



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

---

---

POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

INSTITUTO DE BIOLOGÍA

## **Escorpiofauna (Arachnida: Scorpiones) de la Sierra Norte del estado de Oaxaca**

# **T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE :  
**MAESTRO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS**  
P R E S E N T A :  
**BIOL. CARLOS EDUARDO SANTIBÁÑEZ LÓPEZ**

DIRECTOR: DR. OSCAR FEDERICO FRANCKE BALLVÉ

MÉXICO, D.F.

2009



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

**Dr. Isidro Ávila Martínez**  
**Director General de Administración Escolar, UNAM**  
**Presente**

Me permito informar a usted que en la reunión ordinaria del Comité Académico del Posgrado en Ciencias Biológicas, celebrada el día 9 de marzo de 2009, se aprobó el siguiente jurado para el examen de grado de **MAESTRO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS (SISTEMÁTICA)** del alumno **SANTIBAÑEZ LOPEZ CARLOS EDUARDO** con número de cuenta **507019473** con la tesis titulada "**Escorpiofauna (Arachnida: Scorpiones) de la Sierra Norte del estado de Oaxaca.**", realizada bajo la dirección del **DR. OSCAR FEDERICO FRANCKE BALLVE:**

Presidente: DR. JUAN JOSE MORRONE LUPI  
Vocal: DRA. MARÍA DEL CARMEN GUZMÁN CORNEJO  
Secretario: DR. OSCAR FEDERICO FRANCKE BALLVE  
Suplente: M. EN C. ENRIQUE GONZALEZ SORIANO  
Suplente: DR. JAVIER PONCE SAAVEDRA

Sin otro particular, me es grato enviarle un cordial saludo.

**Atentamente**  
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"  
Cd. Universitaria, D.F., a 18 de marzo de 2009.



Dr. Juan Nuñez Farfán  
Coordinador del Programa

c.c.p. Expediente del interesado.

## **AGRADECIMIENTOS**

Al Posgrado en Ciencias Biológicas por la oportunidad de desarrollarme profesionalmente

Al Programa de Becas del CONACYT por el apoyo económico durante el transcurso de estos años

Al Programa de Becas Mixtas del CONACYT y al Programa de Apoyos para el Estudio de Posgrado de la UNAM por el apoyo económico que permitió la estancia académica en el extranjero

A mi Comité Tutorial

Dr. Oscar Francke  
M. en C. Enrique González  
Dr. Javier Ponce Saavedra

**Gracias a todos ustedes por su enorme contribución a mi formación**

**A Sara e Isaac**

## **Agradecimientos**

Al Dr. O. Francke por la confianza depositada en mi durante estos años, por la sabiduría y conocimiento compartido y que en algún momento sabré compensarle.

Al Dr. David y a Diane Sissom por abrirme las puertas a su hogar y permitirme conocer más de un modo de trabajar; además de que sin su apoyo mi estancia no hubiese sido lo mismo.

A mis padres por dejarme ser y en mis caídas levantarme otra vez; por aquellas emociones apagadas y encendidas una vez más; porque mis logros son el reflejo de su enseñanza y cariño.

A Mayra porque no camino solo, por tu luz en la oscuridad y por el agua en la sequía, por la tenacidad y ferocidad de tus respuestas en la ráfaga de la desesperación, por el cobijo en el invierno y por ti enmarcada en mi ser, gracias.

A mis colegas Alejandro, Héctor y Jesús por el apoyo durante esta etapa, porque honestamente no creo que haya ni habrá mejor cuarteto en el posgrado. Salud!!

A los amigos de laboratorio Titis Lewinsky, Dr. Peppor, Peje, Gris, Ricardo, Gabriel, Tania López, Cesar, Diego, Aby, Noe, Mely, Karlita, Cynthia, Sara, por las experiencias que cada uno representa.

A los amigos de la maestría Cris, Paty, Oris, Jorgito, Tania Garrido por su apoyo y amistad.

A mis amigos May, Eli, Hypi, Deni, Juan, Omar, Erick, Koko porque a pesar de que el tiempo y las circunstancias nos alejan siempre encontramos el viento adecuado para volvernos a reunir.

A mi familia por el apoyo incondicional no sólo en el ámbito personal sino también profesional (en especial a mi abue por los alacranes colectados, su valor y respeto a mi vocación).

Al Dr. Morrone y a la Dra. Guzmán por la revisión del escrito.

*“Make myself a pact, not to shut doors on the past  
Just for today,... I am free”*

## ÍNDICE GENERAL

	Página
Lista de figuras	i
Lista de cuadros	viii
Resumen	ix
Abstract	x
I. Introducción	1
II. Objetivos	3
2.1 General	3
2.2 Específicos	3
III. Antecedentes	4
IV. Materiales y métodos	6
4.1 Revisión de colecciones	6
4.2 Trabajo de campo	6
4.3 Trabajo de laboratorio	8
4.4 Métodos para estimar la riqueza de especies	8
4.5 Revisión taxonómica de las especies del género <i>Centruroides</i> Marx 1890 (Scorpiones: Buthidae) distribuidas en el área de estudio	10
4.5.1 Antecedes	10
4.5.2 Procedimiento	12
4.5.3 Descripción de la especie nueva del género <i>Centruroides</i> (Scorpiones: Buthidae)	13
4.6 Revisión taxonómica de las especies del género <i>Diplocentrus</i> Peters 1861 (Scorpiones: Diplocentridae) distribuidas en el área de estudio	13
4.6.1 Descripción de la especie nueva del género <i>Diplocentrus</i>	13
4.7 Revisión taxonómica de las especies de los géneros <i>Megacormus</i> Karsch 1881 y <i>Plesiochactas</i> Pocock 1898 (Scorpiones: Euscorpiidae) distribuidas en el área de estudio	14
4.8 Revisión taxonómica de las especies del género <i>Vaejovis</i> Koch 1860 (Scorpiones: Vaejovidae) distribuidas en el área de estudio	14
4.8.1 Grupo “mexicanus”	14
4.8.2 Grupo “eusthenura”	14
4.8.3 Grupo “nitidulus”	15
4.9 Listado taxonómico de las especies distribuidas en el área de estudio	15
4.10 Ecomorfotipos	15
4.11 Distribución potencial de los escorpiones de los cinco géneros revisados	15

	4.11.1 Distribución real y potencial para todo el estado de Oaxaca de las especies de la Sierra Norte	19
V.	Resultados	20
	5.1 Revisión de colecciones de arácnidos	20
	5.2 Material colectado	21
	5.2.1 Abundancia relativa de las especies encontradas	22
	5.3 Análisis de diversidad	25
	5.3.1 Modelo de función de acumulación de especies no paramétrico	25
	5.4 Revisión taxonómica de las especies del género <i>Centruroides</i> Marx 1890	27
	5.5 Revisión taxonómica de las especies del género <i>Diplocentrus</i> Peters 1861	27
	5.6 Revisión taxonómica de las especies de los géneros <i>Megacormus</i> Karsch 1881 y <i>Plesiochactas</i> Pocock 1900	27
	5.7 Revisión taxonómica de las especies del género <i>Vaejovis</i> Koch 1836	28
	5.8 Listado taxonómico de las especies distribuidas en el área de estudio.	29
	5.8.1 Familia Buthidae C.L. Koch, 1837	29
	5.8.2 Familia Diplocentridae Karsch, 1880	38
	5.8.3 Familia Euscorpiidae Laurie, 1896	46
	5.8.4 Familia Vaejovidae Thorell 1876	50
	5.9 Distribución real y potencial en el estado de Oaxaca de las especies de la Sierra Norte	65
	5.10 Comparación de la distribución potencial con los tipos de vegetación propuestos por Torres-Colín (2004) para la Sierra Norte	76
	5.10.1 Niveles de endemismo	78
VI.	Discusiones	89
VII.	Conclusiones	91
VIII.	Referencias	92
	Anexo I. Clave taxonómica para la identificación de las familias, géneros y especies de los escorpiones de la Sierra Norte	101
	Anexo II. Especies distribuidas en la Sierra Norte de Oaxaca	104

## LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
1	Abundancia relativa de las especies (línea roja) y número de localidades para cada una (línea azul).	23
2	Curvas ajustadas con esfuerzo de recolecta por localidad por dos personas, la abreviatura Sobs representa los datos originales en orden aleatorio.	26
3	Distribución potencial de <i>Centruroides baerigi</i> en la Sierra Norte de Oaxaca, de coloración oscura el área donde convergen la mayoría de los modelos en cuanto a la presencia de este taxón. En puntos azules la distribución conocida de la especie.	31
4	Distribución potencial de <i>Centruroides gracilis</i> en la Sierra Norte de Oaxaca, de coloración oscura el área donde convergen la mayoría de los modelos en cuanto a la presencia de este taxón. En puntos azules la distribución conocida de la especie.	32
5	Distribución potencial de <i>Centruroides nigrimanus</i> en la Sierra Norte de Oaxaca, de coloración oscura el área donde convergen la mayoría de los modelos en cuanto a la presencia de este taxón. En puntos azules la distribución conocida de la especie.	33
6	Distribución potencial de <i>Centruroides nigrovariatus</i> en la Sierra Norte de Oaxaca, de coloración oscura el área donde convergen la mayoría de los modelos en cuanto a la presencia de este taxón. En puntos azules la distribución conocida de la especie.	35
7	Distribución potencial de <i>Centruroides serrano</i> sp. nov. en la Sierra Norte de Oaxaca, de coloración oscura el área donde convergen la mayoría de los modelos en cuanto a la presencia de este taxón. En puntos azules la distribución conocida de la especie.	37
8	Distribución potencial de <i>Centruroides</i> aff. <i>nigrovariatus</i> en la Sierra Norte de Oaxaca, de coloración oscura el área donde convergen la mayoría de los modelos en cuanto a la presencia de este taxón. En puntos azules la distribución conocida de la especie.	38

9	Distribución potencial de <i>Diplocentrus mexicanus mexicanus</i> en la Sierra Norte de Oaxaca, de coloración oscura el área donde convergen la mayoría de los modelos en cuanto a la presencia de este taxón. En puntos rojos la distribución conocida de la especie.	41
10	Distribución potencial de <i>Diplocentrus rectimanus</i> en la Sierra Norte de Oaxaca, de coloración oscura el área donde convergen la mayoría de los modelos en cuanto a la presencia de este taxón. En puntos rojos la distribución conocida de la especie.	43
11	Distribución potencial de <i>Diplocentrus franckei</i> sp. nov. en la Sierra Norte de Oaxaca, de coloración oscura el área donde convergen la mayoría de los modelos en cuanto a la presencia de este taxón. En puntos rojos la distribución conocida de la especie.	45
12	Distribución potencial de <i>Megacormus grubbsi</i> en la Sierra Norte de Oaxaca, de coloración oscura el área donde convergen la mayoría de los modelos en cuanto a la presencia de este taxón. El punto azul la distribución conocida de la especie.	48
13	Distribución potencial de <i>Plesiochactas dilutus</i> en la Sierra Norte de Oaxaca, de coloración oscura el área donde convergen la mayoría de los modelos en cuanto a la presencia de este taxón. En puntos verdes la distribución conocida de la especie.	50
14	Distribución potencial de <i>Vaejovis franckei</i> en la Sierra Norte de Oaxaca, de coloración oscura el área donde convergen la mayoría de los modelos en cuanto a la presencia de este taxón. En puntos rojos la distribución conocida de la especie.	54
15	Distribución potencial de <i>Vaejovis setosus</i> en la Sierra Norte de Oaxaca, de coloración oscura el área donde convergen la mayoría de los modelos en cuanto a la presencia de este taxón. En puntos rojos la distribución conocida de la especie.	55
16	Distribución potencial de <i>Vaejovis alebrije</i> sp. nov. en la Sierra Norte de Oaxaca, de coloración oscura el área donde convergen la mayoría de los modelos en cuanto a la presencia de este taxón. En puntos rojos la distribución conocida de la especie.	57

17	Distribución potencial de <i>Vaejovis prendinii</i> sp. nov. en la Sierra Norte de Oaxaca, de coloración oscura el área donde convergen la mayoría de los modelos en cuanto a la presencia de este taxón. El punto rojo la distribución conocida de la especie.	58
18	Distribución potencial de <i>Vaejovis zapoteca</i> sp. nov. en la Sierra Norte de Oaxaca, de coloración oscura el área donde convergen la mayoría de los modelos en cuanto a la presencia de este taxón. En puntos rojos la distribución conocida de la especie.	60
19	Distribución potencial de <i>Vaejovis oaxaca</i> sp. nov. en la Sierra Norte de Oaxaca, de coloración oscura el área donde convergen la mayoría de los modelos en cuanto a la presencia de este taxón. En puntos rojos la distribución conocida de la especie.	62
20	Distribución potencial de <i>Vaejovis juarezi</i> sp. nov. en la Sierra Norte de Oaxaca, de coloración oscura el área donde convergen la mayoría de los modelos en cuanto a la presencia de este taxón. El punto rojo la distribución conocida de la especie.	63
21	Distribución potencial de <i>Vaejovis</i> aff. <i>solegladi</i> en la Sierra Norte de Oaxaca, de coloración oscura el área donde convergen la mayoría de los modelos en cuanto a la presencia de este taxón. El punto rojo la distribución conocida de la especie.	65
22	Distribución conocida y potencial de <i>Centruroides baergi</i> para el estado, los puntos azules corresponden a localidades georreferidas. El contorno interno indica la zona de estudio o Sierra Norte	66
23	Distribución conocida y potencial de <i>Centruroides gracilis</i> para el estado, los puntos azules corresponden a localidades georreferidas. El contorno interno indica la zona de estudio o Sierra Norte	67
24	Distribución conocida y potencial de <i>Centruroides nigrimanus</i> para el estado, los puntos azules corresponden a localidades georreferidas. El contorno interno indica la zona de estudio o Sierra Norte	67

25	Distribución conocida y potencial de <i>Centruroides nigrovariatus</i> para el estado, los puntos azules corresponden a localidades georreferidas. El contorno interno indica la zona de estudio o Sierra Norte	68
26	Distribución conocida y potencial de <i>Centruroides serrano</i> sp. nov. para el estado, los puntos azules corresponden a localidades georreferidas. El contorno interno indica la zona de estudio o Sierra Norte	68
27	Distribución conocida y potencial de <i>Centruroides</i> aff. <i>nigrovariatus</i> para el estado, los puntos azules corresponden a localidades georreferidas. El contorno interno indica la zona de estudio o Sierra Norte	69
28	Distribución conocida y potencial de <i>Diplocentrus mexicanus mexicanus</i> para el estado, los puntos rojos corresponden a localidades georreferidas. El contorno interno indica la zona de estudio o Sierra Norte	69
29	Distribución conocida y potencial de <i>Diplocentrus rectimanus</i> para el estado, los puntos rojos corresponden a localidades georreferidas. El contorno interno indica la zona de estudio o Sierra Norte	70
30	Distribución conocida y potencial de <i>Diplocentrus franckei</i> sp. nov. para el estado, los puntos rojos corresponden a localidades georreferidas. El contorno interno indica la zona de estudio o Sierra Norte	70
31	Distribución conocida y potencial de <i>Megacormus grubbsi</i> para el estado, los puntos azules corresponden a localidades georreferidas. El contorno interno indica la zona de estudio o Sierra Norte	71
32	Distribución conocida y potencial de <i>Plesiochactas dilutus</i> para el estado, los puntos verdes corresponden a localidades georreferidas. El contorno interno indica la zona de estudio o Sierra Norte	71
33	Distribución conocida y potencial de <i>Vaejovis franckei</i> para el estado, los puntos rojos corresponden a localidades georreferidas. El contorno interno indica la zona de estudio o Sierra Norte	72

34	Distribución conocida y potencial de <i>Vaejovis setosus</i> para el estado, los puntos rojos corresponden a localidades georreferidas. El contorno interno indica la zona de estudio o Sierra Norte	72
35	Distribución conocida y potencial de <i>Vaejovis alebrije</i> sp. nov. para el estado, los puntos rojos corresponden a localidades georreferidas. El contorno interno indica la zona de estudio o Sierra Norte	73
36	Distribución conocida y potencial de <i>Vaejovis prendinii</i> sp. nov. para el estado, los puntos rojos corresponden a localidades georreferidas. El contorno interno indica la zona de estudio o Sierra Norte	73
37	Distribución conocida y potencial de <i>Vaejovis zapoteca</i> sp. nov. para el estado, los puntos rojos corresponden a localidades georreferidas. El contorno interno indica la zona de estudio o Sierra Norte	74
38	Distribución conocida y potencial de <i>Vaejovis oaxaca</i> sp. nov. para el estado, los puntos rojos corresponden a localidades georreferidas. El contorno interno indica la zona de estudio o Sierra Norte	74
39	Distribución conocida y potencial de <i>Vaejovis juarezi</i> sp. nov. para el estado, el punto rojo corresponde a localidades georreferidas. El contorno interno indica la zona de estudio o Sierra Norte	75
40	Distribución conocida y potencial de <i>Vaejovis</i> aff. <i>solegladi</i> para el estado, el punto rojo corresponde a localidades georreferidas. El contorno interno indica la zona de estudio o Sierra Norte	75
41	Distribución de las especies del género <i>Centruroides</i> Marx 1890 del grupo “gracilis” en el estado de Oaxaca. Círculos <i>C. gracilis</i> , Cuadrados <i>C. nigrimanus</i> . El contorno interno indica la zona de estudio de la Sierra Norte.	80
42	Distribución de las especies del género <i>Centruroides</i> Marx 1890 del grupo “nigrovariatus” en el estado de Oaxaca. Círculos <i>C. nigrovariatus</i> , Cuadrados <i>C. serrano</i> sp. nov., Triángulos <i>C. aff. nigrovariatus</i> y Pentágonos <i>C. baerji</i> . El contorno interno indica la zona de estudio de la Sierra Norte.	81

- 43 Distribución de las especies del género *Diplocentrus* Peters 1861 en el estado de Oaxaca. Círculos *Diplocentrus* sp. nov. A, Cuadrados *D. franckei* sp. nov., Triángulos *D. mexicanus mexicanus*, Pentágonos *D. rectimanus*. El contorno interno indica la zona de estudio de la Sierra Norte. 82
- 44 Distribución de las especies de los géneros *Megacormus* Karsch 1881 y *Plesiochactas* Pocock 1900 en el estado de Oaxaca. Círculos *Megacormus grubbsi*, Cuadrados *Plesiochactas dilutus*. El contorno interno indica la zona de estudio de la Sierra Norte. 83
- 45 Distribución de las especies del género *Vaejovis* Koch 1831 en el estado de Oaxaca Norte. Círculos negros *Vaejovis* aff. *solegladi*, Cuadrados negros *V. franckei*, Cuadrados grises *V. alebrije* sp. nov., Cuadrados blancos *V. prendinii* sp. nov., Cuadrados con punto gris *V. setosus*, Cuadrados con punto blanco *V. zapoteca* sp. nov., Triángulo negro *V. juarezi* sp. nov. (la flecha indica la posición original del mismo atrás del círculo negro), Triángulos grises *V. oaxaca* sp. nov. El contorno interno indica la zona de estudio o Sierra Norte. 84
- 46 Comparación del carapacho entre tres especies del género *Diplocentrus* de la Sierra Norte. a) *Diplocentrus franckei* sp. nov. b) *Diplocentrus mexicanus* y c) *Diplocentrus rectimanus*. Nótese la granulación y la muesca medial en el borde anterior del carapacho. Barras de escala= 2 mm. 85
- 47 Comparación entre la forma y la ornamentación de la quela entre tres especies del género *Diplocentrus* de la Sierra Norte. a) *Diplocentrus franckei* sp. nov. b) *Diplocentrus mexicanus* y c) *Diplocentrus rectimanus*. Barras de escala= 2 mm. 85
- 48 *Megacormus grubbsi*. a) Cara ventral de la patela con cinco tricobotrias (resaltadas por los círculos; barra de escala= 3 mm) y b) Peines de la hembra, la flecha denota la falta de fulcra en ellos (barra de escala= 0.5 mm). 86

49	<i>Plesiochactas dilutus</i> . a) Peines del macho, la flecha indica la presencia de fulcra (barra de escala= 1mm); b) Cara ventral de los cinco segmentos del metasoma, las flechas indican la única quilla ventral media en todos los segmentos (barra de escala= 5 mm); c) Cara ventral de la patela, los círculos negros resaltan 11 tricobotrias (barra de escala= 3mm) y d) Quela del macho mostrando la muesca en el dedo fijo (barra de escala= 5 mm).	86
50	Comparación de la forma de la quela izquierda del pedipalpo entre machos adultos de las especies del grupo <i>mexicanus</i> del género <i>Vaejovis</i> : a) <i>Vaejovis zapoteca</i> sp. nov.; b) <i>Vaejovis franckei</i> ; c) <i>Vaejovis alebrije</i> sp. nov.; d) <i>Vaejovis prendinii</i> sp. nov. y e) <i>Vaejovis setosus</i> . Nótese la presencia de la muesca en los dedos en las dos primeras especies. Barras de escala= 1 mm.	87
51	Comparación de la forma de la quela izquierda del pedipalpo entre las especies del grupo <i>eusthenura</i> del género <i>Vaejovis</i> : a) <i>Vaejovis oaxaca</i> sp. nov. y b) <i>Vaejovis juarezi</i> sp. nov. Barras de escala= 1 mm.	87
52	Posición de la serie de tricobotrias <i>ib – it</i> con respecto al sexto gránulo interno del dedo fijo de la quela del pedipalpo: a) Grupo “ <i>eusthenura</i> ” ( <i>Vaejovis juarezi</i> sp.nov.) y b) Grupo “ <i>mexicanus</i> ” ( <i>Vaejovis prendinii</i> sp. nov.). Barras de escala= 0.5 mm.	88
53	Índice de especies de escorpiones por superficie territorial de la SN y de los estados. Unidades en No. de especies por 1000 km <sup>2</sup> .	90

## LISTA DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Fórmulas de Chazdon et al. (1998) utilizadas en EstimateS 8.0 (tomadas de González-Santillán, 2004).	9
2	Ecomorfotipos definidos por Prendini (2001)	15
3	Mapas utilizados en la modelación de la distribución de las especies en GARP.	18
4	Especies depositadas en las colecciones revisadas	21
5	Especies colectadas en el área de estudio	24
6	Especies, tipos de vegetación y ecomorfotipos de la Sierra Norte	25

## RESUMEN

Se realizó un estudio de diversidad taxonómica del orden Scorpiones en la Sierra Norte de Oaxaca. Se revisaron ejemplares depositados en dos colecciones científicas y se hizo una revisión de la literatura disponible sobre registros de especies en el área. Se llevaron a cabo cuatro periodos de trabajo de campo comprendidos entre los meses de marzo de 2007 a marzo de 2008. Un total de 20 especies se distribuyen en los límites de la Sierra Norte. La especie *Diplocentrus keyserlingii*, reportada en la literatura, no fue colectada. Estas especies pertenecen a cuatro familias y cinco géneros. Se reportan siete especies nuevas para la ciencia pertenecientes a tres géneros, más dos morfoespecies que por falta de material adecuado no pudieron ser descritas. Se confirma que *Diplocentrus mexicanus mexicanus* es endémico del estado de Oaxaca como se había supuesto anteriormente. Se utilizaron estimadores no paramétricos para comparar el esfuerzo de colecta con el número de especies encontradas. Se generaron mapas de distribución potencial de las especies tanto para Sierra Norte como para el estado de Oaxaca. Se incluye una diagnosis y una clave taxonómica para la identificación de las especies.

## ABSTRACT

A taxonomic survey of the order Scorpiones in the Northern Mountain Range of Oaxaca was conducted. Specimens from two scientific collections were revised along with the published records of the species from the area. Four field-collecting periods were conducted between March 2007 and March 2008. Twenty species occur within the boundaries of the Northern Mountain Range besides one published record of *Diplocentrus keyserlingii* that was not collected. These species belong to four families and five genera. Seven species are new to science and belong to three genera, plus two morphospecies which could not be described because of the lack of adequate material. The distribution of *Diplocentrus mexicanus mexicanus* within the boundaries of Oaxaca was confirmed, as had been hypothesized before. Non parametric estimators were used to compare the collecting effort with the total species found. Potential distribution maps of the species from the area were generated. Diagnosis and a taxonomic key for species' identification are included.

## I. INTRODUCCIÓN

Oaxaca es reconocido como el estado con mayor diversidad biológica del país, con 12,974 especies de flora y fauna. Aunque ha sido un territorio ampliamente recorrido y estudiado por colectores nacionales y extranjeros, debido a su extensión y complejidad orográfica no cuenta con un inventario final de su biodiversidad (García Mendoza *et al.*, 2004).

Los artrópodos constituyen el grupo más diverso sobre la Tierra. Tan sólo en el país están representados por 35,062 especies (Llorente *et al.*, 2000). González-Pérez *et al.* (2004) calculan que en Oaxaca se distribuyen aproximadamente 3,112 especies.

Entre los diferentes grupos que conforman el Phylum Arthropoda, los escorpiones presentan una distribución que abarca casi todo el planeta (exceptuando a la Antártica). A nivel mundial existen alrededor de 1,340 especies comprendidas en 163 géneros y 17 familias (Fet *et al.*, 2000; Coddington *et al.*, 2004). En el Continente Americano, son pocos los países que cuentan con revisiones sobre su escorpiofauna: Argentina (Ojanguren-Affilastro, 2005), Brasil (Lourenço, 2002), Cuba (Armas, 1984), Costa Rica (Francke y Stockwell, 1987), Honduras (Stockwell y Teruel, 2002), Trinidad y Tobago (Kjellesvig-Waering, 1966, Francke y Boss, 1986, Prendini, 2001a) y Venezuela (González-Sponga, 1984). México alberga una de las diversidades más alta de escorpiones del mundo, con 7 familias, 22 géneros y más de 200 especies (Lourenço y Sissom, 2000; Sissom y Hendrixson, 2006). Aunque no se ha inventariado toda su fauna, se han realizado algunas sinopsis del conocimiento de la diversidad de estos arácnidos para este país (Beutelspacher, 2000; González-Santillán, 2001, 2003; Lourenço y Sissom, 2000).

La península de Baja California (Williams, 1980), el norte de México (Sissom y Hendrixson, 2006) y los estados de Michoacán (Ponce-Saavedra y Beutelspacher, 2001), Morelos (Córdova-Athanasiadis, 2005) y de México (González-Santillán, 2004) cuentan con inventarios taxonómicos de la diversidad de alacranes,

mientras que en el resto del país no se han realizado este tipo de estudios. En el catálogo de los escorpiones del mundo (Fet *et al.*, 2000) se reportan 26 especies para el estado de Oaxaca; posteriormente Lourenço y Sissom (2000) registran 23 y Beutelspacher (2000) registra un total de 36. Recientemente Santibáñez-López *et al.* (2007) realizan una síntesis bibliográfica sobre el número de especies llegando a un total de 36 especies descritas en 8 géneros y 6 familias, incluyendo especies no registradas anteriormente y descartando algunos registros hechos por Beutelspacher (2000). Santibáñez-López y Francke (2008) describen una nueva especie de *Diplocentrus* del Istmo de Tehuantepec, elevando el número a 37. Sin embargo están depositadas en museos al menos otras 18 especies más por describir (O. Francke, C. Santibáñez-López, .datos no publicados).

## **II. OBJETIVOS**

### **2.1 General**

Hacer el estudio taxonómico de los escorpiones de la región denominada Sierra Norte del estado de Oaxaca.

### **2.2 Específicos**

Evaluar la riqueza de la escorpiofauna de la Sierra Norte de Oaxaca mediante los modelos de funciones de curvas de acumulación.

Describir las especies nuevas del área de estudio.

Elaborar claves para la identificación de los escorpiones de la Sierra Norte de Oaxaca.

### III. ANTECEDENTES

Los estudios sobre escorpiones en el estado de Oaxaca son escasos. La primera especie descrita fue *Diplocentrus keyserlingii* (Karsch, 1880). Posteriormente, Pocock (1898) describe *Centruroides nigrimanus*, *C. nigrovariatus* y *Diplocentrus rectimanus*. Hoffmann (1932) reporta otra nueva especie para la entidad, describiendo *Diplocentrus ochoterenai* del Valle de Cuicatlán-Tehuacán. No fue hasta los años 70 que se describieron nuevas especies para el estado (Francke, 1977) con base en ejemplares depositados en museos (principalmente del Museo Americano de Historia Natural), recolectados en su mayoría en los valles centrales durante los años 50s y 60s. Sin embargo, el resto del estado permanece inexplorado. En la década de los 90s siguieron describiéndose especies colectadas en los valles centrales, el Istmo de Tehuantepec, el Valle de Cuicatlán y algunas zonas accesibles de la Mixteca y de la Sierra Norte.

Ortiz-Pérez *et al.* (2004) dividen al estado de Oaxaca en 12 provincias fisiográficas, de las cuales la denominada Sierra Madre de Oaxaca, con una extensión de 17,519 km<sup>2</sup>, es una de las que cuenta con un mayor número de listados de diversidad biológica. La Sierra Norte de Oaxaca es una subdivisión geopolítica que queda dentro de la Sierra Madre Oriental y comprende tres distritos: Ixtlán de Juárez, Villa Alta y Mixes. De acuerdo con Lorence y García-Mendoza (1989) (citado por García-Mendoza, 2004) la Sierra Juárez (con este nombre se conoce a los distritos de Villa Alta e Ixtlán de Juárez) es un área importante por su riqueza y el número de endemismos.

Francke (1977) reportó la presencia de *Diplocentrus rectimanus* en el municipio de Santa Catarina Ixtepeji, y describió *D. reticulatus* (= *Diplocentrus keyserlingii* Karsch, 1880) del mismo municipio. Por su parte Sissom (1989a) registró la presencia de *Vaejovis franckei* en el municipio de Santa Catarina Ixtepeji.

Tomando estos registros, los ejemplares examinados de otras localidades dentro de estos distritos, y observando los patrones de distribución de los tipos de vegetación propuestos por Torres-Colín (2004) para esta zona (ocho de los 26 tipos), se concluye que la región es de interés para estudios de diversidad taxonómica.

## IV. MATERIALES Y MÉTODOS

### 4.1 Revisión de ejemplares de colección

Se revisaron dos colecciones de arácnidos:

- La Colección Nacional de Arácnidos (CNAN), del Instituto de Biología de la Universidad Autónoma Nacional de México, a cargo del Dr. Oscar F. Francke Ballvé. Base de datos y material colectado recientemente no incluido en la misma.
- La Colección Institucional “Luis F. de Armas”, del Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca (CALA), a cargo del Ing. Marco Antonio Vázquez Dávila. Base de datos y material colectado recientemente no incluido en la misma.

Durante una visita al Dr. W. David Sissom en la West Texas A&M University en Canyon, Texas, EU, se pudieron revisar ejemplares de su colección personal (WDS), así como ejemplares de la colección de escorpiones del Departamento de Invertebrados del American Museum of Natural History, NY (AMNH)

### 4.2 Trabajo de campo

Se llevaron a cabo tres salidas de reconocimiento a la zona, que consistieron en el recorrido de aproximadamente 500 km por carretera para ubicar zonas de colecta potenciales. Ocasionalmente se colectaron algunos ejemplares durante estas salidas. En los meses de junio y julio de 2007, se hicieron dos salidas al campo de 15 días cada una a las zonas mencionadas anteriormente, con un esfuerzo de colecta de dos personas por día-periodo de campo (dos personas por una hora por localidad). Posteriormente se llevó a cabo otra salida de dos días durante marzo de 2008 a cuatro localidades (una de ellas reportada en la literatura) para obtener ejemplares de dos especies: *Diplocentrus keyserlingii* y *Plesiochactas dilutus* Karsch 1881. Por último, se realizó otra salida de dos días durante el mes de junio de 2008 a tres localidades adicionales, para tener una mayor cobertura en el área de estudio.

Los periodos de recolecta se dividieron en diurnos y nocturnos. Durante el día se rodaron piedras, se levantaron y/o descortezaron troncos; en localidades donde se encontraron plantas epífitas se escogieron al azar algunas de ellas y se deshojaron. Los alacranes encontrados se capturaron con pinzas metálicas manteniéndolos vivos dentro de frascos o bolsas de plástico. El trabajo nocturno consistió en utilizar lámparas portátiles de luz negra, iluminando la superficie del suelo, rocas y paredes de casa habitación. Los ejemplares se capturaron también con pinzas de metal y se introdujeron en bolsas de plástico.

Las fechas de recolecta se determinaron con base en el ciclo lunar, ya que se ha observado que en el periodo de luna llena disminuye la actividad de los escorpiones en la superficie, puesto que su fluorescencia es máxima y son detectados por insectos aéreos (Kloock, 2005) y otros depredadores. Además, la luz lunar interfiere con la de las lámparas, disminuyendo su eficiencia (O. Francke comunicación personal).

Los organismos se mantuvieron vivos hasta el día siguiente para ser sacrificados y procesados. El sacrificio de los escorpiones consistió en introducirlos en agua a punto de ebullición, provocándoles un shock térmico. A continuación, se extrajeron del agua y se colocaron en charolas con papel absorbente. Utilizando pinzas adecuadas al tamaño del ejemplar, los quelíceros fueron separados ligeramente para poder observar caracteres importantes en los mismos, así como los dedos de la quela del pedipalpo derecho. Las patas y los pedipalpos asimismo fueron extendidos. Posteriormente se inyectaron con alcohol isopropílico al 80% a través de las pleuras ventrales del mesosoma, hasta observar que los peines se distendían, indicando una buena penetración del líquido preservador. Después se colocaron en frascos de vidrio con alcohol isopropílico al 80%, junto con su respectiva etiqueta de colecta.

El material se depositó en la Colección Nacional de Arácnidos (CNAN), del Instituto de Biología de la UNAM. Los ejemplares tipo serán depositados en la

colección de tipos de la misma colección, algunos paratipos serán también depositados en la colección del American Museum of Natural History (AMNH), New York.

### **4.3 Trabajo de laboratorio**

Los ejemplares recolectados se identificaron siguiendo las diagnósis de los trabajos de Armas (1996), Armas y Martín-Frías (1998), Armas *et al.* (1995, 2004), Francke (1977), Hoffmann (1931, 1932), Martín Frías *et al.* (2005), Pocock (1902), Sissom (1989a, 1989b, 1994a, b) y Soleglad y Sissom (2001), y las claves de Stahnke y Calos (1977) y Stockwell (1992). Mediciones, dibujos y fotografías se realizaron con un microscopio óptico Nikon SMZ800. Abreviaturas: mm= milímetros,  $\bar{x}$ = media,  $\pm$ = desviación estándar.

### **4.4 Métodos para estimar la riqueza de especies.**

El número de especies es la manera más sencilla de describir la diversidad de una comunidad (Gotelli y Colwell, 2001; Jiménez-Valverde y Hortal, 2003). La riqueza biológica vista desde el enfoque estadístico de una curva de acumulación de especies, se describe como una función del esfuerzo de colecta. Estas técnicas extrapolan la riqueza específica contra el tamaño de muestra a una asíntota del total de riqueza (Soberón y Llorente, 1993). Los estimadores no paramétricos son métodos de muestreo teóricos de extrapolación que sólo requieren el número de muestras en las cuales la especie es encontrada. Esto contrasta con los métodos paramétricos que requieren de información acerca de su abundancia absoluta (Brose *et al.*, 2003).

Con base en los resultados de los trabajos de González-Santillán (2004) y Córdova- Athanasiadis (2005), se consideraron sólo dos estimadores no paramétricos basados en incidencia (Chao 2 y Bootstrap, ver cuadro 1). Además se escogieron estos estimadores por el número de unicatas y duplicatas en los muestreos ya que tienen un mayor peso en los mismos. La comparación de la curva obtenida por los estimadores vs el número de especies observada (número

de especies colectadas) fue graficada utilizando el programa Excel<sup>®</sup> (Microsoft Office 2007).

