4	1.3	1.3	0.1
Ves-H	1.1	1.4	1.4	1.5	1.4	1.4	0.1	1.3	1.7	1.6	1.5	1.7	1.6	0.2	1.1	1.1	1.1	1.1	1.2	1.1	0.0
Acu-L	1.8	2.0	2.0	2.1	1.9	1.9	0.1	1.3	1.6	1.6	1.6	1.6	1.5	0.2	1.5	1.5	1.5	1.5	1.6	1.5	0.0
TL	32.6	33.0	32.4	34.0	29.8	32.4	1.5	23.1	30.8	32.4	30.4	31.2	29.6	3.7	24.9	23.8	25.2	24.3	25.9	25.0	0.8

## References

- Azzinanni, J.S., Bryson, B.W., Graham, M.R., Solís-Rojas, E., Sissom, W.D., 2021. A new *Vaejovis* C. L. Koch from the sierra madre Occidental de durango, Mexico (Scorpiones: Vaejovidae). *Insecta Mundi* 1–12, 0852.
- Bryson Jr., R.W., Savary, W.E., Prendini, L., 2013. Biogeography of scorpions in the *Pseudouroctonus minimus* complex (Vaejovidae) from south-western North America: implications of ecological specialization for pre-Quaternary diversification. *J. Biogeogr.* 40, 1850–1860. <https://doi.org/10.1111/jbi.12134>.
- Bryson, R.W., Mendoza-Quijano, F., Riddle, B.R., 2008. Aguascalientes: pequeño estado, gran biogeografía. In: *Biodiversidad, C.N., para el C. y el U. de la (Eds.), La Biodiversidad en Aguascalientes: Estudio de Estado*, p. 146.
- CONABIO, 2020. 'Áreas Naturales Protegidas Estatales, Municipales, Ejidales, Comunales y Privadas de México 2020', edición 1. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Ciudad de México, México. <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>.
- CONANP, 2019. 'Áreas Voluntarias Conservación', Edición 1. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. Ciudad de México, México. <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>.
- Contreras-Félix, G.A., Francke, O.F., 2014. Description of a new species of *Vaejovis* from Michoacán, Mexico (Arachnida: Scorpiones: Vaejovidae). *Rev. Mex. Biodivers.* 85, 24–30. <https://doi.org/10.7550/rmb.37437>.
- Contreras-Félix, G.A., Francke, O.F., 2019. Taxonomic revision of the "mexicanus" group of the genus *Vaejovis* C. L. Koch, 1836 (Scorpiones: Vaejovidae). *Zootaxa*. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4596.1.1>.
- Contreras-Félix, G.A., Francke, O.F., 2021. New species of *Vaejovis* C. L. Koch, 1836 (Scorpiones: Vaejovidae) with comments on lateral aculear serrations. *Southwest. Entomol.* 46, 197–210.
- Contreras-Félix, G.A., Francke, O.F., Bryson Jr., R.W., 2015. A new species of the "mexicanus" group of the genus *Vaejovis* C. L. Koch, 1836 from the Mexican state of Aguascalientes (Scorpiones: Vaejovidae). *Zootaxa* 3936, 131–140. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.3936.1.8>.
- Díaz-Nájera, 1975. Listas y datos de distribución geográfica de los alacranes de México (Scorpionida). *Rev. Invest. Salud Pública* 1–36.
- Escoto Rocha, J., Delgado Saldivar, L., 2008. Insectos y Arácnidos. In: *Ávila Villegas, H., Melgarejo, E.D., Cruz Angón, A. (Eds.), La Biodiversidad en Aguascalientes: Estudio de Estado*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), Instituto del Medio Ambiente del Estado de Aguascalientes (IMAE). Universidad Autónoma de Aguascalientes (UAA), pp. 126–127.
- Fet, V., Love, G., 2000. Family Buthidae C. L. Koch, 1837. In: Fet, V., Sissom, W.D., Lowe, G., Braunwalder, M.B. (Eds.), *Catalog of the Scorpions of the World (1758–1998)*. The New York Entomological Society, pp. 54–286.
- Fet, V., Soleglad, M.E., Brewer, M.S., 2006. Laterobasal aculear serrations (LAS) in scorpion family Vaejovidae (Scorpiones: Chactoidae). *Euscórpis* 45.
- Fick, S.E., Hijmans, R.J., 2017. WorldClim2: new 1 km spatial resolution climate surfaces for global land areas. *Int. J. Climatol.* 37 (12), 4302–4315.
- Gertsch, W.J., Soleglad, M.E., 1972. Studies of North American scorpions of the genera *Uroctonus* and *vaejovis* (scorpionida, vaejovidae). *Bull. Am. Mus. Nat. Hist.* 148, 547–608.
- González-Santillán, E., Prendini, L., 2013. Redefinition and Generic revision of the North American *Vaejovis* scorpion subfamily Syntropinae Kraepelin, 1905, with descriptions of six new genera. *Bull. Am. Mus. Nat. Hist.* 382, 71.
- Graham, M.R., Ayrey, R.F., Bryson, R.W., 2012. Multivariate methods support the distinction of a new highland *Vaejovis* (Scorpiones: Vaejovidae) from the Sierra de los Ajos, Mexico. *J. Arachnol.* 40 (3), 281–290. <https://doi.org/10.1636/Ha11-78.J>.
