

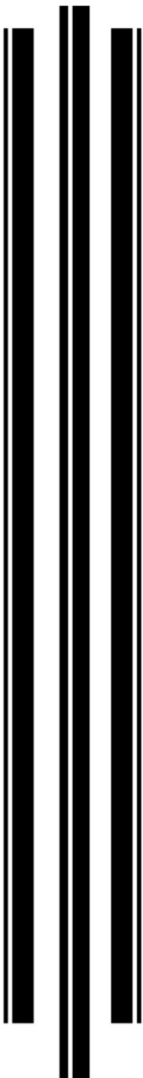


**Universidad de Guanajuato**

---

---

**CAMPUS IRAPUATO-SALAMANCA  
DIVISIÓN DE CIENCIAS DE LA VIDA**



**Diversidad taxonómica y funcional de  
insectos/plantas en un paisaje agrícola de  
El Copal, Irapuato, Guanajuato**

**TESIS PROFESIONAL**

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE  
DOCTOR EN BIOCENCIAS**

**PRESENTA:  
M. B. FRANCISCO DANIEL RAMOS PATLÁN**

**DIRECTOR:  
DR. RAFAEL GUZMÁN MENDOZA**

**IRAPUATO, GUANAJUATO**

**AGOSTO 2023**

UNIVERSIDAD DE  
GUANAJUATO



*"En la Universidad de Guanajuato todas y todos, nos comprometemos a  
garantizar el derecho de las mujeres a vivir libres de violencia"*

## DIVISIÓN DE CIENCIAS DE LA VIDA

**"Diversidad taxonómica y funcional de  
insectos/plantas en un paisaje agrícola de El Copal,  
Irapuato, Guanajuato"**

TESIS

QUE PRESENTA

**Francisco Daniel Ramos Patlán**

PARA OBTENER EL GRADO DE

**DOCTOR EN BIOCIENCIAS**

DIRECTOR DE TESIS

DR. RAFAEL GUZMÁN MENDOZA

Irapuato, Gto., Junio de 2023.

**CAMPUS IRAPUATO-SALAMANCA**  
**DIVISIÓN DE CIENCIAS DE LA VIDA**

Ex Hacienda El Copal, Km 9 Carretera Irapuato-Sllao:  
C.P.36824 A.P. 311, Irapuato, Gto., México.  
Tel. y Fax: 462 624 18 89.

[www.irapuatosalamanca.ugto.mx](http://www.irapuatosalamanca.ugto.mx)



" 2024, 200 años de Grandeza: Guanajuato como Entidad Federativa, Libre y Soberana."

**DIVISION DE CIENCIAS DE LA VIDA.**

DIRECCION.

Oficio: DICIVA/0421/2023.

Asunto: **Autorización de Modalidad de Titulación.**

C.

**FRANCISCO DANIEL RAMOS PATLÁN,**  
DOCTORADO EN BIOCENCIAS,  
P R E S E N T E.

Por medio de la presente y una vez revisado que ha cumplido íntegramente el plan de estudios del Programa Académico y, con base en el Artículo 79 del Reglamento Académico de la Normatividad de la Universidad de Guanajuato, me permito indicarle que doy mi autorización para que se titule por la **modalidad de Trabajo de Tesis.**

Sin otro asunto y enviándole un cordial saludo, se despide.

A T E N T A M E N T E

"LA VERDAD OS HARA LIBRES"

Irapuato, Gto., 22 de Agosto de 2023.

EL DIRECTOR DE LA DIVISIÓN DE CIENCIAS DE LA VIDA  
CAMPUS IRAPUATO-SALAMANCA

  
**DR. ROGELIO COSTILLA SALAZAR.**



UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO  
CAMPUS IRAPUATO-SALAMANCA  
División de Ciencias de la Vida  
Ex-Hacienda el Copal Irapuato, Gto.  
- DIRECCIÓN -

C.c.p. Consecutivo.