**Cuadro 1.** Fórmulas de Chazdon *et al.* (1998) utilizadas en EstimateS 8.0 (Colwell, 1997)

Nombre	Descripción	Fórmula
Chao 2	Estimador de riqueza basado en incidencia	$S_{est} = S_{obs} + \frac{Q_1^2}{2(Q_2+1)} - \frac{Q_1 Q_2}{2(Q_2+1)^2}$
Bootstrap	Estimador de riqueza en incidencia	$S_{est} = S_{obs} + \sum_{k=1}^{obs} (1-p_k)^m$

Las variables de las fórmulas se listan a continuación:

$S_{est}$  = Número de especies estimadas

$S_{obs}$  = Número de especies obtenidas en el muestreo

$m$  = Número total de muestras

$Q_1$  = Unicatas, número de especies que ocurren en un sola muestra

$Q_2$  = Duplicatas, número de especies que ocurren en dos muestras

$p_k$  = Proporción de muestras que tienen k especies

## 4.5 Revisión taxonómica de las especies del género *Centruroides* Marx 1890 (Scorpiones: Buthidae) distribuidas en el área de estudio

### 4.5.1 Antecedentes

La taxonomía del género *Centruroides* Marx, 1890 es complicada, pues se basa en la morfometría y en la coloración del cuerpo, mostrando estos caracteres gran variación intraespecífica. Esta situación, de acuerdo con Ponce-Saavedra (2003), lleva a determinaciones erróneas y en consecuencia a patrones de distribución en donde se encuentran confundidas más de una especie.

Hoffmann (1931, 1932) realizó un estudio sobre este género en el país y separó según su coloración a las especies en dos grupos: “rayados” y “no rayados”. González-Santillán (2001) y posteriormente Ponce-Saavedra y Moreno-Barajas (2005) reconocen cuatro grupos: los “rayados” (con ocho hileras y con bandas longitudinales que recorren el carapacho y el mesosoma), el grupo “bertholdii” (especies con ocho hileras o series de granulaciones en el borde interno de los dedos del pedipalpo y sin “rayas” longitudinales), el grupo “gracilis” (con nueve hileras) y el grupo “thorelli” (especies de tamaño pequeño y “manchados”).

Stahnke y Calos (1977) dieron a conocer la clave dicotómica más reciente para la identificación de especies de este género y discutieron sobre la variabilidad en la coloración como carácter diagnóstico. A pesar de esta limitante, utilizaron la coloración y no proporcionaron una mejor solución. Armas *et al.* (1995, 2004) y Armas y Martín-Frías (1998) compararon medidas de diferentes estructuras, elevando al rango de especie a *Centruroides chiapanensis* Hoffmann, 1932, *C. chamulaensis* Hoffmann, 1932; *C. tapachulaensis* Hoffmann, 1932; *C. baergi* Hoffmann, 1932 y *C. meisei* Hoffmann, 1938 (todas ellas consideradas subespecies por Hoffmann, 1932).

Wagner (1977) consideró que el número de hileras de gránulos en los dedos del pedipalpo es un carácter válido para la separación de las especies del grupo

“gracilis”. No obstante, muchos autores consideran el uso de este número de hileras confuso, por la presencia de una hilera accesoria terminal que algunos autores cuentan y otros no.

Capés (2002), en su tesis de maestría, llevó a cabo una revisión sistemática del grupo “gracilis”, reconociendo que existe variación en las nueve hileras de gránulos en los dedos del pedipalpo y no en la posición del diente subaculear (que utiliza para separar este grupo en dos subgrupos más). Además, indicó que al menos tres especies tienen un estatus dudoso dentro de este complejo, y que un análisis morfológico no resolvería este problema.

Ponce-Saavedra *et al.* (1999) sugirieron que las variables morfométricas ayudan a tener una mejor caracterización de las especies de *Centruroides*. El análisis morfométrico representa una herramienta útil para el reconocimiento de diferencias entre poblaciones y la posible presencia de dos o más taxones crípticos en una región (Ponce-Saavedra y Moreno-Barajas, 2005).

Ponce-Saavedra (2003) llevó a cabo un estudio ecológico y de distribución del género en la depresión del Balsas en el estado de Michoacán. En dicho estudio señaló que técnicas fenéticas apoyadas con técnicas de análisis multivariado ayudan a separar poblaciones o taxones con el tipo de problema arriba descrito. A partir de este estudio, Ponce-Saavedra y Francke (2004) describieron una especie endémica de esa zona, *C. balsasensis*, la cual era confundida con *C. limpidus* Karsch, 1879, que también se distribuye en la misma zona.

Las técnicas de análisis multivariado han sido utilizadas para observar la variación intraespecífica utilizando caracteres morfológicos y ambientales en poblaciones de *Scorpio maurus palmatus* (Ehrenberg, 1828) de Egipto (Abdel-Nabi *et al.*, 2004), de *Euscorpius tergestinus* (Koch, 1837) en Italia (Vignoli *et al.*, 2005), y para determinar variación morfológica intra e interespecífica en dos especies de *Mesobuthus* (Vachon, 1950) en Turquía (Karatas, 2007).

#### 4.5.2 Procedimiento

Durante la diagnosis de las especies del género se corroboró la presencia de una especie nueva y de al menos dos morfoespecies con un estatus taxonómico dudoso. Se realizó un análisis de variación morfológica para resolver el problema taxonómico de las tres especies.

Se utilizaron para el análisis tres especies descritas: (*C. baergi*, *C. nigrovariatus* Pocock, 1898 y *C. hoffmanni* Armas, 1996) de diferentes localidades de Oaxaca y dos etiquetadas como *C. aff. hoffmanni* y *C. aff. nigrovariatus* de la zona de estudio (las especies de estatus taxonómico dudoso mencionadas anteriormente), así como otra identificada como especie nueva.

Se construyó una matriz de 30 mediciones y conteos además de 11 proporciones (morfología general sigue a Stahnke, 1970 y Sissom, 1990) tomando como base el trabajo de Ponce-Saavedra (2003). Se aplicó una prueba de ANOVA para las mediciones y la prueba de Wilcoxon/Kruskall-Wallis para las proporciones con el objetivo de identificar caracteres que presentaran diferencias significativas. El análisis se hizo por separado para ejemplares adultos de cada sexo ya que existe un marcado dimorfismo sexual en este género. Los valores perdidos (valores no obtenidos) se reemplazaron con la moda poblacional (para el caso de poblaciones grandes) o con la media (de toda la población de la especie en el estudio) para el caso de conteos y la media poblacional para medidas. Este primer análisis mostró que las mediciones y conteos tienen diferencias significativas para ambos sexos (30 variables), mientras que de las proporciones para los machos sólo cuatro presentan diferencias significativas y, para las hembras seis.

Se elaboraron nuevas matrices de datos; sólo con las variables con diferencias significativas y altamente significativas, para cada sexo. Se analizaron mediante el análisis de agrupamiento utilizando el método de mínima variación de Ward (mediante el paquete de STATISTICA 6) y el de promedios aritméticos no

ponderados o UPGMA (NTSypc Rohlf, 2004), utilizando datos estandarizados. A su vez, estas variables se utilizaron para realizar un análisis de componentes principales mediante el programa JMP v.6. Se graficaron los dos primeros componentes principales y se hicieron las discusiones pertinentes.

#### **4.5.3 Descripción de una especie nueva del género *Centruroides* (Scorpiones: Buthidae)**

Para la morfología general se siguió la terminología propuesta por Stahnke (1970), excepto para las quillas del metasoma (Francke, 1977) y para los patrones tricobotriales (Vachon, 1974). Esta descripción se sometió para publicación en la Revista Mexicana de Biodiversidad y actualmente está aceptada.

#### **4.6 Revisión taxonómica de las especies del género *Diplocentrus* Peters 1861 (Scorpiones: Diplocentridae) distribuidas en el área de estudio**

Se realizó la revisión de las especies del género *Diplocentrus* de la región, se obtuvo la fórmula tarsal y el conteo pectinal y se compararon las especies más emparentadas. Se tomaron fotografías de la quela del pedipalpo y el carapacho del macho de cada especie bajo luz UV según Volschenk (2005) para observar las diferencias en la forma y la ornamentación. Se extrajo el hemiespermatóforo de un macho de cada especie de acuerdo con la metodología propuesta por Vachon (1952), para su comparación.

##### **4.6.1 Descripción de la especie nueva del género *Diplocentrus***

Se siguió la terminología propuesta por Stahnke (1970) para la morfología general, excepto para las quillas del metasoma (Francke, 1977) y para los patrones tricobotriales (Vachon, 1974).

#### **4.7 Revisión taxonómica de las especies de los géneros *Megacormus* Karsch 1881 y *Plesiochactas* Pocock 1898 (Scorpiones: Euscorpiidae) distribuidas en el área de estudio**

Con respecto a los géneros *Megacormus* y *Plesiochactas*, se utilizaron los trabajos de Pocock (1898, 1902), Soleglad (1976), Sissom (1994a) y Soleglad y Sissom (2001) para determinar el estatus taxonómico de cada ejemplar. Se realizaron los conteos pectinales y se dibujaron los patrones tricobotriales de la cara externa de la patela, así como de la cara dorso externa de la quela.

#### **4.8 Revisión taxonómica de las especies del género *Vaejovis* Koch 1836 (Scorpiones: Vaejovidae) distribuidas en el área de estudio**

Se realizó una visita de un mes de duración al laboratorio del Dr. W. David Sissom en West Texas A & M University en Canyon, Texas para aprender de uno de los expertos a nivel mundial en la familia Vaejovidae. Se separaron las especies de este género en dos grupos: “eusthenura” y “mexicanus”, con base en la diagnosis de ambos propuesta por diferentes autores (ver más adelante). A continuación se realizaron los conteos de sedas en el metasoma siguiendo la metodología propuesta por Haradon (1983, 1984, 1985) y por Yahia y Sissom (1996), así como el conteo de sedas en el esternito VII para el grupo “mexicanus” y el conteo pectinal para todas las especies.

##### **4.8.1 Grupo “mexicanus”**

Se siguieron las diagnosis propuestas por Soleglad (1973) y Sissom (1989a, 2000).

##### **4.8.2 Grupo “eusthenura”**

Se siguieron las diagnosis propuestas por Williams (1970, 1980) y por Sissom y Hendrixson (2005). Se tiene un manuscrito en preparación, describiendo las dos especies nuevas de este grupo que se distribuyen en la Sierra Norte, en coautoría con el Dr. Sissom.

#### 4.8.3 Grupo “nitidulus”

Se siguieron las diagnósis propuestas por Sissom y Francke (1985), Sissom (1991) y Sissom y González-Santillán (2004)

#### 4.9 Listado taxonómico de las especies distribuidas en el área de estudio

Cinco géneros fueron revisados para los cuales se preparó una diagnósis (y de sus respectivas especies), se incluyó el mapa de distribución potencial en el área de la Sierra Norte de Oaxaca, así como la lista del material examinado.

#### 4.10 Ecomorfotipos

Los ecomorfotipos son las diferentes adaptaciones morfológicas de los organismos en respuesta al sustrato en donde viven. Los ecomorfotipos de los escorpiones fueron propuestos por Prendini (2001). Para la Sierra Norte se reconocen al menos cinco (ver cuadro 2). Los tipos de vegetación, las especies que se distribuyen en ellos y los ecomorfotipos se enlistan en el cuadro 6

**Cuadro 2.** Ecomorfotipos definidos por Prendini (2001).

Ecomorfotipo	Definición
Cortícola	Vive debajo de corteza de árboles caídos o en tocones
Lapidícola	Vive en debajo de rocas, piedras u otros objetos en el suelo
Pelófilo	Vive en “galerías” hechas en el suelo
Rupícola	Vive en paredes de rocas grandes
Troglobio	Vive en cuevas

#### 4.11 Distribución potencial de los escorpiones de los cinco géneros revisados

Para obtener mapas de distribución potencial de las especies en la Sierra Norte, se utilizó el algoritmo genético implementado en el programa GARP (Genetic Algorithm for Rule-set Prediction). Este algoritmo permite generar mapas de presencia/ausencia basándose en patrones físicos (Stockwell y Peters, 1999).

Este tipo de algoritmos han sido aplicados a varios problemas susceptibles a los métodos computacionales tradicionales porque la búsqueda del espacio de todas las posibles soluciones es demasiado grande, para buscar exhaustivamente en un periodo razonable de tiempo. Los algoritmos genéticos presentan una solución heurística a este dilema al escanear a través del espacio y refinando soluciones que muestren valores de optimización altos (Anderson *et al.*, 2003). Estos algoritmos son usados flexiblemente a través de la generación de modificaciones, pruebas e incorporaciones o refutaciones de reglas. La precisión de la predicción se comprueba al comparar un conjunto de puntos remuestreados desde los puntos de ocurrencias conocidos. El resultado es un grupo de 5 a 50 reglas diferentes que en conjunto definen las dimensiones del nicho ecológico de las especies (Peterson y Vieglais, 2001).

GARP evalúa asociaciones no aleatorias entre características ambientales de las localidades donde sabemos que está presente la especie, contra aquellas del área total del estudio, con eso produce un conjunto de reglas heterogéneas que caracterizan los requerimientos ecológicos de las especies, para poder ser proyectadas en mapas y predecir distribuciones geográficas potenciales (Peterson *et al.*, 1999; Anderson y Martínez-Meyer, 2003; Anderson *et al.*, 2003). Se ha demostrado que las pruebas del GARP utilizadas simultáneamente reducen errores de omisión y de comisión y por lo tanto, proveen de una mejor estimación cualitativa de los límites actuales de los nichos de las especies. De esta manera se pueden proyectar en mapas en cualquier sistema de información geográfica de las regiones de interés para predecir distribuciones geográficas (Anderson *et al.*, 2003).

El programa se obtuvo de: <http://www.nhm.ku.edu/desktopgarp/> accesado el 5 de mayo de 2008. El programa consta de dos módulos: Desktop GARP y Dataset Manager, el primero es un algoritmo genético mientras el segundo es un módulo que comprime los mapas en formato ASCII a formato RAW (predeterminado por el software).

Se utilizaron 19 capas (cuadro 2) con una resolución de 1 km<sup>2</sup>, obtenidas de WorldClim (<http://biogeo.berkeley.edu/worldclim/worldclim.htm>, accesado el 3 de mayo de 2008) para el modelaje de todos los géneros. Los mapas fueron recortados con la forma del polígono del estado de Oaxaca, recalculando el tamaño de las celdas (0.0084), así como su conversión a formato ASCII grid utilizando el programa ArcView 3.2 (ESRI, 1998). A continuación se creó una máscara (mask) con la finalidad de que el programa reconozca que área contiene información y cuál no; esto se hizo simplemente copiando una de las capas (en formato ASCII grid) y se pegó en el mismo directorio bajo el nombre de mask.

Las capas fueron convertidas a formato RAW mediante el programa Dataset manager y fueron guardadas en un archivo; posteriormente en Desktop GARP se cargó el archivo mencionando anteriormente, así como el archivo que contiene los datos georreferenciados de las especies a modelar (en formato .xls o .csv). Los datos en estos archivos deben seguir un orden: primero el nombre de la especie, posteriormente la longitud (en formato +/-) y después la latitud. Los parámetros que se consideraron para el cálculo de los modelos fueron: 100 corridas (runs) con un índice de convergencia del 1% (0.01); 1000 iteraciones; y el 100 % de los puntos para entrenamiento (training). Se activó la opción "Best subsets selection parameters", se utilizaron las opciones "extrinsic" en la medida de la omisión y, la opción "Hard" con un 10% en el umbral de la omisión.

Se guardaron los diez mejores modelos bajo estas condiciones en formato ArcView grids. Esto se repitió para cada especie, con el archivo que contienen las capas ambientales utilizadas.

**Cuadro 3.** Mapas utilizados en la modelación de la distribución de las especies en GARP.

\* Código de las capas de Worldclim.

Factor	Mapa	Descripción
Temperatura	Bio 1*	Temperatura media anual
	Bio 2*	Rango medio diario (media del mes (max – min temp))
	Bio 3*	Isotermalidad (Bio 2/Bio 7) (x100)
	Bio 4*	Estacionalidad de temperatura (desviación estándar x100)
	Bio 5*	Temperatura máxima del mes más cálido
	Bio 6*	Temperatura mínima del mes más frío
	Bio 7*	Rango de temperatura anual (bio5-bio6)
	Bio 8*	Temperatura media del trimestre más húmedo
	Bio 9*	Temperatura media del trimestre más seco
	Bio 10*	Temperatura media del trimestre más cálido
Precipitación	Bio 11*	Temperatura media del trimestre más frío
	Bio 12*	Precipitación anual
	Bio 13*	Precipitación del mes más húmedo
	Bio 14*	Precipitación del mes más seco
	Bio 15*	Estacionalidad de precipitaciones (coeficiente de variación)
	Bio 16*	Precipitación media del trimestre más húmedo
	Bio 17*	Precipitación media del trimestre más seco
	Bio 18*	Precipitación media del trimestre más cálido
	Bio 19*	Precipitación media del trimestre más frío

#### **4.11.1 Distribución real y potencial para el estado de Oaxaca de las especies de la Sierra Norte**

Se utilizaron como mínimo cinco puntos diferentes (diferente georreferenciación) para hacer el modelaje de la distribución potencial de las especies. Se incluyeron datos obtenidos de GBIF (Global Biodiversity Information Facility; <http://www.gbif.org> accesado el 3 de mayo de 2008), de la base de datos de la CNAN y de la colección del InDRE (Instituto de Diagnóstico y Referencia Epidemiológicos de la Secretaría de Salubridad).

Los datos que no tenían información geográfica, fueron georreferidos utilizando el programa GeoTrans 2.41 (Geographical Translator, disponible en: <http://earth-info.nga.mil/GandG/geotrans/index.html>) y usando el Archivo Histórico de Localidades del INEGI (<http://mapserver.inegi.gob.mx/AHL/inicio.do;jsessionid=11606DC15BD563CBC68B1DAA6FDC7699> accesado el 3 de mayo de 2008).

## V. RESULTADOS

### 5.1 Revisión de colecciones de arácnidos

La CNAN cuenta con 124 registros de escorpiones para el estado de Oaxaca, 17 especies en cinco géneros y cinco familias, sólo cinco de los cuales corresponden a la zona de estudio (cuadro 4). No obstante, cuatro estaban mal determinadas, ya que corresponden a taxones nuevos.

La CALA alberga 585 ejemplares de escorpiones obtenidos de recolectas en 25 de los 32 distritos de Oaxaca. Se identificaron 14 especies distribuidas en cinco géneros pertenecientes a cinco familias. Según la base de datos de esta colección para Sierra Norte se reportan: tres especies descritas, dos especies nuevas del género *Diplocentrus*, una especie nueva del género *Vaejovis* y una nueva especie del género *Centruroides* (cuadro 4).

La colección personal del Dr. W. David Sissom alberga un ejemplar de la especie *Megacormus grubbsi*, de La Esperanza Comaltepec.

Los ejemplares del AMNH pertenecen a dos especies recolectadas en el área de estudio (ambas nuevas).

**Cuadro 4.** Especies depositadas en las colecciones revisadas.

Especie	Colección	Distrito	Municipio
<i>Centruroides gracilis</i>	CALA	Ixtlán	Santiago Comaltepec
<i>Centruroides nigrovariatus</i>	CALA	Ixtlán	Guelatao de Juárez
	CALA	Ixtlán	Puerta de Sol
	CALA	Ixtlán	Natividad
	CALA	Villa Alta	San Baltasar Yatsachi el Bajo
	CALA	Villa Alta	San Francisco Yovego
	CNAN	Ixtlán	Guelatao de Juárez
	CALA	Ixtlán	Natividad
<i>Centruroides serrano</i> sp. nov.	CALA	Villa Alta	San Idelfonso Villa Alta
<i>Vaejovis franckei</i>	CNAN	Ixtlán	Km 116 a Tuxtepec
	CNAN	Ixtlán	Puerta de Sol
	CALA	Ixtlán	Puerta de Sol
<i>Vaejovis aff. granulatus</i> (identificación errónea, corresponde a <i>V. zapoteca</i> sp. nov.)	CNAN	Ixtlán	Km 116 a Tuxtepec
<i>Vaejovis punctatus punctatus</i> (corresponde a un nuevo taxón: <i>V. prendinii</i> sp. nov.)	CNAN	Ixtlán	Ixtlán de Juárez
<i>Vaejovis "alebrije"</i>	CALA	Ixtlán	Santiago Xiacuí
	CNAN	Ixtlán	Santiago Xiacuí
<i>Plesiochactas dilutus</i>	CALA	Mixes	Santa María Tlahuitoltepec
<i>Diplocentrus mexicanus mexicanus</i>	CNAN	Ixtlán	Xia Guelatao
<i>Diplocentrus</i> sp. A	CALA	Villa Alta	San Francisco Yovego
<i>Diplocentrus franckei</i> sp. nov.	CALA	Villa Alta	San Juan Tabaa
	CALA	Villa Alta	San Baltasar Yatsachi el Bajo

## 5.2 Material recolectado

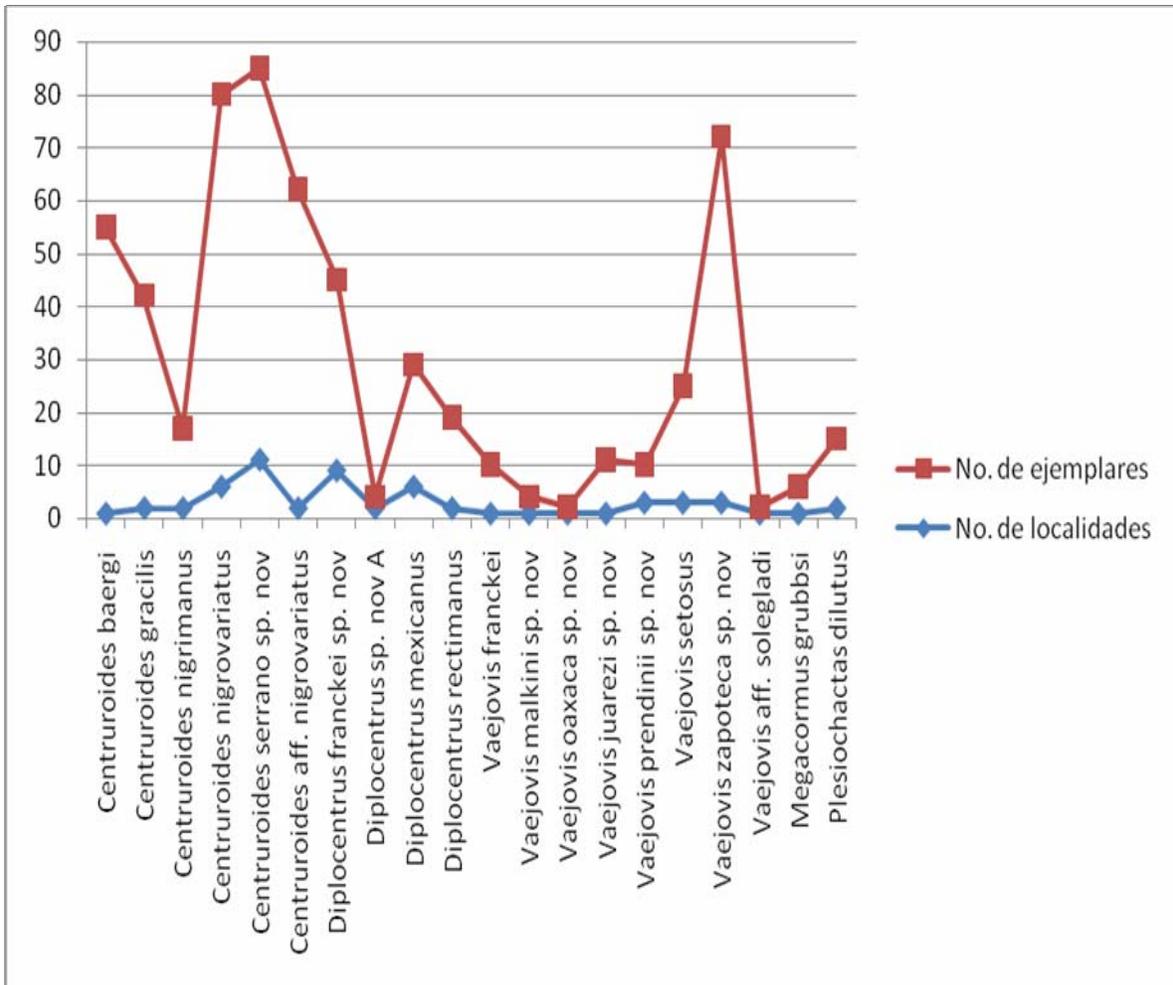
Se realizaron seis salidas a campo durante marzo, abril, junio y julio de 2007 y marzo y junio de 2008, sumando 32 días de recolecta. Se visitó un total de 65 localidades en 24 de las cuales no se obtuvieron ejemplares. Se encontraron un total de 20 especies (cinco géneros, cuatro familias); seis especies del género *Centruroides* Marx 1890, cuatro del género *Diplocentrus* Peters 1861, ocho de *Vaejovis* Koch 1836, una de *Megacormus* Karsch 1881 y otra del género *Plesiochactas* Pocock 1900 (cuadros 4 y 5).

Según los tipos de vegetación y considerando la clasificación de ecomorfotipos propuestos por Prendini (2001b) para los escorpiones, se encontró que en Sierra Norte se distribuyen cuatro de estos ecomorfotipos (ver cuadro 5). Tomando en cuenta las características de estos cuatro ecomorfotipos, se han explorado: cuevas, objetos en el suelo (piedras, troncos, etc.), corteza de árboles, bromeliáceas y galerías en el suelo. De los seis géneros predichos se han colectado cinco, siendo muy improbable la captura del sexto género (*Typhlochactas* Mitchell, 1971) por el escaso conocimiento que se tiene de su biología y porque son muy raros.

La especie *Diplocentrus keyserlingii* no pudo ser recolectada a pesar de haber ido a las localidades mencionadas por Francke (1977). En su lugar se recolectó en una de esas localidades a *Diplocentrus rectimanus*. No se pudo tener acceso a los ejemplares de *D. keyserlingii* que están depositados en el AMNH para constatar su identificación. Hasta no verificarla, la distribución de la especie se incluye dentro de la Sierra Norte de Oaxaca, por ser un registro publicado, sin embargo, no se considera para el análisis de diversidad.

### 5.2.1 Abundancia relativa de las especies encontradas

La abundancia relativa y el número de localidades de las especies recolectadas se presentan en la figura 1. La especie más abundante fue *Centruroides serrano* sp. nov. (74 ejemplares y colectada en 11 localidades). Las especies “raras” (según los criterios de Main, 1982) son *Megacormus grubbsi* y *Plesiochactas dilutus*, especies con densidades bajas y restringidas a dos localidades cada una. Las especies nuevas del género *Vaejovis* (*V. zapoteca* sp. nov., *V. prendinii* sp. nov., *V. alebrije* sp. nov., *V. juarezi*, *V. oaxaca* y *V. aff. solegladi*) presentan densidades bajas y se restringen a una sola localidad cada una.



**Figura 1.** Abundancia relativa de las especies (línea roja) y número de localidades para cada una (línea azul)

**Cuadro 5.** Especies recolectadas en el área de estudio

<b>Género</b>	<b>Especie</b>
<i>Centruroides</i>	<i>nigrimanus</i>
<i>Centruroides</i>	aff. <i>nigrovariatus</i>
<i>Centruroides</i>	<i>gracilis</i>
<i>Centruroides</i>	<i>nigrovariatus</i>
<i>Centruroides</i>	<i>serrano</i> sp. nov.
<i>Centruroides</i>	<i>baergi</i>
<i>Diplocentrus</i>	<i>mexicanus</i>
<i>Diplocentrus</i>	<i>rectimanus</i>
<i>Diplocentrus</i>	<i>franckei</i> sp. nov.
<i>Diplocentrus</i>	especie nueva A
<i>Megacormus</i>	<i>grubbsi</i>
<i>Plesiochactas</i>	<i>dilutus</i>
<i>Vaejovis</i>	<i>franckei</i>
<i>Vaejovis</i>	<i>setosus</i>
<i>Vaejovis</i>	<i>prendinii</i> sp. nov.
<i>Vaejovis</i>	<i>alebrije</i> sp. nov.
<i>Vaejovis</i>	<i>zapoteca</i> sp. nov.
<i>Vaejovis</i>	<i>juarezi</i> sp. nov.
<i>Vaejovis</i>	<i>oaxaca</i> sp. nov.
<i>Vaejovis</i>	aff. <i>solegladi</i>

**Cuadro 6.** Especies, tipos de vegetación y ecomorfotipos de la Sierra Norte.

Tipo de vegetación	Género	Especie	Ecomorfotipo
Selva Baja	<i>Centruroides</i>	<i>nigrovariatus</i>	Lapidícola
Caducifolia	<i>Centruroides</i>	<i>serrano</i> sp. nov.	Lapidícola
	<i>Diplocentrus</i>	<i>franckei</i> sp. nov.	Pelófilo
	<i>Diplocentrus</i>	<i>mexicanus</i>	Pelófilo, Lapidícola
	<i>Vaejovis</i>	<i>setosus</i>	Lapidícola
Bosque de Pino	<i>Centruroides</i>	<i>nigrovariatus</i>	Lapidícola
Encino	<i>Centruroides</i>	<i>nigrimanus</i>	Lapidícola
	<i>Centruroides</i>	<i>serrano</i> sp. nov.	Lapidícola
Bosque de Pino	<i>Diplocentrus</i>	<i>mexicanus</i>	Pelófilo, Lapidícola
	<i>Vaejovis</i>	<i>franckei</i>	Cortícola
	<i>Vaejovis</i>	<i>oaxaca</i> sp. nov.	Lapidícola
	<i>Vaejovis</i>	<i>zapoteca</i>	Cortícola
Bosque de Encino	<i>Centruroides</i>	<i>serrano</i> sp. nov.	Lapidícola
	<i>Vaejovis</i>	<i>alebrije</i> sp. nov.	Lapidícola, Cortícola
Bosque Mesófilo	<i>Megacormus</i>	<i>grubbsi</i>	Cortícola
Selva Alta	<i>Centruroides</i>	<i>gracilis</i>	Lapidícola
Perennifolia	<i>Diplocentrus</i>	sp. nov. A	Pelófilo
Vegetación secundaria	<i>Centruroides</i>	<i>serrano</i> sp. nov.	Lapidícola
	<i>Centruroides</i>	aff. <i>nigrovariatus</i>	Lapidícola
	<i>Diplocentrus</i>	<i>franckei</i> sp. nov.	Pelófilo, Lapidícola
	<i>Diplocentrus</i>	<i>rectimanus</i>	Pelófilo, Lapidícola
	<i>Plesiochactas</i>	<i>dilutus</i>	Lapidícola
Vegetación riparia	<i>Centruroides</i>	<i>baergi</i>	Lapidícola
	<i>Vaejovis</i>	<i>juarezi</i> sp. nov.	Lapidícola
	<i>Vaejovis</i>	<i>prendinii</i> sp. nov.	Lapidícola, Cortícola
	<i>Vaejovis</i>	aff. <i>solegladi</i>	Rupícola

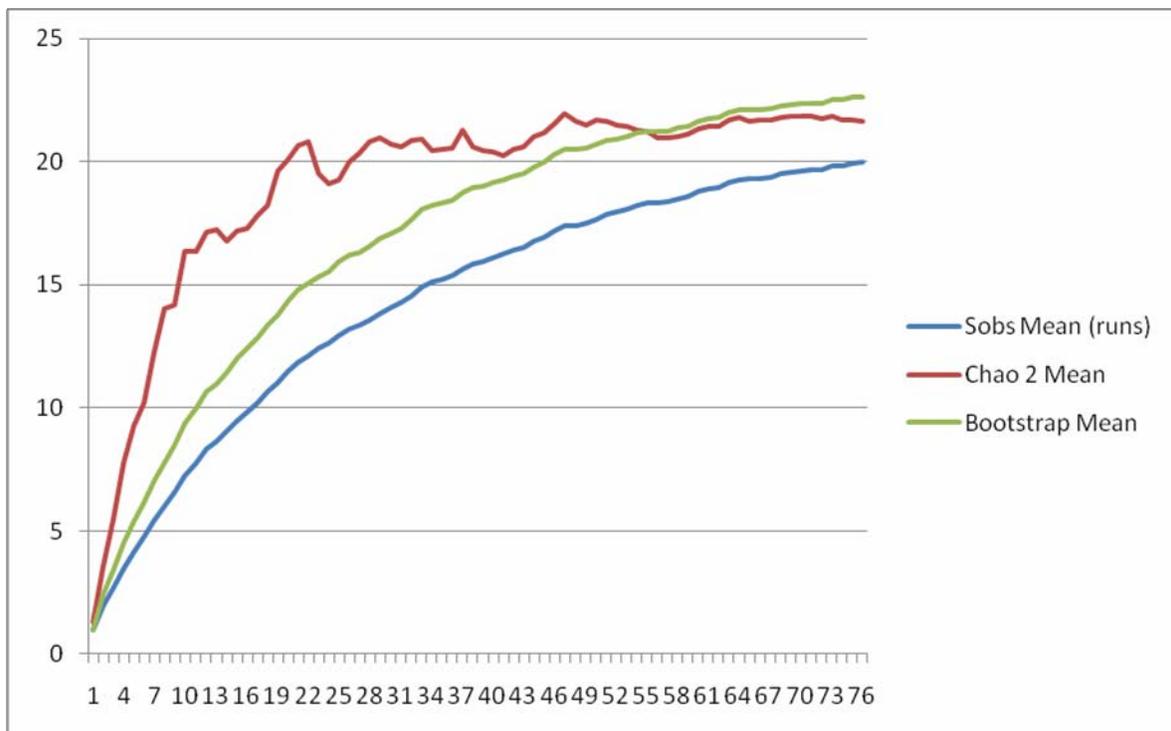
### 5.3 Análisis de diversidad

#### 5.3.1 Modelo de función de acumulación de especies no paramétrico.

Como se sugiere en la introducción, estos modelos son eficientes en zonas homogéneas. Siendo esta zona heterogénea, el uso de estos modelos se considera sólo como un indicador del esfuerzo de colecta. El valor obtenido con el modelo Chao 2 estima una diversidad de 21 especies para el análisis de localidades, mientras que Bootstrap estima 22.

La sensibilidad de estos modelos al número total de unicatas es alta, dando como resultado una estimación mayor al número de especies encontradas. La recomendación es eliminar esas unicatas para que el modelo se ajuste al número total de especies. Esto se logra al coleccionar cada especie en al menos dos localidades (o más de dos ejemplares si es que se utilizan los modelos de abundancia y no de presencia).

Se observó también que el número de localidades con al menos una especie presente afecta sólo en la forma de la curva y no en el número de las localidades; es decir, el crecimiento exponencial al principio de la misma es mayor cuando se utilizan un mayor número de localidades con al menos una especie presente. En tanto que si se utilizan localidades con más de dos especies, esta se reduce. No obstante, esto no tiene mayor importancia porque no modifica el número total de especies predichas.



**Figura 2.** Curvas ajustadas con esfuerzo de recolecta por localidad por dos personas, la abreviatura Sobs representa los datos originales en orden aleatorio.

#### **5.4 Revisión taxonómica de las especies del género *Centruroides* Marx 1890**

Se distribuyen un total de cinco especies (más una morfoespecie) en la Sierra Norte de Oaxaca; estas especies se incluyen en dos grupos: el grupo “*gracilis*” (con dos especies) y el grupo “*infamatus-nigrovariatus*”. Como ya se mencionó, el análisis muestra que el complejo “*infamatus – nigrovariatus*” consta de tres: *C. nigrovariatus* (que se distribuye en el distrito de Ixtlán), *C. serrano* sp. nov. (que se distribuye en el distrito de Villa Alta) y *C. aff. nigrovariatus* (del distrito de los Mixes). Los caracteres utilizados para separar a las especies se enlistan en la clave taxonómica (anexo 1), así como en las diagnósicos de las mismas (ver sección 5.8.1).