- Hoffmann, C.C., 1931. Monografías para la entomología médica de México Monografía NUM. 2 los escorpiones de México, Primera Parte Diplocentridae, Chactidae, Vejovida. *An. Inst. Bio.* 2, 291–408. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>.
- Hoffmann, C.C., 1932. Monografías para la entomología médica de México Monografía NUM. 2 Los escorpiones de México, Segunda parte Buthidae. *An. Inst. Bio.* 3, 243–361.
- Hughes, G.B., 2011. Morphological analysis of montane scorpions of the genus *Vaejovis* (Scorpiones: Vaejovidae) in Arizona with revised diagnoses and descriptions of new species. *J. Arachnol.* 39, 420–438.
- INEGI, 2019. 'División Política Estatal 1:250000', Escala 1:250000, edición 1. Instituto Nacional de Estadística y Geografía, Aguascalientes, México. Extraído de: <https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/-/ficha.html?tipo=889463674658>.
- Joachim, E.E., Broussard, L.L.M., Hendrixson, R.E., 2020. Integrative species delimitation and taxonomic status of the scorpion genus *Vaejovis* Koch, 1836 (Vaejovidae) in the Santa Catalina mountains, Arizona, Euscórpis 316.
- Lamoral, B.H., 1979. The scorpions of Namibia (Arachnida: scorpionida). *Ann. Natal. Mus.* 23, 497–784.
- Loria, S.F., Prendini, L., 2014. Homology of the lateral eyes of scorpions: a six-ocellus model. *PLoS One* 9. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0112913>.
- Monod, L., Cauwet, L., González-Santillán, E., Huber, S., 2017. The male sexual apparatus in the order Scorpiones (Arachnida): a comparative study of functional morphology as a tool to define hypotheses of homology. *Front. Zool.* 14 <https://doi.org/10.1186/s12983-017-0231-z>.
- Moreno-González, J.A., González, O.R., Flórez, D.E., 2019. Taxonomic revision of the Colombian *Tityus* (Arachnida: Scorpiones, Buthidae) species: a morphological and morphometric approach, with a description of a new species. *Zootaxa* 4660, 1–94. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4660.1.1>.
- Olivero, P.A., Mattoni, C.I., Peretti, A.V., 2012. Morphometry and geographical variation of *Bothriurus bonariensis* (Scorpiones: bothriuridae). *J. Arachnol.* 40, 113–122. <https://doi.org/10.1636/B11-27.1>.
- Ponce-Saavedra, J., Francke, O.F., 2013. Actualización taxonómica sobre alacranes del Centro Occidente de México. *DUGESIANA* 20, 73–79.
- QGIS.org, 2021. QGIS Geographic Information System.
- Quijano-Ravell, A.F., Ponce-Saavedra, J., 2016. A new species of the genus *Centruroides* (Scorpiones: Buthidae) from the state of Michoacán, Mexico. *Rev. Mex. Biodivers.* 87, 49–61. <https://doi.org/10.1016/j.rmb.2016.01.022>.
- R Studio Team, 2020. R Studio. Integrated Development for R. Studio.
- Santibáñez-López, C.E., Ponce-Saavedra, J., 2009. A new species of the genus *Centruroides* (Scorpiones: Buthidae) from the northern mountain range of Oaxaca, Mexico. *Rev. Mex. Biodivers.* 80, 321–331.
- Santibáñez-López, C.E., Francke, O.F., Ureta, C., Possani, L.D., 2016. Scorpions from Mexico: from species diversity to venom complexity. *Toxins* 8, 1–18. <https://doi.org/10.3390/toxins8010002>.
- Santibáñez-López, C.E., González-Santillán, E., Monod, L., Sharma, P.P., 2019. Phylogenomics facilitates stable scorpion systematics: reassessing the relationships of Vaejovidae and a new higher-level classification of Scorpiones (Arachnida). *Mol. Phylogenet. Evol.* 135, 22–30. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2019.02.021>.
- Santibáñez-López, C.E., Shlomi, A., Ballesteros, J.A., Gainett, G., Baker, C.M., González-Santillán, E., Harvey, M.S., Hassan, M.K., Abu Almaaty, A.H., Aldeyari, S.H., Monod, L., Ojanguen-Afflastro, A., Pinto-da-Rocha, R., Zvik, Y., Gavish-Regev, E., Sharma, P.P., 2022. Phylogenomics of scorpions reveal contemporaneous diversification of scorpion mammalian predators and mammalian-active sodium channel toxins. *Syst. Biol.* 1–9. <https://doi.org/10.1093/sysbio/syaa021> syaa021.
- Sharma, P.P., Fernández, R., Esposito, L.A., González-Santillán, E., Monod, L., 2015. Phylogenomic resolution of scorpions reveals multilevel discordance with

