



## Una especie nueva de alacrán del género *Centruroides* de importancia médica (Scorpiones: Buthidae) del estado de Guerrero, México

### A new scorpion species of medical importance of the genus *Centruroides* (Scorpiones: Buthidae) from the state of Guerrero, Mexico

José Guadalupe Baldazo-Monsivaiz<sup>1</sup>, Javier Ponce-Saavedra<sup>2✉</sup> y Miguel Flores-Moreno<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Unidad Académica No. 13, Universidad Autónoma de Guerrero, Av. Universidad s/n, Col. El Limón, 40880 Zihuatanejo, Guerrero, México.

<sup>2</sup>Laboratorio de Entomología "Biól. Sócrates Cisneros Paz", Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Edificio B-4 2o piso, Ciudad Universitaria, 58060 Morelia, Michoacán, México.

<sup>3</sup>Centro de Investigación de Enfermedades Tropicales, Universidad Autónoma de Guerrero, Av. Pino s/n, Colonia El Roble, 39640 Acapulco, Guerrero, México.

✉javierpon@gmail.com

**Resumen.** Se describe *Centruroides villegasi* sp. nov. del municipio de Chilapa de Álvarez, Guerrero, que es la novena especie de *Centruroides* registrada para el estado. Se compara con *C. limpidus* (Karsch, 1879) por su parecido morfológico y por habitar la misma zona geográfica. Se compara también con *C. balsasensis* Ponce y Francke, 2004, *C. meisei* Hoffmann, 1938 y *C. tecomanus* Hoffmann, 1932, por pertenecer al grupo "alacranes rayados" (*sensu* Hoffmann, 1932), por su parecido morfológico y por su registro en Guerrero. Es una especie de importancia médica que no se había recolectado o reconocido previamente. Se incluye una lista de las especies de alacranes reconocidas para Guerrero, después de actualizar datos y hacer las correcciones necesarias a los registros históricos para el estado.

Palabras clave: *Centruroides*, sistemática, análisis morfométrico, Guerrero, México.

**Abstract.** *Centruroides villegasi* sp. nov. from the municipality of Chilapa de Álvarez, Guerrero, Mexico is described. It is the ninth species of *Centruroides* reported for this state. The new species is compared with *C. limpidus* (Karsch, 1879) which is morphologically similar and inhabits the same geographic zone. The species *C. balsasensis* Ponce and Francke, 2004, *C. meisei* Hoffmann, 1938, and *C. tecomanus* Hoffmann, 1932 are also compared because they are found in Guerrero and belong to the "striped scorpions" group (*sensu* Hoffmann, 1932), and therefore they are morphologically similar to the new species. It is a species of medical importance that had not been collected or recognized previously. A list of species of scorpions recorded for the state of Guerrero is included after the revision and correction of historical records.

Key words: *Centruroides*, systematics, morphometric analysis, Guerrero, Mexico.

### Introducción

El estado de Guerrero se ubica bajo la influencia de las regiones biogeográficas Neártica y Neotropical. Presenta un relieve topográfico muy variado al ser atravesado por la sierra Madre del Sur y parte del Eje Neovolcánico, lo que genera una gran diversidad de biomas y por lo tanto alta biodiversidad en flora y fauna. Conabio en 1998, ubica a Guerrero en cuarto lugar en biodiversidad entre los estados de la República Mexicana. Esta diversidad también se ve reflejada en diversidad aracnofaunística. En los estudios faunísticos que históricamente se han realizado en el estado, se han registrado 29 especies de alacranes. Al revisar, corregir y actualizar estos datos, el número se reduce a 24

especies de las cuales 9 corresponden a la familia Buthidae, género *Centruroides* Marx, 1890; 7 a la familia Vaejovidae pertenecientes a los géneros *Hoffmannius* Soleglad y Fet, 2008, *Kochius* Soleglad y Fet, 2008, *Thorellius* Soleglad y Fet, 2008 y *Vaejovis* C.L. Koch, 1836; 7 especies de la familia Scorpionidae representada por los géneros *Bioculus* Stahnke, 1968 y *Diplocentrus* Peters, 1861; además de 1 especie del género *Hoffmannihadrurus* Fet y Soleglad, 2004 de la familia Caraboctonidae (Cuadro 1).

El pionero en el estudio de la escorpiofauna de Guerrero fue Pocock (1902), quien reporta la presencia de *Centruroides margaritatus* (Gervais, 1841) en la sierra Madre del Sur y Dos Arroyos (en la región de Acapulco); *C. nigrescens* (Pocock, 1898) en Xautipa y Amula; *C. fulvipes* (Pocock, 1898) en Xautipa; *C. elegans* (Thorell, 1876) en Acapulco, Amula y Omiltemi; *Vaejovis variegatus* Pocock, 1898 en Amula y *V. pusillus* Pocock,

**Cuadro 1.** Especies de alacranes registradas para el estado de Guerrero

<i>Familia</i>	<i>Especie</i>	<i>Referencias</i>
<b>Buthidae</b>	<i>Centruroides balsasensis</i> Ponce-Saavedra y Francke	Ponce-Saavedra y Francke, 2004. Ponce-Saavedra y Moreno 2005.
	<i>Centruroides edwardsii</i> (Gervais 1843)	Armas. Teruel y Kovarick 2011.
	<i>Centruroides fulvipes</i> (Pocock)	Pocock, 1902; Hoffmann, 1932; Díaz-Nájera, 1975; Beutelspacher, 2000; González- Santillán, 2001; Ponce-Saavedra y Moreno 2005.
	<i>Centruroides limpidus</i> (Karsch,)	Hoffmann, 1932; Díaz-Nájera, 1975; Beutelspacher, 2000; Fet et al., 2000; Lourenço y Sissom, 2000; González- Santillán, 2001; De Armas et al., 2003; Ponce-Saavedra y Moreno 2005.
	<i>Centruroides meisei</i> Hoffmann	Hoffmann, 1932, 1939; Armas y Martín Frías, 1999; Fet et al., 2000; González- Santillán, 2001; De Armas et al., 2003; Ponce-Saavedra y Moreno 2005.
	<i>C. nigrescens</i> (Pocock)	Pocock, 1902; Hoffmann, 1932; Díaz-Nájera, 1975; Beutelspacher, 2000; Fet et al., 2000; González- Santillán, 2001; De Armas et al., 2003; Ponce-Saavedra y Moreno 2005.
	* <i>Centruroides nigrimanus</i> (Pocock)	Díaz-Nájera, 1975; Fet et al., 2000; González- Santillán, 2001; Ponce-Saavedra y Moreno 2005.
	<i>Centruroides tecomanus</i> Hoffmann	Quijano et al., 2010.
	<i>Centruroides villegasi</i> Baldazo, Ponce y Flores	Este trabajo
	<b>Caraboctonidae</b>	<i>Hoffmanniadrurus gertschi</i> (Soleglad)
<b>Scorpionidae</b>	<i>Bioculus parvulus</i> Martín-Frías	Martín-Frías, 2004; Francke, 2007.
	<i>Diplocentrus bellator</i> Teruel	Teruel, 2003.
	<i>Diplocentrus churumuco</i> Francke y Ponce	Francke y Quijano, 2009; Baldazo-Monsivaiz et al., 2011.
	<i>Diplocentrus coylei</i> Fritts y Sissom	Fritts y Sissom, 1996; Beutelspacher, 2000; Fet et al., 2000; González- Santillán, 2001; Teruel, 2003; Francke y Ponce-Saavedra, 2005.
	<i>Diplocentrus magnus</i> Beutelspacher y López- Forment	Beutelspacher y López-Forment, 1991; Beutelspacher, 2000; Fet et al., 2000; González- Santillán, 2001; Teruel, 2003.
	<i>Diplocentrus majahuensis</i> Baldazo-Monsivaiz	Baldazo-Monsivaiz, 2003.
	<i>Diplocentrus tehuacanus</i> (Hoffmann)	Hoffmann, 1931; Francke, 1977; Fritts y Sissom, 1996; Beutelspacher, 2000; Fet et al., 2000; Teruel, 2003.
<b>Vaejovidae</b>	<i>Hoffmannius. punctatus</i> Karsch	Pocock, 1902; Hoffmann, 1931; Díaz-Nájera, 1975; González- Santillán, 2001; Quijano et al., 2011.
	<i>Kochius atenango</i> Francke y González- Santillán	Francke y González-Santillán, 2006; Quijano et al., 2011.
	<i>Thorellius cisnerosi</i> Ponce y Sissom	Ponce-Saavedra y Sissom 2004.
	<i>Thorellius occidentalis</i> Hoffmann	Hoffmann, 1931; Sissom, 1989; Beutelspacher, 2000; Fet et al., 2000; González- Santillán, 2001.

**Cuadro 1.** Continúa

<i>Familia</i>	<i>Especie</i>	<i>Referencias</i>
	<i>Vaejovis acapulco</i> Armas y Martín-Frías	Armas y Martín Frías, 2001; Francke y Ponce-Saavedra, 2005.
	<i>Vaejovis curvidigitus</i> Sissom	Sissom, 1991; Beutelspacher, 2000; Fet et al., 2000; González- Santillán, 2001; Sissom y González –Santillán, 2004.
	<i>Vaejovis pusillus</i> Pocock	Pocock, 1902; Hoffman, 1931; Sissom, 1989; Beutelspacher, 2000; Fet et al., 2000; Hendrixson y Sissom, 2001; Miranda-López et al., 2010.