#### **5.5 Revisión taxonómica de las especies del género *Diplocentrus* Peters 1861**

El género *Diplocentrus* está representado por cuatro especies (más una reportada en la literatura): *D. mexicanus mexicanus* de cuatro localidades del distrito de Ixtlán; *D. rectimanus* de dos localidades del distrito de Ixtlán, *D. franckei* sp. nov. de siete localidades del distrito de Villa Alta y, *D. sp. nov. A* de una sola localidad.

#### **5.6 Revisión taxonómica de las especies de los géneros *Megacormus* Karsch 1881 y *Plesiochactas* Pocock 1900**

El género *Megacormus* está representado por una especie: *M. grubbsi* de dos localidades del distrito de Ixtlán.

Por último, el género *Plesiochactas* está representado por una especie: *P. dilutus*, de una localidad del distrito de los Mixes y una del distrito de Villa Alta.

### **5.7 Revisión taxonómica de las especies del género *Vaejovis* Koch 1836**

El género *Vaejovis* está representado por ocho especies en tres grupos: el grupo “mexicanus” con cinco especies: *V. alebrije* sp. nov., *V. zapoteca* sp. nov., *V. prendinii* sp. nov., *V. franckei* y *V. setosus*. Se distribuyen sólo en el distrito de Ixtlán de Juárez (a excepción de *V. setosus* cuya distribución llega hasta el distrito de los Mixes).

El grupo “eusthenura” con dos especies: *V. oaxaca* sp. nov. y *V. juarezi* sp. nov., la primera con distribución desde el norte de la ciudad de Oaxaca hasta el Istmo de Tehuantepec, y se interna en el distrito de los Mixes, mientras que la segunda sólo se encontró en el distrito de Ixtlán de Juárez.

Por último el grupo “nitidulus” se encontró representado por una sola especie, *V. aff. solegladi*, pero debido a que sólo se tiene una hembra no se ha podido determinar con certeza su estatus taxonómico.

## 5.8 Listado taxonómico de las especies distribuidas en el área de estudio

Clasificación en base a Prendini y Wheeler (2005)

### Taxonomía

#### Orden Scorpiones C.L. Koch, 1850

##### Suborden Neoscorpiones Thorell et Lindström, 1885

##### Infraorden Orthosterni Pocock, 1911

##### Familia Buthidae C. L. Koch, 1837

##### *Centruroides* Marx, 1890

##### Familia Diplocentridae Karsch, 1880

##### *Diplocentrus* Peters, 1861

##### Familia Euscorpiidae Laurie, 1896

##### *Megacormus* Karsch, 1881

##### *Plesiochactas* Pocock, 1900

##### Familia Vaejovidae Thorell, 1876

##### *Vaejovis* C.L. Koch, 1836

#### 5.8.1 Familia Buthidae C. L. Koch, 1837

Familia diversa (81 géneros, uno extinto y 811 especies) (Fet *et al.*, 2000, Rein, 2007). En México se distribuyen dos géneros: *Centruroides* Marx 1890 con 30 especies (Santibáñez-López y Ponce-Saavedra, en prensa) y *Tityopsis* Armas, 1974 con una sola especie (*T. aliciae* Armas y Martín-Frías, 1998). En el estado de Oaxaca se encuentran los dos géneros (*T. aliciae* en el Istmo de Tehuantepec y 10 especies descritas del género *Centruroides*).

**Diagnosis.** Ortopotriotaxia tipo "A" (Vachon, 1974): Fémur con 11 tricobotrias; Patela con 13 tricobotrias (ninguna en la cara ventral). Borde dorsal del dedo móvil del quelícero con dos dientes basales, borde ventral del dedo móvil del quelícero con dos grandes dientes; cara ventral del dedo fijo del quelícero con dos dientes. Hemiespermatóforo de tipo flageliforme (Francke, 1979), esternón triangular (tipo 1 en la nomenclatura de Soleglad y Fet, 2003a).

### **Género *Centruroides* Marx, 1890**

El género *Centruroides* es exclusivo para el Nuevo Mundo, con 46 especies y 22 subespecies (Fet *et al.*, 2000) cuya distribución va desde el sur de los Estados Unidos de América (EUA) hasta el norte de Sudamérica (Ecuador, Venezuela). Es también uno de los más estudiados en el país debido a su alta toxicidad, sin embargo, existen muchas lagunas en cuanto a su conocimiento, diversidad y distribución (Ponce-Saavedra y Francke, 2004).

### **Diagnosis**

Fémur con configuración tricobotrial “alpha” (Vachon, 1975), de ocho a nueve filas de gránulos centrales en el borde interno de los dedos de los pedipalpos.

### ***Centruroides baergi* Hoffmann 1932**

*Centruroides nigroviratus baergi* Fet *et al.*, 2000; Beutelspacher, 2000.

*Centruroides baergi* Armas y Martín-Frías, 1998; Lourenço y Sissom, 2000; González-Santillán, 2001; Ponce-Saavedra y Moreno-Barajas, 2005

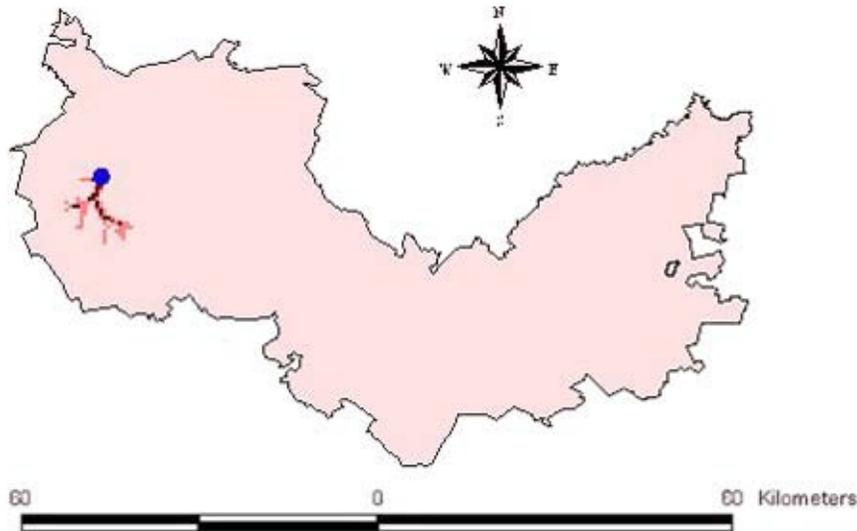
**Diagnosis.** Alacranes de talla mediana (45 – 53 mm), del grupo “infamatus-nigroviratus”, con 8 filas de gránulos centrales en el borde interno de los dedos de los pedipalpos. Carapacho con manchas difusas. Diente subaculear obsoleto o poco desarrollado. Pieza basal pectinal de la hembra con el borde anterior recto y el borde posterior redondeado, sin depresión en el centro. Conteo pectinal en las hembras=18-22 (moda= 20) y en los machos=21-23 (moda= 23).

**Distribución conocida. Oaxaca, Puebla**

**Distribución en Oaxaca.** Valle de Cuicatlán

**Distribución en Sierra Norte.** San Juan Atepec

**Material examinado:** México. Oaxaca. Ixtlán de Juárez. 11♂, 22♀ y 21 juveniles (CNAN) Río Grande, San Juan Atepec (1327 msnm) N 17.41395° O 96.57108°, 04/julio/2008; cols. O. Francke, A. Quijano y C. Santibáñez.



**Figura 3.** Distribución potencial de *Centruroides baergi* en la Sierra Norte de Oaxaca, de coloración oscura el área donde convergen la mayoría de los modelos en cuanto a la presencia de este taxón. En puntos azules la distribución conocida de la especie.

### ***Centruroides gracilis* (Latreille, 1804)**

*Centruroides gracilis*; Fet *et al.*, 2000; Beutelspacher, 2000; Lourenço y Sissom, 2000; Flórez, 2001; González-Santillán, 2001; Capes, 2002; Teruel y Stockwell, 2002; Ponce-Saavedra y Moreno-Barajas, 2005; Teruel *et al.*, 2006; Francke, 2007.

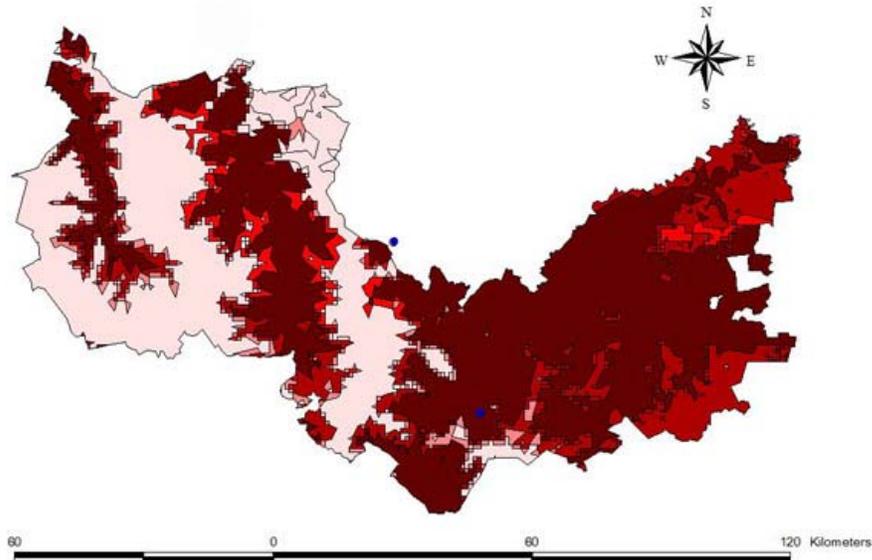
**Diagnosis.** Adultos de talla grande (80 - 110 mm) grupo “gracilis” con 9 filas de gránulos en el borde interno de los dedos de los pedipalpos. De coloración variable, uniformemente negro o con los pedipalpos de una coloración más pálida que el resto pero siempre con las quelas de los pedipalpos de color oscuro. El diente subaculear bien desarrollado, cónico, apuntando hacia el ápice del agujón. Conteo pectinal en las hembras = 24-30 (moda= 28) y en machos = 26-36 (moda=26).

**Distribución conocida:** África (introducido), Norteamérica (México y Estados Unidos), el Caribe (Cuba, Jamaica, Antillas mayores), Centroamérica (Guatemala, Belice, Honduras, Salvador) y Sudamérica (Colombia, Ecuador, Venezuela).

**Distribución conocida en Oaxaca:** San Carlos Yautepec, San Miguel Yetla, San Miguel Quetzaltepec, Tuxtepec.

**Distribución conocida en Sierra Norte:** San Miguel Quetzaltepec (Santa Cruz Condoy).

**Material examinado:** México: Oaxaca. Mixes. 3♂ adultos y 11 juveniles (CNAN-S01858). Santa Cruz Condoy, San Miguel Quetzaltepec (639 msnm) N 16° 58.742' O 95° 47.778', 19/julio/2007; cols. O. Francke, A. Ballesteros, H. Montaña, C. Santibáñez y A. Valdez. 13♂, 7♀ y 6 juveniles (CNAN). Emiliano Zapata (86 msnm) N 17° 28.603' O 95° 12.983', 04/junio/2008; cols. O. Francke, R. Botero, C. Santibáñez y A. Valdez.



**Figura 4.** Distribución potencial de *Centruroides gracilis* en la Sierra Norte de Oaxaca, de coloración oscura el área donde convergen la mayoría de los modelos en cuanto a la presencia de este taxón. En puntos azules la distribución conocida de la especie.

### ***Centruroides nigrimanus* Pocock, 1898**

*Centruroides nigrimanus*; Fet et al., 2000; Beutelspacher, 2000; Lourenço y Sissom, 2000; González-Santillán, 2001; Armas, et al., 2001; Capes, 2002; Ponce-Saavedra y Moreno-Barajas, 2005.

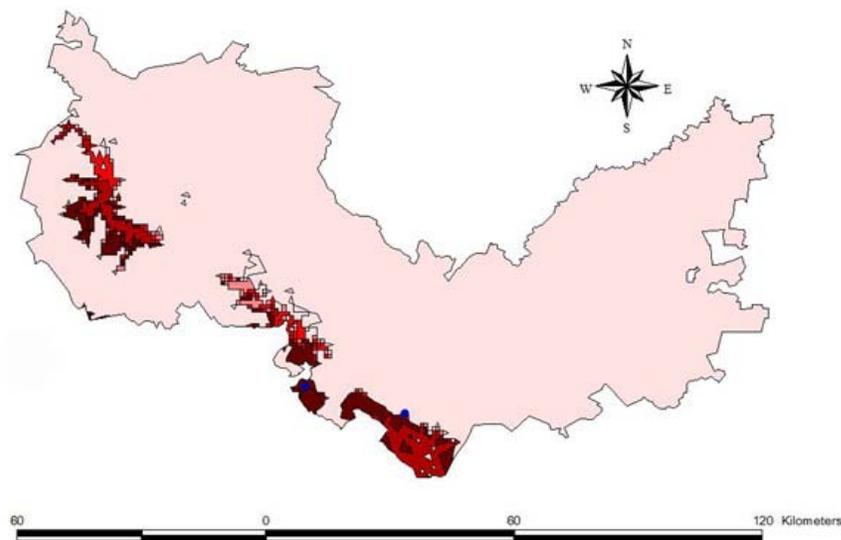
**Diagnosis.** Adultos de talla grande (80-100 mm) grupo “gracilis”, con 9 filas de gránulos en el borde interno de los dedos de los pedipalpos. Coloración uniformemente oscura en el prosoma y opistosoma; fémur y patela de los pedipalpos, así como las patas, de coloración amarillenta, con la quela de los pedipalpos de color oscuro. Diente subaculear bien desarrollado, cónico, su base cercana a la base del aguijón, apuntando a la base del mismo. Conteo pectinal en hembras=29-35 (moda= 32) y en machos=33-38 (moda= 35).

**Distribución conocida:** Oaxaca, Chiapas, Guerrero

**Distribución conocida en Oaxaca:** Ciudad de Oaxaca, Santa Cruz Xoxocotlán, San Vicente Morro Mazatan, San Juan Juquila Mixes.

**Distribución conocida en Sierra Norte:** San Juan Juquila Mixes.

**Material examinado:** México: Oaxaca. Mixes. San Juan Juquila Mixes. 2♂, 5♀ y 5 juveniles (CNAN-S01857). 7 km sobre terracería San Juan Juquila Mixes-Acatlancito (1388 msnm) N 16° 54.595' O 95° 55.711', 18/julio/2007; cols. O. Francke, A. Ballesteros, H. Montaña, C. Santibáñez y A. Valdez. 1♂ y 2♀ (CNAN-S01865). 3 km de la desviación a Tepuxtepec (1805 msnm) N 16° 58.044' O 96° 08.626', 18/julio/2007; cols. O. Francke, A. Ballesteros, H. Montaña, C. Santibáñez y A. Valdez.



**Figura 5.** Distribución potencial de *Centruroides nigrimanus* en la Sierra Norte de Oaxaca, de coloración oscura el área donde convergen la mayoría de los modelos en cuanto a la presencia de este taxón. En puntos azules la distribución conocida de la especie.

***Centruroides nigrovariatus* Pocock, 1898**

*Centruroides nigrovariatus nigrovariatus*; Fet et al., 2000; Beutelspacher, 2000.

*Centruroides nigrovariatus* Armas y Martín-Frías, 1998; Lourenço y Sissom, 2000; González-Santillán, 2001; Ponce-Saavedra y Moreno-Barajas, 2005.

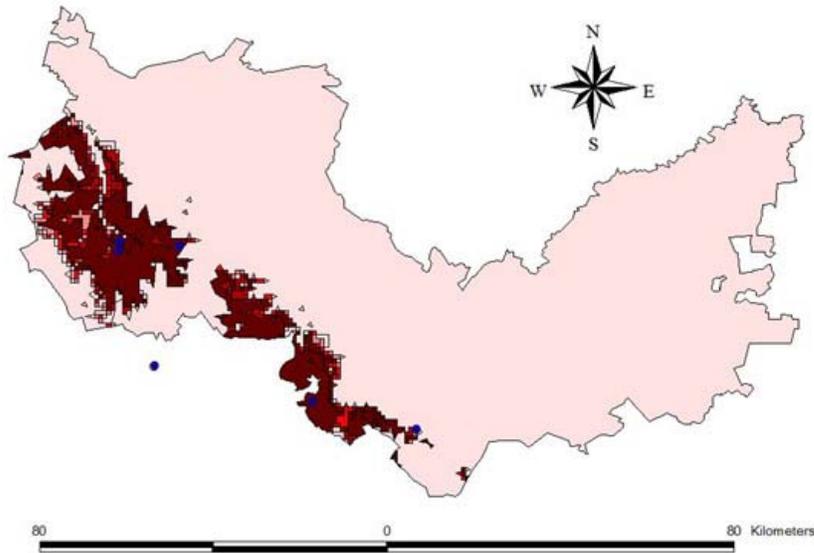
**Diagnosis.** Adultos de talla mediana (38 – 52 mm), grupo “infamatus-nigrovariatus” con 8 filas de gránulos en el borde interno de los dedos de los pedipalpos. Carapacho manchado de forma irregular alrededor de los ojos. Diente subaculear desarrollado, apuntando a la base del agujón. Pieza basal pectinal de las hembras con una pequeña depresión en el centro, borde anterior ligeramente en forma de “U”. Conteo pectinal en hembras= 17 – 20 (moda= 19) y en machos= 19 – 22 (moda= 21).

**Distribución conocida.** Oaxaca

**Distribución conocida en Oaxaca.** Valles centrales (Ciudad de Oaxaca, Distrito de Etlá, Tlacolula), Ixtlán de Juárez.

**Distribución conocida en Sierra Norte.** Santa Catarina Ixtepeji, San Antonio Cuajimoloyas, Santiago Xiacuí.

**Material examinado:** México. Oaxaca. Ixtlán de Juárez. 2♂ y 8♀ (CNAN-S01867) Campamento Tatachinto, Santiago. Xiacuí (2278 msnm) N 17° 17.244' O 96° 25.069', 13/noviembre/2005; cols. O. Francke, G. Montiel, M. Córdova, A. Jaimes y C. Santibáñez. 1 ♂ y 4 ♀ (CNAN-S01863) km 9 carretera Díaz Ordaz-San Antonio Cuajimoloyas (2363 msnm) N 17° 02.394' O 96° 28.267', 01/abril/2007; cols. C. Santibáñez y H. Jara. 5♂, 6♀ y 11 juveniles (CNAN-S01860) km 45.8 carretera federal 175 tramo Oaxaca-Ixtlán de Juárez (2003 msnm) N 17° 17.834' O 96° 32.582', 14-15/junio/2007; cols. C. Santibáñez y A. Valdez. 1♂, 2♀ y 4 juveniles (CNAN-S01861) Camino a Santa Catarina Ixtepeji (1951 msnm) N17° 16.778' O 96° 32.686', 17/junio/2007; cols. C. Santibáñez y A. Valdez. 15♂, 9♀ y 2 juveniles (CNAN-S01864) Km 171 carretera Ixtlán-Oaxaca (2006 msnm) N 17° 17.835' O 96° 32.577', 16/marzo/2008; cols. H. Montaña, C. Santibáñez y A. Valdez. 2♂ y 2♀ (CNAN) 2 km NW de San Juan Atepec (1849 msnm) N 17.42957° O 96.55523°, 04/julio/2008; cols. O. Francke, A. Quijano y C. Santibáñez.



**Figura 6.** Distribución potencial de *Centruroides nigrovariatus* en la Sierra Norte de Oaxaca, de coloración oscura el área donde convergen la mayoría de los modelos en cuanto a la presencia de este taxón. En puntos azules la distribución conocida de la especie.

***Centruroides serrano* sp. nov.**

**Diagnosis.** Adultos de talla mediana (51 – 59 mm), grupo “infamatus-nigrovariatus” con 8 filas de gránulos en el borde interno de los dedos de los pedipalpos. Carapacho con manchas difusas. Diente subaculear bien desarrollado, apuntando a la parte media del aguijón. Pieza basal pectinal de la hembra con una pequeña depresión en el centro, borde posterior ligeramente bilobulado. Conteo pectinal en hembras= 20 – 23 (moda= 22) y en machos =23 – 27 (moda= 24).

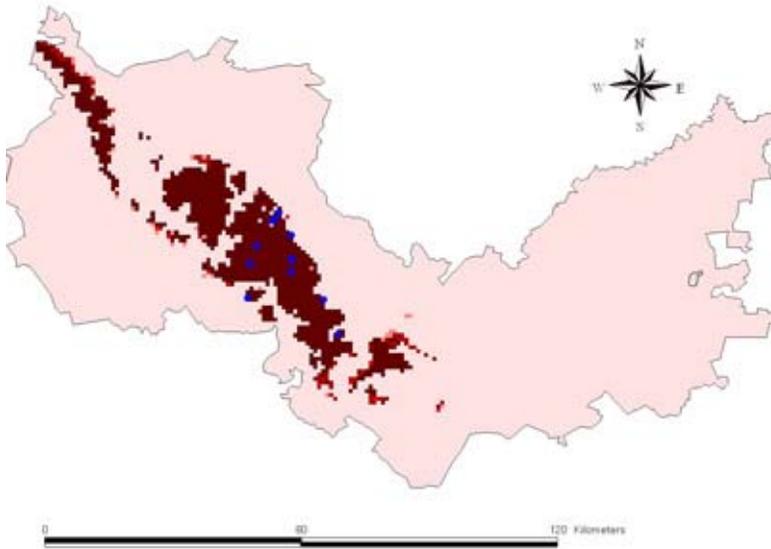
**Distribución conocida.** Especie nueva.

**Distribución en Oaxaca.** Distrito de Villa Alta.

**Distribución en Sierra Norte:** San Melchor Betaza, San Francisco Cajonos, San Andrés Yaa, San Juan Tabaa, San Andrés Zoolaga, San Bartolo Zoogocho.

**Material examinado:** México. Oaxaca. Villa Alta. 1♂ y 3♀ (CNAN-S01852) San Melchor Betaza (1415 msnm) N 17° 15.061' O 96° 09.188', 18/diciembre/2006; cols. C. Santibáñez y H. Jara. 1♂, 6 ♀ y 5 juveniles (CNAN-S01856) 4 km SO de

San Francisco Betaza, San Melchor Betaza (sin datos de georreferenciación), 18/diciembre/2006; cols. C. Santibáñez y H. Jara. 1♀ (CNAN-S01854) Camino a San Juan Tabaa, 2 km de la desviación (1114 msnm) N 17° 20.990' W 96° 10.681', 2/abril/2007, cols. C. Santibáñez y H. Jara. 4♂ y 2♀ (CNAN-S01849) San Francisco Cajonos (1678 msnm) N 17° 10.125' O 96° 14.671', 20/junio/2007, cols. C. Santibáñez y A. Valdez. 1♂ y 1♀ (CNAN) 9 km del entronque de la carretera Díaz Ordaz-Villa Alta a San Juan Tabaa (787 msnm) N 17° 20.131' O 96° 11.219', 21/junio/2007, cols. C. Santibáñez y A. Valdez. 8♂, 3♀ y 7 juveniles (CNAN-S01848) km 101 carretera Díaz Ordaz-Villa Alta (992 msnm) N 17° 13.463' O 96° 09.124', 21/junio/2007, cols. C. Santibáñez y A. Valdez. 1♂ (CNAN) San Melchor Betaza (1415 msnm) N 17° 15.061' O 96° 09.188', 20/julio/2007, cols. O. Francke, A. Ballesteros, H. Montaña, C. Santibáñez y A. Valdez. 2♂ y 8♀ (CNAN-S01855) 1 km NE de San Andrés Yaa (1506 msnm) N 17° 18.086' O 96° 09.180', 21/julio/2007, cols. O. Francke, A. Ballesteros, H. Montaña, C. Santibáñez y A. Valdez. 1♀ (CNAN-S01859) 6 km S de San Juan Tabaa (1734 msnm) N 17° 16.697' O 96° 13.481', 21/julio/2007, cols. O. Francke, A. Ballesteros, H. Montaña, C. Santibáñez y A. Valdez. 7♂, 4♀ y 30 juveniles (CNAN-S01850) 6 km S de San Andrés Zoolaga (1119 msnm) N 17° 15.472' O 96° 14.393', 21/julio/2007, cols. O. Francke, A. Ballesteros, H. Montaña, C. Santibáñez y A. Valdez.



**Figura 7.** Distribución potencial de *Centruroides serrano* sp. nov. en la Sierra Norte de Oaxaca, de coloración oscura el área donde convergen la mayoría de los modelos en cuanto a la presencia de este taxón. En puntos azules la distribución conocida de la especie.

### ***Centruroides* aff. *nigrovariatus***

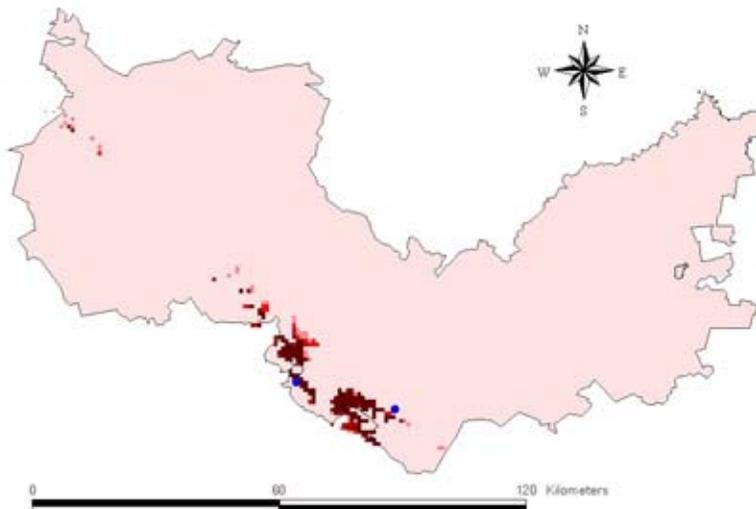
**Diagnosis.** Adultos de talla pequeña (40 – 45 mm), grupo “infamatus-nigrovariatus” con 8 filas de gránulos en el borde interno de los dedos de los pedipalpos. Carapacho con manchas difusas. Diente subaculear bien desarrollado, cónico, con la punta dirigida hacia la mitad del agujón. Pieza basal pectinal de la hembra con ambos bordes (anterior y posterior) rectos, sin depresión en el centro. Conteo pectinal en las hembras=18-21 (moda= 20) y en los machos=20-23 (moda= 22).

Nota: La especie ya fue comparada con *C. hoffmanni* y *C. nigrovariatus*, exhibiendo claras diferencias con *C. hoffmanni* (ej. metasoma mas grueso) y una ligera diferencia con *C. nigrovariatus* (espina subaculear más desarrollada). Sin embargo es necesario hacer un análisis más exhaustivo para determinar si es una variación interpoblacional o sí se trata de taxones diferentes.

**Distribución en Oaxaca.** Distrito de los Mixes

**Distribución en Sierra Norte.** San Juan Juquila Mixes, Tepuxtepec.

**Material examinado:** México. Oaxaca. Mixes. 11♂, 22♀ y 21 juveniles (CNAN-S01862) 7 km sobre terracería, San Juan Juquila Mixes – Acatlnacito (1388 msnm) N 16° 54.595' O 95° 55.711', 18/julio/2007; cols. O. Francke, A. Ballesteros, H. Montaña, C. Santibáñez y A. Valdez. 1♂ y 4♀ (CNAN-S01866) 3 km de la desviación a Tepuxtepec (1805 msnm) N 16° 58.044' O 96° 08.626', 18/julio/2007, cols. O. Francke, A. Ballesteros, H. Montaña, C. Santibáñez y A. Valdez. 1♀ subadulta (CNAN) Santa María Tlahuitoltepec (2459 msnm) N 17° 01.037' O 96° 01.915', 15/marzo/2008, cols. H. Montaña, C. Santibáñez y A. Valdez.



**Figura 8.** Distribución potencial de *Centruroides* aff. *nigrovariatus* en la Sierra Norte de Oaxaca, de coloración oscura el área donde convergen la mayoría de los modelos en cuanto a la presencia de este taxón. En puntos azules la distribución conocida de la especie.

### 5.8.2 Familia Diplocentridae Karsch, 1880

Familia monofilética (Sissom y Fet, 2000; Prendini, 2000; Prendini y Wheeler, 2005), que se caracteriza por la presencia y forma del tubérculo subaculear del telson y por las quelas de los pedipalpos que son por lo general robustas.

Comprende dos subfamilias: Diplocentrinae Karsch, 1880 (que incluye siete géneros y 83 especies), cuya distribución está restringida al Nuevo Mundo (a excepción de *Heteronebo* Pocock, 1899 que incluye dos especies que se distribuyen en Yemen), desde el sur de Estados Unidos al norte de Sudamérica (Venezuela, Ecuador, Colombia), así como en el Caribe (Cuba, Antillas menores). Y la subfamilia Nebinae Kraepelin 1905 que incluye sólo un género (*Nebo* Simon, 1878, con nueve especies), cuya distribución abarca la península arábiga y el medio oriente (Francke, 1980). En México se distribuyen dos géneros: *Bioculus* Stahnke, 1968 con cinco especies, cuatro de las cuales están restringidas a la península de Baja California y una en Guerrero; y el género *Diplocentrus* Peters, 1861, que es el género más diverso de la familia (con 50 especies a la fecha) y que se distribuye desde el sur de los Estados Unidos hasta Honduras.

**Diagnosis.** Orbotriotaxia tipo “C” (Vachon, 1974); vesícula del telson con un tubérculo subaculear; hemiespermatóforo con el gancho lamelar y el lóbulo medial fusionados (Prendini, 2000)

### **Género *Diplocentrus* Peters, 1861**

La mayor diversidad de especies se encuentra en el estado de Oaxaca (11 especies descritas) (Francke, 1977; Lourenço y Sissom, 2000; Armas y Martín-Frías, 2000, 2003; Teruel, 2003; Santibáñez-López y Francke, 2008). A pesar de la gran cantidad de especies descritas y de numerosos trabajos taxonómicos (Armas y Martín-Frías, 2000, 2003; Francke, 1975, 1977, 1978; 2007, Francke y Ponce-Saavedra, 2005; Santibáñez-López y Francke, 2008; Stockwell, 1988, por nombrar algunos) la diversidad de este género aún permanece poco conocida, sobre todo porque la mayoría de las especies han sido descritas en base a pocos ejemplares, por lo que una revisión sistemática y filogenética es necesaria.

**Diagnosis.** No existe una diagnosis práctica de *Diplocentrus*, se han hecho comparaciones del resto de los géneros de la familia con *Diplocentrus* (ver Francke, 1978, Stockwell, 1989). Para distinguirlo de *Bioculus* (el otro género

presente en México; su validez taxonómica es cuestionada por algunos especialistas) se utiliza la presencia de tres pares de ojos laterales en *Diplocentrus* (dos ojos en tres especies de *Bioculus*) y que la quilla digital de la quela es más prominente que las dorsales secundarias (quilla digital obsoleta en *Bioculus*).

***Diplocentrus mexicanus mexicanus* Peters, 1861**

*Diplocentrus mexicanus mexicanus*; Fet et al., 2000; Prendini, 2000.

**Diagnosis.** Adultos de talla mediana (54-65 mm); margen anterior del carapacho densamente granulado, muesca medial redondeada (figura 23b). Conteo pectinal en hembras= 11-14 (moda= 11) y en machos=13-14 (moda= 14). Fémur del pedipalpo más ancho que alto, con la cara dorsal plana, poco granulosa; patela con las quillas dorsal medial y dorsal externa bien desarrolladas; quela con la quilla dorsal secundaria vestigial, poco granulada, quilla externa secundaria bien desarrollada, borde dorsal convexo, dándole una forma redonda a la quela (figura 24b). Fórmula telotarsal: 5/6:6/7:7/8:7/8.

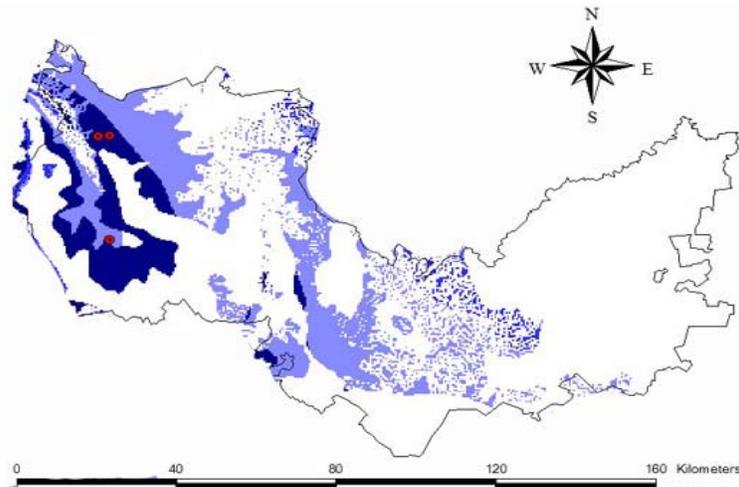
**Distribución conocida:** No se conoce la localidad tipo de esta especie, fue descrita como “*mexicanus*” por Peters 1861 pero no especificó algún estado de la república; posteriormente Francke (1977) describió *Diplocentrus mexicanus oaxacae* (= *Diplocentrus mexicanus mexicanus*) del estado de Oaxaca, de “El Moral” ETLA y del municipio de Telixtlahuaca (ver Francke, 1977).

**Distribución en Oaxaca:** “El Moral” ETLA, Telixtlahuaca, San Pablo Macuilianguis, Santiago Comaltepec, Santa Catarina Ixtepeji.

**Distribución conocida en Sierra Norte:** San Pablo Macuilianguis, Santiago Comaltepec, Santa Catarina Ixtepeji.

**Material examinado:** México. Oaxaca. Ixtlán de Juárez. 1 ♀ (CNAN- S03022), Planta Hidroeléctrica Xía, Guelatao de Juárez (1580 msnm) N 17°18'21" O 96°31'29", 28/abril/1960, sin colector. 1 ♂ y 2 ♀ (CNAN-S00746), Xía, Guelatao de Juárez (1580 msnm) N 17°18'21" O 96°31'29", 01/junio/1962, col. J. Julia. 1 ♂ (CNAN-S03023), Cerro del 20, 48 km al N de Telixtlahuaca (1986 msnm) N 17.53615° O 96.9539°, 09/noviembre/2005, cols. O. Francke, G. Montiel, M.

Córdova, A. Jaimes. 2♂, 2♀ y un juvenil (CNAN-S031944), km 45.8 carretera federal 175 tramo Oaxaca-Ixtlán de Juárez (2053 msnm) N 17° 17.231' O 96° 32.582', 14/junio/2007, cols. C. Santibáñez y A. Valdez. 1♀ (CALA), Santiago Comaltepec (2000 msnm) N 17°33'54" O 096°32'54", 14/marzo/2006, col. I. Peña. 2♂, 6♀ y un juvenil (CNAN-S03193), Campamento recreativo de San Pablo Macuiltianguis (1983 msnm) N 17° 32.981' O 96° 34.173', 23/julio/2007, cols. O. Francke, A. Ballesteros, H. Montaña, C. Santibáñez y A. Valdez. 1♀ (CNAN-S03195), km 171 carretera Tuxtepec-Oaxaca (2006 msnm) N 17° 17. 835' O 96° 32. 577', 16/marzo/2008, cols. H. Montaña, C. Santibáñez y A. Valdez. 2♂ y 1♀ (CNAN), 2 km NO de San Juan Atepec (1849 msnm) N 17.42957° O 96.55523°, 04/julio/2008, cols. O. Francke, A. Quijano y C. Santibáñez.