- morphological phylogenetic signal. *Proc. R. Soc. B Biol. Sci.* 282 <https://doi.org/10.1098/rspb.2014.2953>.
- Sissom, W.D., 1990. Systematics of *Vaejovis dugesi* Pocock, with description of two new related species (Scorpiones, Vaejovidae). *Southwest. Nat.* 35, 47–53.
- Sissom, W.D., 2000. Family Vaejovidae Thorell, 1876. In: Fet, V., Sissom, W.D., Lowe, G., Braunwalder, M.E. (Eds.), *Catalog of the Scorpions of the World (1758-1998)*. The New York Entomological Society, pp. 503–553.
- Sissom, W.D., Fet, V., 2000. Family diplocentridae karsch, 1880. In: Fet, V., Sissom, W. D., Lowe, G., Braunwalder, M.E. (Eds.), *Catalog of the Scorpions of the World (1758-1998)*. The New York Entomological Society, pp. 329–354.
- Sissom, W.D., Graham, M.R., Donaldson, T.G., Bryson Jr., R.W., 2016. Two new *Vaejovis* C. L. Koch 1836 from highlands of the sierra madre Occidental, durango, Mexico (Scorpiones, Vaejovidae). *Insecta Mundi* 1–14, 0477.
- Sissom, W.D., Polis, G.A., Watt, D.D., 1990. Field and laboratory methods. In: Polis, Gary A. (Ed.), *The Biology of Scorpions*. Stanford University Press, Stanford, CA, pp. 215–221.
- Soleglad, M.E., 1973. Scorpions of the mexicanus group of the genus *vejovis* (scorpionida, Vaejovidae). *Wasmann J. Biol.* 31, 351–372.
- Soleglad, M.E., Fet, V., 2008. Contributions to scorpion systematics. III. Subfamilies smeringurinae and syntropinae (Scorpiones: Vaejovidae). *Euscorpius* 1–115. <https://doi.org/10.18590/euscorpius.2008.vol2008.iss71.1>, 2008.
- Stahnke, H.L., 1940. The scorpions of Arizona. *Iowa State Coll. J. Sci.* 15, 101–103.
- Stockwell, S.A., 1989. Revision of the Phylogeny and Higher Classification of Scorpions (Chelicerata). PhD. dissertation. University of California, Berkeley.
- Wickham, H., 2016. *ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis*.
- Zhang, L., Zhu, M.S., 2009. Morphological variation of *Mesobuthus martensii* (karsch, 1879) (Scorpiones: buthidae) in northern China. *Euscorpius* 1–18. <https://doi.org/10.18590/euscorpius.2009.vol2009.iss81.1>, 2009.