**CAMPUS IRAPUATO-SALAMANCA**  
**DIVISIÓN DE CIENCIAS DE LA VIDA**

Ex Hacienda El Copal, Km 9 Carretera Irapuato-Sillao:  
C.P.36824 A.P. 311, Irapuato, Gto., México.  
Tel. y Fax: 462 624 18 89.

## COMITÉ TUTORIAL

### **Dr. Rafael Guzmán Mendoza**

Profesor en Universidad de Guanajuato  
Departamento de Agronomía  
División de Ciencias de la Vida

## SINODALES

### **Dr. Héctor Gordon Núñez Palenius**

Profesor en Universidad de Guanajuato  
Departamento de Agronomía  
División de Ciencias de la Vida

### **Dr. Manuel Darío Salas Araiza**

Profesor en Universidad de Guanajuato  
Departamento de Agronomía  
División de Ciencias de la Vida

### **Dr. Rubén Salcedo Hernández**

Profesor en Universidad de Guanajuato  
Departamento de Alimentos  
División de Ciencias de la Vida

## SINODAL EXTERNO

**Dra. Victoria Hernández Hernández**



**EL PRESENTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN SE  
REALIZÓ BAJO LA DIRECCIÓN DEL DR. RAFAEL  
GUZMÁN MENDOZA EN EL CENTRO  
INTERDISCIPLINARIO DE AGROECOLOGÍA, AGAVES  
DE LA DIVISIÓN DE CIENCIAS DE LA VIDA, DEL  
CAMPUS IRAPUATO-SALAMANCA, DE LA UNIVERSIDAD  
DE GUANAJUATO.**



## RESUMEN

Se presenta un análisis integral de la diversidad de insectos y composición vegetal en El Copal, una comunidad reconocida por su actividad agrícola en la región de El Bajío. Este estudio proporciona información valiosa para la conservación y el manejo sostenible de los recursos naturales en esta región. Se describe de manera exhaustiva la fauna entomológica, otros artrópodos y la vegetación del estado de Guanajuato. Además, se analizan los sitios de estudio, incluyendo la ubicación geográfica de El Copal, la elevación del territorio y los rasgos climáticos asociados. Se examina la composición de los elementos del sistema agrícola, destacando lugares con fisionomía vegetales particular, como un sitio de matorral espinoso y otro considerado como una franja de vegetación ribereña. Otros sitios denominados como zacate, lampote y maíz se distinguieron por la abundancia de plantas anuales, en todos los sitios se estudió la entomofauna y la vegetación para obtener datos ecológicos útiles en la conservación, manejo y mejoramiento de los paisajes agrícolas.

El estudio de la diversidad taxonómica y funcional de los insectos y las plantas incluyó la recolección de organismos, su identificación, la asociación con rasgos funcionales y la elaboración de curvas de acumulación de especies. Esto proporcionó una visión general de la diversidad vegetal y de los insectos asociados a cada sitio de estudio. Asimismo, se analizaron los aspectos relacionados con la interacción entre la vegetación y los artrópodos. Con los datos recopilados, se realizaron análisis de componentes principales y agrupamiento para explorar los rasgos funcionales de los artrópodos y la vegetación. Se observaron patrones interesantes de agrupamiento basados en la abundancia de plantas en las regiones estudiadas, así como diferencias en la composición de familias de insectos entre regiones. Sin embargo, la composición taxonómica de las familias de insectos dentro de cada sitio se mantuvo homogénea. Las abundancias de especies de plantas encontradas marcan contrastes significativos entre los sitios. Estas observaciones sugieren la existencia de diferencias en la composición de insectos con respecto al hábitat donde se encuentren.

**Palabras clave:** Diversidad de plantas, relación vegetación-artrópodo, análisis biogeográfico, composición entomo-faunística.

## ABSTRACT

An integral analysis of insect diversity and plant composition in El Copal, a community renowned for its agricultural activity in the El Bajío region, is presented. This study provides valuable information for the region's conservation and sustainable management of natural resources. A comprehensive description is given of the entomological fauna, other arthropods, and vegetation in the state of Guanajuato. The study also examines the study sites, including the geographic location of El Copal, the elevation of the terrain, and associated climatic features. The composition of elements in the agricultural system is examined, highlighting locations with vegetal physiognomies, such as thorny shrubland and a riparian vegetation strip. Other sites stand out due to the abundance of annual plants. Entomofauna and vegetation studies were conducted at each site to obtain ecologically useful data for the conservation, management, and improvement of agricultural landscapes.