**Figura 9.** Distribución potencial de *Diplocentrus mexicanus mexicanus* en la Sierra Norte de Oaxaca, de coloración oscura el área donde convergen la mayoría de los modelos en cuanto a la presencia de este taxón. En puntos rojos la distribución conocida de la especie.

### ***Diplocentrus rectimanus* Pocock, 1898**

*Diplocentrus rectimanus*; Fet *et al.*, 2000; Armas y Martín-Frías, 2003; Francke y Ponce-Saavedra, 2005; Santibáñez-López y Francke, 2008.

**Diagnosis.** Adultos de talla mediana (45 – 59 mm), margen anterior del carapacho granuloso, muesca anteromediana en forma de “v” (figura 23c). Conteo pectinal en

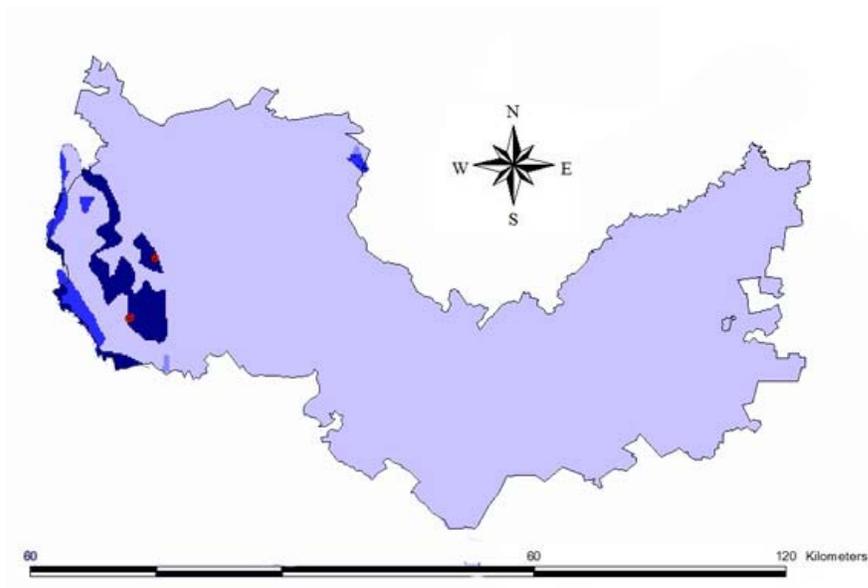
hembras=8-9 (moda= 8) y en machos=9-12 (moda= 10). Fémur del pedipalpo más alto que ancho, con la cara dorsal convexa; patela con la quilla dorsal medial fuerte, pero con la quilla dorsal externa vestigial; quela con la quilla dorsal secundaria bien desarrollada cercana a la base, crenulada, desvaneciéndose hacia la base del dedo fijo, granulada, quilla externa secundaria moderada a fuerte, subgranulada, borde dorsal recto (figura 24c). Fórmula telotarsal: 5/5:5/5:6/6:6/6.

**Distribución conocida:** México. La localidad tipo dice Jalapa, Oaxaca; Francke (1977) apunta que se trata de Jalapa del Valle, ubicada en el municipio de San Felipe Tejalapam, a 18 km al este de la ciudad de Oaxaca. En la figura observamos que se encuentra dentro de la distribución potencial de este taxón, por lo que se corrobora lo propuesto por Francke (1977).

**Distribución en Oaxaca:** Ixtlán de Juárez, Santa Catarina Ixtepeji, Santiago Tenango, Tlacolula de Matamoros, Santa María Jaltianguis

**Distribución conocida en Sierra Norte:** Santa María Jaltianguis., Santa Catarina Ixtepeji.

**Material examinado:** México. Oaxaca. Ixtlán de Juárez. 15♂ y 1♀ (con crías) (CNAN), Campamento de las Flores, Santa María Jaltianguis, Ixtlán de Juárez (2309 msnm) N 17° 21.036' O 96° 31.824', 15/junio/2007, cols. C. Santibáñez y A. Valdez. 1♀ (CNAN), 8.4 km al N de El Punto, Ixtepeji (2115 msnm) N 17.26765° O 96.58792°, 04/julio/2008, cols. O. Francke, A. Quijano y C. Santibáñez.



**Figura 10.** Distribución potencial de *Diplocentrus rectimanus* en la Sierra Norte de Oaxaca, de coloración oscura el área donde convergen la mayoría de los modelos en cuanto a la presencia de este taxón. En puntos rojos la distribución conocida de la especie.

***Diplocentrus franckei* sp. nov.**

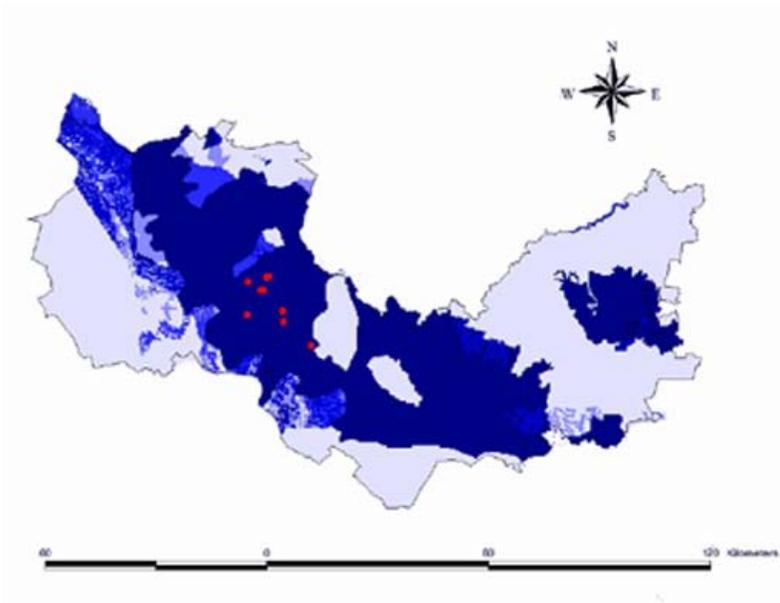
**Diagnosis.** Adultos de talla mediana (55-60 mm). Margen anterior del carapacho poco rugoso, muesca anteromedial en forma de “v”, poco profunda (figura 23a). Conteo pectinal en hembras=11-13 (moda= 12) y en machos=12-15 (moda= 13). Fémur del pedipalpo más ancho que alto, con la cara dorsal plana, ligeramente granulada; quilla dorsal secundaria de la patela fuertemente crenulada, quilla externa secundaria débil a moderada, crenulada; quilla dorsal secundaria de la quela débil u obsoleta, quilla externa secundaria de la quela moderada, subgranosa, borde dorsal de la quela convexo (figura 24a). Fórmula telotarsal: 5/5:5/6:6/6:6/6.

**Distribución conocida:** Especie nueva.

**Distribución en Oaxaca:** Distrito de Villa Alta.

**Distribución en Sierra Norte:** San Andrés Yaa, San Andrés Soolaga, San Juan Tabaa, San Melchor Betaza.

**Material examinado:** México. Oaxaca. Villa Alta. 1 ♀ (CALA), San Juan Tabaa (sin datos de georreferenciación), 10/junio/2004, col. T. Martínez. 1 ♀ (CALA) San Juan Tabaa (sin datos de georreferenciación) 12/junio/2004, col. T. Martínez. 1 ♂ (CNAN-S03201), San Melchor Betaza (1415 msnm) N 17° 15.061' O 96° 09.188', 18/diciembre/2006, cols. C. Santibáñez y H. Jara. 1 ♀ (CNAN-S03204), San Melchor Betaza (1415 msnm) N 17° 15.061' O 96° 09.188', 20/diciembre/2006, col. C. Santibáñez. 1 ♀ (CNAN-S03205), 8 km S de la desviación a San Juan Tabaa (635 msnm) N 17° 19.932' O 96° 14.377', 03/abril/2007, cols. C. Santibáñez y H. Jara. 1 ♀ (CNAN-S03203), San Melchor Betaza (1415 msnm) N 17° 15.061' O 96° 09.188', 01/junio/2007, col. C. Santibáñez. 1 ♂ subadulto (CNAN-S03198) 9 km del entronque de la carretera Díaz Ordaz-Villa Alta a San Juan Tabaa (787 msnm) N 17° 20.131' O 96° 11.219', 21/junio/2007, cols. C. Santibáñez y A. Valdez. 2 juveniles (CNAN-S03199) 10 km entronque de la carretera Díaz Ordaz-Villa Alta a San Juan Tabaa (786 msnm) N 17° 19.922' O 96° 11.562', 21/junio/2007, cols. C. Santibáñez y A. Valdez. 2 ♂, 1 ♀ y 1 juvenil (CNAN-S03200), km 101 carretera Díaz Ordaz-Villa Alta (992 msnm) N 17° 13.463' O 96° 09.124', 21/junio/2007, cols. C. Santibáñez y A. Valdez. 3 ♂, 3 ♀, 6 ♂ subadultos, 2 ♀ subadultos y 9 juveniles (CNAN-S03196) 6 km S de San Andrés Soolaga (1119 msnm) N 17° 15.472' O 96° 14.393', 21/julio/2007, cols. O. Francke, A. Ballesteros, H. Montaña, C. Santibáñez y A. Valdez.



**Figura 11.** Distribución potencial de *Diplocentrus franckei* sp. nov. en la Sierra Norte de Oaxaca, de coloración oscura el área donde convergen la mayoría de los modelos en cuanto a la presencia de este taxón. En puntos rojos la distribución conocida de la especie.

### ***Diplocentrus keyserlingii* Karsch 1880**

*Diplocentrus keyserlingii* Fet et al., 2000.

**Diagnosis** (Francke, 1977; Stahnke, 1981). Adultos de talla mediana (aproximadamente de 45 mm, sólo se conocen machos), margen del carapacho poco granuloso, muesca anteromedial redondeada. Conteo pectinal en machos = 7-10 (moda= 9). Fémur del pedipalpo más alto que ancho; patela con la quilla dorsal media fuerte, quela con la quilla dorsal secundaria moderadamente desarrollada, lisa; quilla externa secundaria débil, lisa. Fórmula telotarsal: 4/5:5/5:5/5:5/6

**Distribución conocida:** La especie ha sido frecuentemente mal identificada. El holotipo está perdido; no obstante Stahnke (1981) designa un lectotipo de Oaxaca, México. Posteriormente Sissom (1994b) sinonimiza dos especies bajo *D. keyserlingii*: La primera *D. moritzi* Stahnke 1981 de Oaxaca y la segunda *D.*

*reticulatus* Francke 1977, del Tejocote, Oaxaca, así como de un ejemplar colectado en El Punto, Ixtepeji, Ixtlán de Juárez.

**Distribución en Oaxaca:** Se han hecho intentos para colectar esta especie en las localidades en las que ha sido referida sin éxito. La literatura la reporta del Tejocote, Oaxaca; cerca de una población llamada Santiago Tenango, al noroeste de la ciudad de Oaxaca, también está reportada de El Punto, Santa María Ixtepeji en la Sierra Norte.

**Distribución conocida en Sierra Norte:** Santa María Ixtepeji.

No se tuvo acceso a material alguno.

### ***Diplocentrus* sp. nov. A**

**Diagnosis.** Adultos (desconocidos), margen del carapacho liso o poco rugoso, muesca anteromedial redondeada; fémur del pedipalpo más ancho que alto, fórmula telotarsal = 5/5 5/5:5/6 5/6:6/6 6/6: 6/6 6/7, conteo pectinal (macho subadulto=14-14; hembra subadulto=11-11)

**Distribución conocida.** Especie no reportada previamente.

**Distribución en sierra norte:** San Francisco Yovego

**Material examinado:** 1♂ subadulto (CALA), San Francisco Yovego (680 msnm) N 17° 33' 05" O 96° 13' 26", 04/abril/2004, col. T. Martínez. 1♀ subadulto (CALA), San Francisco Yovego (mismos datos geográficos,), col. T. Martínez.

### **5.8.3 Familia Euscorpiidae Laurie, 1896**

Cuatro géneros, 14 especies y 42 subespecies (Fet *et al.*, 2000). *Euscorpius* Thorell 1876 es endémico de Europa, además de ser uno de los géneros de alacranes más estudiados. En México se distribuyen tres géneros: *Megacormus* Karsch, 1881 con cuatro especies; *Plesiochactas* Pocock, 1900, con una especie y *Troglocormus* Francke, 1981 con dos especies.

**Diagnosis.** Según la revisión de Sologlad y Sissom (2001), la familia Euscorpiidae se caracteriza por tener dentículos accesorios internos en los dedos de la quela de

los pedipalpos, dos dientes distales en el borde dorsal del dedo móvil del quelícero, además de tener un patrón tricobotrial tipo "C", una quilla ventromedial en todos los segmentos del metasoma (figura 27c) y un esternón subpentagonal.

### **Género *Megacormus* Karsch, 1881**

Comprende actualmente cuatro especies que se distribuyen en los estados de Hidalgo, Veracruz y Oaxaca. Los escorpiones de este género son escasos en las colecciones, dado que su captura se dificulta debido a que se conoce poco sobre su hábitat. Además de acuerdo con Soleglad (1976) no presentan la propiedad de reflejar la luz ultravioleta, por lo que en su búsqueda la colecta nocturna no es adecuada para estos alacranes.

**Diagnosis.** De cinco a once tricobotrias en la cara ventral de la patela, dentículos accesorios internos de los dedos de los pedipalpos por duplicado, formando grupos conspicuos transversales con los dentículos de la línea media principal. Peines sin fulcra.

### ***Megacormus grubbsi* Sissom, 1994**

*Megacormus grubbsi* Fet *et al.*, 2000; Soleglad y Sissom, 2001

**Diagnosis.** Adultos de talla mediana a pequeña (38-42 mm), con seis tricobotrias en la cara ventral de la patela (en algunas ocasiones siete) (figura 25a), cara externa de la patela con 19 tricobotrias (figura 26a), tres de la serie *em* (en algunas ocasiones cuatro) (figura 26a). Conteo pectinal en hembras= 3-5 (moda= 5), en machos= 5-6 (moda=6).

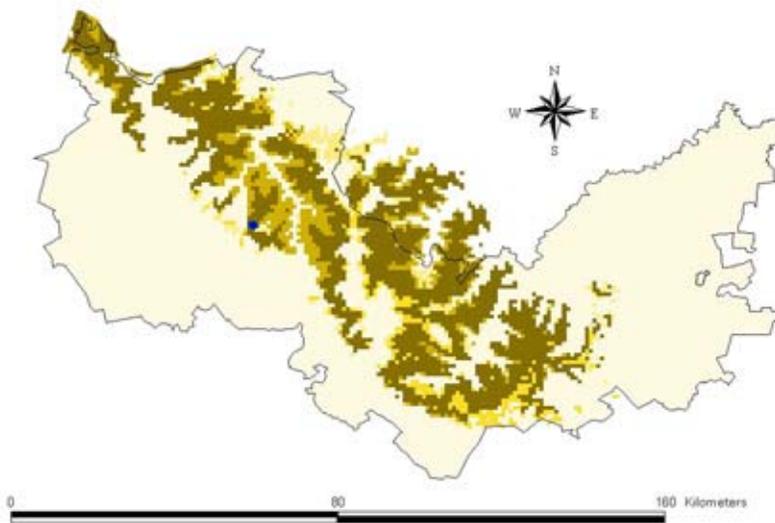
**Distribución conocida.** Huautla de Jiménez

**Distribución en Oaxaca.** Distrito de Villa Alta.

**Distribución en Sierra Norte:** San Miguel Talea de Castro.

**Material examinado:** México. Oaxaca. Villa Alta. 2♀ (CNAN-S03210), 7 km SO de Talea de Castro (2028 msnm) N 17° 19.637' O 96° 17.386', 17/junio/2007, cols. C. Santibáñez y A. Valdez. 3 ♀ (CNAN-S03209) 8 km SO de Talea de Castro (2082

msnm) N 17° 19.620' O 96° 17.403', 22/julio/2007, cols. O. Francke, A. Ballesteros, H. Montaña, C. Santibáñez y A. Valdez. 1 ♀ (WDS), La Esperanza, Comaltepec, sin datos de colecta. 1 ♂ holotipo, 2 ♀ (AMNH), Cerro Ocote, 5 mi S Tenango (sin datos georreferenciados), Abril/1987, sin datos de colector. 2 ♀ (CNAN) 1 km NO Puerto de la Soledad, Sierra Mazateca N 18° 10.450' O 97° 00.197', 26/agosto/2007, ERG. 1 ♂ y 2 ♀ (CNAN) Huautla de Jiménez (sin datos georreferenciados), 03/octubre/1952, D. Peláez y M Kuri. 1 juvenil (CNAN), Alrededores de Chilchotla, Chilchotla (sin datos georreferenciados), 23-25/octubre/2000, E. González.



**Figura 12.** Distribución potencial de *Megacormus grubbsi* en la Sierra Norte de Oaxaca, de coloración oscura el área donde convergen la mayoría de los modelos en cuanto a la presencia de este taxón. El punto azul la distribución conocida de la especie.

### **Género *Plesiochactas* Pocock, 1900**

**Diagnosis.** Con 8 a 12 tricobotrias en la cara ventral de la patela, los dentículos accesorios internos en los dedos de los pedipalpos no por duplicado ni formando líneas transversales. Peines con fulcra.

***Plesiochactas dilutus* Karsch, 1881**

*Plesiochactas dilutus*; Fet *et al.*, 2000; Soleglad y Sissom, 2001; Soleglad y Fet; 2003a, b

**Diagnosis.** Escorpiones de talla mediana (55-65 mm); peines con fulcra (figura 27a); 10 a 12 tricobotrias (moda= 11) en la cara ventral de la patela (figura 27b); dedos de los pedipalpos en los machos con una muesca cercana a la base (figura 27d); conteo pectinal en hembras=7-9 (moda= 9) y en machos=10-11 (moda= 10).

**Distribución conocida.** México (Jalapa, Veracruz)

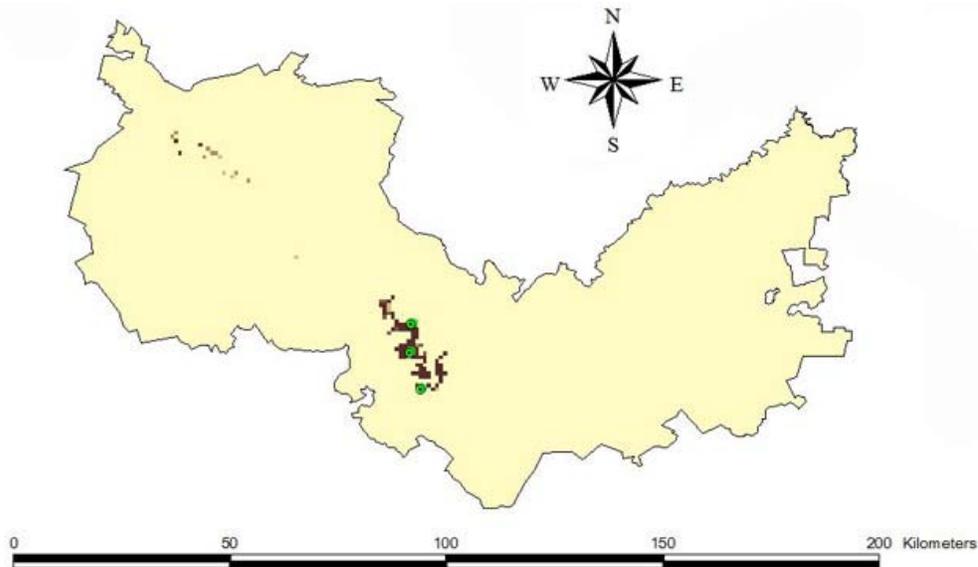
**Distribución en Oaxaca.** Previamente documentada para una localidad llamada Nejapa Portillo, no se conoce una localidad a la fecha, con ese nombre preciso. Se colectó en Santa María Tlahuitoltepec y en Santo Domingo Xagacia.

**Distribución conocida en Sierra Norte:** Mixes (Santa María Tlahuitoltepec), Villa Alta (Santo Domingo Xagacia).

**Material examinado:** México. Oaxaca. Mixes. 1♀ (CALA), Santa María Tlahuitoltepec (2280 msnm) N 17° 05.562' O 96° 03.284', 09/abril/2004, col. N. Gómez. 1♀ (CALA), Santa María Tlahuitoltepec (mismo datos geográficos), 01/diciembre/2005, col. N. Gómez. 1♂ y 1♀ juveniles (CNAN-S03208), Santa María Tlahuitoltepec (mismos datos geográficos), 17/enero/2007, cols. C. Santibáñez y N. Gómez. 1♂ y 1♀ subadultos (CALA), Santo Domingo Xagacia (1680 msnm) N 17° 09' 12" O 96° 16' 03", 20/julio/2007, L. Márquez. 2♂ adultos y 3♀ (CNAN-S03206), Santa María Tlahuitoltepec (2459 msnm) N 17° 01.037' O 96° 01.915', 20/julio/2007, cols. O. Francke, A. Ballesteros, H. Montaña, C. Santibáñez y A. Valdez. 1♀ y un juvenil (CNAN-S03207), Santa María Tlahuitoltepec (mismos datos geográficos), 15/marzo/2008, cols. H. Montaña, C. Santibáñez y A. Valdez.

**Notas:** La localidad tipo de la especie es Jalapa, Veracruz, no obstante se han hecho esfuerzos de colecta por obtener ejemplares de la localidad tipo sin éxito alguno. Los ejemplares depositados en la Colección del Instituto Tecnológico de Oaxaca arrojaron nueva evidencia de la distribución de la especie en el estado de Oaxaca. El macho de esta especie no está descrito (descripción en preparación),

a pesar de que el ejemplar citado en al menos tres trabajos de Soleglad y Fet es un macho adulto (de algún lugar llamado Portillo Nejapa, Oaxaca).



**Figura 13.** Distribución potencial de *Plesiochactas dilutus* en la Sierra Norte de Oaxaca, de coloración oscura el área donde convergen la mayoría de los modelos en cuanto a la presencia de este taxón. En puntos verdes la distribución conocida de la especie.

#### 5.8.4 Familia Vaejovidae Thorell 1876

Familia restringida a Norteamérica (llegando inclusive a Guatemala), contiene alrededor de 157 especies y 19 subespecies en 10 géneros (Sissom, 2000; <http://www.vaejovidae.com>; Coddington *et al.*, 2004; Prendini y Wheeler, 2005). En México está representada por: *Paravaejovis* Williams, 1980 (monotípica, endémica a Baja California Sur), *Paruroctonus* Werner, 1934 (con 15 especies restringidas al norte del país), *Pseudouroctonus* Stahnke, 1974 (con 8 especies restringidas al norte del país), *Serradigitus* Stahnke, 1974 (15 especies), *Smeringurus* Haradon, 1983 (2 especies restringidas al noroeste del país), *Syntropis* Kraepelin, 1900 (3 especies endémicas a la península de Baja California), *Vaejovis* Koch, 1836 (61 especies) y *Vejovoidus* Stahnke, 1974 (con una especie, endémica a Baja California Sur).

La familia ha sufrido numerosos cambios taxonómicos a la fecha; Graham y Soleglad (2007), Soleglad y Fet (2005, 2006, 2008) y Soleglad *et al.* (2007) han elevado a los grupos que se reconocían dentro del género *Vaejovis* a nivel de género; así como otros cambios taxonómicos que incluyen la creación de nuevos géneros (*Gertschius* Graham y Soleglad 2007 que incluye a dos especies, y *Stahnkeus* Soleglad y Fet 2006 que incluye 5 especies), no obstante esta taxonomía no es ampliamente aceptada, además de que su monofilia no ha sido probada aún.

**Diagnosis.** Según Soleglad y Fet (2008), que publicaron la última diagnosis de la familia, los vaejóvidos se caracterizan por poseer la coyuntura *est-esb-eb* del patrón tricobotrial del dedo fijo de la quela dirigido hacia el borde del dedo fijo; *eb* dirigido hacia el borde dorsal, *ib-it* localizado en el dedo fijo y no en la palma. Gancho lamelar en el hemiespermatóforo presente. En general son ortobotriotáxicos (tipo C) aunque hay varias especies con neobotriotaxia incremental. El esternón es del tipo II (Soleglad y Fet, 2003a). La revisión de la familia se está llevando a cabo.

### **Género *Vaejovis* Koch, 1836**

Su distribución va desde el sur de los Estados Unidos hasta Guatemala, su diversidad es máxima en México continental. Su monofilia no ha sido probada a pesar de varios trabajos que tratan sobre su taxonomía (Soleglad y Fet 2003b, 2005, 2006, 2008; Graham y Soleglad, 2007). Para su estudio se reconocen actualmente cinco grupos: el grupo “eusthenura” (diagnosticado por Williams, 1970; transferido recientemente al género *Hoffmannius* Soleglad y Fet, 2008), el grupo “intrepidus” (Hoffmann, 1931 que contiene al escorpión más grande del género, recientemente transferido al género *Thorellius* Soleglad y Fet, 2008), el grupo “mexicanus” (Hoffmann, 1931), el grupo “nitidulus” (Sissom y Francke, 1985, 6 especies de este grupo han sido transferidas al género *Franckeus* Soleglad y Fet, 2005, en tanto que 12 permanecen en el grupo “nigrescens”) y el grupo “punctipalpi” (Williams, 1971, transferido recientemente al género *Kochius*

Soleglad y Fet, 2008). El género (según Soleglad y Fet, 2008) está compuesto por 40 especies en dos grupos: el grupo “mexicanus” con 28 y el grupo “nigrescens” con 12.

**Diagnosis.** No existe una diagnosis práctica del género (ni siquiera en el trabajo de Soleglad y Fet, 2008), la mayoría de las veces se usan caracteres plesiomórficos para diagnosticarla o realizan una diagnosis comparativa. Hasta que no se tenga la monofilia probada es difícil reconocer el género en base a sinapomorfías.

#### **Grupo “mexicanus” Sissom 2000**

Hoffmann (1931) fue el primero en mencionar este grupo, en tanto que Soleglad (1973) hizo una revisión más extensa del grupo y lo diagnosticó. No obstante, Sissom (2000) reconoce que es un grupo que está caracterizado por plesiomorfías y que es necesaria una profunda revisión del grupo; así mismo, menciona que su diversidad es alta y que no se conoce aún, sobre todo en las sierras de México.

**Diagnosis.** Según Sissom (2000) se reconoce al grupo en base a los siguientes caracteres: Margen interno del dedo fijo de la quela del pedipalpo con seis hileras de gránulos divididas por 6 grandes gránulos; serie *ib-it* en la base del dedo fijo y no sobre la palma de la quela. Sissom (1989a) apunta que estas especies comparten un patrón de coloración distintivo que consiste en manchas oscuras en todo el cuerpo (con algunas excepciones en la parte ventral del mesosoma). Y que al menos, en los segmentos III y IV del metasoma, una carinación ventral granular.

#### ***Vaejovis franckei* Sissom 1989**

*Vaejovis franckei* Sissom, 2000

**Diagnosis.** Adultos de talla pequeña (19 – 26 mm), dimorfismo sexual marcado, los machos con una muesca denotada en la quela del pedipalpo, en tanto las hembras carecen de dicha muesca. Esternito VII con 9 a 13 sedas (moda= 12).

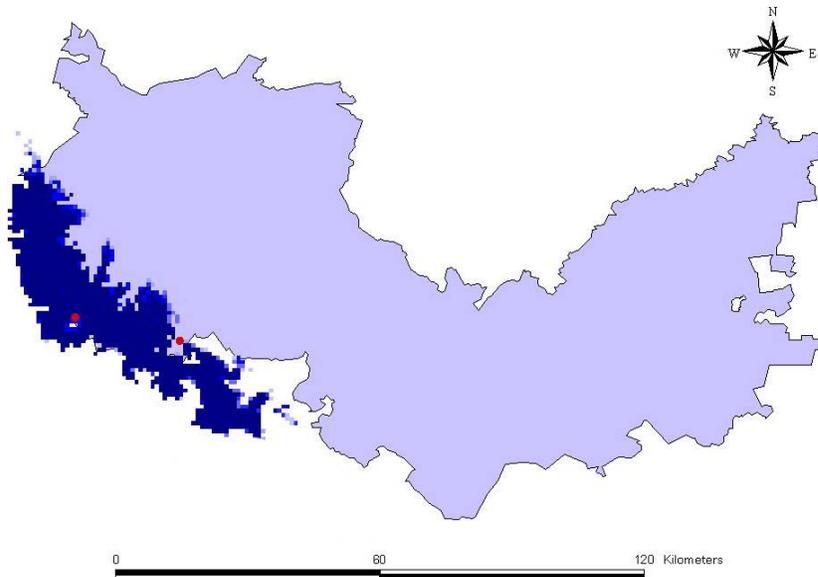
Sedas en las quillas ventrales submedias 2:3:3-4:3-4, sedas en las quillas dorsolaterales 0-1: 1-2: 1-2: 2. Proporción del ancho de la vesícula / ancho del margen posterior del segmento V  $x = 1.36 (\pm 0.18)$  en hembras, en machos  $x = 1.30 (\pm 0.16)$ ; proporción longitud / ancho de la quela de los pedipalpos  $x = 2.76 (\pm 0.17)$  en machos y en hembras  $x = 3.73 (\pm 0.14)$  en hembras. Conteo pectinal en machos = 12 – 13 (moda = 13) y en hembras = 10-11 (moda = 11).

**Distribución conocida.** MEXICO. Oaxaca: NNE San Juan del Estado, El Punto Ixtepeji, S Ixtlán de Juárez, San Felipe del Agua (ver Sissom, 1989a).

**Distribución Sierra Norte.** Ixtlán de Juárez. Llano Grande, San Antonio Cuajimoloyas.

**Notas:** Sissom (1989) reporta la especie para El Punto Ixtepeji y al sur de Ixtlán de Juárez. En este estudio se notó la presencia de una especie del grupo *mexicanus* que tenía gran parecido con *V. franckei*; sin embargo, durante la visita con el Dr. Sissom a West Texas A&M University en Canyon Texas, se pudo comparar esta especie con los paratipos y un macho de *V. franckei* de La Carbonera Telixtlahuaca, resultando errónea su determinación; por lo que ahora esta especie corresponde a un taxón nuevo (ver más adelante).

**Material examinado:** México. Oaxaca. Ixtlán de Juárez. 6♂, 3♀ (CNAN) 6 km oeste de Llano Grande, San Antonio Cuajimoloyas (3134 msnm) N 17° 08.109' O 96° 26.576', 20/junio/2007, cols. A. Valdez y C. Santibáñez. 2♂, 1♀ (CNAN) San Pablo Etla, 3/marzo/2006 (sin coordenadas geográficas), col. C. Santibáñez. 1♂ (AMNH) La Carbonera, Telixtlahuaca.



**Figura 14.** Distribución potencial de *Vaejovis franckei* en la Sierra Norte de Oaxaca, de coloración oscura el área donde convergen la mayoría de los modelos en cuanto a la presencia de este taxón. En puntos rojos la distribución conocida de la especie.

### ***Vaejovis setosus* Sissom 1989**

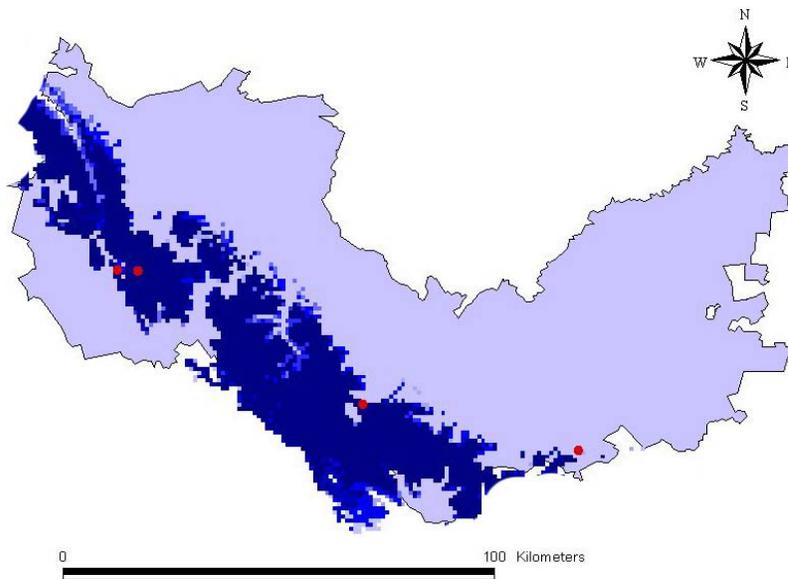
*Vaejovis setosus* Sissom, 2000

**Diagnosis.** Adultos de talla pequeña (17-28 mm), sin dimorfismo sexual marcado en las quelas de los pedipalpos en machos adultos. Esternito VII con 16 a 21 (moda= 20) sedas. Sedas en las quillas dorsolaterales en los segmentos I-IV 2:2:2:2-3; conteo general de sedas, no necesariamente en pares, en las quillas ventrales submedias en los segmentos I-IV 9-11:10-12:10-12:11-16. Proporción del ancho de la vesícula / ancho del margen posterior del segmento V en hembras  $x= 1.23 (\pm 0.12)$ , en machos  $x= 1.25 (\pm 0.08)$ , proporción largo/ancho del segmento V en hembras  $x= 1.85 (\pm 0.09)$ , en machos  $x= 2.07 (\pm 0.20)$ , proporción largo / ancho de la quela de los pedipalpos en hembras  $x= 3.80 (\pm 0.23)$ , en machos  $x= 3.43 (\pm 0.43)$ . Conteo pectinal en machos= 14-16 (moda= 15) y en hembras= 13-15 (moda= 14).

**Distribución conocida.** Sissom (1989a) la reporta para el estado de Oaxaca en el municipio de Tlacolula, Valles Centrales.

**Distribución Sierra Norte.** Ixtlán, Santa Catarina Ixtepeji. Mixes, Santa María Tlahuitoltepec.

**Material examinado:** México. Oaxaca. Mixes. 2♀ (CNAN) Santa María Tlahuitoltepec (2459 msnm) N 17° 01.037' O 96° 01.915', 20/07/07, cols. O. Francke, A. Ballesteros, H. Montaña, C. Santibáñez y A. Valdez. 9♂, 5♀ (CNAN) km 45.8 carretera federal No. 175 tramo Ixtlán de Juárez – Oaxaca (2003 msnm) N 17° 17.834' O 96° 32.582', 14-15/06/07, cols. A. Valdez y C. Santibáñez. 1♂, 1♀ (CNAN) 2 km sobre el camino a San Juan Chicomezuchitl (1584 msnm) N 17° 17.697' O 96° 29.980', 15/06/07, cols. A. Valdez y C. Santibáñez. 4♀ (CNAN) km 171 carretera federal 175 tramo Ixtlán de Juárez – Oaxaca. 2♀ (AMNH) Tlacolula, 16/julio/1955, cols. C. y P. Vaurie (Paratipos).



**Figura 15.** Distribución potencial de *Vaejovis setosus* en la Sierra Norte de Oaxaca, de coloración oscura el área donde convergen la mayoría de los modelos en cuanto a la presencia de este taxón. En puntos rojos la distribución conocida de la especie.