## Scientific Note

**Interactions between *Centruroides infamatus* C. L. Koch, 1944  
(Scorpiones: Buthidae) and *Liometopum apiculatum* Mayr, 1870  
(Hymenoptera: Formicidae), *Stenomorpha* sp. (Coleoptera: Tenebrionidae)  
and *Scolopendra viridis* Say, 1821 (Scolopendromorpha: Scolopendridae)  
in Calvillo, Aguascalientes, Mexico**

Processes such as ecosystem development, productivity, resilience, and stability are of great importance for interspecific relationships (Van Der Putten et al. 2004) and are increasingly relevant in ecosystem conservation studies (Harvey et al. 2017, Heinen et al. 2020). Arachnids, insects, and centipedes are constantly interacting with each other and with other arthropods (Polis et al. 1981), and field observations of these interactions are important to increasing our knowledge of local food webs.

The scorpion genus *Centruroides* Marx, 1980 currently comprises 93 species and two subspecies (Ponce-Saavedra & Francke, 2019; Rein 2021), 47 of which are found in Mexico (González-Santillán et al. 2019, Ponce-Saavedra & Francke 2019, Quijano-Ravell et al. 2019). *Centruroides infamatus* C. L. Koch, 1944 is a species of medical importance with a known distribution in the central and Pacific regions of Mexico in the states of Aguascalientes, Colima, Durango, Guanajuato, Jalisco, Michoacan, Nayarit, Queretaro, Sinaloa, and Zacatecas (Riaño-Umbarila et al. 2017).

Herein, we report nocturnal observations made during the months of September and October 2019 concerning interactions between *C. infamatus* and the ant *Liometopum apiculatum* Mayr, 1870, the tenebrionid beetle *Stenomorpha* sp., and the centipede *Scolopendra viridis* Say, 1821. The interactions were observed in the municipality of Calvillo, Aguascalientes, Mexico (Fig. 1, 2A) and constitute the first known contributions on prey and predator interactions of *C. infamatus*. The climate in Calvillo is classified as BS1hw(w) (García 2004)—i.e., semi-dry and semi-warm with rains primarily during the summer. Total annual precipitation is 500–700 mm, and annual mean temperature ranges from 18–21°C (INEGI 2008). The area is mostly tropical deciduous forest (INEGI 2017). Collected specimens were deposited in the Zoological Collection of the Autonomous University of Aguascalientes (CZUAA).

Observations of the interactions are reported below:

1. *Liometopum apiculatum* feeding on *C. infamatus* (Fig. 2B). A group of individuals of this ant were feeding on a *C. infamatus* on the side of the road. It is possible that the scorpion was already dead when the ants found it and started to feed on it: Mexico, Aguascalientes, Calvillo, 0.48 km northeast of the locality spa “La Cueva”: 21° 48' 47.70"N, 102° 48' 58.82"W, 1665 m, tropical deciduous forest, 28-IX-2019, F. Chávez-Samayoá (1, CZUAA).
2. *Stenomorpha* sp. being feed upon by *C. infamatus* (Fig. 2C): Mexico, Aguascalientes, Calvillo, 0.48 km northeast of the locality “La Cueva”: 21° 48' 47.70"N, 102° 48' 58.82"W, 1665 m, tropical deciduous forest, 15-X-2019, F. Chávez-Samayoá (1, CZUAA).