1898 en Omiltemi. Posteriormente, en lo que refiere a las especies del género *Centruroides* Hoffmann (1932) amplió el reconocimiento de las especies de la familia Buthidae para Guerrero, reportando a *C. margaritatus* en Acapulco, *C. limpidus* (Karsch, 1879) en Iguala y *C. elegans meisei* Hoffmann, 1938 en la costa del estado. Díaz-Nájera (1975) realizó una nueva revisión taxonómica de los alacranes del país encontrando como nuevas aportaciones para el estado a *C. gracilis* (Latreille, 1804) recolectada en Jalpan y *C. nigrimanus* (Pocock, 1898) en Zihuatanejo. Armas y Martín-Frías (1999), en un trabajo que complementa la taxonomía de *C. nigroviratus* (Pocock, 1898) y *C. elegans*, reconocen como especie válida a *C. meisei* Hoffmann 1938, presente en la costa del estado. Ponce y Francke (2004) registraron a *C. balsasensis* Ponce-Saavedra y Francke, 2004 en el municipio de Tzirándaro. Finalmente, Quijano et al. (2010), señalan la presencia de *C. tecomanus* Hoffmann, 1932 en los municipios de la Unión y Petatlán. La revisión de registros y determinaciones mencionadas, permite eliminar de esta lista a *C. elegans*, *C. gracilis* y *C. margaritatus*, manteniendo en duda la presencia de *C. nigrimanus* por no poder revisar el material reportado.

Los alacranes juegan un papel importante como depredadores de plagas y fauna nociva; sin embargo, varias especies son tóxicas y pueden poner en riesgo la vida de personas que sufren su picadura. En México existen aproximadamente 250 especies (Ponce y Francke, 2011), entre las que se encuentra el género *Centruroides* con 37 especies, varias de ellas de importancia médica. México está considerado como el país con mayor índice de alacranismo, reportando anualmente 500 000 personas con intoxicación por picadura de alacrán (IPPA) y alrededor de 700 decesos (González-Rivera et al., 2004). En los 10 años anteriores a 2008, Guerrero ocupó el cuarto lugar en reportes de IPPA, detrás de Colima, Morelos y Nayarit; sin embargo, los casos se han incrementado año con año y en 2009 se ubicó en el tercer lugar, después de Morelos y Colima, con una tasa de 1 507 casos por 100 000 habitantes (Secretaría de Salud, 2009). Los factores geográficos, demográficos y socioeconómicos favorecen este problema (González-Rivera et al., 2004;

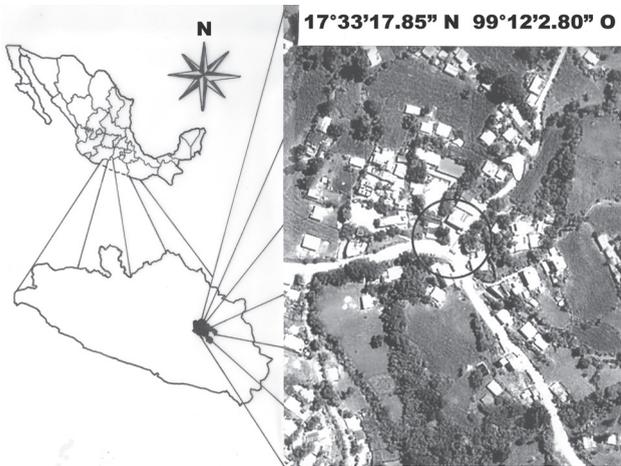
NOM-033-SSA2-2002). En el municipio de Chilapa se registraron 3 072 casos de IPPA en 2009, representando el 7% de los casos en el estado (Secretaría de Salud, 2009). Estudios epidemiológicos muestran alta incidencia de picadura por alacrán dentro del hogar y su entorno exterior (Villegas et al., 1988; Castillo-Pérez, 2002).

Con la intención de conocer las especies de alacranes presentes en el municipio de Chilapa de Álvarez, así como de detectar las causantes del problema de alacranismo, se llevó a cabo el proyecto “Estrategias para disminuir la densidad de alacranes y picadura de alacrán dentro del hogar, en el municipio de Chilapa de Álvarez, Guerrero”, lográndose con ello la captura de la especie objeto de la presente contribución.

### Materiales y métodos

En diciembre de 2009 y 2011, personal del Centro de Investigación de Enfermedades Tropicales (CIET) de la Universidad Autónoma de Guerrero, realizó muestreos de alacranes en las viviendas de 9 localidades del municipio de Chilapa de Álvarez, como parte del proyecto antes mencionado, logrando la captura de ejemplares de *Centruroides limpidus*, *C. nigrescens*, *Hoffmannius punctatus* (Pocock), *Vaejovis curvidigitus* Sissom y algunos otros ejemplares de la familia Vaejovidae que consideramos pudieran representar una especie nueva. Los ejemplares fueron recolectados durante la noche utilizando lámparas de luz blanca y depositados en frascos con alcohol etílico al 70%, con los datos correspondientes.

Se analizaron 10 ejemplares adultos (5 hembras y 5 machos) provenientes de Tlacoaxtla (2 hembras y 3 machos), Xochitempa (2 machos), Conetzingo (1 hembra), El Refugio (1 hembra) y El Jagüey (1 hembra) (Fig. 1). Se compararon con 10 ejemplares adultos de *C. meisei* (5 machos y 5 hembras) procedentes de 3 localidades de la costa de Guerrero, una en La Majahua, municipio de La Unión y 2 en Zihuatanejo. Se compararon morfológicamente y se les hicieron 32 mediciones directas, se calcularon 8 proporciones y se hizo el conteo



**Figura 1.** Ubicación de la comunidad de Tlacoaxtla en el Municipio de Chilapa de Álvarez, Guerrero (modificado de Google Earth 2010®).

de dientes pectinales (Cuadro 2). Los ejemplares se estudiaron y fotografiaron con ayuda de un microscopio estereoscópico (marca Olympus modelo SZX7, equipado con una cámara Evolution MP color media cybernetics) en el Laboratorio de Parasitología del Centro de Investigación de Enfermedades Tropicales (CIET) de la Universidad Autónoma de Guerrero, en la ciudad de Acapulco. La fotografía del ejemplar completo se tomó con una cámara digital Canon SX130 IS con proyección de luz blanca. Se tomaron las medidas de los alacranes utilizando una lente micrométrica ocular de 0.1 mm de precisión y se usó la nomenclatura y mediciones de acuerdo con Stahnke (1970), la nomenclatura tricobotrial de Vachon (1974) y las carenas del metasoma siguiendo a Francke (1977).

Para la comparación estadística se llevó a cabo un análisis morfométrico, en el que se utilizaron 41 variables, 32 mediciones directas, 8 proporciones y el conteo de dientes pectinales (Cuadro 2), incluyendo las medidas de los ejemplares machos y hembras de las 2 poblaciones en estudio. Se aplicó un análisis de agrupación con el método de Ward (varianza mínima) y uso de distancias euclidianas, así como un análisis de componentes principales (ACP) y un análisis discriminante canónico (ADC) para explorar la utilidad y pertinencia de las variables utilizadas. Posteriormente, se aplicó un análisis de correlación múltiple para seleccionar variables que fueran informativas y no redundantes para generar una nueva matriz, la cual se evaluó mediante un ACP para seleccionar las variables de mayor importancia en la separación de las especies. Finalmente, se corroboró la utilidad del conjunto de variables seleccionadas haciendo una nueva clasificación con el ADC. También se evaluaron las variables que permiten diferenciar a las hembras de los machos de la

especie nueva y se aplicó una prueba paramétrica para comparar 2 muestras (T Student) para las medidas y una prueba de Ji-cuadrada para las proporciones.

## Descripción

### *Centruroides villegasi* sp. nov. (Fig. 2)

*Holotipo macho. Patrón de coloración.* Alacrán de color base amarillo, con el dorso más oscuro que la parte ventral. Presenta el patrón típico de los alacranes “rayados”, con un par de rayas negras en las placas dorsales separadas por una banda de color amarillo que corren de manera longitudinal a lo largo del mesosoma (Fig. 3b). Patas de color amarillo y con manchas ligeras dorsolaterales en trocánter, fémur, patela, tibia, basitarso y tarso. Parte distal de manos, dedos, segmentos caudales III, IV, V y vesícula ligeramente más oscuros que el resto del cuerpo.

*Prosoma.* El carapacho (Fig. 3a) tiene 4 líneas oscuras longitudinales bien definidas; las externas inician en la parte posterior de los ojos laterales y convergen hacia el borde posterior hasta la hilera de gránulos transversales donde prácticamente inician las bandas longitudinales del mesosoma; las líneas paramedianas inician en el borde anterior del caparazón y recorren junto al surco medio hasta llegar a los ojos, posteriormente continúan de manera divergente hacia el borde posterior sin llegar a tocarlo. El área de los ojos laterales está intensamente pigmentada. El borde anterior no es recto, sino ligeramente crenulado y recurvado. Existen unas manchas leves entre los bordes laterales y las líneas externas (vistas al microscopio). Los bordes laterales son ligeramente crenulados en el tercio anterior.