***Vaejovis alebrije* sp. nov.**

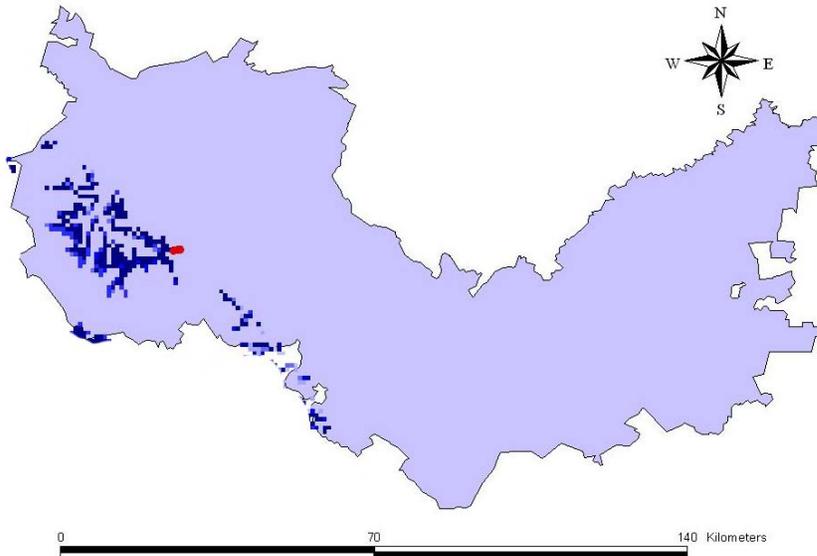
**Serie tipo:** Oaxaca. Ixtlán de Juárez. 1♂ holotipo (CNAN) Santiago Xiacuí, 08/05/04, col. L. Jiménez. 1♀ paratipo (CNAN) Santiago Xiacuí, 08/06/04, col. L. Jiménez.

**Diagnosis.** Adultos de talla mediana (40-50 mm), sin dimorfismo sexual marcado en las quelas de los pedipalpos en machos adultos. Esternito VII con 5 a 8 sedas (moda= 6). Sedas en las quillas dorsolaterales en los segmentos I-IV 1:2:2:2. Proporción del ancho de la vesícula / ancho del margen posterior del segmento V en hembras  $x= 1.37 (\pm 0.09)$  y en machos  $x= 1.43 (\pm 0.06)$ ; proporción largo / ancho de la quela de los pedipalpos 4.01 en hembras y 3.89 en machos; proporción largo / ancho del segmento V 2.29 en hembras y 2.51 en machos. Conteo pectinal en machos= 17-17 (moda= 17) y en hembras= 15-16 (moda= 15)

**Distribución conocida.** Especie nueva para la ciencia.

**Distribución Sierra Norte.** Ixtlán de Juárez. Santiago Xiacuí.

**Material examinado:** México. 1♀ (CALA) Santiago Xiacuí, 27/04/04, col. L. Jiménez. Oaxaca de Juárez. 1♂, 1♀ (AMNH) Base del Cerro San Felipe del Agua, 06/09/1947, col. B. Malkin.



**Figura 16.** Distribución potencial de *Vaejovis alebrije* sp. nov. en la Sierra Norte de Oaxaca, de coloración oscura el área donde convergen la mayoría de los modelos en cuanto a la presencia de este taxón. En puntos rojos la distribución conocida de la especie.

***Vaejovis prendinii* sp. nov.**

**Serie tipo:** 1♂ holotipo (CNAN) Río Grande, San Juan Atepec (1327 msnm) N 17.41395° O 96.57108°, 03/07/08, cols. O. Francke, A. Quijano y C. Santibáñez. 1♀ paratipo (CNAN) mismos datos que el holotipo.

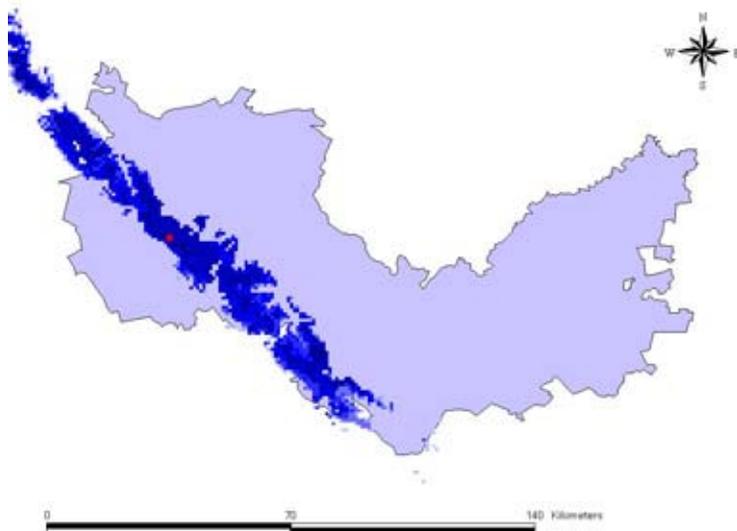
**Diagnosis.** Adultos de talla pequeña (25 – 34 mm), machos con una muesca ligeramente marcada en los dedos de la quela del pedipalpo. Esternito VII con 20 a 23 sedas (moda= 22). Sedas en las quillas dorsolaterales de los segmentos I-IV 3:4:4:4-5, conteo general de las sedas en las quillas ventrales submedias, no necesariamente en pares, 11-12:11-13:10-11:15-16. Proporción del ancho de la vesícula / ancho del margen posterior del segmento V en hembras  $x= 1.19$  y en machos  $x= 1.19 (\pm 0.15)$ ; proporción del largo / ancho del segmento V en hembras  $x= 1.98 (\pm 0.09)$  y en machos  $x= 2.11 (\pm 0.08)$ ; proporción del largo / ancho de la

quela en hembras  $x = 3.71 (\pm 0.25)$  y en machos  $x = 3.28 (\pm 0.26)$ . Conteo pectinal en machos = 18-20 (moda = 20) y en hembras = 17-18 (moda = 17).

**Distribución conocida.** Especie nueva para la ciencia.

**Distribución Sierra Norte.** Ixtlán de Juárez. San Juan Atepec.

**Material examinado:** México. Oaxaca. Ixtlán de Juárez. 1♂, 1♀ (CNAN) Río Grande, San Juan Atepec (1327 msnm) N 17.41395° O 96.57108°, 03/07/08, cols. O. Francke, A. Quijano y C. Santibáñez. 1♂ (CNAN) 2 km NW de San Juan Atepec (1849 msnm) N 17.42957° O 96.55523°, 04/07/08, cols. O. Francke, A. Quijano y C. Santibáñez. 1♂ (CNAN) Ixtlán de Juárez, 1 juvenil (CALA) Ixtlán de Juárez, 24/04/04, col. G. Linares.



**Figura 17.** Distribución potencial de *Vaejovis prendinii* sp. nov. en la Sierra Norte de Oaxaca, de coloración oscura el área donde convergen la mayoría de los modelos en cuanto a la presencia de este taxón. El punto rojo la distribución conocida de la especie.

***Vaejovis zapoteca* sp. nov.**

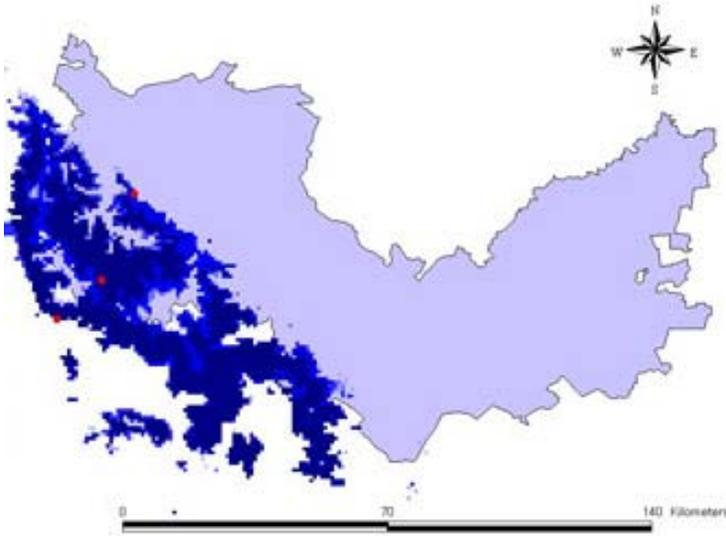
**Serie tipo:** 1♂ holotipo (CNAN) Puerta del Sol, San Pablo Macuilianguis, Ixtlán de Juárez, Oaxaca, México (2742 msnm) N 17.5287° W 96.5113°, 13/11/05, cols. O. Francke, G. Montiel, M. Córdova, A. Jaimes y C. Santibáñez. 2♂, 2♀ paratipos (CNAN), mismo datos. 2♂, 2♀ partipos (AMNH) mismos datos geográficos.

**Diagnosis.** Adultos de talla pequeña (28-30 mm), machos con una muesca fuertemente marcada en los dedos de la quela del pedipalpo. Esternito VII con 10-11 (moda= 10). Sedas en las quillas dorsolaterales de los segmentos I-IV 1:1-2:2:2, sedas en las quillas ventrolaterales 2:3:3-4:3-4. Proporción del ancho de la vesícula / ancho del margen posterior del segmento V en hembras  $x = 1.25 (\pm 0.07)$  y en machos  $x = 1.58 (\pm 0.09)$ ; proporción del largo / ancho del segmento V en hembras  $x = 2.08 (\pm 0.09)$  y en machos  $x = 2.21 (\pm 0.11)$ ; proporción del largo / ancho de la quela en hembras  $x = 4.25 (\pm 0.33)$  y en machos  $x = 3.02 (\pm 0.13)$  Conteo pectinal en machos= 12-15 (moda= 13), en hembras= 11-13 (moda= 12).

**Distribución conocida.** Especie nueva para la ciencia.

**Distribución Sierra Norte.** Ixtlán de Juárez. San Pablo Macuilianguis, Santa Catarina Ixtepeji.

**Material examinado:** México. Oaxaca. Ixtlán de Juárez. 23♂, 7♀, 16♂ subadultos (CNAN) Campamento Tatachinto, Santiago. Xiacuí (2313 msnm) N 17° 17.254' O 96° 25.058', 22/07/07, cols. O. Francke, A. Ballesteros, H. Montaña, C. Santibáñez y A. Valdez. 3♂, 5♀, 2 juveniles (CNAN) km 137 carretera Oaxaca-Tuxtepec (2789 msnm) N 17° 24.292' O 96° 30.595', 23/07/07, cols. O. Francke, A. Ballesteros, H. Montaña, C. Santibáñez y A. Valdez. 9♂, 2♀, 2 juveniles (CNAN) Campamento del Monte, El Punto Ixtepeji (2500 msnm) N 17° 12.062' O 96° 32.276', 18/06/07, cols. A. Valdez y C. Santibáñez.



**Figura 18.** Distribución potencial de *Vaejovis zapoteca* sp. nov. en la Sierra Norte de Oaxaca, de coloración oscura el área donde convergen la mayoría de los modelos en cuanto a la presencia de este taxón. En puntos rojos la distribución conocida de la especie.

**Grupo “eusthenura”** Sissom, 2000; Sissom y Hendrixson, 2005.

Género *Hoffmannius* Soleglad y Fet 2008

**Diagnosis.** Sissom y Hendrixson (2005) diagnosticaron al grupo “eusthenura” como: quela del pedipalpo lisa, posición de la serie tricobotrial *ib-it* distalmente a nivel del sexto gránulo externo del dedo fijo de la quela; el hemiespermatóforo con una pestaña ectal, así como el hemitapón armado con pequeños ganchos.

Soleglad y Fet, 2008 indican que el género puede ser reconocido por: Segmentos I-IV del metasoma con carinas ventromediales pares y lisas, dedos de la quela del pedipalpo variables en longitud pero nunca extremadamente largos, dedos de la quela de los pedipalpos con la serie de gránulos OD (ver Soleglad & Sissom, 2001) localizada basalmente o suprabasalmente en los dedos; series tricobotriales *ib-it*, *db-dt* y *eb-et* de la quela posicionadas en el dedo fijo, no en la parte media distal de la quela; carenas dorsales y dorsolaterales de los segmentos I-IV del metasoma posteriormente “acampanadas”, dentículo distal notablemente más largo que el resto.

Tomando en cuenta que el Código Internacional de Nomenclatura Zoológica (1999) regula sólo la prioridad de los nombres y no del contenido y, el hecho de que no se ha demostrado la monofilia del género, he decidido mantener las especies dentro del género *Vaejovis* en el grupo “eusthenura”, sin embargo considero necesaria la inclusión de las dos diagnósicos del género para denotar las diferencias o similitudes entre diferentes autores.

***Vaejovis oaxaca* sp. nov.**

**Serie tipo:** 1♂ holotipo (CNAN) 4 km N Totolapam, Oaxaca, México (1078 msnm) N 16° 41' 45.9" W96° 18' 52.1", 01/11/04, cols. O. Francke, R. Paredes y G. Villegas

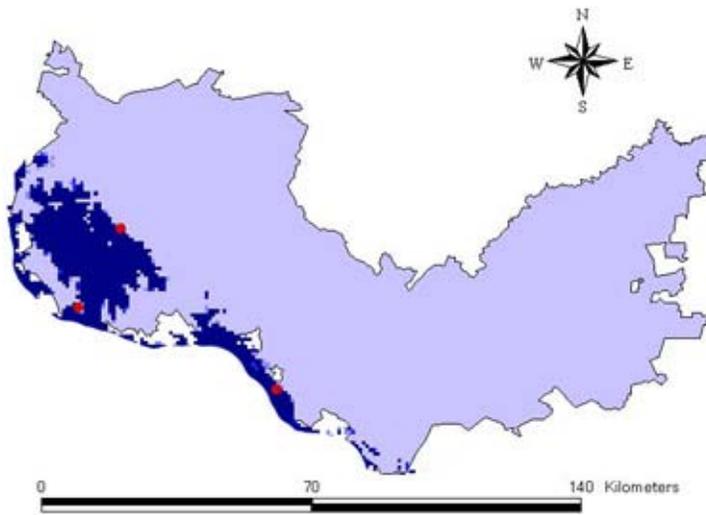
**Diagnósis.** Adultos de talla mediana (52-55 mm). Con seis hileras de denticulos en el dedo fijo de la quela del pedipalpo, con seis gránulos internos; con seis hileras de denticulos en el dedo móvil de la quela del pedipalpo, con siete gránulos internos. Quillas ventrales submedias en los segmentos I-IV del metasoma obsoletas, sólo marcadas por una mancha negra que corre longitudinalmente en todo el segmento. Quelas de los pedipalpos en machos con una muesca, moderada, en las hembras es ligera. Proporción del largo / ancho del segmento V del metasoma en machos  $x = 1.86 (\pm 0.11)$  y en hembras  $x = 1.82 (\pm 0.12)$ . Conteo pectinal en machos = 19-23 (moda= 21) y en hembras = 17-20 (moda= 19).

**Distribución conocida.** Especie nueva para la ciencia.

**Distribución Sierra Norte.** Mixes, Tepuxtepec.

**Material examinado:** México. Oaxaca. Mixes. 1 juvenil (CNAN) 3 km de la desviación a Tepuxtepec (1805 msnm) N 16° 58.044' O 96° 08.626', 18/07/07, cols. O. Francke, A. Ballesteros, H. Montaña, C. Santibáñez y A. Valdez. 4♀ (AMNH) 3♂, 4♀ (CNAN) 4 km N Totolapam, (1078 msnm) N 16° 41' 45.9", O 96° 18' 52.1"; 01/11/04; cols. O. Francke, R. Paredes y G. Villegas. 1♂, 2 juveniles

(AMNH); 4.5 mi S El Punto (8500 ft), 7 July 1966 (C. M. Bogert, P. Peckham), 3♀  
(AMNH); 2 mi E Ixtlán de Juárez (7600 ft), 20 July 1963 (G. Sluder)



**Figura 19.** Distribución potencial de *Vaejovis oaxaca* sp. nov. en la Sierra Norte de Oaxaca, de coloración oscura el área donde convergen la mayoría de los modelos en cuanto a la presencia de este taxón. En puntos rojos la distribución conocida de la especie.

***Vaejovis juarezi* sp. nov.**

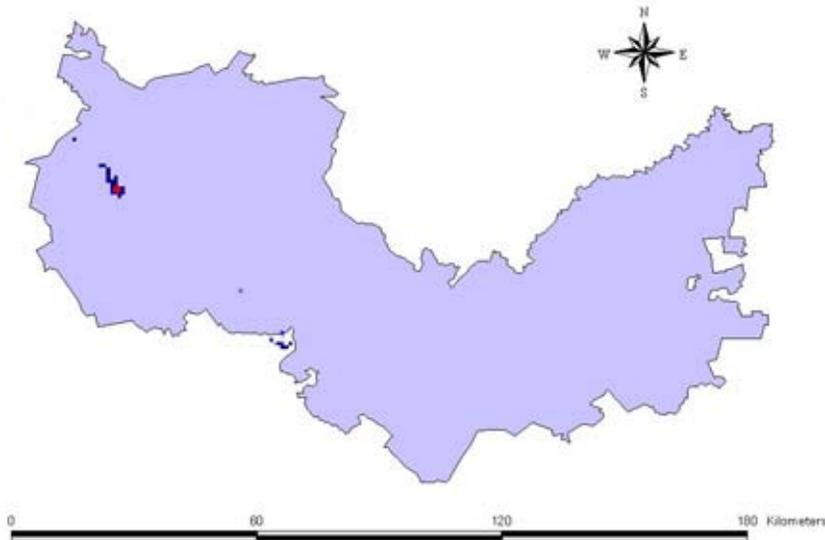
**Serie tipo:** 1♂ holotipo (CNAN) Río Grande, San Juan Atepec (1327 msnm) N 17.43195° O 96.57108°, 03/07/08, cols. O. Francke, A. Quijano y C. Santibáñez. 1♀ (CNAN) paratipo, mismos datos.

**Diagnosis.** Adultos de talla pequeña (34-40 mm). Con cinco hileras de dentículos en el dedo fijo de la quela, con seis gránulos internos; con cinco hileras de dentículos en el dedo móvil de la quela, con siete gránulos internos. Quillas ventrales submedias presentes en los segmentos II-IV, lisas. Dedos de la quela de los pedipalpos en machos con una ligera muesca, en las hembras es casi inapreciable. Proporción del largo / ancho del segmento V del metasoma en machos  $x = 2.19 (\pm 0.06)$  y en hembras  $x = 2.10 (\pm 0.08)$ . Conteo pectinal en machos = 18-20 (moda= 19) y en hembras = 14-18 (moda= 16).

**Distribución conocida.** Especie nueva para la ciencia

**Distribución Sierra Norte.** Ixtlán de Juárez. San Juan Atepec.

**Material examinado:** México. Oaxaca. Ixtlán de Juárez. 4♂, 1♀ (CNAN) Río Grande, San Juan Atepec (1327 msnm) N 17.43195° O 96.57108°, 03/07/08, cols. O. Francke, A. Quijano y C. Santibáñez.



**Figura 20.** Distribución potencial de *Vaejovis juarezi* sp. nov. en la Sierra Norte de Oaxaca, de coloración oscura el área donde convergen la mayoría de los modelos en cuanto a la presencia de este taxón. El punto rojo la distribución conocida de la especie.

**Grupo “nitidulus”** Capes, 2001; Sissom y González Santillán, 2004

Género *Franckeus* Soleglad y Fet, 2005, Grupo “nigrescens” Soleglad y Fet, 2005

**Diagnosis.** Sissom y Francke (1985) diagnostican al grupo de la siguiente manera: 1) Pedipalpos largos y delgados; 2) dedos de la quela del pedipalpo largos y esbeltos, con una terminación en forma de “garra” portando una mancha blanca distalmente; 3) serie *ib-it* localizada en la base del dedo fijo de la quela; 4) los peines de la hembra son del mismo tamaño, nunca con los dientes proximales más grandes que el resto.

Posteriormente Sissom (1991) agrega a la diagnosis del grupo los siguientes caracteres: 1) el carapacho obtusamente emarginado, con una muesca anteromedial; 2) el opérculo genital en las hembras posee una conexión membranosa longitudinal en los dos tercios anteriores; 3) el dedo móvil del quelícero con una sérrula bien desarrollada en aspecto ventrodistal.

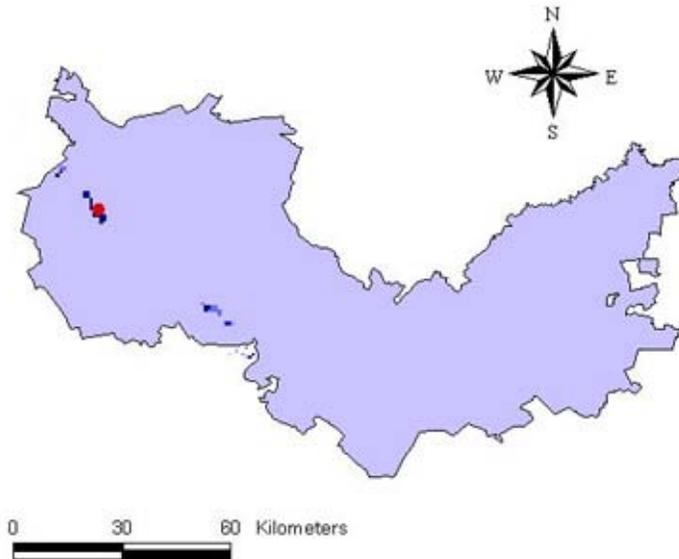
Soleglad y Fet (2005) erigieron un nuevo género para seis especies que exhibían neobotriotaxia incremental en la cara externa de la patela. En ese mismo trabajo, proponen un nuevo nombre para el resto de las especies de este grupo que no exhiben la neobotriotaxia denominándolo grupo “nigrescens”. La monofilia de estos dos taxones supraespecíficos ha sido cuestionada por otros autores.

***Vaejovis aff. solegladi***

**Diagnosis.** Sólo se conoce una hembra adulta (30 mm). Dedos más cortos que *V. solegladi*, además de un conteo pectinal menor (17-17, en tanto que en *V. solegladi* es 18-20). Hasta no obtener más ejemplares (especialmente machos), la identidad de este ejemplar no puede ser determinada con mayor precisión.

**Distribución en Sierra Norte.** Ixtlán de Juárez. San Juan Atepec

**Material examinado:** 1 ♀ (CNAN), San Juan Atepec (sin datos geográficos), 01/agosto/2008, col. R. Reyes



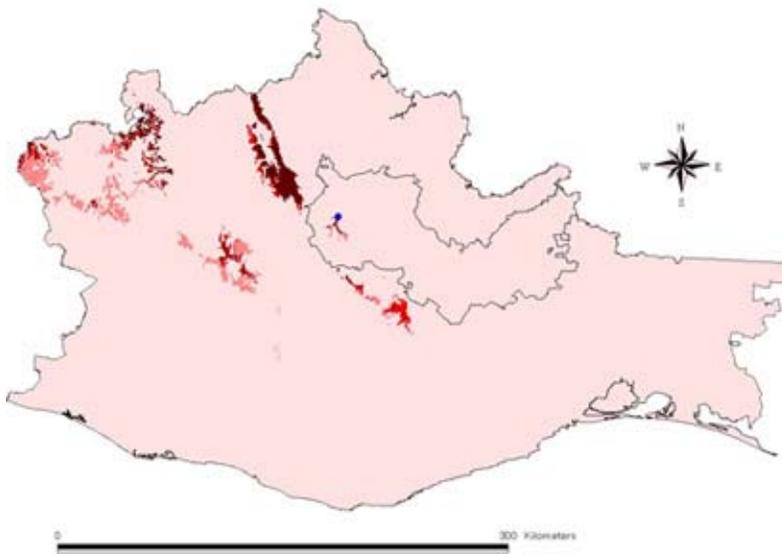
**Figura 21.** Distribución potencial de *Vaejovis* aff. *solegladi* en la Sierra Norte de Oaxaca, de coloración oscura el área donde convergen la mayoría de los modelos en cuanto a la presencia de este taxón. El punto rojo la distribución conocida de la especie.

### 5.9 Distribución conocida y potencial para todo el estado de Oaxaca de las especies de la Sierra Norte

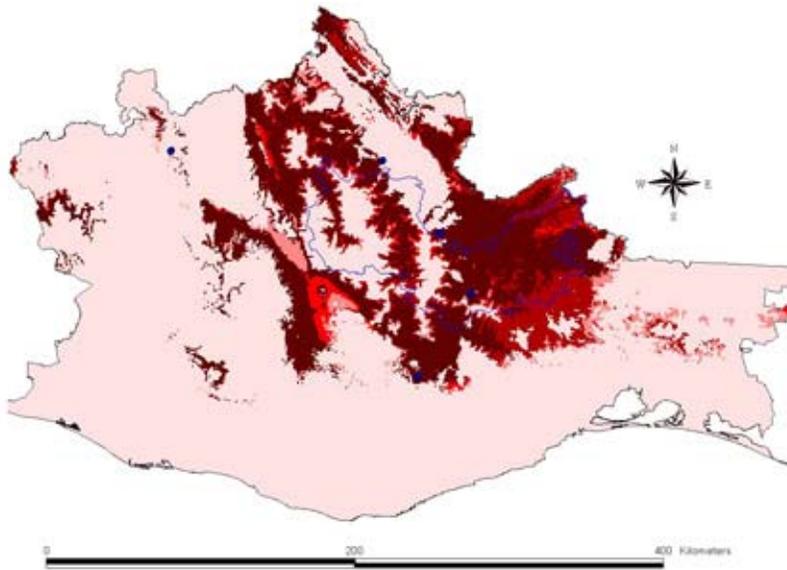
El modelaje de nichos ecológicos de las especies consiste en ubicar las características ambientales que están representadas por los píxeles del mapa (las capas ambientales utilizadas); así como las localidades de presencia del taxón georreferidas. Al generarse el conjunto de reglas creadas por el algoritmo los píxeles que reúnan estas características se iluminan en un mapa. El resultado final son varios mapas binarios (ausencia/presencia) que se suman para dar el aspecto de variación cromática que observamos en los mapas anteriores. Las zonas más oscuras corresponden al consenso de la mayoría de los mapas que ubican ese nicho fundamental en esa zona, en tanto que las menos coloreadas son las zonas en las que la mayoría de mapas no coincidieron. Los siguientes modelos consideran todos los registros de distribución de cada especie y no solo los de la Sierra Norte.

El hecho de que se indique una zona como potencialmente habitada por una especie no necesariamente significa que se encuentre ahí. La sobrepredicción es el principal problema de GARP. Sin embargo, esta también se puede interpretar como el nicho ecológico utilizado por una especie hermana. Es difícil suponer si la especie puede encontrarse ahí salvo corroborándolo mediante la colecta, ya que GARP no considera aspectos biológicos del nicho la propia especie para incluirlos dentro del modelo.

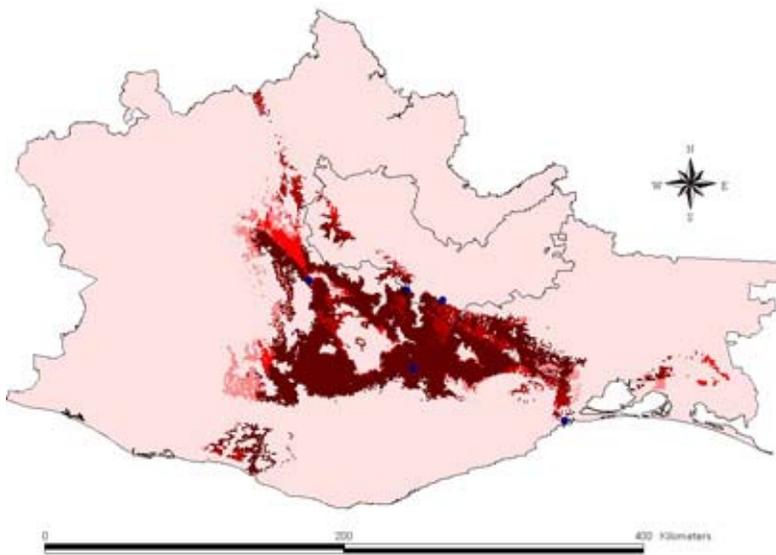
### Género *Centruroides* Marx 1890



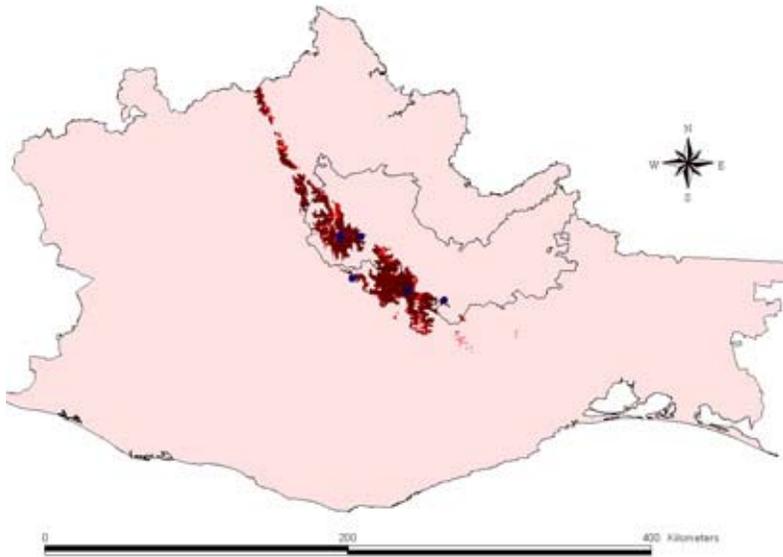
**Figura 22.** Distribución conocida y potencial de *Centruroides baergi* para el estado, los puntos azules corresponden a localidades georreferidas. El contorno interno indica la zona de estudio o Sierra Norte.



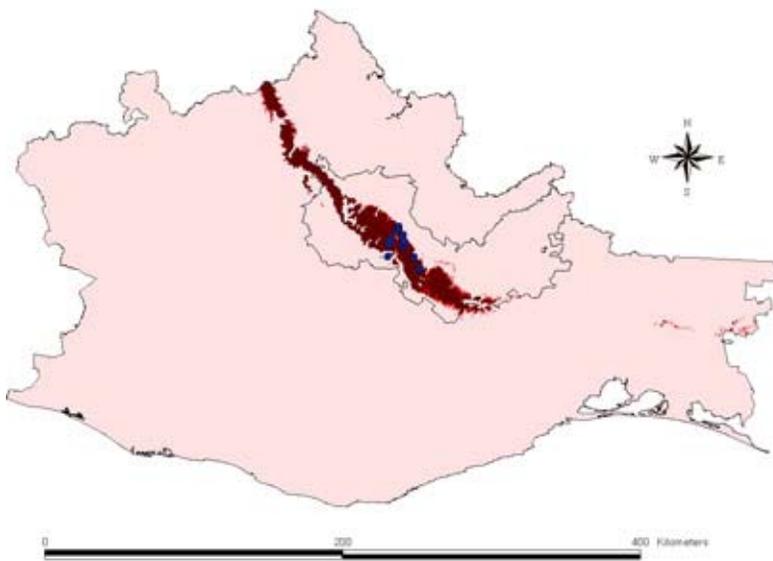
**Figura 23.** Distribución conocida y potencial de *Centruroides gracilis* para el estado, los puntos azules corresponden a localidades georreferidas. El contorno interno indica la zona de estudio o Sierra Norte.



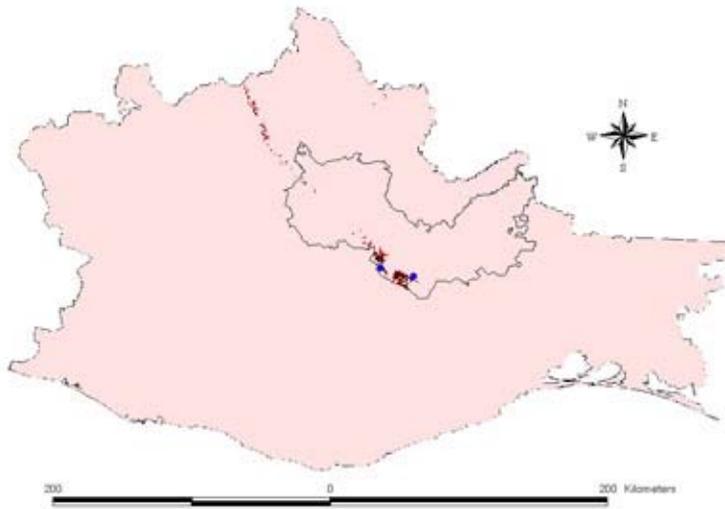
**Figura 24.** Distribución conocida y potencial de *Centruroides nigrimanus* para el estado, los puntos azules corresponden a localidades georreferidas. El contorno interno indica la zona de estudio o Sierra Norte.



**Figura 25.** Distribución conocida y potencial de *Centruroides nigrovariatus* para el estado, los puntos azules corresponden a localidades georreferidas. El contorno interno indica la zona de estudio o Sierra Norte.

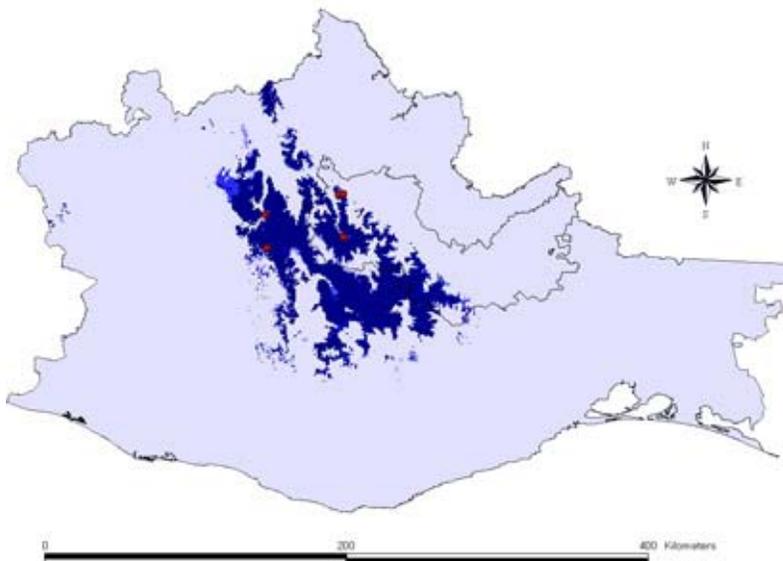


**Figura 26.** Distribución conocida y potencial de *Centruroides serrano* sp. nov. para el estado, los puntos azules corresponden a localidades georreferidas. El contorno interno indica la zona de estudio o Sierra Norte.

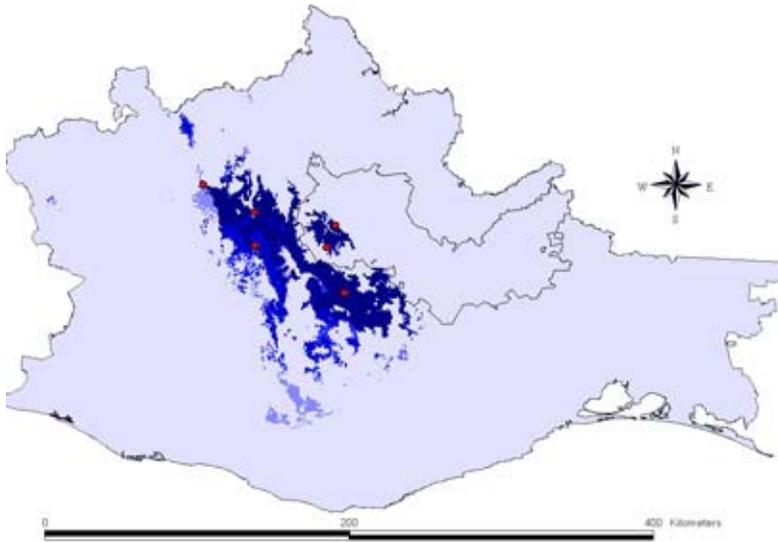


**Figura 27.** Distribución conocida y potencial de *Centruroides* aff. *nigrovariatus* para el estado, los puntos azules corresponden a localidades georreferidas. El contorno interno indica la zona de estudio o Sierra Norte.