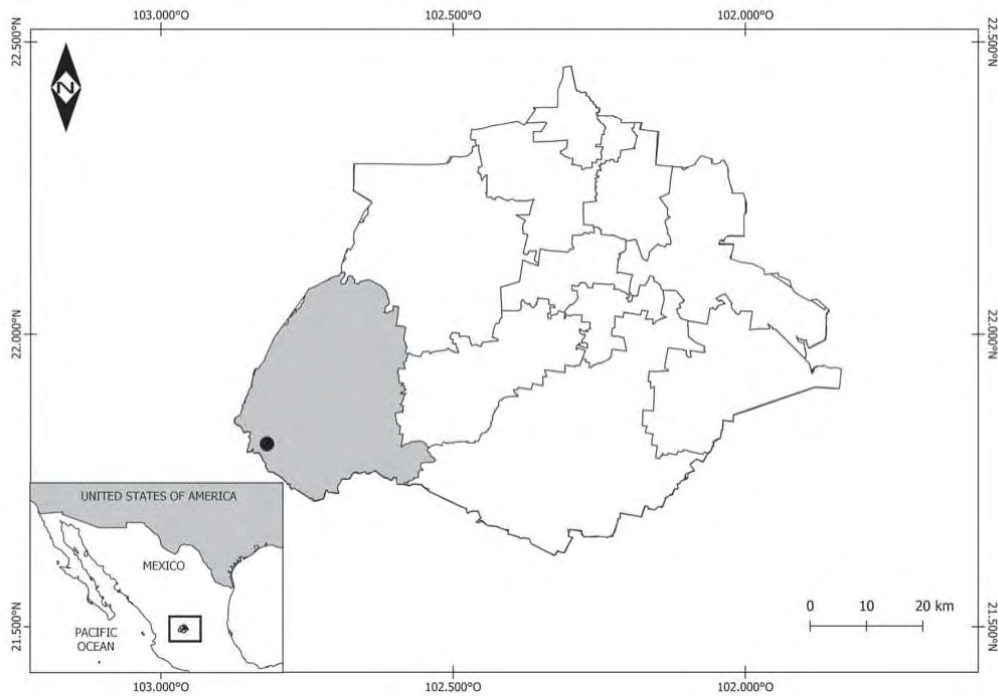


Figure 1. Map of Aguascalientes with the municipality of Calvillo highlighted in grey. The observation locality is indicated by a black dot. Lower left corner, reference map of Mexico, area of observations inside rectangle.