*Mesosoma.* Con 2 bandas longitudinales oscuras y anchas separadas por una banda más clara y del color general del cuerpo, más angosta. Bandas formadas por una mancha ancha, oscura e intensa en el preterguito, casi del mismo tamaño que la mancha del posterguito. La mancha del posterguito más pálida que la del preterguito y curva en forma de luna, que al unirse por proyecciones difusas a la mancha del preterguito le da la apariencia de una corona, sobre todo en los terguitos IV y V. La mancha del posterguito no llega al borde posterior (Fig. 3b). Bordes laterales con pigmento bien definido en toda la longitud de las placas I y II, pero a partir de la III disminuye la cantidad de pigmento hasta la placa VII. Banda mesal de color claro, con quilla granular apreciable en posterguitos II-VI siendo más notoria en los posterguitos IV al VI, en donde los gránulos están mejor definidos que en los anteriores. Terguito VII con mancha oscura en el preterguito; en el posterguito la pigmentación está reducida de manera difusa de las quillas medias laterales hacia las quillas laterales (Fig. 3c). Los



peines tienen conteo de 20-20 dientes (Fig. 3d), la base presenta en el borde anterior una escotadura media bien definida y en el borde posterior un lóbulo bien definido en su parte central (Fig. 3e). En el borde posterior de cada placa genital se presentan 3 sedas.

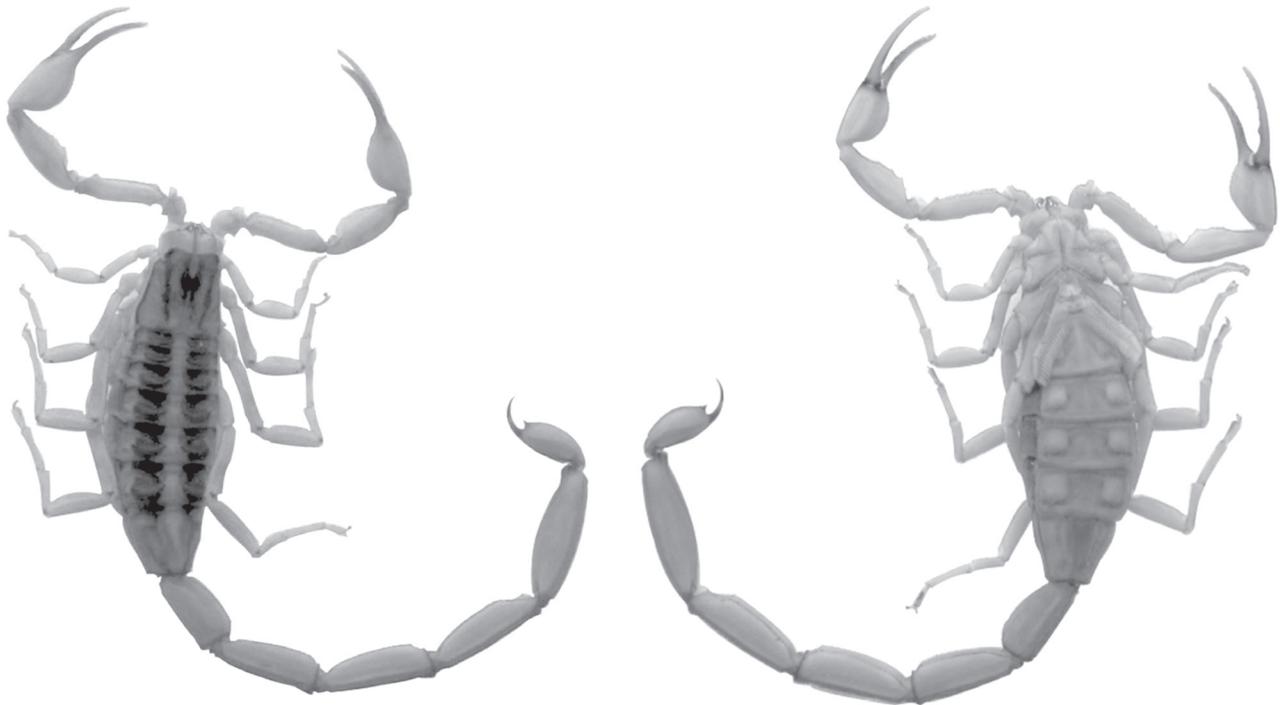
**Metasoma.** La proporción de la longitud del metasoma con respecto a la longitud total del cuerpo es de 1.52. Ventralmente tiene 10 sedas grandes en todos los segmentos, con un patrón regular consistente en 3 sedas a un lado de cada quilla ventral submediana, 2 están localizadas en la base anterior del segmento, 2 a  $\frac{3}{4}$  del segmento y otras 2 en la parte posterior; 1 par de sedas se localiza en la base de la quillas ventrolaterales y 1 par más en posición media sobre el borde posterior distal de cada segmento. De manera más general, se puede resumir en 6 sedas en la mitad distal y 4 en la basal de cada segmento.

**Vesícula y aguijón.** Vesícula alargada con proporción de 2.29 entre la longitud y el alto de la vesícula, presenta tubérculo subaculear cónico y bien desarrollado, con la punta dirigida hacia dos tercios del aguijón (Fig. 3g).

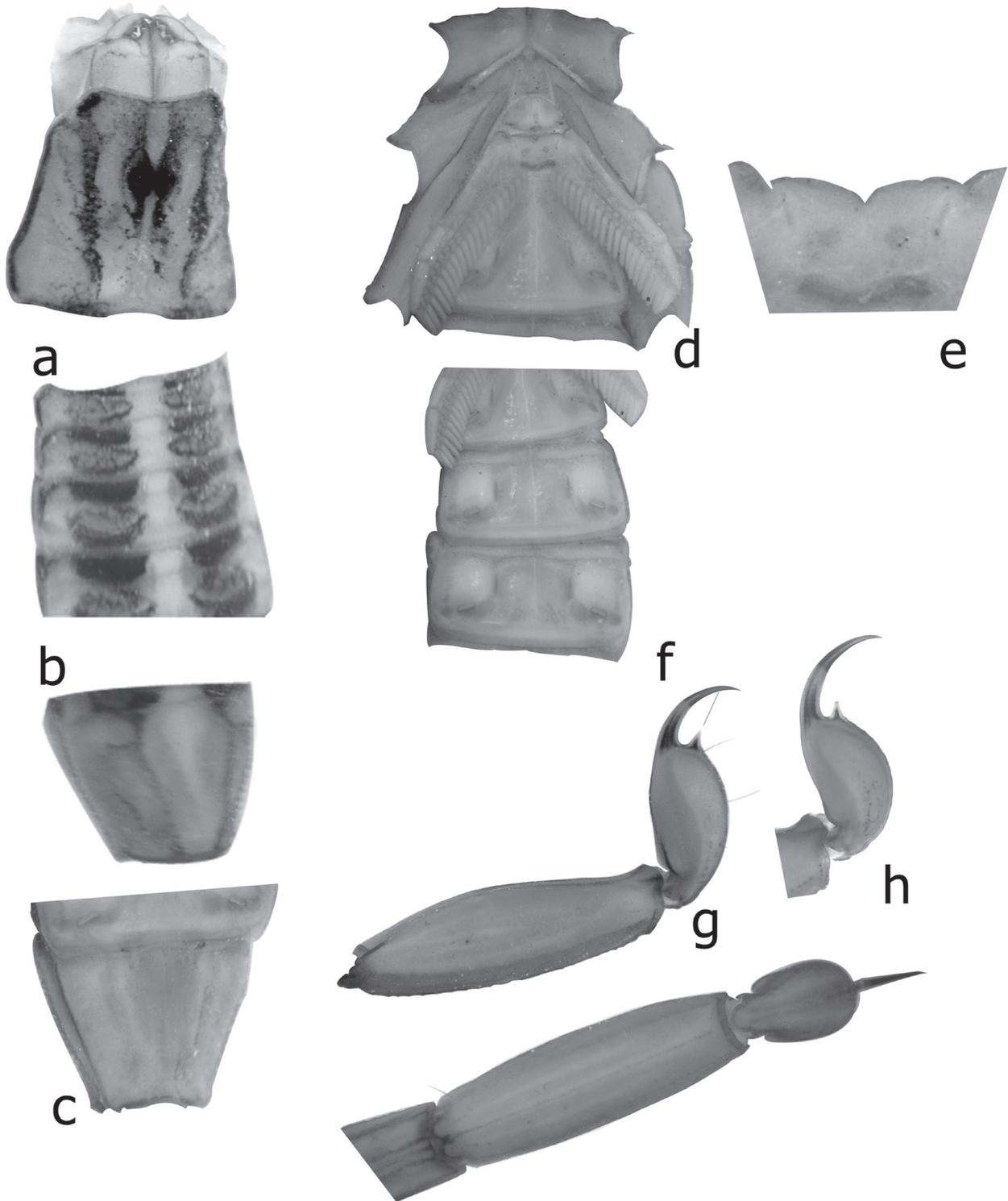
**Pedipalpos.** Con la coloración amarilla base y con manchas pálidas de color negro en la cara dorsal del fémur y patela, semejantes a las que se encuentran en la cara externa del fémur, patela y tibia de las patas. Patrón tricobotrial A-alfa,

típico del género. Son delgados. Las manos presentan dedos con 8 hileras imbricadas de dientes internos (incluyendo la pequeña distal de 4 dientecillos en el dedo móvil y 5 en el dedo fijo). Las carenas de la mano son lisas, poco desarrolladas u obsoletas, excepto la carena interna mediana y la carena dorso-interna que son ligeramente crenuladas. Las carenas del fémur están bien desarrolladas (Fig. 3g). Las carenas externas de la patela son lisas y las internas están bien desarrolladas y granuladas (Fig. 3h).