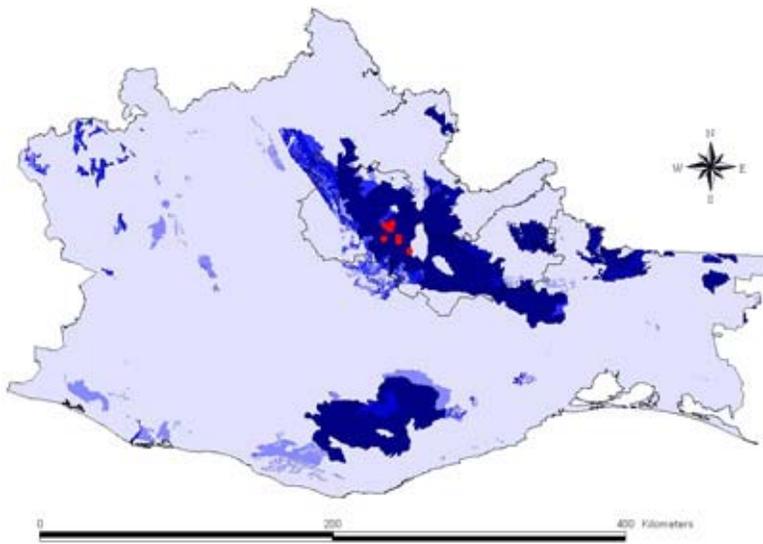
#### **Género *Diplocentrus* Peters 1861**



**Figura 28.** Distribución conocida y potencial de *Diplocentrus mexicanus mexicanus* para el estado, los puntos rojos corresponden a localidades georreferidas. El contorno interno indica la zona de estudio o Sierra Norte.

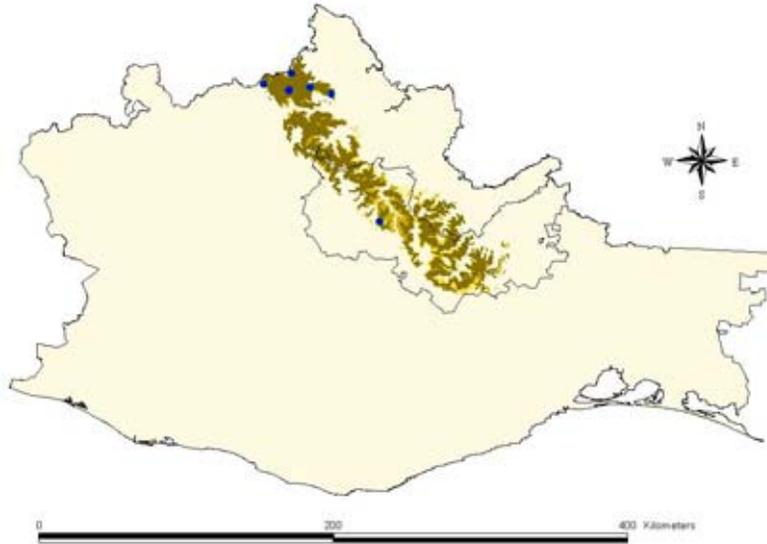


**Figura 29.** Distribución conocida y potencial de *Diplocentrus rectimanus* para el estado, los puntos rojos corresponden a localidades georreferidas. El contorno interno indica la zona de estudio o Sierra Norte.



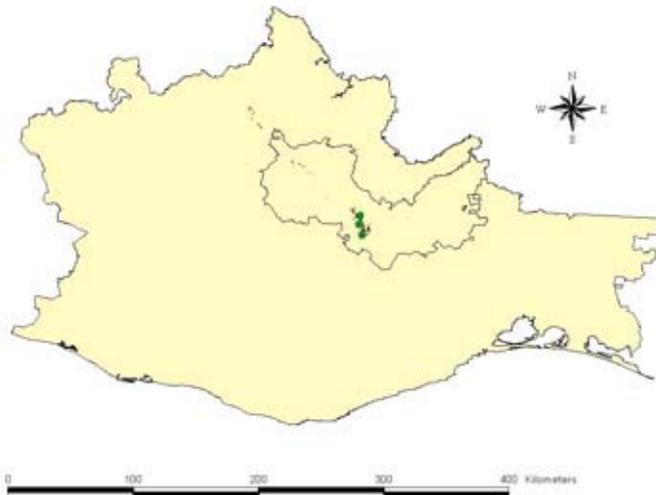
**Figura 30.** Distribución conocida y potencial de *Diplocentrus franckei* sp. nov. para el estado, los puntos rojos corresponden a localidades georreferidas. El contorno interno indica la zona de estudio o Sierra Norte.

**Género *Megacormus* Karsch 1881**



**Figura 31.** Distribución conocida y potencial de *Megacormus grubbsi* para el estado, los puntos azules corresponden a localidades georreferidas. El contorno interno indica la zona de estudio o Sierra Norte.

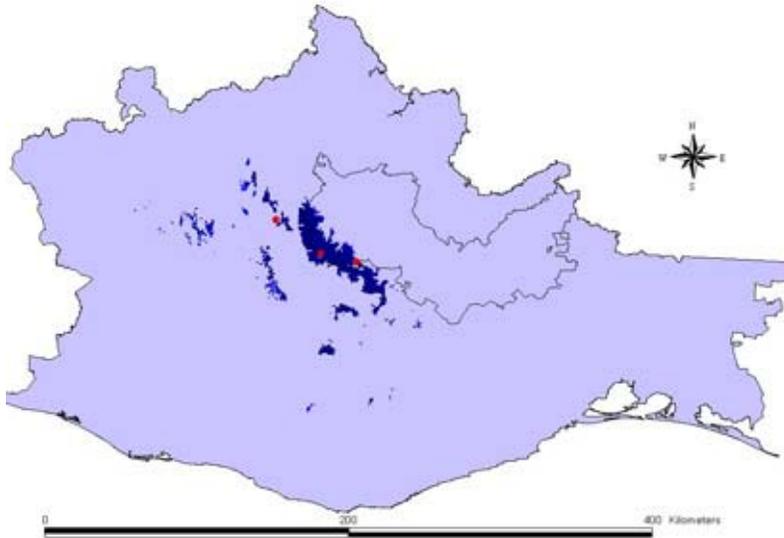
**Género *Plesiochactas* Pocock 1900**



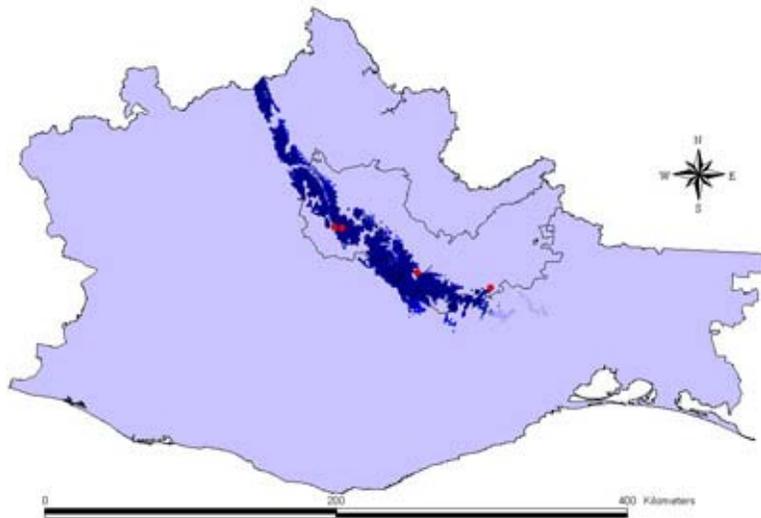
**Figura 32.** Distribución conocida y potencial de *Plesiochactas dilutus* para el estado, los puntos verdes corresponden a localidades georreferidas. El contorno interno indica la zona de estudio o Sierra Norte.

### Género *Vaejovis* Koch, 1831

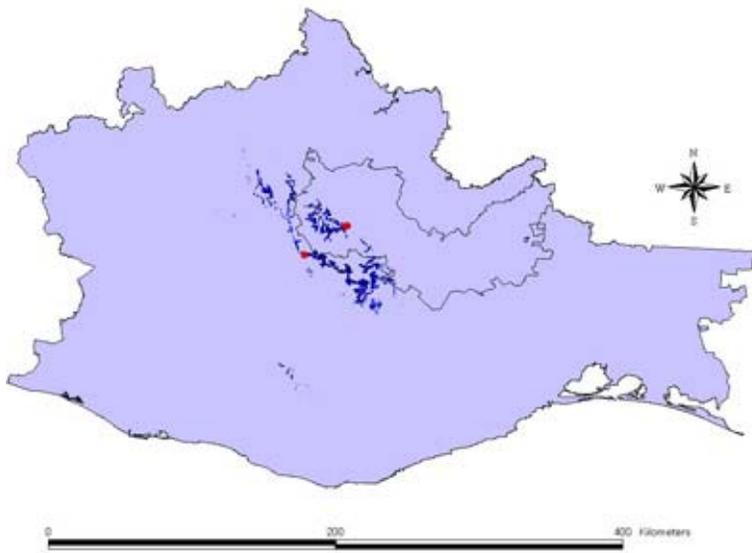
Grupo "mexicanus"



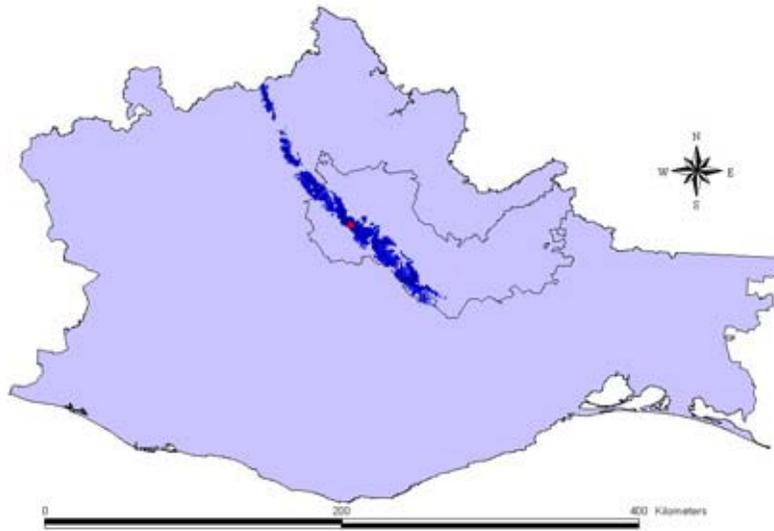
**Figura 33.** Distribución conocida y potencial de *Vaejovis franckei* para el estado, los puntos rojos corresponden a localidades georreferidas. El contorno interno indica la zona de estudio o Sierra Norte.



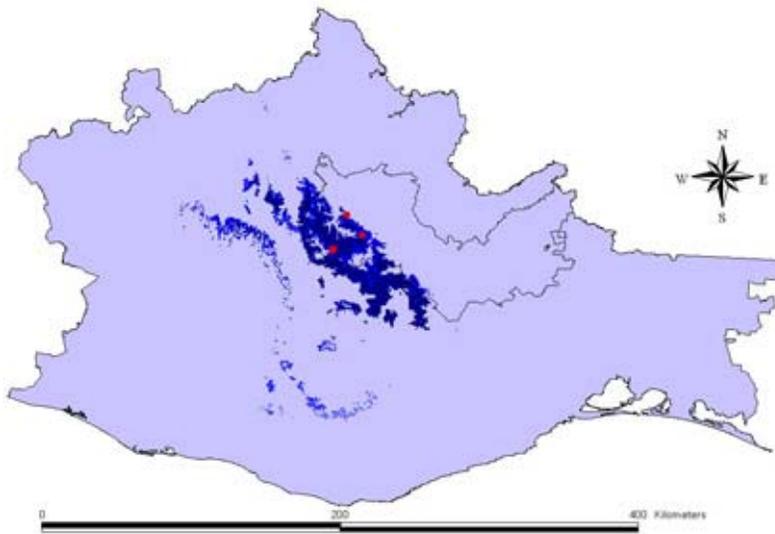
**Figura 34.** Distribución conocida y potencial de *Vaejovis setosus* para el estado, los puntos rojos corresponden a localidades georreferidas. El contorno interno indica la zona de estudio o Sierra Norte.



**Figura 35.** Distribución conocida y potencial de *Vaejovis alebrije* sp. nov. para el estado, los puntos rojos corresponden a localidades georreferidas. El contorno interno indica la zona de estudio o Sierra Norte.

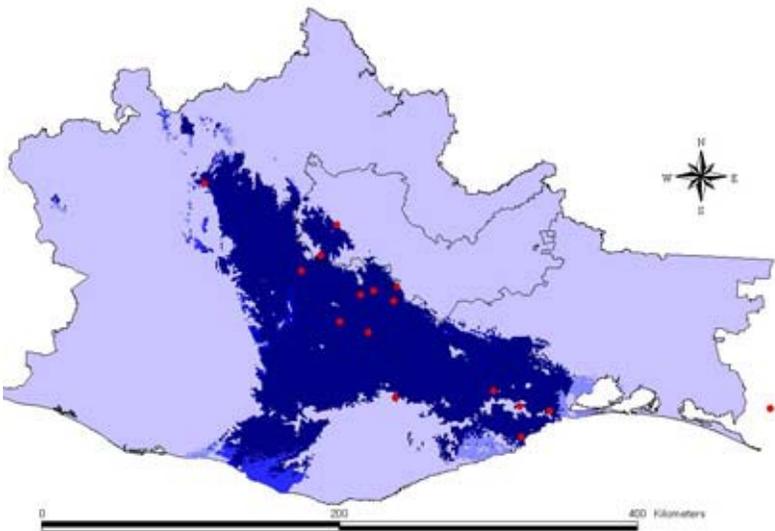


**Figura 36.** Distribución conocida y potencial de *Vaejovis prendinii* sp. nov. para el estado, los puntos rojos corresponden a localidades georreferidas. El contorno interno indica la zona de estudio o Sierra Norte.



**Figura 37.** Distribución conocida y potencial de *Vaejovis zapoteca* sp. nov. para el estado, los puntos rojos corresponden a localidades georreferidas. El contorno interno indica la zona de estudio o Sierra Norte.

#### Grupo “eusthenura”

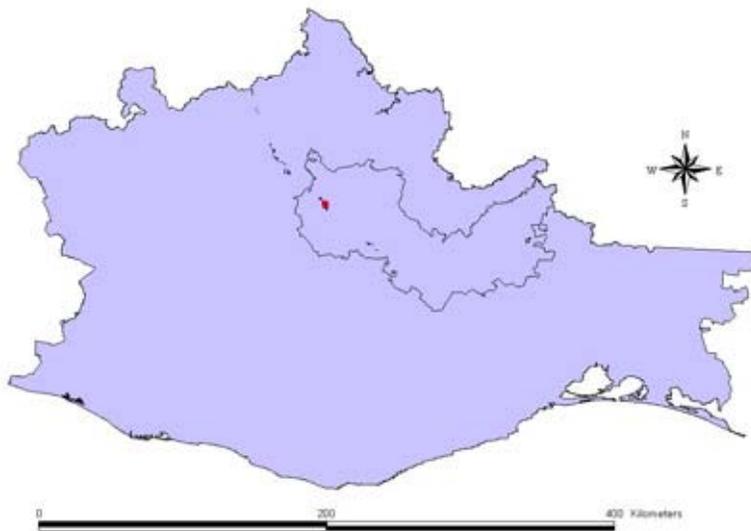


**Figura 38.** Distribución conocida y potencial de *Vaejovis oaxaca* sp. nov. para el estado, los puntos rojos corresponden a localidades georreferidas. El contorno interno indica la zona de estudio o Sierra Norte.



**Figura 39.** Distribución conocida y potencial de *Vaejovis juarezi* sp. nov. para el estado, el punto rojo corresponde a localidad georreferenciada. El contorno interno indica la zona de estudio o Sierra Norte.

#### Grupo “nitidulus”



**Figura 40.** Distribución conocida y potencial de *Vaejovis* aff. *solegladi* para el estado, el punto rojo corresponde a localidad georreferenciada. El contorno interno indica la zona de estudio o Sierra Norte.

## **5.10 Comparación de la distribución potencial de los alacranes de la Sierra Norte de Oaxaca con los tipos de vegetación propuestos por Torres-Colín (2004) para el estado**

### **Género *Centruroides* Marx 1890**

Como se estipula en los ecomorfotipos de las especies, la mayoría de las especies de este género son lapidícolas. Vemos también que fueron colectados en diferentes tipos de vegetación; ésto se debe a que son especies “oportunistas” que no requieren de condiciones ambientales específicas como en el caso de las especies de otros géneros. Por lo tanto, la distribución potencial que muestran no concuerda con los tipos de vegetación propuestos.

Las especies del grupo “*gracilis*” no tienen distribución simpátrida, tampoco las del grupo “*infamatus-nigrovariatus*” (figuras 41-42): aunque su distribución potencial pueda sobreponerse en algunas zonas, esto no significa que tengan una distribución simpátrida; sólo significa que las condiciones ambientales (en este caso climáticas) en las que se distribuyen son parecidas. La simpatría sólo puede ser corroborada al colectarse ambos taxones en el mismo evento de colecta.

### **Género *Diplocentrus* Peters 1861**

Las especies de este género son principalmente pelófilas, su distribución debería estar afectada por las condiciones ambientales, pero en particular por el tipo de suelo. La distribución potencial de este género tampoco corresponde a un cierto tipo de vegetación propuesto por el autor.

Todas las especies de este género tienen distribución alopátrida. Su distribución potencial pueden empalmarse en algunas zonas pero (como en el caso de las especies de *Centruroides* y para el resto de las especies) no significa que tengan distribución simpátrida, sino que las condiciones ambientales son similares. En la figura 43 se observa que hay tres puntos continuos de dos especies diferentes, esto no significa que tengan una distribución simpátrida, porque las dos especies fueron colectadas en diferentes tipos de vegetación y a diferentes altitudes.

### **Género *Megacormus* Karsch 1881**

Las especies de este género han sido colectadas principalmente sólo en un tipo de vegetación: bosque mesófilo. Para esta caso no fue la excepción y al parecer la distribución potencial de la especie para la Sierra Norte corresponde a la distribución de este tipo de vegetación propuesta por el autor.

### **Género *Plesiochactas* Pocock 1900**

Se conoce muy poco sobre la distribución de este género, sólo fue colectada en un tipo de vegetación en localidades cercanas entre ellas, por lo que su distribución está restringida a esa pequeña área (figura 44); en este caso, esa área corresponde, según el mapa de vegetación propuesto por el autor, a una zona de agricultura potencial.

### **Género *Vaejovis* Koch 1831**

Grupo *mexicanus*: las especies de este grupo suelen ser cortícolas. La distribución potencial de *V. franckei* en Sierra Norte, concuerda con algunas zonas de bosque de pino, propuestas por el autor. La distribución de *V. setosus* no concuerda con el tipo de vegetación propuesto, sin embargo esta especie sólo fue colectada en un tipo de vegetación específico. *V. alebrije* sp. nov. también presenta una distribución potencial similar a la de *V. franckei*; aunque esta especie no sólo fue colectada en bosque de pino, sino también en bosque de encino.

*V. prendinii* sp. nov. tiene una distribución potencial que no concuerda con ningún tipo de vegetación propuesto por el autor. *V. zapoteca* sp. nov. tiene una distribución potencial similar a la de *V. franckei*, y concuerda en algunas zonas con el bosque de pino propuesto por el autor.

En tanto, para el grupo “*eusthenura*” la distribución potencial de *V. oaxaca* sp. nov. no concuerda con ningún tipo de vegetación propuesto para la Sierra Norte. *V. juarezi* fue colectado sólo de una localidad por lo que su tipo de vegetación

concuera con el propuesto por el autor. Para el grupo “nitidulus”, la especie *V. aff. solegladi* presenta la misma distribución potencial que *V. juarezi*.

Las distribuciones de todas las especies (por grupo) de este género son alopátridas. *V. prendinii*, *V. juarezi* y *V. aff. solegladi* se distribuyen simpátridamente, pero ambos son de dos grupos diferentes y, además, tienen ecomorfotipos diferentes (cortícola, lapidícola y rupícola) (figura 45).

### 5.10.1 Niveles de endemismo

Cuatro especies del género *Centruroides* tienen una distribución amplia dentro del estado de Oaxaca, *C. gracilis* y *C. nigrimanus* se distribuyen además en los estados de Veracruz y Chiapas (respectivamente). *C. nigrovariatus* se distribuye principalmente en los valles centrales, introduciéndose en Sierra Norte. *C. baergi* se distribuye en el valle de Cuicatlán, la cuenca del río Grande de San Juan Atepec desemboca en ese valle. *C. serrano* sp. nov. es endémica de algunos municipios del distrito de Villa Alta; estos municipios se localizan en una depresión que se forma entre los distritos de Ixtlán de Juárez y los Mixes (entre el complejo del cerro Pelón y el macizo del Cempoaltepetl). La morfoespecie *C. aff. nigrovariatus* se distribuye en el distrito de los Mixes. *Diplocentrus rectimanus* y *D. mexicanus mexicanus* tienen una distribución que comprende las montañas centrales y las montañas del distrito de Ixtlán de Juárez. *D. franckei* sp. nov. presenta el mismo tipo de endemismo que *C. serrano* sp. nov.

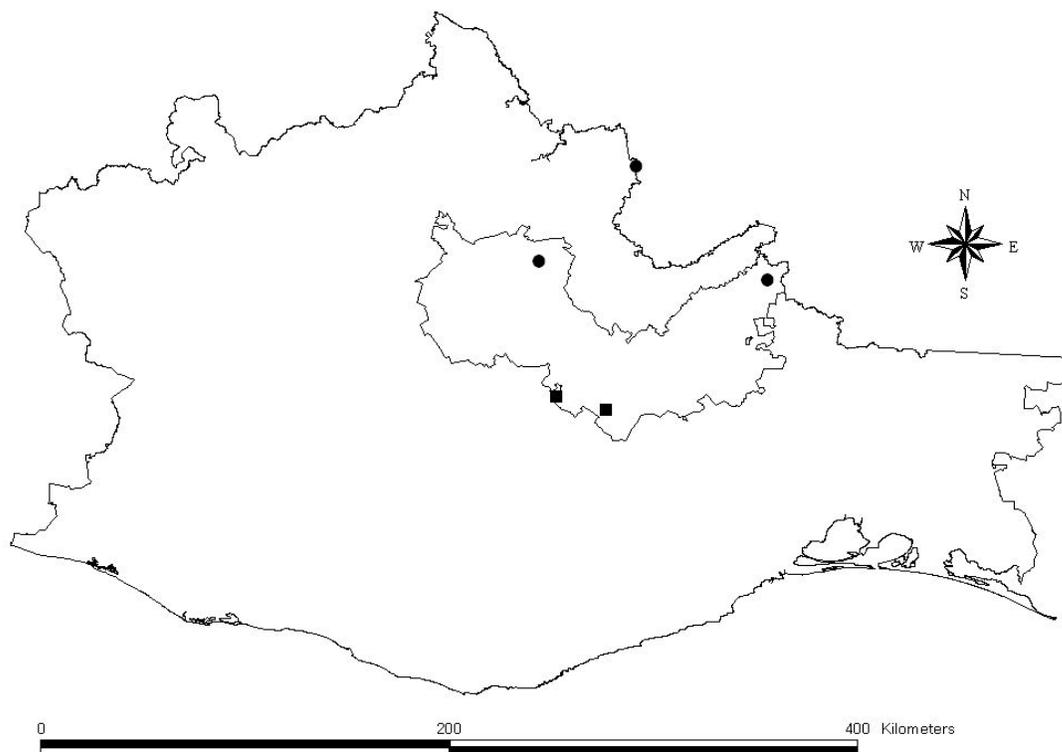
*Plesiochactas dilutus* fue descrita de Jalapa, Veracruz. Es interesante que la especie se haya colectado en la Sierra Norte de Oaxaca. Es necesario llevar a cabo nuevas colectas para conocer más sobre estos alacranes y su distribución.

La localidad tipo de *Megacormus grubbsi* se ubica en el municipio de Huautla de Jiménez, en bosque mesófilo; ésta sierra (mazateca) se incluye en la provincia Sierra Madre de Oaxaca (al igual que la Sierra Norte). La especie fue colectada en este tipo de vegetación, por lo que es de esperarse que su distribución esté

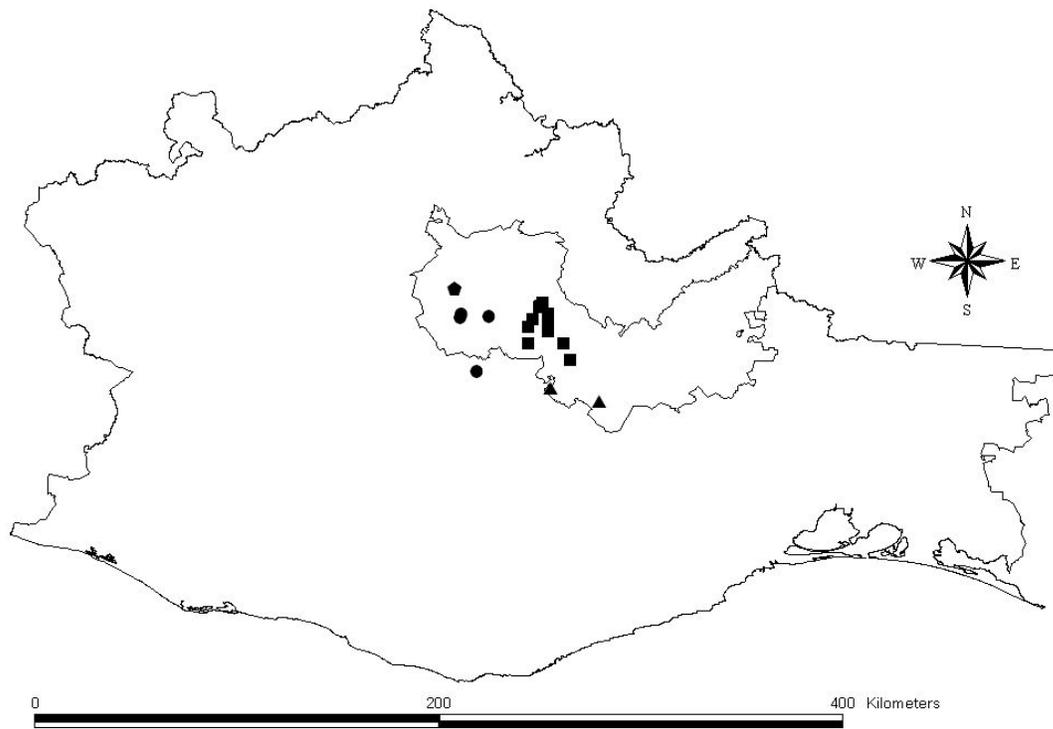
delimitada por el mismo. Las especies *Vaejovis franckei* y *V. setosus* tienen una distribución que no se restringe a Sierra Norte (aunque no es tan amplia como las especies del género *Centruroides* o del género *Diplocentrus*). La primera se ha colectado en elevaciones mayores a los 2900 msnm, en tanto que la segunda se ha colectado a altitudes menores a los 2050 msnm. *V. zapoteca* sp. nov. se distribuye en altitudes entre los 2300 y los 2800 msnm dentro del distrito de Ixtlán de Juárez. *V. alebrije* sp. nov. se ha colectado en la Sierra Juárez y las montañas centrales de Oaxaca, a altitudes entre los 1800 y los 2100 msnm.

Por último, *V. prendinii* sp. nov. está también restringida al distrito de Ixtlán de Juárez, entre un rango altitudinal de los 1300 a los 1900 msnm. Al parecer algunas especies filogenéticamente cercanas se dividen los hábitats disponibles en diversos rangos altitudinales, pero se requiere de un estudio más detallado con un enfoque ecológico para establecer dichos patrones de distribución.

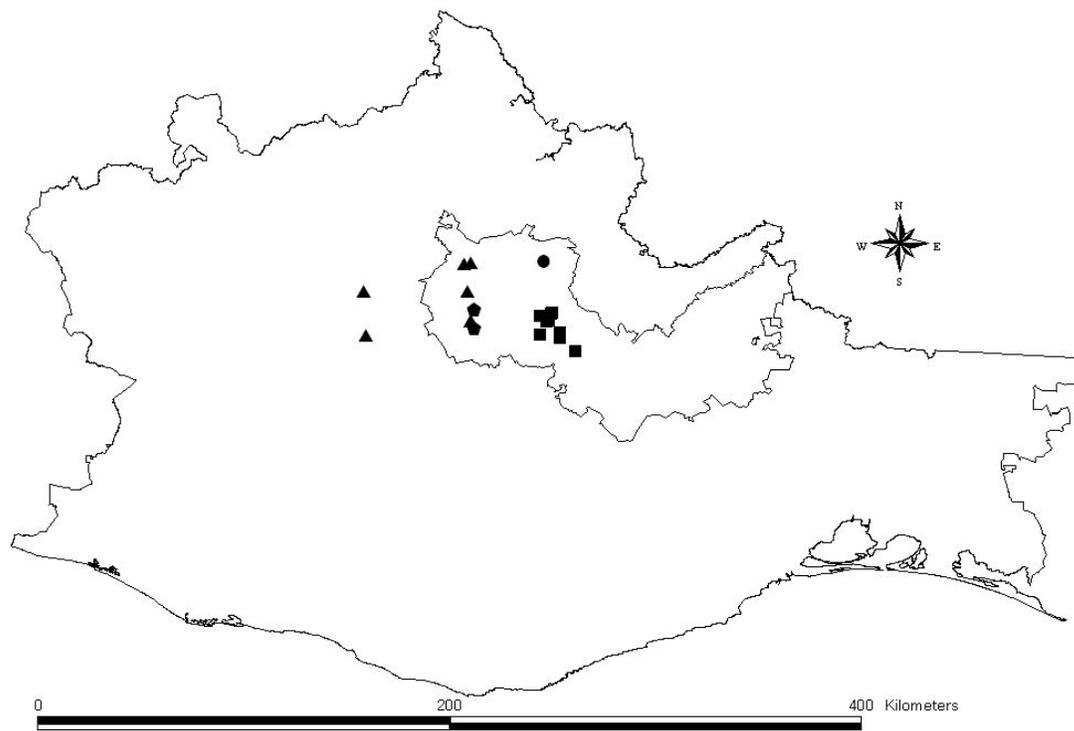
*V. juarezi* sp. nov. fue colectada en una sola localidad, en el distrito de Ixtlán de Juárez, en la cañada del Río Grande. Sin embargo otra especie cercana se distribuye en el valle de Cuicatlán, por lo que parece ser endémica a esa cañada. Por último, *V. oaxaca* sp. nov. tiene una distribución amplia que llega hasta los límites con el estado de Chiapas, abarca los valles centrales, parte de la mixteca (incluyendo la Sierra Juárez) hasta el Istmo de Tehuantepec.



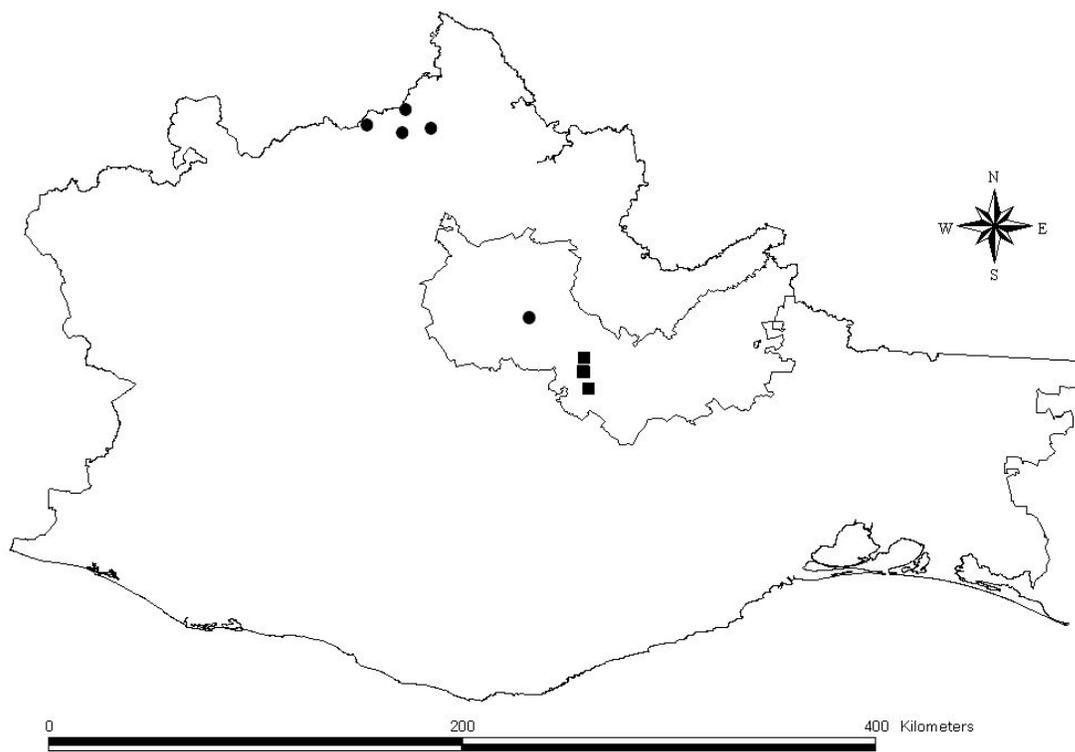
**Figura 41.** Distribución de las especies del género *Centruroides* Marx 1890 del grupo “*gracilis*” en el estado de Oaxaca. Círculos *C. gracilis*, Cuadrados *C. nigrimanus*. El contorno interno indica la zona de estudio de la Sierra Norte.



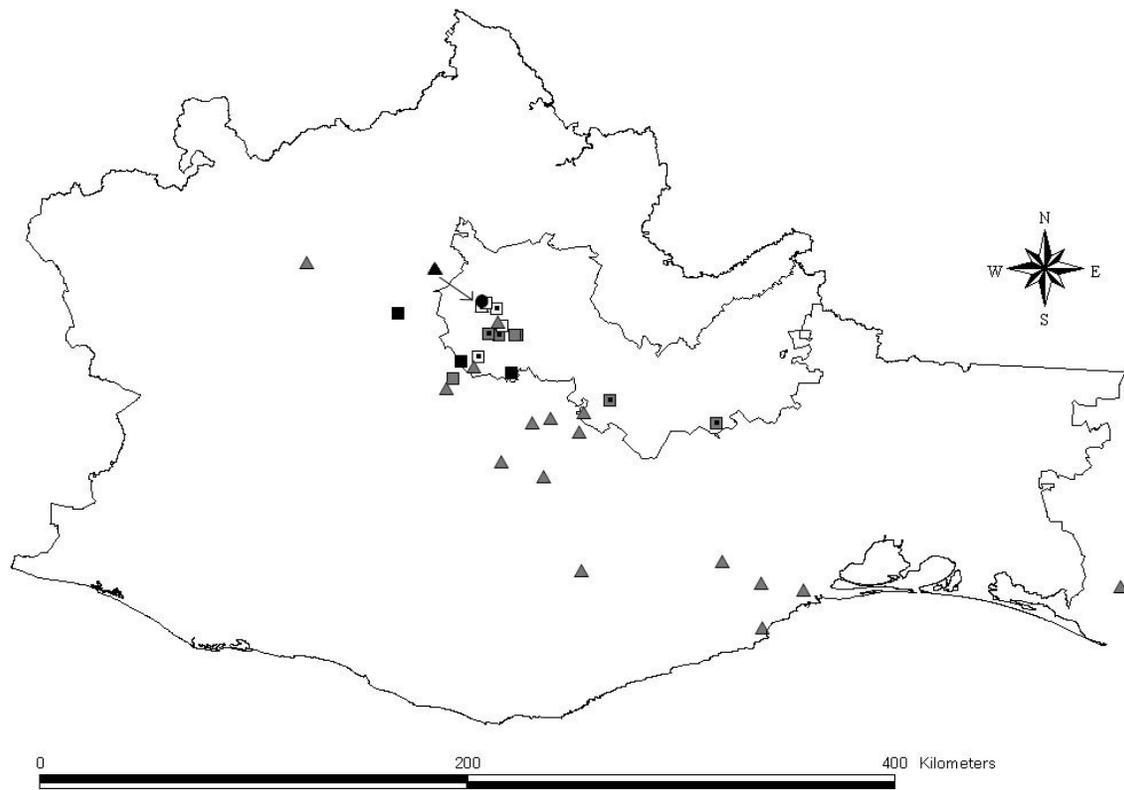
**Figura 42.** Distribución de las especies del género *Centruroides* Marx 1890 del grupo “nigrovariatus” en el estado de Oaxaca. Círculos *C. nigrovariatus*, Cuadrados *C. serrano* sp. nov., Triángulos *C. aff. nigrovariatus* y Pentágonos *C. baergi*. El contorno interno indica la zona de estudio de la Sierra Norte.