The study of taxonomic and functional diversity of insects and plants involved the collection of organisms, their identification, association with functional traits, and the construction of species accumulation curves. This provided an overview of the plant and insect diversity associated with each study site. Furthermore, aspects related to the interaction between vegetation and arthropods were analyzed. Principal component analysis and clustering were performed using the collected data to explore the functional traits of arthropods and vegetation. Interesting clustering patterns based on plant abundance were observed in the studied regions, as well as differences in the composition of insect families between regions. However, the taxonomic composition of insect families within each site remained homogeneous. Significant contrasts in species abundance of plants were found among the sites. These observations suggest the presence of differences in insect composition depending on the habitat they inhabit.

**Keywords:** Plant diversity, vegetation-arthropod relationship, biogeographical analysis, entomo-faunistic composition.

## **DEDICATORIAS**

A mi hijo y mi esposa, a mis profesores y amigos, especialmente a mi mamá y a mis  
hermanos.



## **AGRADECIMIENTOS**

A la Universidad de Guanajuato, en particular a la división de Ciencias de la Vida, por brindarme la oportunidad de superarme académicamente al cursar el programa de posgrado de Doctorado en Biociencias.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por haberme otorgado la beca para mis estudios de Doctorado en Biociencias.

Al Dr. Rafael Guzmán Mendoza por brindarme la oportunidad de integrarme a su equipo de trabajo y darme la confianza para elaborar mi proyecto de Doctorado en Biociencias bajo su dirección.

A mi comité de asesores: Dra. Victoria Hernández Hernández, Dr. Héctor Gordon Núñez Palenius, Dr. Manuel Darío Salas Araiza y Dr. Rubén Salcedo Hernández.

A mi familia.

A mis profesores y compañeros del Doctorado en Biociencias.

## ÍNDICE

<b>RESUMEN</b> .....	<b>VI</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>VII</b>
<b>DEDICATORIAS</b> .....	<b>VIII</b>
<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	<b>IX</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>12</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	<b>15</b>
<b>CAPÍTULO I</b> .....	<b>16</b>
<b>Conocimiento de la riqueza natural de Guanajuato como lugar importante para la agricultura y su pérdida de biodiversidad</b> .....	<b>17</b>
<b>Introducción</b> .....	<b>17</b>
<b>Guanajuato</b> .....	<b>19</b>
<b>El papel de la actividad agrícola sobre la diversidad</b> .....	<b>24</b>
<b>Los insectos de los agroecosistemas de Guanajuato</b> .....	<b>25</b>
<b>Conclusiones</b> .....	<b>28</b>
<b>CAPÍTULO II</b> .....	<b>30</b>
<b>Diversidad taxonómica y funcional de insectos/plantas en un paisaje agrícola de El Copal, Irapuato, Guanajuato.</b> .....	<b>31</b>
<b>Introducción</b> .....	<b>31</b>
<b>Justificación general del proyecto</b> .....	<b>38</b>
<b>Pregunta de investigación e hipótesis</b> .....	<b>39</b>
<b>Objetivos</b> .....	<b>40</b>
<b>Métodos generales</b> .....	<b>40</b>
<b>Resultados</b> .....	<b>42</b>
<b>CAPÍTULO III</b> .....	<b>43</b>
<b>Elementos del paisaje agrícola de El Copal, Irapuato, Guanajuato</b> .....	<b>44</b>
<b>Introducción</b> .....	<b>44</b>
<b>Materiales y métodos</b> .....	<b>44</b>
<b>Resultados y discusión</b> .....	<b>48</b>
<b>Conclusión</b> .....	<b>71</b>
<b>CAPÍTULO IV</b> .....	<b>72</b>
<b>Diversidad de chapulines asociados a cultivos de maíz</b> .....	<b>73</b>
<b>Introducción</b> .....	<b>73</b>