**Medidas del holotipo macho y paratipos machos y hembras** (ver Cuadro 3). **Variación.** Se pueden encontrar diferencias aparentes entre los machos y hembras en la vesícula y el tubérculo subaculear. En los machos, la vesícula es proporcionalmente más alargada con la proporción longitud/alto estadísticamente mayor ( $p < 0.01$ ) y la punta del tubérculo se dirige a un tercio hacia abajo de la punta del aguijón; mientras que en las hembras, la vesícula es más globosa y el tubérculo subaculear apunta hacia la parte media o el tercio distal del aguijón (Fig. 3h); los machos no presentan lobulación en el quinto esternito, mientras que las hembras sí lo presentan (Figs 5a, 5b); el número de dientes en los peines de los machos fue de 20-23 con moda en 22, en tanto que en las hembras fue de 19-21 con moda en 19. Los machos presentan una fuerte escotadura media



**Figura 2.** Vista dorsal y ventral del macho adulto de *Centruroides villegasi* sp. nov.



**Figura 3.** Características morfológicas de *Centruroides villegasi* sp. nov. a), carapacho; b), vista dorsal de los terguitos mesosomales II-V; c), tergito y esternito mesosomal VII; d), coxapófisis, esternón, placas genitales y peines; e), base de los peines; f), esternitos IV-VI mostrando el borde posterior recto (sin lóbulo); g), vista lateral y ventral del segmento caudal V, vesícula y aguijón del macho y h), vista lateral de la vesícula y aguijón de la hembra.

**Cuadro 3.** Medidas tomadas al material tipo de *Centruroides villegasi* sp. nov.

<i>Medidas tomadas/machos</i>	<i>Paratipos macho (medidas en mm)</i>				
	<i>Holotipo</i>	<i>PM1</i>	<i>PM2</i>	<i>PM3</i>	<i>PM4</i>
Carapacho (Largo/Ancho)	4.75/4.00	4.50/3.70	4.30/3.60	4.30/3.55	4.20/3.60
Long. del mesosoma incluyendo SMVII	12.90	12.25	11.25	11.37	12.20
Conteo pectinal	20-20	22-22	21-22	20-21	23-22
Segmento caudal I (largo/ancho)	4.30/2.35	3.95/2.30	3.75/2.30	3.75/2.30	3.50/2.25
Segmento caudal II (largo/ancho)	5.45/2.25	4.80/2.30	4.90/2.25	4.25/2.30	4.50/2.15
Segmento caudal III (largo/ancho)	6.00/2.25	5.30/2.20	5.35/2.25	4.50/2.30	5.00/2.15
Segmento caudal IV (largo/ancho)	6.75/2.25	5.60/2.20	5.60/2.15	5.10/2.25	5.10/2.10
Segmento caudal V (largo/ancho)	7.25/2.25	6.80/2.20	6.50/2.15	5.75/2.20	6.50/2.10
Vesícula (largo/ancho/alto)	4.00/1.75/1.75	3.50/1.80/1.65	3.50/1.65/1.50	3.50/1.75/1.60	3.45/1.70/1.60
Agujón	1.75	1.65	1.65	1.65	1.65
Long. del metasoma incluyendo vesícula	33.75	29.95	29.60	26.85	28.05
Fémur (largo/ancho)	4.60/1.25	4.30/1.25	4.30/1.20	4.00/1.20	4.00/1.15
Patela (largo/ancho)	5.10/1.75	4.50/1.75	4.50/1.70	4.00/1.70	4.45/1.65
Mano (largo/ancho/alto)	3.65/2.15/2.05	3.20/2.20/2.00	3.25/2.00/1.90	3.20/2.00/1.90	3.16/2.00/1.80
Dedo fijo	4.30	4.05	4.05	4.00	4.05
Dedo móvil	5.10	4.50	4.75	4.80	4.75
Base de los peines (largo/ancho)	0.50/1.12	0.50/1.00	0.45/0.92	0.47/1.05	0.50/1.00
Proporción L/A de la base de los peines	0.44	0.50	0.48	0.44	0.50
Proporción L corporal/L metasoma	1.52	1.55	1.52	1.58	1.58
Longitud corporal (Promedio <b>46.04 mm</b> )	<b>51.40</b>	<b>46.70</b>	<b>45.15</b>	<b>42.52</b>	<b>44.45</b>
	<i>Paratipos hembra (medidas en mm)</i>				
<i>Medidas tomadas/hembras</i>	<i>ph1</i>	<i>ph2</i>	<i>ph3</i>	<i>ph4</i>	<i>Ph5</i>
Carapacho (largo/ancho)	4.80/4.50	5.20/4.35	4.65/3.90	5.10/4.40	4.90/4.50
Long. del mesosoma incluyendo SMVII	12.46	15.00	13.75	12.89	13.42
Conteo pectinal	19-20	19-19	19-19	19-19	20-21
Segmento caudal I (largo/ancho)	3.35/2.80	3.50/2.75	3.35/2.55	3.25/2.85	3.65/2.70

**Cuadro 3.** Continúa

<i>Medidas tomadas/hembras</i>	<i>Paratipos hembra (medidas en mm)</i>				
	<i>ph1</i>	<i>ph2</i>	<i>ph3</i>	<i>ph4</i>	<i>Ph5</i>
Segmento caudal II (largo/ ancho)	4.10/2.60	4.15/2.65	4.00/2.50	4.10/2.75	4.10/2.60
Segmento caudal III (largo/ ancho)	4.25/2.50	4.60/2.60	4.00/2.45	4.25/2.65	4.35/2.50
Segmento caudal IV (largo/ ancho)	4.70/2.40	5.00/2.50	4.75/2.35	5.00/2.60	5.00/2.50
Segmento caudal V (largo/ ancho)	5.50/2.40	6.00/2.50	5.25/2.35	5.35/2.55	5.50/2.50
Vesícula (largo/ancho/alto)	3.25/1.75/1.75	3.25/2.00/1.70	3.15/1.75/1.60	3.30/1.75/1.70	3.50/1.75/1.70
Aguijón	2.00	2.00	1.85	2.05	1.75
Long. del metasoma incluyendo vesícula	25.15	26.50	24.50	25.25	26.10
Fémur (largo/ancho)	4.20/1.15	4.35/1.30	3.90/1.30	4.00/1.30	4.25/1.30
Patela (largo/ancho)	4.70/1.90	5.00/1.90	4.50/1.85	4.50/1.95	4.50/1.90
Mano (largo/ancho/alto)	3.10/2.00/1.85	3.00/2.20/2.00	3.00/2.00/1.85	3.20/2.15/2.10	3.25/2.10/2.10
Dedo fijo	4.50	4.70	4.25	4.40	4.55
Dedo móvil	5.00	5.40	4.90	5.00	5.30
Base de los peines (largo/ancho)	0.67/1.15	0.65/1.15	0.57/1.25	0.62/1.37	0.70/1.22
Proporción L/A de la base de los peines	0.58	0.56	0.45	0.45	0.57
Proporción L corporal/L metasoma	1.68	1.76	1.75	1.71	1.70
Longitud corporal (promedio <b>43.93 mm</b> )	<b>42.41</b>	<b>46.70</b>	<b>42.90</b>	<b>43.24</b>	<b>44.42</b>

en el margen anterior de la base de los peines (Fig. 3e) y ésta no se presenta en las hembras. Morfométricamente, la diferencia en la proporción entre la longitud corporal y la del metasoma es bastante clara, con valores más bajos para los machos (1.52 a 1.58) que para las hembras (1.68 a 1.76), reflejando así el mayor tamaño del metasoma con relación al largo total del cuerpo del animal en los machos, sin que haya diferencia estadística en la longitud corporal ( $p > 0.24$ ). Adicionalmente, se encontraron diferencias estadísticas altamente significativas ( $p < 0.01$ ) en la longitud de los segmentos caudales II, III y V, los cuales son más largos en los machos; mientras que el ancho de los segmentos caudales I-V del metasoma de las hembras es estadísticamente mayor ( $p < 0.0001$ ). Las hembras tienen un aguijón más largo que el de los machos ( $p < 0.01$ ) (Figuras 3g y 3h).

#### *Resumen taxonómico*

Familia Buthidae C.L. Koch, 1837

*Centruroides* Marx, 1890

*Centruroides villegasi* sp. nov.

*Material tipo.* El holotipo es un macho adulto recolectado en Tlacoaxtla, municipio de Chilapa de Álvarez, Guerrero, México (17°33'17.85" N, 99°12'2.80" O) el 5 de diciembre de 2009 por Erasto Muñoz Sánchez depositado en la Colección Nacional de Arácnidos del Instituto de Biología de la UNAM (CNAN-T0734). Un paratipo hembra depositado en la misma colección (CNAN-T0735). Un paratipo macho y uno hembra en la colección del American Museum of Natural History de Nueva York. Un paratipo macho y uno hembra depositados en el Laboratorio de Parasitología del Centro de Investigaciones de Enfermedades Tropicales de la Universidad Autónoma de Guerrero (CIET). Un paratipo macho y uno hembra depositados en el Instituto Nacional de Referencia Epidemiológica (INDRE) y finalmente, un paratipo macho y uno hembra en la colección de alacranes de la Facultad de Biología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

*Distribución.* Actualmente se conoce en las comunidades de Tlacoaxtla, Xochitempa, Conetzingo, El Refugio y

El Jagüey, todas del municipio de Chilapa de Álvarez, Guerrero, México.

**Etimología.** El nombre específico está dedicado al Dr. Ascencio Villegas Arrizón, por sus aportaciones epidemiológicas sobre alacranismo en el estado de Guerrero.