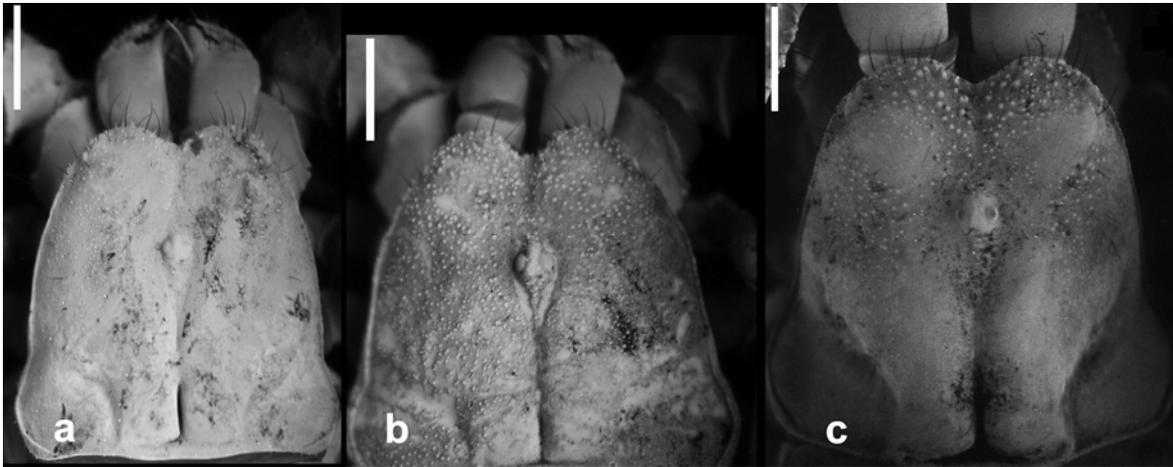
**Figura 43.** Distribución de las especies del género *Diplocentrus* Peters 1861 en el estado de Oaxaca. Círculos *Diplocentrus* sp. nov. A, Cuadrados *D. franckei* sp. nov., Triángulos *D. mexicanus mexicanus*, Pentágonos *D. rectimanus*. El contorno interno indica la zona de estudio de la Sierra Norte.



**Figura 44.** Distribución de las especies de los géneros *Megacormus* Karsch 1881 y *Plesiochactas* Pocock 1900 en el estado de Oaxaca. Círculos *Megacormus grubbsi*, Cuadrados *Plesiochactas dilutus*. El contorno interno indica la zona de estudio de la Sierra Norte.



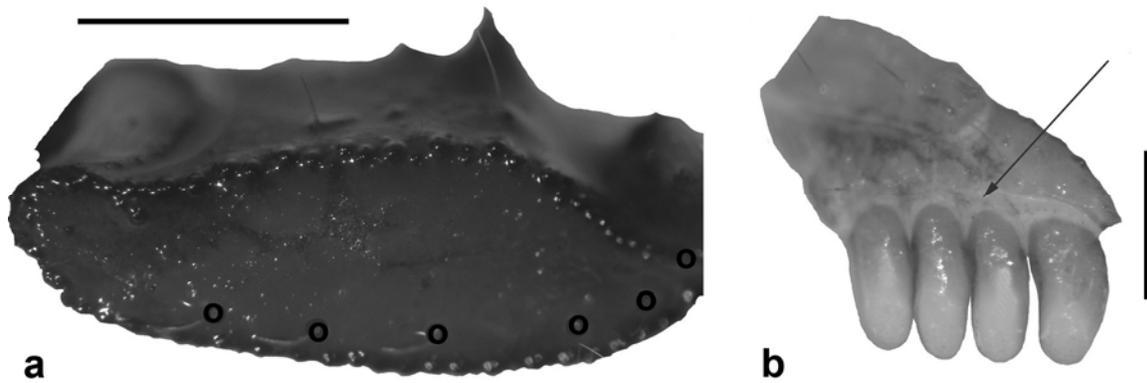
**Figura 45.** Distribución de las especies del género *Vaejovis* Koch 1831 en el estado de Oaxaca. Círculos negros *Vaejovis* aff. *solegladi*, Cuadrados negros *V. franckei*, Cuadrados grises *V. alebrije* sp. nov., Cuadrados blancos *V. prendinii* sp. nov., Cuadrados con punto gris *V. setosus*, Cuadrados con punto blanco *V. zapoteca* sp. nov., Triángulo negro *V. juarezi* sp. nov. (la flecha indica la posición original del mismo atrás del círculo negro), Triángulos grises *V. oaxaca* sp. nov. El contorno interno indica la zona de estudio de la Sierra Norte.



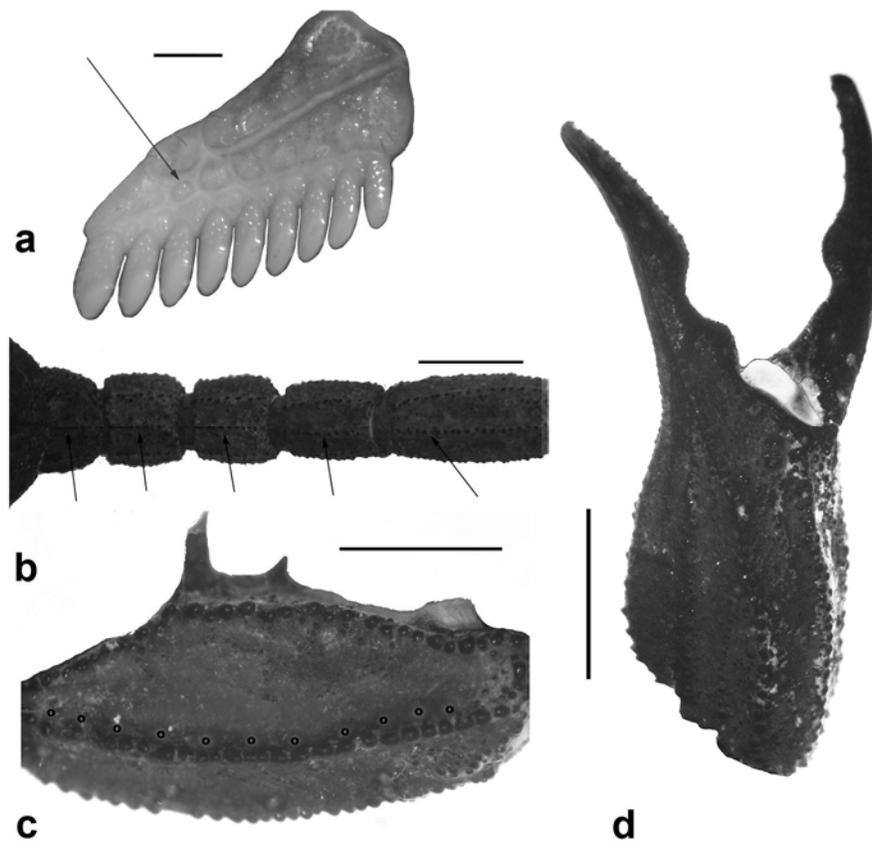
**Figura 46.** Comparación del carapacho entre tres especies del género *Diplocentrus* de la Sierra Norte. a) *Diplocentrus franckei* sp. nov. b) *Diplocentrus mexicanus* y c) *Diplocentrus rectimanus*. Nótese la granulación y la muesca medial en el borde anterior del carapacho. Barras de escala= 2 mm.



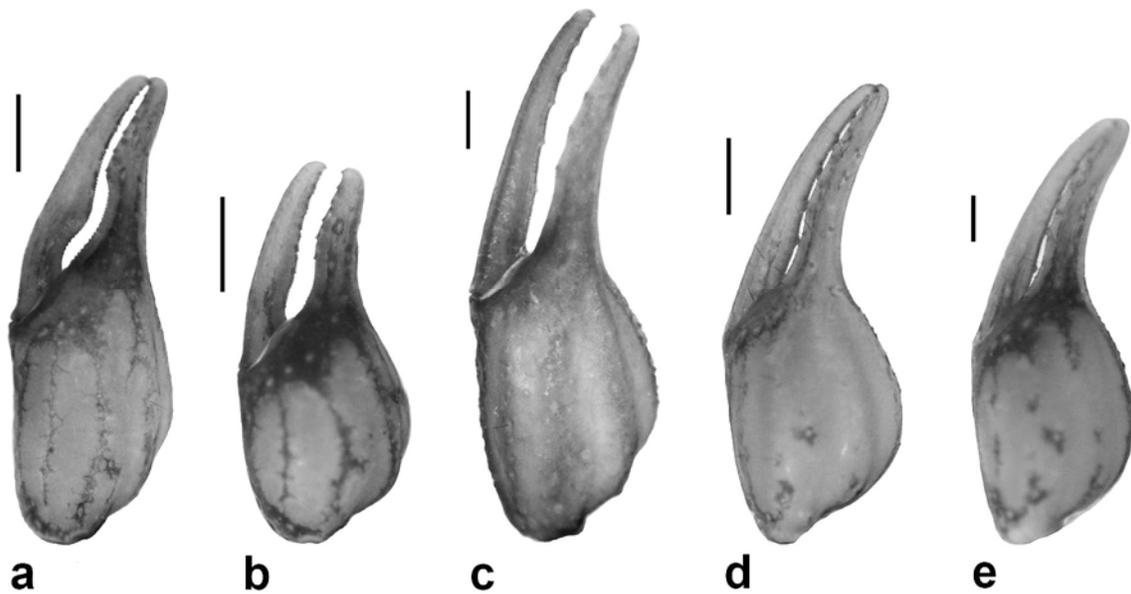
**Figura 47.** Comparación entre la forma y la ornamentación de la quela entre tres especies del género *Diplocentrus* de la Sierra Norte. a) *Diplocentrus franckei* sp. nov. b) *Diplocentrus mexicanus* y c) *Diplocentrus rectimanus*. Barras de escala= 2 mm.



**Figura 48.** *Megacormus grubbsi*. a) Cara ventral de la patela con cinco tricobotrias (resaltadas por los círculos; barra de escala= 3 mm) y b) Peines de la hembra, la flecha denota la falta de fulcra en ellos (barra de escala= 0.5 mm).



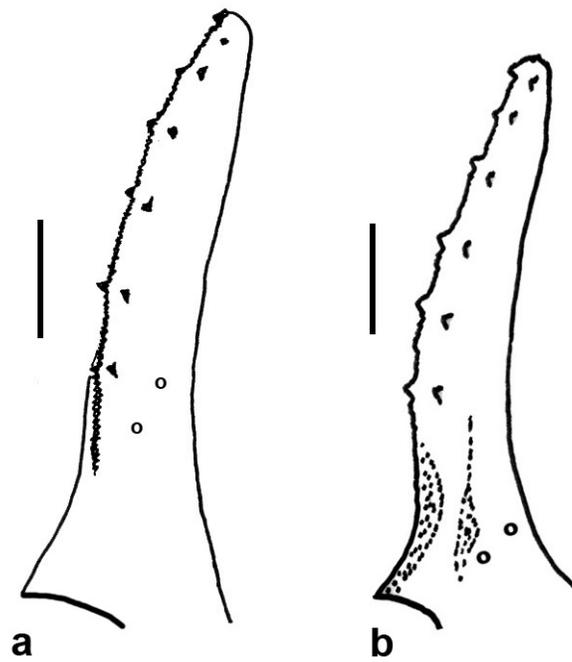
**Figura 49.** *Plesiochactas dilutus*. a) Peines del macho, la flecha indica la presencia de fulcra (barra de escala= 1mm); b) Cara ventral de los cinco segmentos del metasoma, las flechas indican la única quilla ventral media en todos los segmentos (barra de escala= 5 mm); c) Cara ventral de la patela, los círculos negros resaltan 11 tricobotrias (barra de escala= 3mm) y d) Quela del macho mostrando la muesca en el dedo fijo (barra de escala= 5 mm).



**Figura 50.** Comparación de la forma de la quela izquierda del pedipalpo entre machos adultos de las especies del grupo *mexicanus* del género *Vaejovis*: a) *Vaejovis zapoteca* sp. nov.; b) *Vaejovis franckei*; c) *Vaejovis alebrije* sp. nov.; d) *Vaejovis prendinii* sp. nov. y e) *Vaejovis setosus*. Nótese la presencia de la muesca en los dedos en las dos primeras especies. Barras de escala= 1 mm.



**Figura 51.** Comparación de la forma de la quela izquierda del pedipalpo entre machos adultos de las especies del grupo *eusthenura* del género *Vaejovis*: a) *Vaejovis oaxaca* sp. nov. y b) *Vaejovis juarezi* sp. nov. Barras de escala= 1 mm.



**Figura 52.** Posición de la serie de tricobotrias *ib – it* con respecto al sexto gránulo interno del dedo fijo de la quela del pedipalpo: a) Grupo “eusthenura” (*Vaejovis juarezi* sp.nov.) y b) Grupo “mexicanus” (*Vaejovis prendinii* sp. nov.). Barras de escala= 0.5 mm.

## VI. Discusión

Se recolectaron 20 especies de cuatro familias y cinco géneros en la Sierra Norte de Oaxaca, más una reportada en la literatura, dando un total de 21. El modelo no paramétrico Chao 2 predice 22 especies mientras que Bootstrap predice 23, lo cual nos indica que el esfuerzo de colecta fue adecuado para la zona de estudio. El modelo Chao 2 alcanza la asíntota antes que Bootstrap, esto significa que en un menor número de localidades se puede obtener el número total de especies distribuidas en la zona, reduciendo el esfuerzo de campo en general; en tanto que Bootstrap requiere de un mayor número de localidades para estabilizarse.

La familia Buthidae está representada por el género *Centruroides* Marx 1890 y cinco especies (una de ellas nueva para la ciencia) y una morfoespecie adicional aún por determinar. *Centruroides serrano* sp. nov. es la especie que se recolectó en un mayor número de localidades. En tanto que la familia Diplocentridae está representada por el género *Diplocentrus* Peters 1861 y cuatro especies (dos de ellas nuevas), más una reportada en la literatura. *Diplocentrus franckei* sp. nov. es la especie que se recolectó en un mayor número de localidades.

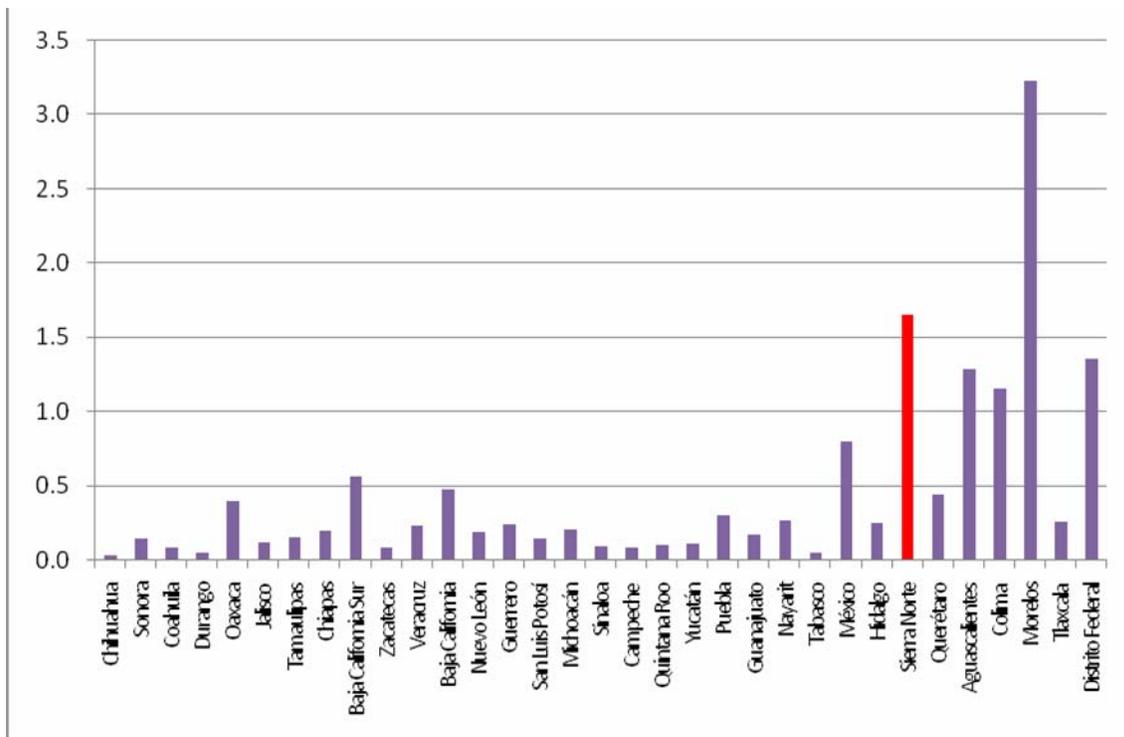
La familia Euscorpiidae está representada por dos géneros: *Megacormus* Karsch 1881 con una especie (*M. grubbsi* Sissom 1994) y *Plesiochactas* Pocock 1900 con una especie (*P. dilutus* Karsch 1881). Por último, la familia Vaejovidae está representada por el género *Vaejovis* Karsch 1836 y ocho especies, de las cuales seis son nuevas para la ciencia, siendo el género más diverso en la zona de estudio.

Comparando esta diversidad con el número de especies reportadas por Lourenço y Sissom (2000) para los estados encontramos que: a) La Sierra Norte es más diversa que los estados de Chihuahua (con siete especies), Coahuila (12), Durango (cinco), Jalisco (nueve), Tamaulipas (12), Chiapas (14), Zacatecas (seis), Veracruz (16), Nuevo León (12), Guerrero (15), San Luis Potosí (nueve), Michoacán (12), Sinaloa (cinco), Campeche (cuatro), Quintana Roo (cinco),

Yucatán (cuatro), Puebla (10), Guanajuato (cinco), Nayarit (siete), Tabasco (una), Edo. de México (17) e Hidalgo (cinco).

La diversidad de escorpiones del estado de Oaxaca es de 37 especies (Santibáñez-López et al., 2007, Santibáñez-López y Francke, 2008). Este trabajo contribuye con nueve especies nuevas, elevando la diversidad del estado a 46, superior a la reportada para el estado de Baja California Sur, con 41 (Lourenço y Sissom, 2000).

La Sierra Norte alberga el 43% de la diversidad de escorpiones de Oaxaca y considerando que su extensión territorial equivale al 13.32% es de esperarse que el inventario total de las especies de escorpiones resulte mayor cuando el resto del territorio oaxaqueño sea explorado.



**Figura 53.** Índice de especies de escorpiones por superficie territorial de la SN y de los estados. Unidades en No. de especies por 1000 km<sup>2</sup>.

## VII. Conclusiones

Un total de 21 especies de escorpiones en cuatro familias y cinco géneros se distribuyen en la Sierra Norte de Oaxaca; de las cuales nueve son nuevas para la ciencia: una del género *Centruroides* Marx 1890, dos del género *Diplocentrus* Peters 1861 y seis del género *Vaejovis* Koch 1831.

La diversidad de escorpiones de la Sierra Norte concuerda con la alta diversidad de esta región en Oaxaca en otros grupos taxonómicos tanto de plantas como de animales. Cuenta con el 43% de la diversidad de escorpiones del estado y un índice de 1.65 especies por 1000 km<sup>2</sup> siendo sólo superado por el estado de Morelos con un índice de 3.23 especies por 1000 km<sup>2</sup>.

## VIII. REFERENCIAS

- Abdel-Nabi, I., A. McVean, M. Abdel-Rahman y M. A. Omran. 2004. Intraspecific diversity of morphological characters of the burrowing scorpion *Scorpio maurus palmatus* (Ehrenberg, 1828) in Egypt (Arachnida: Scorpionida: Scorpionidae). *Serket*, 9(2): 41-67
- Anderson, R., D. Lew y A. Peterson. 2003. Evaluating predictive models of species' distributions: criteria for selecting optimal models. *Ecological Modeling*, 162: 211-232
- Anderson, R. y E. Martínez-Meyer. 2004. Modeling species' geographic distributions for preliminary conservation assessments: an implementation with the spiny pocket mice (*Heteromys*) of Ecuador. *Biological Conservation*, 116: 167-179
- Armas, L. F. 1984. Escorpiones del archipiélago cubano. VII. Adiciones y enmiendas (Escorpiones: Buthidae, Diplocentridae). *Poeyana*, 275: 1-37.
- Armas, L. F. 1996. Presencia de *Centruroides schmidtii* Sissom en el sureste de México y descripción de dos especies nuevas (Escorpiones: Buthidae). *Revista Nicaragüense de Entomología*, 36: 21-33.
- Armas, L. F. y E. Martín-Frías. 1998. Complementos a la taxonomía de *Centruroides nigrovariatus* y *C. elegans* (Escorpiones: Buthidae) de México. *Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas de México*, 44(1-4): 27-35.
- Armas, L. F. y E. Martín-Frías. 2000. Cuatro especies nuevas de *Diplocentrus* (Escorpiones: Diplocentridae) de México. *Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas de México*, 46(1): 25-40
- Armas, L. F. y E. Martín-Frías. 2003. Dos nuevas especies de *Diplocentrus* Peters, 1861 (Escorpiones: Diplocentridae) de México. *Revista Ibérica de Aracnología*, 7: 71-77
- Armas, L. F., C.R. Beutelspacher y E. Martín-Frías. 1995. Notas sobre la taxonomía y distribución de algunos *Centruroides* (Escorpiones: Buthidae) de México. *Revista Nicaragüense de Entomología*, 32:29-43
- Armas, L. F., E. Martín-Frías y J. Estévez. 2003. Lista anotada de las especies mexicanas del género *Centruroides* Marx, 1880 (Escorpiones: Buthidae). *Revista Ibérica de Aracnología* 8: 93-98

- Armas, L. F., E. Martín-Frías y J. Paniagua-Solís. 2001. Taxonomic comments about some Mexican scorpions of the genus *Centruroides* (Scorpiones: Buthidae). *Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas de México*, 47 (2): 167-171
- Beutelspacher, C. R., 2000. Catálogo de alacranes de México. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán. México. 175 p.
- Brose, U., N. Martínez y R. Williams. 2003. Estimating species richness: Sensitivity to sample coverage and insensitivity to spatial patterns. *Ecology*, 84(9): 2364-2377
- Capes, E.M. 2001. Description of a new species in the nitidulus group of the genus *Vaejovis* (Scorpiones, Vaejovidae). *Journal of Arachnology*, 29: 42-46
- Capes, E.M. 2002. A Systematic analysis of the gracilis group of genus *Centruroides* (Scorpiones: Buthidae). Thesis of Master of Science. West Texas A&M University. Canyon, Texas, E.U.A. 61 p.
- Coddington, J.A., G. Giribet, M.S. Harvey, L. Prendini y D.E. Walter. 2004. *Arachnida*. pp. 296–318 *In*: Cracraft, J. and Donoghue, M. (Eds.) *Assembling the Tree of Life*. Oxford University Press, Oxford. Inglaterra.
- Colwell, R. K. 1997. EstimateS: statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 8. User's guide and application published at: <http://viceroy.eeb.unconn.edu/estimates>.
- Córdova-Athanasiadis, M. 2005. Escorpiofauna de Morelos. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Cuernavaca. 123p.
- ESRI, 1998. ArcView GIS, version 3.1. Environmental Systems Research Institute Inc., Redlands, California, E.U.A.
- Fet, V., W.D. Sissom, G. Lowe y M.E. Braunwalder (Eds). 2000. Catalog of the Scorpions of the World (1758- 1998). The New York Entomological Society. Nueva York. E.U.A. 690 p.
- Flórez, E. 2001. Escorpiones de la familia Buthidae (Chelicerata: Scorpiones) de Colombia. *Biota Colombiana*, 2(1): 25-30
- Francke, O. F. 1977. Scorpions of the genus *Diplocentrus* from Oaxaca, Mexico. *Journal of Arachnology*, 4: 145- 200.
- Francke, O. F. 1978. Systematic revisión of diplocentrid scorpions from circum Caribbean lands. Special Publications of The Museum, Texas Tech University, Lubbosk, Texas, E.U.A. 14:1-92

- Francke, O. F. 1979. Spermatophores of some North American scorpions (Arachnida, Scorpiones). *Journal of Arachnology*, 7 :19-32
- 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 J. Boos. 1986. Chactidae (Scorpiones) from Trinidad y Tobago. *Journal of Arachnology*, 14:15-28
- Francke, O. F. y S. A. Stockwell. 1987. Scorpions (Arachnida) from Costa Rica. *Special Publications of The Museum, Texas Tech University, Lubbock, Texas, E.U.A.*, 25: 1-64.
- García-Mendoza, A. 2004. Integración del conocimiento florístico del estado. pp. 305-325. *En: García-Mendoza, A., M. J. Ordóñez y M. Briones-Salas (Eds.). Biodiversidad de Oaxaca. Instituto de Biología, UNAM- Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza-World Wildlife Fund. México.*
- García-Mendoza, A., M. J. Ordóñez y M. Briones-Salas 2004. Biodiversidad de Oaxaca. Instituto de Biología, UNAM- Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza- World Wildlife Fund. México. 605 p.
- González-Pérez, G., M. Briones-Salas y A.M. Alfaro. 2004. Integración del conocimiento faunístico del estado. pp. 449-466. *En: García-Mendoza, A., M. J. Ordóñez y M. Briones-Salas (Eds.). Biodiversidad de Oaxaca. Instituto de Biología, UNAM- Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza-World Wildlife Fund. México.*
- González-Santillán. E. 2001. Catálogo de Escorpiones de la Colección Nacional de Arácnidos (CNAN). Tesis de Licenciatura en Biología. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. D. F., México, 146p.
- González-Santillán. E. 2003. Escorpiones de México. pp. 48-50. *En: Memorias de la Sexta Reunión de Expertos en envenenamiento por animales ponzoñosos. Instituto de Biotecnología, Universidad Nacional Autónoma de México, Cuernavaca, 102p.*
- González-Santillán. E. 2004. Escorpiofauna del Estado de México. Tesis de Maestría en Ciencias Biológicas (Sistemática). Posgrado en Ciencias Biológicas. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, D. F., 141pp.
- González-Sponga, M. A. 1984. Escorpiones de Venezuela. Cuadernos Lagoven. Venezuela. 128 p.

- Gotelli, N. y R. Colwell. 2001. Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. *Ecology Letters*, 4:379-391
- Graham, M.R. y M.E. Soleglad. 2007. A new scorpion genus representing a primitive taxon of tribe Stahnkeini, with a description of a new species from Sonora, Mexico (Scorpiones: Vaejoidea). *Euscorpius*, 57: 1–13.
- Haradon, R. M. 1983. *Smeringurus*, a new subgenus of *Paruroctonus* Werner (Scorpiones, Vaejoidea). *Journal of Arachnology*, 11: 251-270.
- Haradon, R.M. 1984. New and redefined species belonging to the *Paruroctonus* baergi group (Scorpiones, Vaejoidea). *Journal of Arachnology*, 12: 205-221.
- Haradon, R. M. 1985. New groups and species belonging to the nominate subgenus *Paruroctonus* (Scorpiones, Vaejoidea). *Journal of Arachnology*, 13: 19-42.
- 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 Universidad Nacional Autónoma de México*, 2(4): 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 Universidad Autónoma de México*, 3(3): 243-282; (4) 283 – 361
- INEGI-DGG. Superficies Nacional y Estatales. 1999
- ICZN. 1999. International Code of Zoological Nomenclature. Fourth Edition. London: The International Trust for Zoological Nomenclature, 305 pp.
- Jiménez-Valverde, A. y J. Hortal. 2003. Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. *Revista Ibérica de Aracnología*, 8:151-161
- Karatas, A. 2007. *Mesobuthus nigrocinctus* (Ehrenberg, 1828) (Scorpiones: Buthidae) in Turkey: Distribution and morphological variation. *Euscorpius*, 56: 1-10
- Kjellesvig-Waering, E.N. 1966. The scorpions of Trinidad y Tobago. *Caribbean Journal of Science*, 6:123-135
- Kloock, C. 2005. Aerial insects avoid fluorescing scorpions. *Euscorpius*, 21: 1–7

- Llorente, J., E. González y N. Papayero. 2000. Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: Hacia una síntesis de su conocimiento. Universidad Nacional Autónoma de México. 676 p.
- Lourenço, W.R. 2002. Scorpions of Brazil. Les Editions de L'IF. Paris, Francia. 308 p.
- Lourenço, W.R. y W. D. Sissom. 2000. Scorpiones. pp. 115-135. *En*: Llorente, J., E. González y N. Papayero (Eds). Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: Hacia una síntesis de su conocimiento. Universidad Nacional Autónoma de México. 676 p.
- Main, A.R. 1982. Rare species: Precious or cross? pp. 74-163. *In*: Ride, G.R. y W.D. Ride (Eds.). Species at risk: Research in Australia. Australian Academy of Science. Canberra. Australia
- Martín-Frías, E., L. F. Armas y J.F. Paniagua Solís. 2005. Redescription of the Mexican scorpion *Centruroides hoffmanni* Armas, 1996 (Scorpiones: Buthidae). *Euscorpius*, 22: 1-7
- Ojanguren-Affilastro, A. 2005. Estudio monográfico de los escorpiones de la República de Argentina. *Revista Ibérica de Aracnología*, 11:75-241
- Ortiz-Pérez, M.A., J.R. Hernández-Santana y J. M. Figueroa Mah-Eng. 2004. Reconocimiento fisiográfico y geomorfológico. pp. 43-54. *En*: García-Mendoza, A., M. J. Ordóñez y M. Briones-Salas (Eds.). Biodiversidad de Oaxaca. Instituto de Biología, UNAM- Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza-World Wildlife Fund. México.
- Peterson, A., J. Soberón y V. Sánchez-Cordero. 1999. Conservatism of Ecological Niches in Evolutionary Time. *Science*, 285(5431): 1265-1267
- Peterson, A. y D. Vieglais. 2001. Predicting species invasions using ecological niche modeling: new approaches from bioinformatics attack a pressing problem. *Bioscience*, 51: 363-371
- Pocock, R. I. 1898. Descriptions of some new scorpions from Central and South America. *Annals and Magazine of Natural History*, (7), 1: 384-394.
- Pocock, R. 1902. Arachnida, Scorpiones, Pedipalpi and Solifugae. *In*: Taylor y Francis (Eds.). *Biologia Centrali Americana*. London, UK. 71 p.
- Ponce-Saavedra, J. 2003. Ecología y distribución del género *Centruroides* Marx 1890 (Scorpiones: Buthidae), en la Depresión del Balsas en el estado de Michoacán. Tesis doctoral. Universidad Autónoma de Querétaro. Querétaro, México. 276 p.

- Ponce-Saavedra, J. y C. R. Beutelspacher. 2001. Alacranes de Michoacán. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Ediciones Michoacanas. Morelia, Michoacán. México. 103 p.
- Ponce-Saavedra, J. y O. F. Francke. 2004. Una nueva especie de alacrán del género *Centruroides* Marx (1980) (Scorpiones, Buthidae) de la depresión del Balsas, México. *Acta Zoológica Mexicana* (n.s), 20(2): 221 – 232
- Ponce-Saavedra, J. y R. Moreno-Barajas. 2005. El género *Centruroides* Marx 1890 (Scorpiones: Buthidae) en México. *Biológicas*, 7:42-51
- Ponce-Saavedra, J., R. Moreno-Barajas y C.R. Beutelspacher. 1999. Características morfológicas de *Centruroides infamatus* Koch y *C. limpidus* Karsch (Scorpiones: Buthidae), especies comunes en el Estado de Michoacán, México. *Memorias del XXXIV Congreso Nacional de Entomología*. Sociedad Mexicana de Entomología, pp. 9-14
- Prendini, L. 2000. Phylogeny and classification of the Superfamily Scorpionoidea Latreille 1802 (Chelicerata, Scorpiones): An exemplar approach. *Cladistics*, 16, 1–78.
- Prendini, L. 2001a. Further additions to the scorpion fauna of Trinidad and Tobago. *Journal of Arachnology*, 29(2): 173–188.
- Prendini, L. 2001b. Substratum specialization and speciation in southern African scorpions: the Effect Hypothesis revised. pp. 113- 139. *En: Fet, V. y P. A. Selden* (Eds.) *Scorpions 2001. In Memoriam Gary A. Polis*. British Aracnological Society. Inglaterra.
- Prendini, L. y W. Wheeler. 2005. Scorpion higher phylogeny and classification, taxonomic anarchy, and standards for peer review in online publishing. *Cladistics*, 21: 446–494
- Rohlf, J. 2004. NTSYSpc Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis System Version 2.1. Exeter Software
- Rzedowski, J. 1978. La vegetación de México. Ed. Limusa. México, 423 p.
- Santibáñez-López, C.E. y O.F. Francke. 2008. A new species of *Diplocentrus* (Arachnida: Scorpiones) from Oaxaca, Mexico. *Zootaxa*, 1742: 53-60
- Santibáñez-López, C.E., O.F. Francke y M.A. Vázquez-Dávila. 2007. La escorpiofauna (Arachnida: Scorpiones) del estado de Oaxaca, una contribución a su conocimiento. *Memorias electrónicas del II Simposio sobre la Biodiversidad de Oaxaca*. CIIDIR-Oaxaca.

- Santibáñez-López, C.E. y J. Ponce-Saavedra. *En prensa*. A new species of *Centruroides* (Scorpiones: Buthidae) from the northern mountain range of Oaxaca, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*.
- Sissom, W.D. 1989a. Systematic studies on *Vaejovis granulatus* Pocock and *Vaejovis pusillus* Pocock with descriptions of six new related species (Scorpiones, Vaejovidae). *Revue Arachnologique*, 8(9):131-157
- Sissom, W.D. 1989b. Redescription of *Vaejovis occidentalis* Hoffmann and a revised diagnosis for *Vaejovis subcristatus* Pocock (Scorpiones, Vaejovidae). *Revue Arachnologique*, 8(11):179-187
- Sissom, W.D. 1990. Systematics, biogeography and paleontology. pp. 64-160. *In*: Polis, G.A (Ed). *Biology of scorpions*. Stanford University Press. E.U.A
- Sissom, W.D. 1994a. Systematic studies on the genus *Megacormus* (Scorpiones, Chactidae, Megacorminae) with description of a new species from Oaxaca, México and of the male of *Megacormus segmentatus* Pocock. *Insecta Mundi*, 8 (3,4): 265-272
- Sissom, W. D. 1994b. Systematic studies on *Diplocentrus keyserlingii* and related species from Central Oaxaca, Mexico (Scorpiones: Diplocentridae). *Mitteilungen aus dem Zoologischen Museum in Berlin*, 70 (2): 257-266
- Sissom, W. D. 2000. Family Vaejovidae, Thorell, 1876. pp. 503-553. *En*: Fet V., W. D. Sissom, G. Lowe y M. E. Braunwalder (Eds.). *Catalog of the Scorpions of the World (1758-1998)*. New York Entomological Society, New York, E.U.A., 690 pp.
- Sissom, W.D. y B. E. Hendrixson. 2005. A new species of *Vaejovis* (Scorpiones: Vaejovidae) from Coahuila and Nuevo León, and a key to the vaejovid species from northeastern and north central México. *Zootaxa*, 1088: 33-34
- Sissom, W.D. y B. E. Hendrixson. 2006. Scorpion biodiversity and patterns of endemism in northern Mexico. pp 122- 137. *In*: Cartron, J.L.E. y G. Ceballos (Eds.). *Biodiversity, Ecosystems and Conservation in northern Mexico*. Oxford University Press. Oxford. Inglaterra.
- Soberón, J. y J. Llorente-Bousquets. 1993. The use of species accumulation functions for the prediction of species richness. *Conservation Biology*, 3(7): 480-488
- Soleglad, M.E. 1973. Scorpions of the Mexicanus group of the genus *Vejovis* (Scorpionida, Vejovidae). *Wasmann Journal of Biology*, 31(2): 351-372.
- Soleglad, M. E. 1976. A revision of the scorpion subfamily Megacorminae (Scorpionida: Chactidae). *Wasmann Journal of Biology*, 34(2): 251-303.