<b>Materiales y métodos</b> .....	74
<b>Resultados y discusión</b> .....	75
<b>Conclusión</b> .....	79
<b>CAPÍTULO V</b> .....	<b>82</b>
<b>Diversidad taxonómica y funcional de insectos del paisaje agrícola de El Copal, Irapuato, Guanajuato.</b> .....	83
<b>Introducción</b> .....	83
<b>Materiales y métodos</b> .....	84
<b>Resultados y discusión</b> .....	88
<b>Conclusión</b> .....	105
<b>CAPÍTULO VI</b> .....	<b>107</b>
<b>Diversidad funcional de plantas del paisaje agrícola de El Copal, Irapuato, Guanajuato.</b> 108	
<b>Introducción</b> .....	108
<b>Materiales y métodos</b> .....	110
<b>Análisis estadístico</b> .....	110
<b>Resultados y discusión</b> .....	110
<b>Conclusión</b> .....	115
<b>Conclusiones generales del estudio</b> .....	116
<b>Literatura citada</b> .....	121
<b>APÉNDICE I</b> .....	142
<b>APÉNDICE II</b> .....	286
<b>APÉNDICE III</b> .....	314
<b>APÉNDICE IV</b> .....	322

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Ubicación geográfica del estado de Guanajuato y elevación del territorio.....	21
<b>Figura 2.</b> Posición geográfica de Irapuato.....	45
<b>Figura 3.</b> Posición geográfica de El Copal, Irapuato, Gto.....	46
<b>Figura 4.</b> Ubicación geográfica de los elementos del sistema agrícola en El Copal, Irapuato, Gto. ....	50
<b>Figura 5.</b> Sitios perennes a) sitio de cazahuates, b) matorral espinoso, c) franja ribereña..	50
<b>Figura 6.</b> Abundancia de familias botánicas de sitios perennes. ....	51
<b>Figura 7.</b> Polígono y ubicación del sitio cazahuate .....	52
<b>Figura 8.</b> Curva de acumulación de especies de plantas fanerófitas en el sitio cazahuate. .	53
<b>Figura 9.</b> Polígono y ubicación del sitio matorral espinoso. ....	54
<b>Figura 10.</b> Curva de acumulación de especies de fanerófitas en el sitio matorral espinoso	55
<b>Figura 11.</b> Polígono y ubicación del sitio franja ribereña. ....	56
<b>Figura 12.</b> Curva de acumulación de especies de fanerófitas en el sitio franja ribereña (vegetación riparia).....	58
<b>Figura 13.</b> Sitios anuales: a. maíz, b. lampote, c. zacate Johnson. ....	58
<b>Figura 14.</b> Ubicación de los sitios anuales, maíz, lampote ( <i>Tithonia tubaeformis</i> ) y zacate Johnson ( <i>Sorghum halepense</i> ). ....	59
<b>Figura 15.</b> Familias botánicas registradas en las tres comunidades anuales. ....	60
<b>Figura 16.</b> Especies vegetales en la comunidad maíz ( <i>Zea mays</i> ).....	62
<b>Figura 17.</b> Especies vegetales en la comunidad de <i>Tithonia tubaeformis</i> .....	62
<b>Figura 18.</b> Especies vegetales en la comunidad de zacate Johnson. ....	63
<b>Figura 19.</b> Curvas de acumulación de especies de los sitios anuales. a) sitio maíz. b) sitio <i>Tithonia</i> (lampote) y c) sitio zacate Johnson. ....	64
<b>Figura 20.</b> Curva de acumulación de especies de los sitios anuales: <i>Tithonia</i> , zacate y maíz .....	65
<b>Figura 21.</b> Ubicación del sitio <i>Condea albida</i> .....	68
<b>Figura 22.</b> Curvas de nivel del paisaje agrícola de El Copal.....	69
<b>Figura 23.</b> Rango del índice de diferencia normalizada (NDVI) del paisaje agrícola de El Copal y posición de polígonos de sitios de muestreo.....	70