**Material revisado.** Municipio de Chilapa de Álvarez, Guerrero: 1 macho (CIET) Tlacoaxtla, 5-XII-2009, Erasto Muñoz Sánchez. 1 macho (CIET) Xochitempa, 8-XII-2011, Juan de la Cruz. 1 macho (CIET) Xochitempa, 5-XII-2009, Maximinio Sánchez. 1 macho (CIET) Tlacoaxtla, 4-XII-2009, Fabián Sánchez. 1 macho (CIET) Tlacoaxtla, 4-XII-2009, Fernando Ramírez. 1 hembra (CIET) El Refugio, 4-XII-2009, Rafael Tolentino García. 1 hembra (CIET) Tlacoaxtla, 5-XII-2009, Pedro Jerónimo Sánchez. 1 hembra (CIET) Conetzingo, 7-XII-2009, Guadalupe Nava Pacheco. 1 hembra (CIET) Tlacoaxtla, 5-XII-2009, Leonila Moras Contreras. 1 hembra (CIET) El Jagüey, 9-XII-2009, Eliseo Saldaña Tiburcio.

**Comentarios taxonómicos.** *Centruroides villegasi* sp. nov. se compara con *C. limpidus* Karsch, por ser especies simpátridas en algunas comunidades, con *C. balsasensis* Ponce y Francke, con *C. tecomanus* Hoffmann y *C. meisei* Hoffmann, por ser también especies del grupo “rayados” y estar presentes en Guerrero. *Centruroides villegasi* sp. nov. se distingue de *C. balsasensis* porque presenta las 4 líneas negras en el caparazón cefalotorácico típicas del subgrupo *limpidus-elegans*, mientras que los adultos de *C. balsasensis* presentan las líneas laterales ensanchadas en la parte posterior del borde del caparazón cefalotorácico hacia el surco medio y las líneas del surco medio no están presentes en el espacio comprendido entre los ojos medios

y la parte posterior del carapacho. El tubérculo subaculear de *C. villegasi* sp. nov. es largo y dirige su punta hacia el primer tercio posterior de agujón, en cambio en *C. balsasensis*, el tubérculo subaculear es visiblemente más pequeño. Las manchas de los posterguitos de *C. villegasi* sp. nov. no llegan al borde posterior como ocurre en *C. balsasensis*. El conteo de dientes pectinales es claramente más grande en *C. balsasensis* (24-28 en machos, 22-25 en hembras). *Centruroides villegasi* sp. nov. se distingue de *C. tecomanus* porque el diente subaculear no indica hacia la punta del agujón como sucede con *C. tecomanus*, sino que en el macho la punta del tubérculo subaculear apunta hacia el primer tercio del agujón y en la hembra hacia la mitad del mismo. Las manchas oscuras de los terguitos de *C. villegasi* sp. nov. no llegan al borde posterior como sucede con *C. tecomanus*. Geográficamente, *C. tecomanus* es una especie que habita en la costa del Pacífico, mientras que *C. villegasi* sp. nov. se encuentra en la zona continental entre la sierra Madre del Sur a una altitud superior a los 1 400 m. *Centruroides villegasi* sp. nov. se distingue fácilmente de *C. limpidus* porque presenta un tubérculo subaculear cónico bien desarrollado, en tanto que en *C. limpidus* está muy reducido o ausente. El número de dientes pectinales de *C. villegasi* sp. nov. es menor, alcanzando de 20 a 23 en machos (moda= 22 ) y de 19 a 21 en hembras (moda= 19), mientras que en *C. limpidus* es de 22 a 26 en machos (moda= 23) y en hembras de 20 a 23 con moda= 22 (Quijano et al., 2010). Los adultos de *C. villegasi* sp. nov. son más pequeños, alcanzando entre 42 y 51 mm de longitud corporal, en tanto que los de *C. limpidus* alcanzan los 63 mm (Hoffmann, 1932); la base de los peines de *C. villegasi* sp. nov. son más

**Cuadro 4.** Variables seleccionadas para el análisis morfométrico de los machos de *Centruroides meisei* (n=5) y *Centruroides villegasi* sp. nov. (n=5). Las medidas se tomaron en mm. Mismas abreviaturas que en el Cuadro 2

	Carapacho	Cpec	Scaudal I		Scaudal V	Vesícula			Proporciones		
	Largo	(Prom)	Largo	Ancho	Largo	Largo	Ancho	Alto	L/Alto Ves	LSCV /BPAncho	Lfémur/ BPAncho
<i>C. meisei</i>	5.13	23.00	4.90	2.82	7.52	4.17	2.18	2.13	1.95	7.79	5.87
<i>C. meisei</i>	5.38	23.50	5.21	2.84	8.08	4.04	1.98	2.11	1.92	7.57	5.33
<i>C. meisei</i>	5.51	23.00	5.46	2.92	8.15	4.14	2.16	2.13	1.94	7.30	4.95
<i>C. meisei</i>	5.23	20.00	4.98	2.77	7.75	3.94	2.03	2.08	1.89	6.93	4.86
<i>C. meisei</i>	5.36	21.50	4.88	2.79	7.90	3.94	2.06	2.06	1.91	8.41	5.68
<i>C. villegasi</i>	4.75	20.00	4.30	2.35	7.25	4.00	1.75	1.75	2.29	6.47	4.11
<i>C. villegasi</i>	4.50	22.00	3.95	2.30	6.80	3.50	1.80	1.65	2.12	6.80	4.30
<i>C. villegasi</i>	4.30	21.50	3.75	2.30	6.50	3.50	1.65	1.50	2.33	7.07	4.67
<i>C. villegasi</i>	4.30	20.50	3.75	2.30	5.75	3.50	1.75	1.60	2.19	5.48	3.81
<i>C. villegasi</i>	4.20	22.50	3.50	2.25	6.50	3.45	1.70	1.60	2.16	6.50	4.00

rectangulares que los de *C. limpidus*, sobre todo en las hembras. En *C. villegasi* sp. nov. las hembras presentan lóbulo en el esternito V (Fig. 5), el cual no existe en las hembras de *C. limpidus*. Las manchas submedianas de los posterguitos generalmente no llegan a la hilera de gránulos del borde posterior como sucede en *C. limpidus*, además de que puede observarse que las manchas de *C. limpidus* son más anchas en la hilera de gránulos del borde posterior de los posterguitos V y VI que las que se presentan en *C. villegasi* sp. nov. Las manchas de los preterguitos de *C. limpidus* tienen apariencia triangular sobre todo en los preterguitos V y VI, en tanto que en *C. villegasi* sp. nov., son más rectangulares (Fig. 3b).

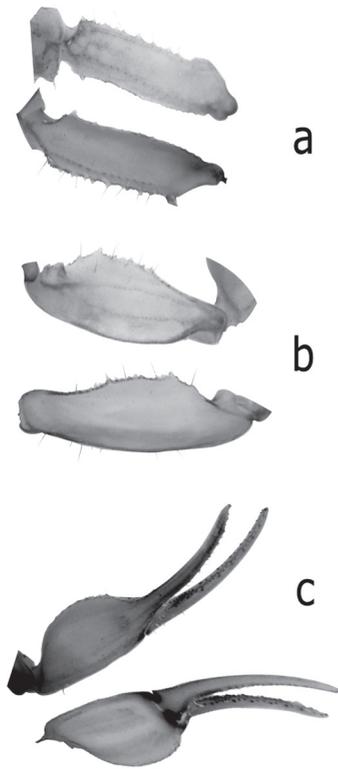
**Análisis morfométrico.** Dado el parecido que *C. villegasi* sp. nov. tiene con *C. meisei*, sobretudo en las hembras, en las que se presenta una ligera curvatura en el margen posterior del esternito V, característica que se utiliza como diagnóstica para *C. meisei*, se realizó un análisis de agrupación mediante el método de varianza mínima o método de Ward con distancias euclidianas con las 41 variables iniciales, encontrando que los ejemplares de hembras y machos de las poblaciones correspondientes a *Centruroides meisei* y *C. villegasi* sp. nov., se agrupan formando cada especie conjuntos claramente distintos (Fig. 5a). En un análisis de componentes principales y un análisis discriminante canónico, se mantuvo el mismo arreglo y se pudieron identificar las variables de mayor importancia para su discriminación (Figs. 5b, 5c; Cuadros 4, 5).

Con la finalidad de detectar variables que permitieran diferenciar con facilidad ambas especies y eliminar en lo posible el efecto de la diferencia de tamaño, se hizo la reducción de variables mediante la correlación múltiple para eliminar redundancias y el ACP para seleccionar las variables más informativas y eliminar “ruido” de la matriz. Con este procedimiento se llegó a una matriz de 11 variables para machos (3 proporciones, 7 medidas directas y el conteo de dientes pectinales) (Cuadro 4) y una de 13 variables para las hembras (6 proporciones y 7 medidas) (Cuadro 5).