- Soleglad, M.E. y V. Fet. 2003a. The scorpion sternum: structure and phylogeny (Scorpiones: Orthosterni). *Euscorpius*, 5: 1–34.
- Soleglad, M. E. and V. Fet. 2003b. High level systematics and phylogeny of the extant scorpions (Scorpiones: Orthosterni). *Euscorpius*, 11: 1-158.
- Soleglad, M.E. y V. Fet. 2005. A new scorpion genus (Scorpiones: Vaejovidae) from Mexico. *Euscorpius*, 24: 1–13.
- Soleglad, M.E. y V. Fet. 2006. Contributions to scorpion systematics. II. Stahnkeini, a new tribe in scorpion family Vaejovidae (Scorpiones: Chactoidea). *Euscorpius*, 40: 1–32.
- Soleglad, M.E. y V. Fet. 2008. Contributions to scorpion systematics. III. Subfamilies Smeringurinae and Syntropinae (Scorpiones: Vaejovidae). *Euscorpius*, 71: 1–115.
- Soleglad, M.E. y W.D. Sissom. 2001. Phylogeny of the family Euscorpiidae Laurie, 1896: a major revision. pp. 25-112. In: Fet, V. y P.A. Selden (Eds.). *Scorpions 2001. In Memoriam Gary A. Polis*. British Arachnological Society. Inglaterra
- Stahnke, H. L. 1970. Scorpion nomenclature and mensuration. *Entomological News*, 81: 297-316
- Stahnke, H. L. 1981. A study of the syntypes of *Diplocentrus keyserlingii* (Diplocentridae). *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 170:34-45
- Stankhe, H. L. y M. Calos. 1977. A key to the species of the genus *Centruroides* Marx (Buthidae, Scorpionida). *Entomological News*, 88:111-120
- Stockwell, D. y Peters, D. (1999). The GARP modelling system: problems and solutions to automated spatial prediction. *International Journal of Geographic Information Science*, 13, 143-158.
- Stockwell, S. A. 1988. Six new species of *Diplocentrus* Peters from Central America (Scorpiones, Diplocentridae). *Journal of Arachnology*, 16(2): 153-175.
- Stockwell, S.A. 1989. Revision of the Phylogeny and Higher Classification of Scorpions (Chelicerata). Ph.D. Thesis, University of Berkeley, Berkeley, California. E.U.A., 319 pp. (unpublished).
- 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

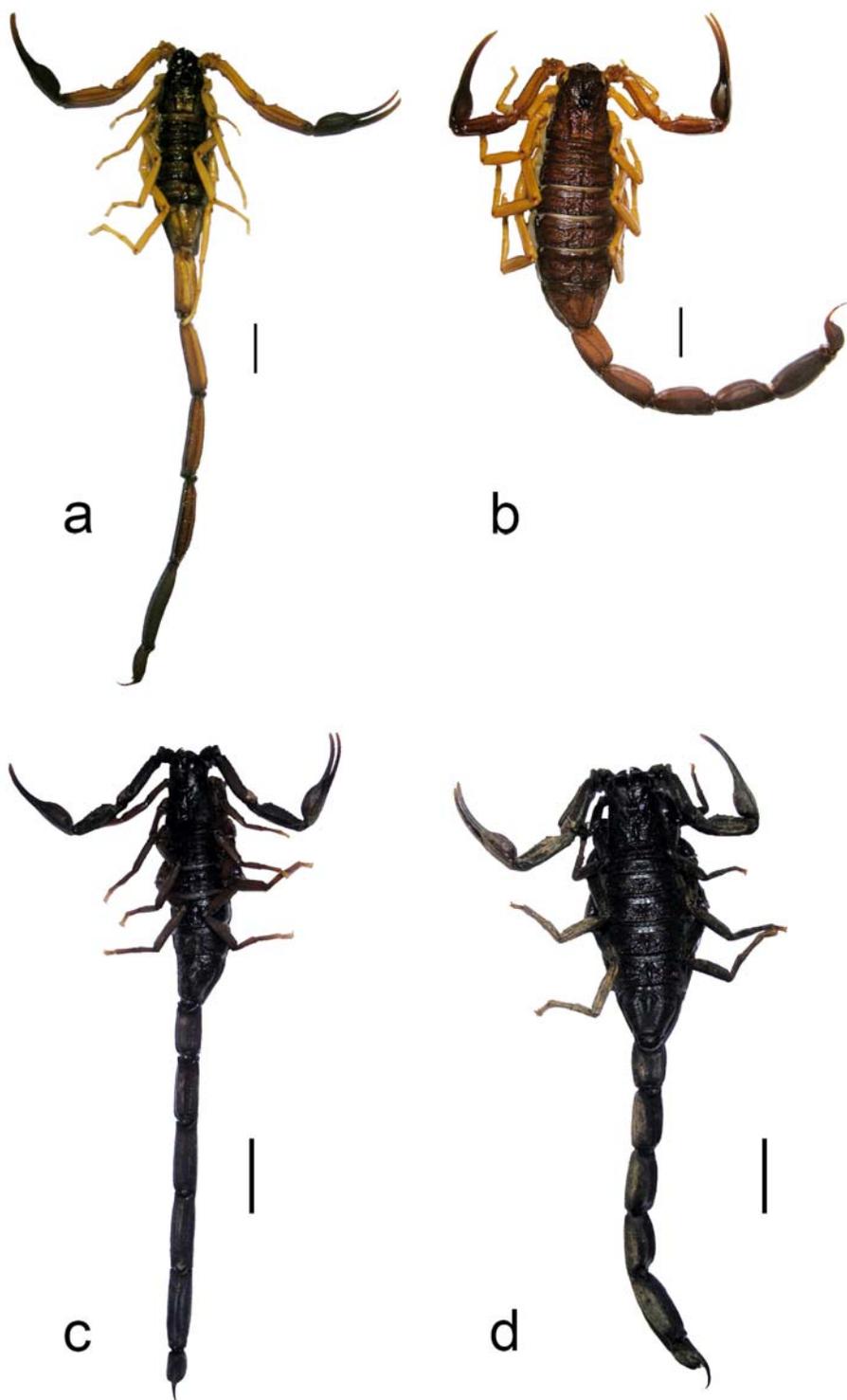
- Stockwell, S.A. y R. Teruel. 2002. A revision of the scorpion fauna of Honduras with the description of a new species (Scorpiones: Buthidae, Diplocentridae). *Revista Ibérica de Aracnología*, 6:111-127
- Teruel, R. 2003. Un nuevo escorpión del género *Diplocentrus* Peters, 1861 (Scorpiones: Diplocentridae) del estado de Guerrero, México. *Revista Ibérica de Aracnología*, 8, 51–55.
- Teruel, R., V. Fet y M. Graham. 2006. The first mitochondrial DNA phylogeny of Cuban Buthidae (Scorpiones: Buthoidea). *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa* 39: 219-226
- Torres-Colín, R. 2004. Tipos de vegetación. pp. 105-117. *En*: García-Mendoza, A., M. J. Ordóñez y M. Briones-Salas (Eds.). *Biodiversidad de Oaxaca*. Instituto de Biología, UNAM- Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza-World Wildlife Fund. México.
- Vachon, M. 1974. Etude des caractères utilisés pour classer les familles et les genres de Scorpions (Arachnides). 1. La trichobothriotaxie en Aracnologie, Sigles trichobothriax et types de trichobothriotaxie chez les Scorpions. *Bulletin du Muséum National d'Histoire naturelle, Paris*, 3 (140): 857–958
- Vachon, M. 1952. *Étude sur les Scorpions*. Institut Pasteur d'Algérie, Alger, 482 pp.
- Vignoli, V., N. Salomone, T. Caruso y F. Bernini. The *Euscorprius tergestinus* (C.L. Koch, 1837) complex in Italy: Biometrics of sympatric hidden species (Scorpiones: Euscorpriidae). *Zoologischer Anzeiger*, 244:97-113
- Volschenk, E. 2005. A new technique for examining surface morphosculpture of scorpions. *Journal of Arachnology*, 33:820-825
- Wagner, F. 1977. Descriptions of *Centruroides* Marx from the Yucatan Peninsula (Arachnida: Scorpionida, Buthidae). *Studies on the Caves and cave fauna of the Yucatan Peninsula*. Association of Mexican Cave Studies Bulletin, 6: 39-47
- Williams, S. C. 1970. New scorpions belonging to the *Eusthenura* group of *Vejovis* from Baja California, Mexico (Scorpionida: Vejovidae). *Proceedings of the California Academy of Science, Series 4*, 37(12): 395-418.
- Williams, S. C. 1980. Scorpions of Baja California, Mexico and adjacent islands. *Occasional Papers of the California Academy of Sciences*, 135: 1-127.
- Yahia, N. y W. D. Sissom. 1996. Studies on the systematics and distribution of the scorpion *Vaejovis bilineatus* Pocock (Vaejovidae). *Journal of Arachnology*, 24: 81-88

## ANEXO I. Clave taxonómica para la identificación de las familias, géneros y especies de los escorpiones de la Sierra Norte.

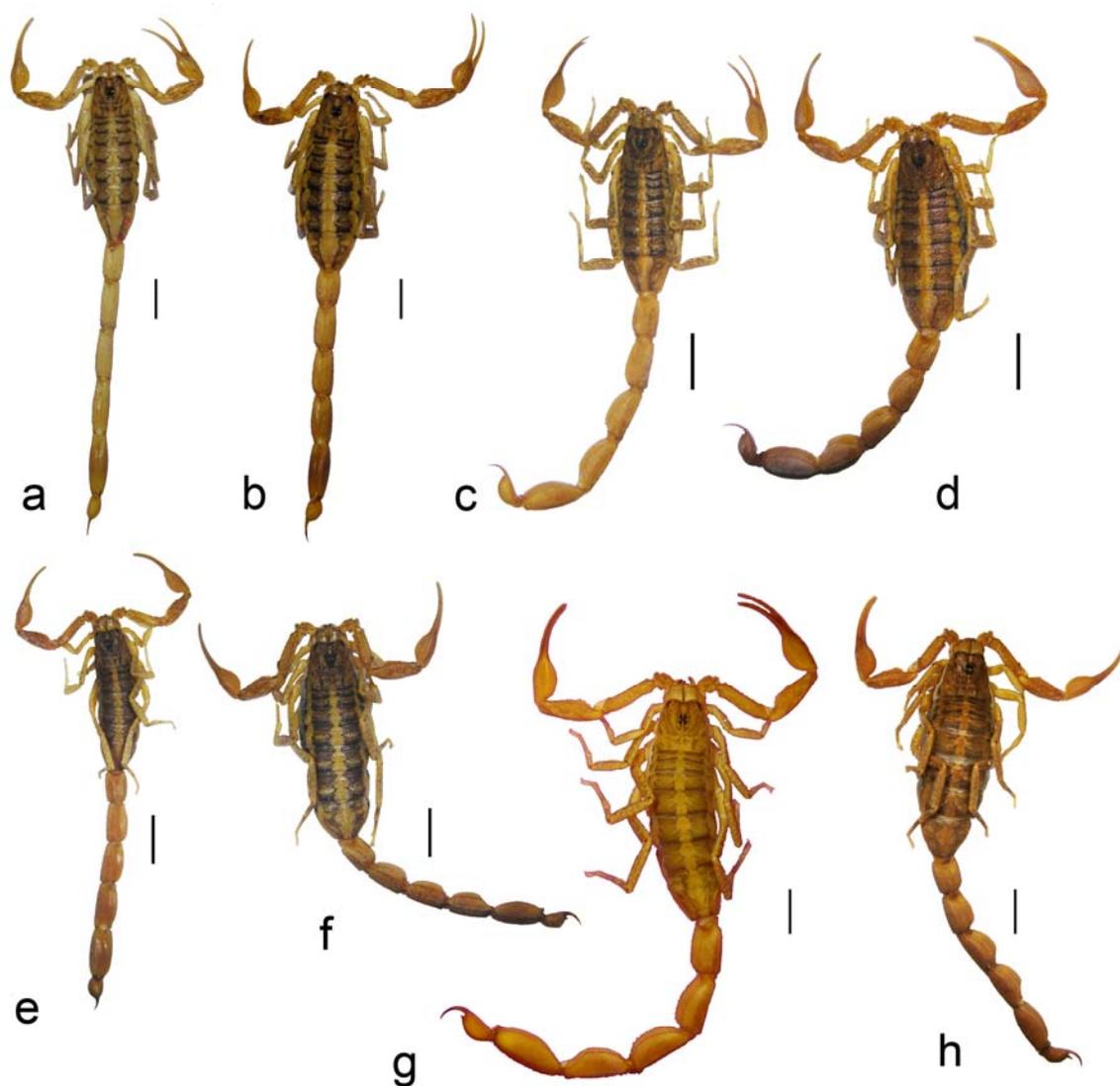
- 1 Cara ventral de la patela del pedipalpo sin tricobótrias, esternón subtriangular..... Familia Buthidae, género *Centruroides*.....2
- 1' Cara ventral de la patela del pedipalpo con tricobótrias, esternón subpentagonal .....7
- 2 Nueve filas de gránulos en los bordes internos de los dedos de los pedipalpos.....3
- 2' Ocho filas de gránulos en los bordes internos de los dedos de los pedipalpos.....4
- 3 Diente subaculear apuntando hacia la punta del aguijón; de coloración oscura en todo el cuerpo; en algunas ocasiones puede presentar coloración clara en las patas.....*Centruroides gracilis*
- 3' Diente subaculear apuntando hacia la base del aguijón; el opistosoma y las quelas de los pedipalpos de coloración oscura, con el fémur y la patela de coloración amarillenta.....*Centruroides nigrimanus*
- 4 Pieza basal pectinal de las hembras sin depresión en el centro, borde anterior o ambos bordes (anterior y posterior) rectos.....5
- 4' Pieza basal pectinal de las hembras con una pequeña depresión en el centro, ninguno de los bordes (anterior y posterior) recto, .....6
- 5 Diente subaculear bien desarrollado, ambos bordes de la pieza basal pectinal de las hembras rectos.....*Centruroides aff. nigrovariatus*
- 5' Diente subaculear obsoleto o poco desarrollado, borde anterior de la pieza pectinal de las hembras recto, en tanto que el borde posterior es redondeado.....*Centruroides baergi*
- 6 Diente subaculear apuntando a la base del aguijón, borde posterior de la pieza basal pectinal de las hembras ligeramente en forma de "V". Conteo pectinal (machos=19 – 22 y hembras=17 – 20)..... *Centruroides nigrovariatus*
- 6' Diente subaculear apuntando a la mitad del aguijón, borde posterior de la pieza basal pectinal de las hembras ligeramente bilobulado. Conteo pectinal (machos=23 – 27 y hembras=20 – 23).....*Centruroides serrano* sp. nov.

- 7 Vesícula del telson con un tubérculo subaculear, cubierto de microsedas; cara ventral del telotarso de las patas con dos hileras longitudinales de sedas espiniformes.....Familia Diplocentridae, género *Diplocentrus*.....8
- 7' Vesícula del telson sin tubérculo subaculear, cara ventral del telotarso de las patas sin hileras longitudinales de sedas espiniformes..... 11
- 8 Fémur del pedipalpo más alto que ancho con la cara dorsal convexa....9
- 8' Fémur del pedipalpo más ancho que alto, con la cara dorsal plana.....10
- 9 Quela con la quilla dorsal secundaria bien desarrollada cercana a la base, crenulada; quilla externa secundaria moderada a fuerte, subgranulada, borde dorsal recto. Fórmula telotarsal en la tercera pata: 6/6.....*Diplocentrus rectimanus*
- 9' Quela con la quilla dorsal secundaria moderada, lisa; quilla externa secundaria débil, lisa, borde dorsal cóncavo. Fórmula telotarsal en la tercera pata: 5/5.....*Diplocentrus keyserlingii*
- 10 Fórmula telotarsal de las patas III y IV 7/8:7/8, margen anterior del carapacho densamente granulado.....*Diplocentrus mexicanus*
- 10' Fórmula telotarsal de las patas III y IV 6/6:6/6, margen anterior del carapacho liso o rugoso.....*Diplocentrus franckei* sp. nov.
- 11 Cara ventral de la patela del pedipalpo con más de tres tricobotrias; una sola carena ventral media en todos los segmentos del metasoma .....Familia Euscorpiidae.....12
- 11' Cara ventral de la patela del pedipalpo con dos tricobotrias sin quillas o con un par de carenas ventrales submedias en todos los segmentos del metasoma.....Familia Vaejovidae.....13
- 12 Cara ventral de la patela con cinco tricobótrias, peines sin fulcra, conteo pectinal (sólo hembras=3-5).....*Megacormus grubbsi*
- 12' Cara ventral de la patela con 10 a 12 tricobótrias, peines con fulcra, conteo pectinal (machos=10-11 y hembras=7-9).....*Plesiochactas dilutus*
- 13 Posición de las tricobotrias *ib-it* a la altura del sexto gránulo interno en el dedo fijo de la quela del pedipalpo, carenas obsoletas en la quela del pedipalpo.....Vaejovis grupo "eusthenura".....14
- 13' Posición de las tricobotrias *ib-it* en la base del dedo fijo de la quela del pedipalpo, quillas presentes en la quela del pedipalpo.....15

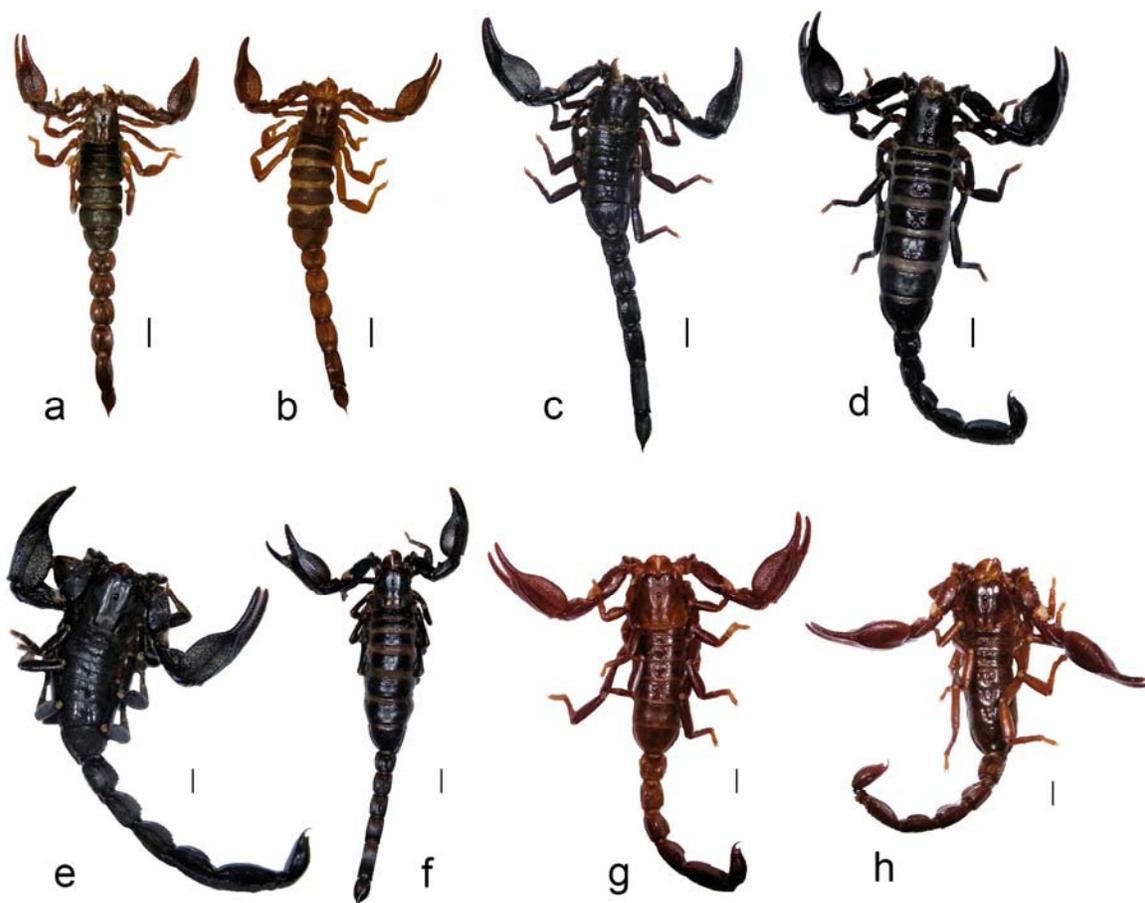
- 14 Carenas ventrales submedias en los segmentos II-IV presentes, lisas; cinco hileras de dentículos en ambos dedos de la quela del pedipalpo; conteo pectinal en machos = 18-20 y en hembras = 14-18..... *Vaejovis juarezi* sp. nov.
- 14' Quillas ventrales submedias en los segmentos II-IV ausentes, con seis hileras de dentículos en ambos dedos de la quela del pedipalpo; conteo pectinal en machos = 19-23 y en hembras = 17-20..... *Vaejovis oaxaca* sp. nov.
- 15 Dedos de la quela del pedipalpo con un diente terminal en forma de “garra” y con una mancha blanca en la punta del mismo; carenas ventrales submedias obsoletas ..... *Vaejovis* gpo. “nitidulus”... *Vaejovis* aff. *solegladi*
- 15' Dedos de la quela del pedipalpo sin un diente terminal en forma de “garra” ni con la mancha blanca en la punta; carenas ventrales submedias presentes, granuladas o crenuladas..... *Vaejovis* grupo “mexicanus” ..... 16
- 16 Machos con muesca presente en los dedos de la quela del pedipalpo, moderada a fuerte..... 17
- 16' Machos sin muesca en los dedos de la quela del pedipalpo..... 19
- 17 Proporción largo / ancho del segmento V del metasoma menor a dos, proporción ancho del margen posterior del segmento V / ancho de la vesícula menor a uno..... *V. franckei*
- 17' Proporción largo / ancho del segmento V mayor o igual a dos, proporción ancho del margen posterior del segmento V / ancho de la vesícula mayor a uno..... 18
- 18 Conteo de sedas en el esternito VII menor de 13, conteo pectinal en machos = 12-15..... *V. zapoteca* sp. nov.
- 18' Conteo de sedas en el esternito VII mayor a 17, conteo pectinal en machos = 18-20..... *V. prendinii* sp. nov.
- 19 Adultos de talla mediana (>40 mm), esternito VII con menos de 10 sedas..... *V. alebrije* sp. nov.
- 19' Adultos de talla pequeña (<30 mm), esternito VII con más de 15 sedas..... *V. setosus*

**ANEXO II. Especies distribuidas en la Sierra Norte de Oaxaca**

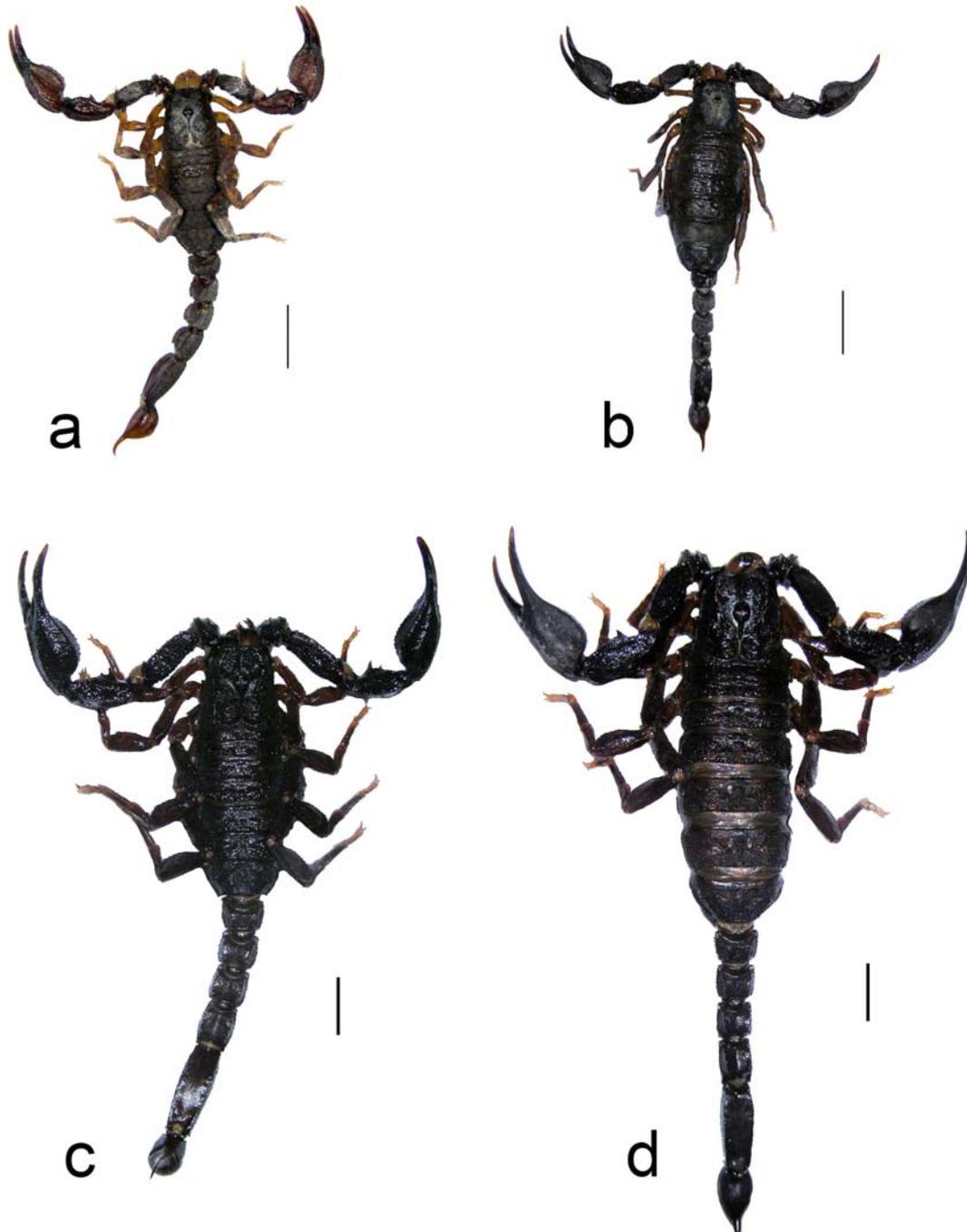
**Lámina I.** Especies del género *Centruroides* Marx 1890, del grupo “gracilis”, vistas dorsal: a) *C. nigrimanus*, macho. b) *C. nigrimanus*, hembra. c) *C. gracilis*, macho. d) *C. gracilis*, hembra. Barra de escala = 10 mm.



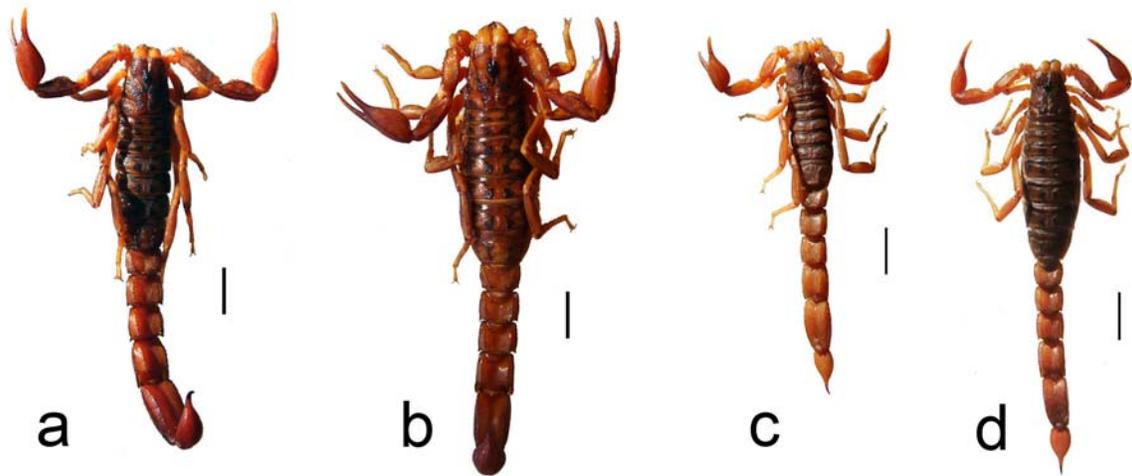
**Lámina II.** Especies del género *Centruroides* Marx 1890, grupo "nigrovariatus". Vistas dorsales: a) *C. baergi*, macho. b) *C. baergi*, hembra. c) *C. nigrovariatus*, macho. d) *C. nigrovariatus*, hembra. e) *C. aff. nigrovariatus*, macho. f) *C. aff. nigrovariatus*, hembra. g) *C. serrano* sp. nov, macho. h) *C. serrano* sp. nov, hembra. Barras de escala = 5 mm.



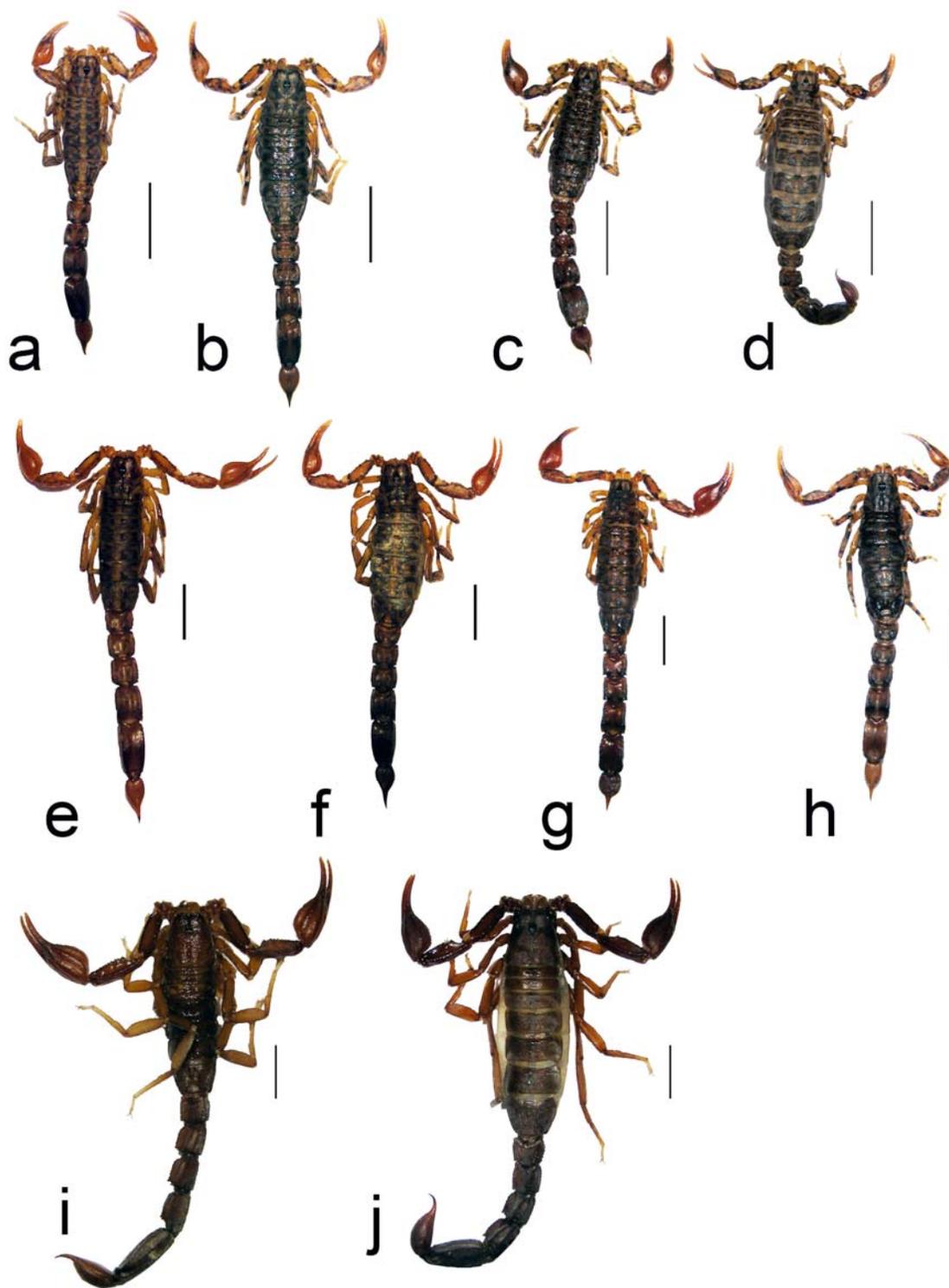
**Lámina III.** Especies del género *Diplocentrus* Peters 1861. Vistas dorsales: a) *D. rectimanus*, macho. b) *D. rectimanus*, hembra. c) *D. mexicanus mexicanus*, macho. d) *D. mexicanus mexicanus*, hembra. e) *D. franckei* sp. nov, macho. f) *D. franckei* sp. nov, hembra. g) *D. sp. nov A*, macho. h) *D. sp. nov A*, hembra. Barras de escala = 5 mm.



**Lámina IV.** Especies de los géneros *Megacormus* Karsch, 1881 y *Plesiochactas* Pocock, 1900. Vistas dorsales: a) *Megacormus grubbsi*, macho. b) *Megacormus grubbsi*, hembra. c) *Plesiochactas dilutus*, macho. d) *Plesiochactas dilutus*, hembra. Barras de escala = 5 mm.



**Lámina V.** Especies del género *Vaejovis* Koch, 1836, grupo “eusthenura”. Vistas dorsales: a) *V. oaxaca* sp. nov, macho. b) *V. oaxaca* sp. nov, hembra. c) *V. juarezi* sp. nov, macho. d) *V. juarezi* sp. nov, hembra. Barras de escala = 5 mm.



**Lámina VI.** Especies del género *Vaejovis* Koch, 1836, "grupo mexicanus". Vistas dorsales: a) *V. setosus*, macho. b) *V. setosus*, hembra. c) *V. franckei*, macho. d) *V. franckei*, hembra. e) *V. prendinii* sp. nov, macho. f) *V. prendinii* sp. nov, hembra. g) *V. zapoteca* sp. nov, macho. h) *V. zapoteca* sp. nov, hembra. i) *V. alebrije* sp. nov, macho. j) *V. alebrije* sp. nov, hembra. Barras de escala = 5 mm.



**Lámina VII.** Especie del género *Vaejovis* Koch, 1836, grupo "nitidulus". Vista dorsal. V. aff. *solegladi*, hembra