<b>Figura 24.</b> Comparación de la riqueza y abundancia relativa de chapulines de un agroecosistema.....	77
<b>Figura 25.</b> Instalación de trampa de caída con tapa y trampa amarilla. ....	85
<b>Figura 26.</b> Curva de acumulación de especies de artrópodos capturadas mediante red de golpe en plantas de <i>Condea albida</i> .....	93
<b>Figura 27.</b> Análisis de componentes principales de 14 trampas amarillas distribuidas en tres sitios con respecto al gremio alimentario de los artrópodos encontrados (SC = sitio caahuate SC1 a SC4; SME = sitio matorral espinoso SME1 a SME5; SVR = sitio vegetación. ....	97
<b>Figura 28.</b> Análisis de agrupamiento por similitud (índice Morisita) de 14 trampas amarillas distribuidas en tres sitios con respecto al gremio alimentario de los artrópodos encontrados (SC = sitio caahuate SC1 a SC4; SME = sitio matorral espinoso SME1 a SME5; SVR = sitio vegetación de ribera SVR1 a SVR5). ....	98
<b>Figura 29.</b> Análisis de componentes principales de 14 trampas de caída distribuidas en tres sitios con respecto a los gremios alimentarios de los artrópodos encontrados (SC = sitio caahuate SC1 a SC4; SME = sitio matorral espinoso SME1 a SME5; SVR = sitio vegetación de ribera SVR1 a SVR5). ....	99
<b>Figura 30.</b> Análisis de agrupamiento por similitud (índice Morisita) de 14 trampas de caída distribuidas en tres sitios con respecto a los gremios alimentarios de los artrópodos encontrados (SC = sitio caahuate SC1 a SC4; SME = sitio matorral espinoso SME1 a SME5; SVR = sitio vegetación de ribera SVR1 a SVR5). ....	100
<b>Figura 31.</b> Análisis de componentes principales de gremios alimentarios de artrópodos adultos en tres sitios de estudio recolectados en trampas amarillas (AdT= rasgo adulto; SC, sitio caahuate; SME, sitio matorral espinoso; SVR, sitio vegetación de ribera; TA= trampa amarilla).....	101
<b>Figura 32.</b> Análisis de componentes principales de rasgos funcionales de artrópodos inmaduros con respecto a su abundancia en tres sitios de estudio recolectados en trampa amarilla (JuT= rasgo juvenil; SC, sitio caahuate; SME, sitio matorral espinoso; SVR, sitio vegetación de ribera; TA= trampa amarilla). ....	101
<b>Figura 33.</b> Análisis de componentes principales de gremios alimentarios de artrópodos adultos en tres sitios de estudio recolectados en trampas de caída (AdT= rasgo adulto; SC,	

sitio caahuate; SME, sitio matorral espinoso; SVR, sitio vegetación de ribera; TC= trampa de caída).....	103
<b>Figura 34.</b> Análisis de componentes principales de rasgos funcionales de artrópodos inmaduros con respecto a su abundancia en tres sitios de estudio recolectados en trampa de caída (JuT= rasgo juvenil; SC, sitio caahuate; SME, sitio matorral espinoso; SVR, sitio vegetación de ribera; TC= trampa de caída).....	104
<b>Figura 35.</b> Abundancia de familias de plantas en las regiones de estudio. ....	111
<b>Figura 36.</b> Análisis de agrupamiento de sitios de estudio (índice de similitud de Jaccard). .....	112
<b>Figura 37.</b> Análisis de componentes principales de sitios de estudio de acuerdo con su composición vegetal. ....	113
<b>Figura 38.</b> Análisis de componentes principales de los rasgos "usos" de plantas de los sitios de estudio.....	114