Para los machos, se obtuvo un análisis de componentes principales (Fig. 6c) con 93% de variación explicada en los 3 primeros componentes, 79.4% en el primero, en el cual se ubican las variables que refieren a la diferencia en tamaño siendo *C. meisei* de mayores dimensiones ( $t = -6.48$ ;  $p = 0.0002$ ) y también la proporción entre la longitud y el alto de la vesícula, la cual es estadísticamente mayor en *C. villegasi* sp. nov. ( $t = 7.2$ ;  $p = 0.0012$ ), reflejando una vesícula proporcionalmente más larga. También resultaron de importancia y con diferencia estadísticamente significativa las proporciones entre las longitudes del segmento caudal V ( $t = -3.10$ ;  $p = 0.0147$ ) y el fémur ( $t = -4.72$ ;  $p = 0.0019$ ) con el ancho de la base de los peines, que reflejan una placa basal

**Cuadro 5.** Variables seleccionadas para el análisis morfométrico de las hembras de *Centruroides meisei* (n=5) y *Centruroides villegasi* sp. nov. (n=5). Las medidas se tomaron en mm. Mismas abreviaturas que en el Cuadro 2

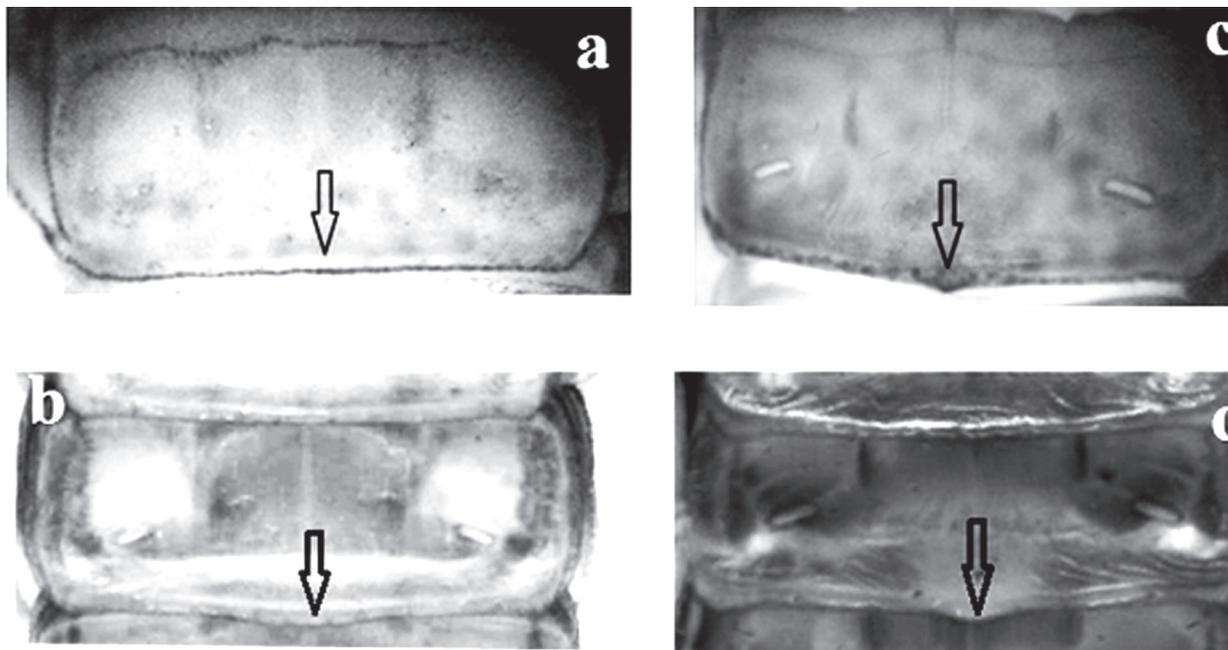
	Scaudal I			Scaudal V			Vesícula			Proporciones							
	Carapacho		Largo	Ancho		Largo	Largo	Ancho	Alto	Base de peines			L/Alto			LSCV /BPAncho	L/fémur/ BPAncho
	largo	largo		largo	largo					largo	largo	largo	largo	largo	largo		
<i>C. meisei</i>	5.74	4.34	3.10	6.96	3.58	2.29	2.18	1.39	1.57	1.64	1.81	5.17	4.17				
<i>C. meisei</i>	5.72	4.29	3.20	6.68	3.35	1.98	2.01	1.41	1.69	1.67	1.66	4.87	3.85				
<i>C. meisei</i>	5.97	4.57	3.35	6.86	3.43	2.06	2.03	1.45	1.67	1.69	1.63	4.82	3.95				
<i>C. meisei</i>	5.72	4.34	3.20	6.68	3.63	2.11	2.06	1.34	1.72	1.77	1.75	5.16	4.20				
<i>C. meisei</i>	5.59	4.19	3.23	6.43	3.40	2.08	2.01	1.43	1.63	1.70	1.69	5.27	4.38				
<i>C. villegasi</i>	4.80	3.35	2.80	5.50	3.25	1.75	1.75	0.58	1.86	1.86	1.68	4.78	3.65				
<i>C. villegasi</i>	5.20	3.50	2.75	6.00	3.25	2.00	1.70	0.57	1.63	1.91	1.50	5.22	3.78				
<i>C. villegasi</i>	4.65	3.35	2.55	5.25	3.15	1.75	1.60	0.46	1.80	1.97	1.62	4.20	3.12				
<i>C. villegasi</i>	5.10	3.25	2.85	5.35	3.30	1.75	1.70	0.45	1.89	1.94	1.56	3.91	2.92				
<i>C. villegasi</i>	4.90	3.65	2.70	5.50	3.50	1.75	1.70	0.57	2.00	2.06	1.55	4.51	3.48				



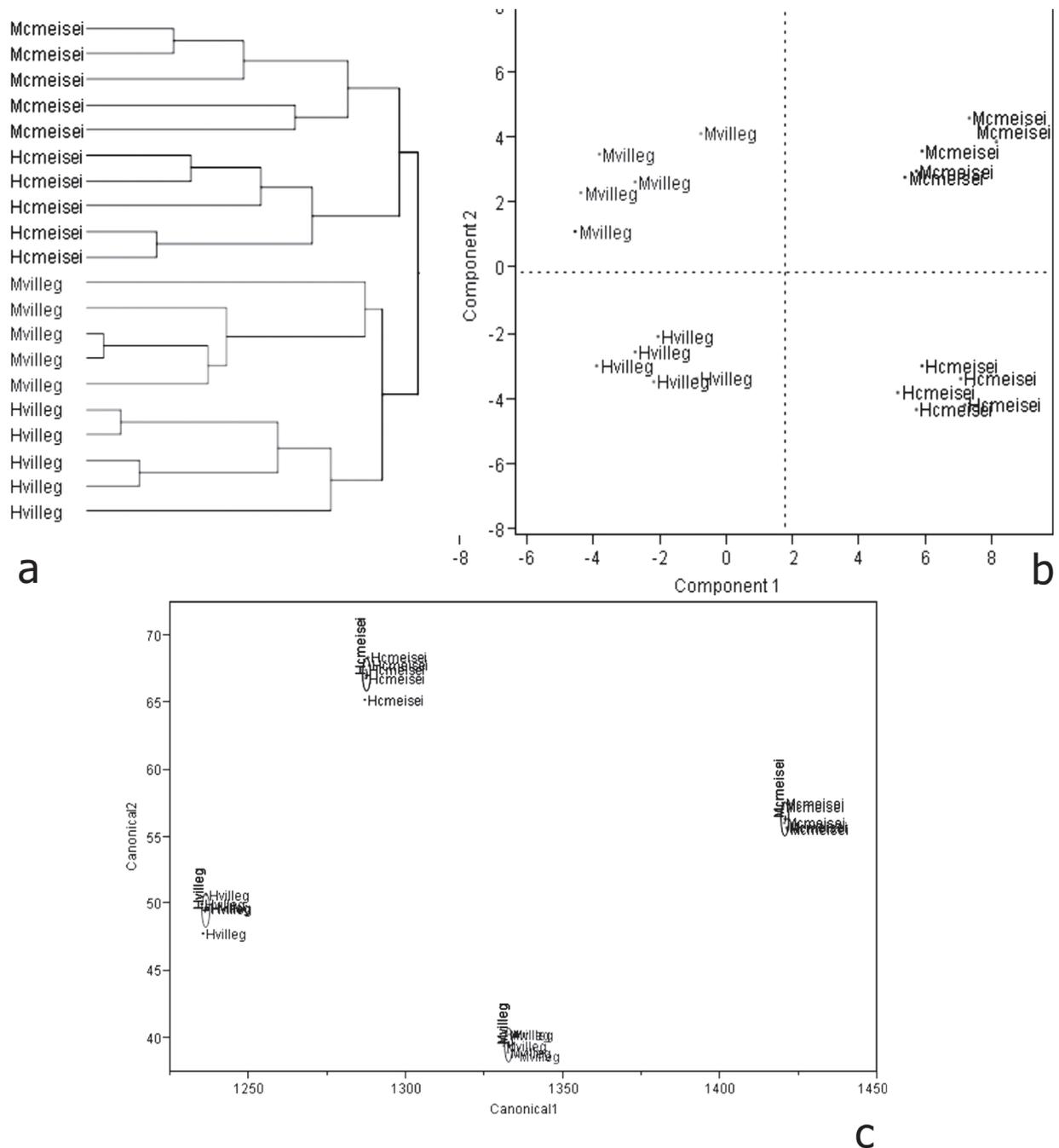
**Figura 4.** Características morfológicas de *Centruroides villegasi* sp. nov. a) vista dorsal y ventral del fémur del pedipalpo; b) vista dorsal y ventral de la patela del pedipalpo y c) vista dorsal y ventral de la mano y dedos de la quela del pedipalpo.

de menores dimensiones en *C. meisei*, lo que le confiere una apariencia menos rectangular. Aunque en promedio hay una aparente diferencia en el conteo de dientes pectinales con mayor número en *C. meisei*, estadísticamente la diferencia no fue significativa, probablemente por efecto del tamaño de muestra. El análisis discriminante (Fig. 6c) mostró que las variables usadas son suficientes para separar adecuadamente a las especies en estudio y permitió identificar lo alto de la vesícula y el ancho del segmento caudal I como otras variables de importancia para identificar a los machos de estas especies (ver Cuadro 2 para medidas).