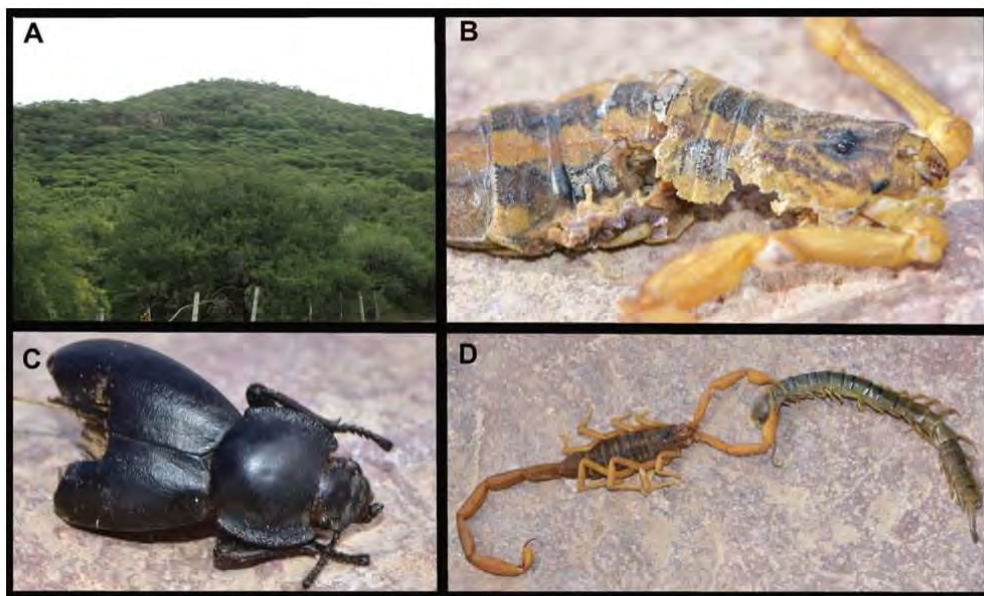


Figure 2. A. General area of the observation. B. Body of *C. infamatus* eaten by *L. apiculatum* ants. C. Body of *Stenomorpha* sp. preyed upon by *C. infamatus*. D. Representation of the observation of *S. viridis* and *C. infamatus*.



3. *Scolopendra viridis* male being held by the chela of a *C. infamatus* (Fig. 2D): Mexico, Aguascalientes, Calvillo, 0.48 km northeast of the locality “La Cueva”: 21° 48' 47.70"N, 102° 48' 58.82"W, 1665 m, tropical deciduous forest, 15-X-2019, F. Chávez-Samayoa (1, CZUAA).

*Liometopum apiculatum* has been reported as a carnivorous, opportunistic, granivore as well as a scavenger (Hoey-Chamberlain et al. 2013). The ant has been found in oak forests (González-Martínez & Vásquez-Bolaños 2019), while other authors (Figueroa-Sandoval et al. 2018, Velasco Corona et al. 2007) have also reported plasticity in its differential use of ecosystems. Other studies have also documented ants as predators of scorpions (Dupré 2008, Miranda et al. 2021, Polis et al. 1981).

Three different species of *Stenomorpha* Solier (1836) have been reported in the state of Aguascalientes: *S. blanda* (Champion, 1844), *S. collaris* (Champion, 1892) and *S. sphaericollis* (Champion, 1844) (Bousquet et al. 2018). Due to the poor condition in which the specimen was found, it was not possible to identify it to species. Some authors (Tschinkel 1975, Hetz & Slobodehikoff 1988, Smith et al. 2015) have considered *Stenomorpha* as Batesian mimicry models of species in the genus *Eleodes* Eschscholtz, 1829. However, this does not seem to dissuade scorpions from feeding upon them, as *Hadrurus arizonensis* Ewing, 1928 has also been reported as a predator of *Eleodes armatus* LeConte, 1851 (Czaplewski et al. 2018), supporting the idea that this strategy may be more effective against vertebrate predators.

The centipede *S. viridis* has a wide distribution in Mexico and has been reported in 27 of the 32 states (López-Bonel et al., 2019). *Scolopendra viridis* is a nocturnal predator (Cupul-Magaña 2007) and has been previously reported preying on scorpions (Harrington 1978). Several species of scorpions have been reported feeding on the centipedes, including *Centruroides sculpturatus* Ewing, 1928 (Webber & Graham 2013) and *Rhopalurus junceus* Herbst, 1800 (Barro & Cherva 2013, Rodríguez-Cabrera et al. 2015). Thus, we have an example of intraguild predation since both taxa are predators as well as potential prey of each other (Polis & Myers 1989).

*Acknowledgments.* We thank the Programa de Doctorado en Ciencias Biológicas of the Universidad Autónoma de Aguascalientes CONACYT (National Council for Science and Technology) for financial support with scholarship no. 717372, PIB19-1 and PIB20-4N. We thank Emmanuel González Martínez, Miguel Vásquez Bolaños, and Julián Bueno Villegas for their help with the identifications of the ants and the centipede. We thank Luis Rodrigo Haro Tapia and Sarahí Socorro Gutiérrez Ramírez for their help during fieldwork and Sofía Sigala Meza for her help with the translation of this note.