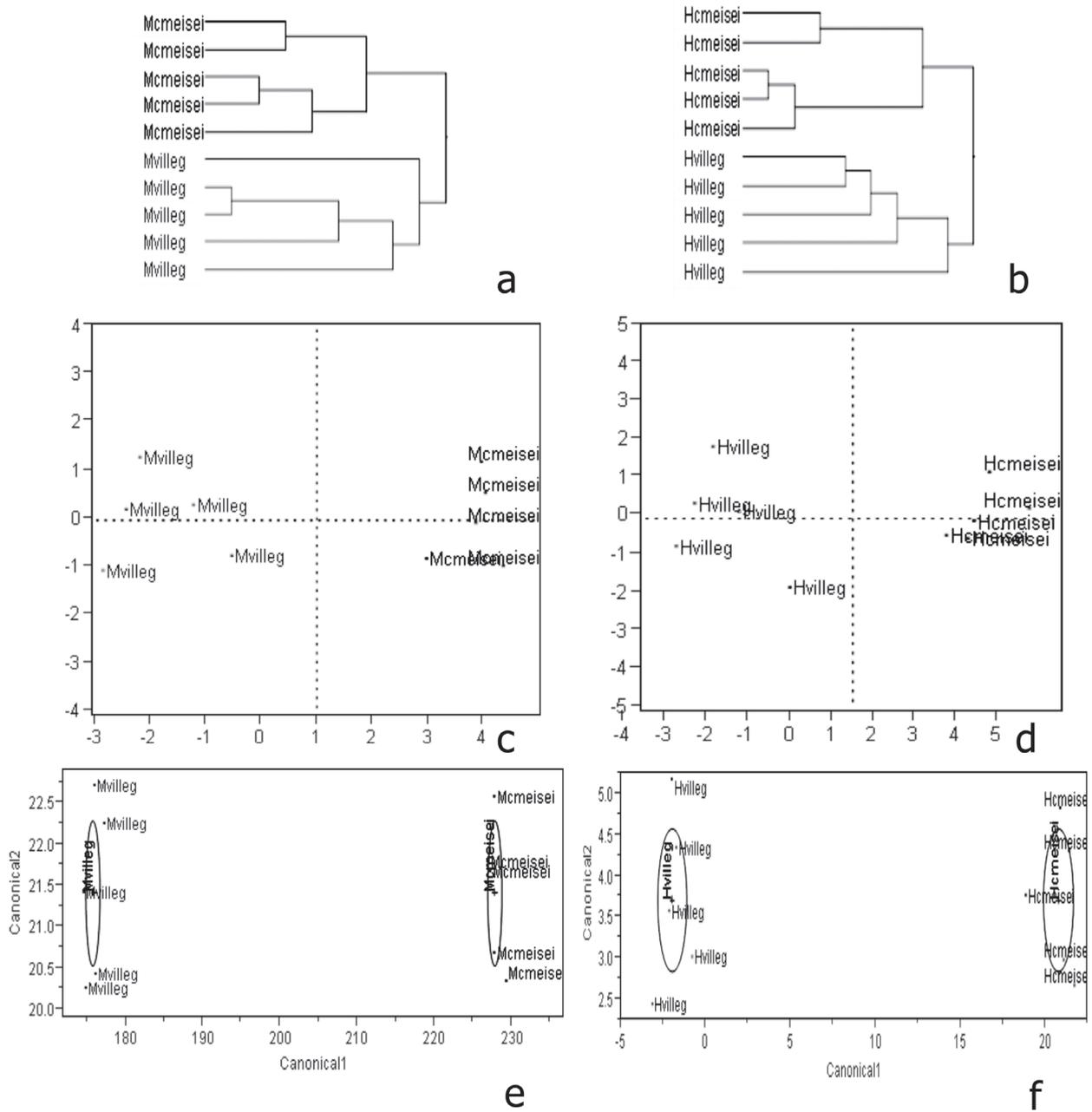
En el caso de las hembras (Figs. 6b, 6d, 6f), el análisis de componentes principales alcanzó 96.33% de variación explicada en el componente principal 1. La proporción entre la longitud del dedo móvil y el alto de la mano fue una variable de importancia y estadísticamente significativa ( $t = -4.465$ ;  $p = 0.0026$ ) que refleja una mano de apariencia más alargada en los ejemplares de *C. meisei*. La proporción entre la longitud y el alto de la vesícula también tuvo una diferencia estadística significativa ( $t = 6.39$ ;  $p = 0.004$ ) y fue una de las variables más informativas para la separación de las especies, reflejando una vesícula más larga y estilizada en las hembras de *C. villegasi* sp. nov. contra una un poco más redondeada en *C. meisei*. La proporción entre la longitud y el ancho de la placa de la base de los peines es mayor en *C. meisei* ( $t = -25.32$ ;  $p < 0.0001$ ), reflejando una forma menos rectangular que la placa de las hembras de *C. villegasi* sp. nov.



**Figura 5.** Comparación del esternito V de *Centruroides villegasi* sp. nov. (a y b) y *Centruroides meisei* (c y d).



**Figura 6.** Gráficos obtenidos en la comparación estadística multivariada de machos y hembras de *C. villegasi* sp. nov. y *C. meisei* utilizando 41 variables: a), agrupación (método de Ward y distancias euclidianas); b), ordenación con los 2 primeros Componentes Principales y c), clasificación con análisis discriminante canónico y 100% de clasificaciones correctas.



**Figura 7.** Gráficos obtenidos con el análisis de 11 variables para machos (izquierda) y 13 para hembras (derecha) de *C. villegasi* sp. nov.: a) y d), agrupación (método de Ward y distancias euclidianas); b) y e) ordenación con los 2 primeros componentes principales; c) y f), clasificación con análisis discriminante canónico y 100% de clasificaciones correctas.

De todas las variables que tuvieron una diferencia estadística significativa, las diferencias en tamaño son efecto de las mayores dimensiones de *C. meisei*; mientras que las proporciones que no mostraron diferencia estadística representan una variación intraespecífica. En el análisis discriminante, la proporción entre la longitud y el ancho de la placa basal de los peines, el ancho del segmento caudal I y el alto de la vesícula, fueron variables determinantes en la clasificación.

También es posible observar otras diferencias morfológicas, los machos de *C. villegasi* sp. nov. no presentan lóbulo en el esternito V, mientras que éste se conserva en los machos de *C. meisei* (Fig. 5). El lóbulo del esternito V presente en las hembras de *C. villegasi* sp. nov. es más largo de un costado hacia el otro y menos pronunciado hacia el esternito VI, mientras que en las hembras de *C. meisei*, es más corto hacia los costados y más pronunciado hacia el esternito VI (Fig. 5).

El tubérculo subaculear de los machos de *C. villegasi* sp. nov. nunca apunta hacia la punta del aguijón y generalmente está orientado hacia el tercio distal de éste (Fig. 3g), mientras que en *C. meisei* casi siempre está orientado hacia la punta del aguijón. El tubérculo subaculear de las hembras de *C. villegasi* sp. nov. no se orienta hacia la punta del aguijón y casi siempre está orientado hacia la parte media de éste, en tanto que en las hembras de *C. meisei*, casi siempre la dirige hacia la punta del aguijón y en menor proporción hacia tres cuartos de éste.

La longitud total de los adultos de *C. villegasi* se encuentra entre los 42 y 52 mm, en comparación con los adultos de *C. meisei* que pueden medir de 50 a 60 mm. Geográficamente, *C. villegasi* se localiza en el centro de Guerrero entre 1 400 y 2 000 m de elevación, mientras que *C. meisei* se localiza en la costa a menos de 800 m.

**Importancia médica.** Estudios epidemiológicos muestran alta incidencia de picadura por alacrán dentro del hogar y su entorno exterior (Villegas et al., 1988), por lo que se realizaron recolectas de alacranes dentro del hogar y en el patio de las comunidades de Tlacoaxtla, El Jagüey, Xochitempa y Conetzingo, encontrando en ellas solamente individuos de *C. villegasi* sp. nov., *C. nigrescens* y *Vaejovis curvidigitus*. Aunque se carece de estudios toxicológicos, consideramos que *C. villegasi* sp. nov. es la especie responsable de los casos de alacranismo en estas comunidades, ya que es el único *Centruroides* rayado encontrado en esa área y de las otras especies se sabe que su toxicidad es baja a muy baja.

## Agradecimientos

A Arcadio Morales Pérez, Alejandro Balanzar Martínez, Patricia Cisneros Memije, José Legorreta

Soberanis, Sergio Paredes Solís, Javier Saldaña Almazán y Elizabeth Nava Aguilera, del Centro de Investigación de Enfermedades Tropicales (CIET) de la Universidad Autónoma de Guerrero, por facilitarnos el material de estudio, el cual capturaron durante el Proyecto de investigación GUE-2008-02-108662: “Estrategias para disminuir la densidad de alacranes y picadura de alacrán dentro del hogar, en el municipio de Chilapa de Álvarez, Guerrero” desarrollado con financiamiento de FOMIX-CONACYT Gobierno del Estado de Guerrero. A Liliana Sarahí Salas Franco por su apoyo durante la toma de fotografías microscópicas. También nuestro más sincero agradecimiento a Oscar F. Francke del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México por sus valiosas sugerencias y la revisión del manuscrito.