F. Chávez-Samayoa (corresponding author\*), J. A. Escoto-Moreno and J. J. Sigala-Rodríguez, (*JAE-M, FC-S, JJS-R*) *Colección Zoológica, Departamento de Biología, Centro de Ciencias Básicas, Universidad Autónoma de Aguascalientes. Avenida Universidad # 940 Ciudad Universitaria, 20131 Aguascalientes, México. \*E-mail: chavez.samayoa.fer@gmail.com*

LITERATURE CITED

Barro, A. & T. Cherva. 2013. Depredación de *Scolopendra alternans* (Chilopoda: Scolopendromorpha) por *Rhopalurus junceus* (Scorpiones: Buthidae). *Revista Cubana de Ciencias Biológicas* 2(2):77-78.



- Bousquet, Y., D. B. Thomas, P. Bouchard, A. D. Smith, R. L. Aalbu, M. A. Johnston & W. E. Steiner, Jr. 2018. Catalogue of Tenebrionidae (Coleoptera) of North America. *ZooKeys* 728:1–455.
- Cupul-Magaña, F. G. 2007. *Scolopendra viridis* Say, 1821. *Dugesiana* 14(2):53–57.
- Czaplewski, N. J., K. L. Menard & W. D. Peachey. 2018. Mesquite bugs, other insects, and a bat in the diet of pallid bats in southeastern Arizona. *PeerJ* (12):1–22.
- Dupré, G. 2008. Les prédateurs des scorpions (Arachnida: Scorpiones). *Arachnides- Bulletin de Terriophile et de Recherche* 54:9–23.
- Figuroa-Sandoval, B., S. Ugalde-Lezama, E. E. Pineda-Pérez, G. Ramírez-Valverde, K. A. Figuroa-Rodríguez & L. A. Tarango-Arámbula. 2018. Producción de la hormiga escamolera (*Liometopum apiculatum* Mayr 1870) y su hábitat en el altiplano potosino-zacatecano, México. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo* 15(2):235–245.
- García, E. 2004. *Modificaciones al Sistema Climático de Köppen para la República Mexicana, 5th Ed.* Serie de libros No. 6. Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México, D.F., 292 pp.
- González-Martínez, E. & M. Vásquez-Bolaños. 2019. Lista comentada de las hormigas (Hymenoptera: Formicidae) del cerro Juan el Grande, El Llano, Aguascalientes, México. *Dugesiana* 26(2):87–98.
- González-Santillán, E., M. A. Galán-Sánchez & L. L. Valdez-Velázquez. 2019. A new species of *Centruroides* (Scorpiones, Buthidae) from Colima, Mexico. *Comptes Rendus - Biologies* 342(9):331–344.
- INEGI (Instituto Nacional de Geografía y Estadística). 2008. Chapter 1. Descripción del medio físico, pp. 132-135. *In: La Biodiversidad en Aguascalientes: estudio de caso.* CONABIO, IMAE, UAA (Eds.). CONABIO, Aguascalientes, México, 389 pp.
- INEGI (Instituto Nacional de Geografía y Estadística). 2017. Conjunto de Datos Vectoriales de Uso del Suelo y Vegetación. Escala 1:250,000. Serie VI. Conjunto Nacional. Available from: [http://www.conabio.gob.mx/informacion/metadatos/gis/usv250s6gw.xml?\\_httpcache=yes&\\_xsl=/db/metadatos/xsl/fgdc\\_html.xsl&\\_indent=no](http://www.conabio.gob.mx/informacion/metadatos/gis/usv250s6gw.xml?_httpcache=yes&_xsl=/db/metadatos/xsl/fgdc_html.xsl&_indent=no) (accessed 08 March 2021).
- Harington, A. 1978. Burrowing biology of the scorpion *Cheloctonus jonesii* Pocock (Arachnida: Scorpionida). *Journal of Arachnology* 5(1972):243–249.
- Harvey, E., I. Gounand, C. L. Ward & F. Altermatt. 2017. Bridging ecology and conservation: from ecological networks to ecosystem function. *Journal of Applied Ecology* 54(2):371–379.
- Heinen, J. H., C. Rahbek & M. K. Borregaard. 2020. Conservation of species interactions to achieve self-sustaining ecosystems. *Ecography* 43(11):1603–1611.
- Hetz, M. & C. N. Slobodkin. 1988. Predation pressure on an imperfect Batesian mimicry complex in the presence of alternative prey. *Oecologia* 76:570–573.
- Hoey-Chamberlain, R., M. K. Rust & J. H. Klotz. 2013. A review of the biology, ecology and behavior of velvety tree ants of North America. *Sociobiology* 60(1):1–10.
- López-Bonel, F., C. P. Ávila-Gaxiola & F. G. Cupul-Magaña. 2019. Ciempiés de Sinaloa, México (Myriapoda: Chilopoda): nuevos registros de especies y ampliación de su distribución estatal. *Dugesiana* 26(2):79–85.
- Miranda, R. J., L. F. De Armas & R. A. Cambra. 2021. Predation of *Ananteris* spp. (Scorpiones: Buthidae) by ants and a social wasp (Hymenoptera: Formicidae, Vespidae) in Panama, Central America. *Euscorpius* 329:1–4.
- Polis, G. A., W. D. Sissom & S. J. McCormick. 1981. Predators of scorpions: field data and a review. *Journal of Arid Environments* 4:309–326.
- Polis, G. A. & C. A. Myers. 1989. The ecology and evolution of intraguild predation: potential competitors that eat each other. *Annual Review of Ecology and Systematics* 20(1):297–330.
- Ponce-Saavedra, J. & O. F. Francke. 2019. A new species of the scorpion genus *Centruroides* (Scorpiones: Buthidae) from northwestern Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 90:e902660.
- Quijano-Ravell, A. F., L. F. de Armas, O. F. Francke & J. Ponce-Saavedra. 2019. A new species of the genus *Centruroides* Marx (Scorpiones, Buthidae) from western Michoacán State, México using molecular and morphological evidence. *ZooKeys* 859:31–48.
- Rein, J. O. 2021. The scorpion files. Available from: <https://www.ntnu.no/ub/scorpion-files/>. (accessed 08 March 2021).
- Riaño-Umbarila, L., E. R. Rodríguez-Rodríguez, C. E. Santibáñez-López, L. Güereca, S. J. Uribe-Romero, I. V. Gómez-Ramírez, E. N. Cárcamo-Noriega, L. D. Possani & B. Becerril.

2017. Updating knowledge on new medically important scorpion species in Mexico. *Toxicon* 138:130–137.
- Rodríguez-Cabrera, T. M., C. A. Martínez-Muñoz & R. Teruel. 2015. Predation by the scorpion *Rhopalurus junceus* (Scorpiones: Buthidae) on the centipede *Scolopocryptops ferrugineus* (Scolopendromorpha: Scolopocryptopidae). *Revista Ibérica de Aracnología* 26:85–86.
- Smith, A. D., J. S. Wilson & A. I. Cognato. 2015. The evolution of Batesian mimicry within the North American Asidini (Coleoptera: Tenebrionidae). *Cladistics* 31(5):441–454.
- Tschinkel, W. R. 1975. A comparative study of the chemical defensive system of tenebrionid beetles. Defensive behavior and ancillary features. *Annals of the Entomological Society of America* 68(3):439–453.
- Van Der Putten, W. H., P. C. De Ruiter, T. M. Bezemer, J. A. Harvey, M. Wassen & V. Wolters. 2004. Trophic interactions in a changing world. *Basic and Applied Ecology* 5(6):487–494.
- Velasco Corona, C., M. del C. Corona-Vargas & R. Peña-Martínez. 2007. *Liometopum apiculatum* (Formicidae: Dolichoderinae) y su relación trofobiótica con hemiptera sternorrhyncha en Tlaxco, Tlaxcala, México. *Acta Zoológica Mexicana (N.S.)* 23(2): 31–42.
- Webber, M. M. & M. R. Graham. 2013. An Arizona bark scorpion (*Centruroides sculpturatus*) found consuming a venomous prey item nearly twice its length. *Western North American Naturalist* 73(4):530–532.

*Received 14 Apr 2021; accepted 7 June 2021. Publication date 7 Dec 2021*

*Subject editor Richard S. Zack*