## Literatura citada

- Armas, L. F. de y E. Martín-Frías. 1999. Complementos a la taxonomía de *Centruroides nigroviratus* y *C. elegans* (Scorpiones: Buthidae) de México. Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas 44:27-35.
- Armas, L. F. de y E. Martín-Frías. 2001. Dos nuevos *Vaejovis* (Scorpiones: Vaejovidae) de Guerrero y Nayarit, México. Solenodon 1:8-16.
- Armas, L. F. de, E. Martín-Frías y J. Estévez-Ramírez. 2003. Lista anotada de las especies mexicanas del género *Centruroides* Marx, 1890 (Scorpiones, Buthidae). Revista Ibérica de Aracnología 8:93-98.
- Baldazo-Monsivaiz, J. G. 2003. *Diplocentrus majahuensis*, nueva especie de alacrán del Estado de Guerrero, México (Scorpiones, Diplocentridae). Entomología Mexicana 2:73-77.
- Baldazo-Monsivaiz, J. G., J. Ponce-Saavedra, M. Flores-Moreno, A. Balanzar-Martínez, A. Morales-Pérez y E. Nava-Aguilera. 2011. Los alacranes del municipio de Coahuayutla de José María Iizazaga del Estado de Guerrero. Memorias del XVI Foro de Estudios sobre Guerrero. Acapulco de Juárez, Guerrero; 25 de noviembre de 2011. p. 146-150. Versión digital.
- Beutelspacher, C. R. y C. W. López-Forment. 1991. Una nueva especie de *Diplocentrus* (Scorpionida: Diplocentridae) en México. Anales del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología 62:33-40.
- Beutelspacher, C. R. 2000. Catálogo de los Alacranes de México. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México, D. F. 175 p.
- Castillo-Pérez, J., E. Velázquez-Díaz, E. Ramírez-Barba, E. Vargas-Salado y A. Chávez-Haro. 2002. Alacranismo en León, Guanajuato, perspectivas por áreas geoestadísticas básicas urbanas. Acta Universitaria 12:39-49.
- Conabio (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la

- Biodiversidad). 1998. La diversidad biológica de México: estudio de país. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México. 341 p.
- Díaz-Nájera, A. 1966. Alacranes de la República Mexicana: Clave para identificar especies de *Centrurus* (Scorpionida, Buthidae). Revista de Investigaciones de Salud Pública 26:109-123.
- Díaz-Nájera, A. 1975. Lista y datos de distribución geográfica de los alacranes de México (Scorpionida). Revista de Investigaciones de Salud Pública 35:1-36.
- Fet, V., W. D. Sissom, G. Lowe y M. E. Braunwalder. 2000. Catalog of the Scorpions of the World (1758-1998). New York Entomological Society. New York. 690 p.
- Francke, O. F. 1977. Scorpions of the genus *Diplocentrus* Peters from Oaxaca, México. Journal of Arachnology 4:145-200.
- Francke, O. F. 2007. Alacranes (Arachnida: Scorpiones) de Frontera Corozal, en la selva lacandona, Chiapas, México, con la descripción de una nueva especie de *Diplocentrus* (Diplocentridae). Revista Mexicana de Biodiversidad 78:69-77.
- Francke O. F. y E. González-Santillán. 2006. A new species belonging to the *Vaejovis punctipalpi* group (Scorpiones, Vaejovidae) from southern Mexico. Journal of Arachnology 34:586-591.
- Francke, O. F. y J. Ponce-Saavedra. 2005. A new *Vaejovis* (Scorpiones: Vaejovidae) with a subaculear tooth from Michoacan, Mexico. Revista Ibérica de Aracnología 12:63-68.
- Francke, O. F. y J. Ponce-Saavedra. 2005. Especie nueva de *Diplocentrus* (Arachnida: Scorpiones) de Michoacán, México. Revista Mexicana de Biodiversidad 76:49- 53.
- Fritts, D. A. y W. D. Sissom. 1996. Two new *Diplocentrus* (Scorpiones, Diplocentridae) from Mexico. Entomological News 107:39-48.
- González-Rivera, A., P. A. Álvarez-Navarro, E. Lombardo-Aburto, H. Hernández-Orozco, M. López-Alquicira y E. Solórzano-García. 2004. Alacranismo. Acta Pediátrica Mexicana 25:48-58.
- González-Santillán, E. 2001. Catálogo de Escorpiones de la Colección Nacional de Arácnidos (CNAN). Tesis, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. 146 p.
- Hendrixson, B. E. y W. D. Sissom. 2001. Descriptions of two new species of *Vaejovis* C. L. Koch, 1836 from Mexico, with a redescription of *Vaejovis pusillus* Pocock, 1898 (Scorpiones: Vaejovidae). In Scorpions 2001. In Memoriam Gary A. Polis, V. Fet y P.A. Selden (eds.). British Arachnological Society, Burnham Beeches, Bucks. p. 215-223.
- Hoffmann, C. C. 1931. Monografías para la entomología médica de México. Monografía Num. 2. Los escorpiones de México. Primera parte: Diplocentridae, Chactidae, Vejovidae. Anales del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología 2:291-408.
- Hoffmann, C. C. 1932. Monografías para la Entomología Médica de México. Monografía Num. 2. Los escorpiones de México. Segunda parte: Buthidae. Anales del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología 3:283-361.
- Hoffmann, C. C. 1939. Nuevas consideraciones acerca de los alacranes de México. Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología 9:318-337.
- Martín-Frías, E. 2004. Nueva especie de *Bioculus* Stahnke, 1968 (Scorpiones: Scorpionidae: Diplocentrinae) de Guerrero, México. Revista Ibérica de Aracnología 10:297-301.
- Pocock, R. I. 1902. Arachnida, Scorpiones, Pedipalpi and Solifugae. In Biología Centrali-Americana, F. D. Godman y O. Salvin (eds.). Taylor & Francis, Londres. 71 p.
- Ponce-Saavedra, J. y O. F. Francke. 2004. Una nueva especie de alacrán del género *Centruroides* Marx (1890) (Scorpiones, Buthidae) de la depresión del Balsas, México. Acta Zoológica Mexicana (n.s.) 20:221-232.
- Ponce-Saavedra, J. y O. F. Francke. 2011. Nueva especie de alacrán del género *Centruroides* (Scorpiones, Buthidae) del estado de Jalisco, México. Revista Mexicana de Biodiversidad 82:465-474.
- Ponce-Saavedra, J. y R. Moreno-Barajas. 2005. El género *Centruroides* Marx, 1890 (Scorpiones: Buthidae) en México. Biológicas 7:42-51.
- Ponce-Saavedra, J., O. F. Francke, H. Cano-Camacho y E. Hernández-Calderón. 2009. Evidencias morfológicas y moleculares que validan como especie a *Centruroides tecomanus* (Scorpiones: Buthidae). Revista Mexicana de Biodiversidad 80:71-84.
- Quijano-Ravell, A., J. Ponce-Saavedra, O. F. Francke y M. A. Villaseñor-Ramos. 2010. Nuevos registros y distribución actualizada de *Centruroides tecomanus* Hoffman, 1932 (Scorpiones: Buthidae). Ciencia Nicolaita (Méx.) 52:179-189.
- Secretaría de Salud. 2009. Sistema Único de Información para la Vigilancia Epidemiológica/ Dirección General de Epidemiología, 2000-2009.
- SEMARNAT (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2002. Norma Oficial Mexicana: NOM-033-SSA2-2002. Para la vigilancia, prevención y control de la intoxicación por picadura de alacrán. 15 de septiembre de 2003.
- Sissom, W. D. 1989. Redescription of *Vaejovis occidentalis* Hoffmann with a revised diagnosis for *Vaejovis subcristatus* Pocock (Scorpiones, Vaejovidae). Revue Arachnologique 8:179-187.
- Sissom, W. D. 1991. Systematic studies on the *nitidulus* group of the genus *Vaejovis*, with descriptions of seven new species (Scorpiones, Vaejovidae). Journal of Arachnology 19:4-28.

- Sissom, W. D. y E. González-Santillán. 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.
- Soleglad, M. E. 1976. The taxonomy of the genus *Hadrurus* based on chela trichobothria (Scorpionida: Vejovidae). Journal of Arachnology 3:113-134.
- Soleglad, M. E. y V. Fet. 2008. Contributions to scorpion systematics. III. Subfamilies Smeringurinae and Syntropinae (Scorpiones: Vaejovidae). Euscorpius 71:1-115.
- Stahnke, H. L. 1970. Scorpion nomenclature and mensuration. Entomological News 81:297-316.
- Teruel, R. 2003. Un nuevo escorpión del género *Diplocentrus* Peters, 1861 (Scorpiones: Diplocentridae) del Estado de Guerrero, México. Revista Ibérica de Aracnología 8:51-55.
- Vachon, M. 1974. Etude des caractères utilisés pour classer les familles et les genres de Scorpions (Arachnides). 1. La trichobothriotaxie en Arachnologie, sigles trichobothriaux et types de trichobothriotaxie chez les Scorpions. Bulletin du Muséum National d'Histoire Naturelle 3:857-958.
- Vachon, M. 1975. Sur l'utilisation de la trichobothriotaxie du bras des pédipalpes des scorpions (Arachnides) dans le classement des genres de la famille des Buthidae Simon. Comptes Rendus Hebdomadaires des Séances de l'Académie des Sciences, série D 281:1597-1599.
- Villegas, A., N. Anderson, E. Martínez, I. Rodríguez y A. Lagunas. 1988. Alacranismo en Guerrero: un estudio epidemiológico en 20 comunidades. Salud Pública de México 30:234-239.