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Índices más empleados en ecología para cuantificar la biodiversidad. Tomado de Martella <i>et al.</i> (2012).....	48
<b>Tabla 2.</b> Clasificación de los elementos del paisaje agrícola en este trabajo. ....	49
<b>Tabla 3.</b> Especies de plantas en el sitio cazahuate.....	52
<b>Tabla 4.</b> Especies de plantas en el sitio matorral espinoso. ....	54
<b>Tabla 5.</b> Especies de plantas encontradas en el sitio franja ribereña. ....	56
<b>Tabla 6.</b> Riqueza y diversidad de familias botánicas.....	60
<b>Tabla 7.</b> Riqueza y abundancia de especies vegetales por comunidad vegetal. ....	61
<b>Tabla 8.</b> Índice de Shannon (H) y equitatividad (J') por comunidad vegetal.....	64
<b>Tabla 9.</b> Prueba de T-Diversidad de especies vegetales.....	65
<b>Tabla 10.</b> Especies de plantas encontradas en el sitio <i>Condea albida</i> .....	66
<b>Tabla 11.</b> Valores de NDVI de los sitios perennes.....	69
<b>Tabla 12.</b> Comparación de los índices de diversidad (H') para las tres comunidades vegetales del agroecosistema de maíz. ....	76
<b>Tabla 13.</b> Listado de presencia (x)-ausencia (-) de especies de chapulines encontrados en tres comunidades vegetales de un agroecosistema de maíz. ....	77
<b>Tabla 14.</b> Comparación de los índices de diversidad (H') de especies de chapulines encontrados en tres comunidades vegetales del agroecosistema de maíz. ....	78
<b>Tabla 15.</b> Sitios de muestreo, técnica de recoleta correspondiente y cantidad de organismos registrados.....	89
<b>Tabla 16.</b> Prueba $\chi^2$ de Pearson entre familias/cantidad de organismos y sitios estudiados. ....	90
<b>Tabla 17.</b> Artrópodos identificados en plantas de <i>Condea albida</i> .....	91
<b>Tabla 18.</b> Valores de índices de biodiversidad calculados a partir de los datos de recolectas mediante red de golpe en plantas de <i>Condea albida</i> . ....	93
<b>Tabla 19.</b> Resultados del análisis de Kruskal-Wallis de evaluación de medianas entre grupos de rasgos funcionales en tres sitios del paisaje agrícola. ....	102

# CAPÍTULO I

Conocimiento de la riqueza natural de Guanajuato como lugar importante para la agricultura y su pérdida de biodiversidad



## **Conocimiento de la riqueza natural de Guanajuato como lugar importante para la agricultura y su pérdida de biodiversidad**

### **Introducción**

Guanajuato es un estado situado en el centro de México, conocido por su importante contribución a la producción agrícola del país. Gracias a sus tierras fértiles y su clima favorable, se ha convertido en un lugar estratégico para cultivar una amplia variedad de productos agrícolas. Esto ha permitido que la región sea un importante centro de producción y exportación de alimentos, como se señala en el informe del INEGI de 2017.

Además de ser un importante centro de producción agrícola, Guanajuato también es conocido por su riqueza natural. Sin embargo, esta riqueza se encuentra en riesgo debido a la pérdida de biodiversidad, la cual es causada por diversos factores, como la expansión urbana, el cambio de uso de suelo, la intensificación de la actividad agrícola y la deforestación. Según Pérez-Vega, Regil y Mas (2020), estos factores han tenido un impacto negativo en la biodiversidad de la región y son una preocupación importante para la conservación de los ecosistemas locales. En este contexto, es importante reflexionar sobre el conocimiento que se tiene acerca de la riqueza natural de Guanajuato y su importancia para la agricultura, así como también sobre los retos y oportunidades para conservar y aprovechar de manera sostenible esta valiosa biodiversidad.

Guanajuato cuenta con una ubicación geográfica privilegiada, tierras fértiles y un clima favorable que han permitido la explotación productiva de una gran variedad de especies vegetales durante décadas. Esta combinación única de factores ha hecho que la región sea un importante centro de producción agrícola en México. La pérdida y disminución de biodiversidad tiene un impacto directo en la calidad de los suelos, la producción agrícola y la seguridad alimentaria. Por esta razón, es de vital importancia prestar atención a la conservación de esta riqueza natural. La vegetación y la fauna de insectos son elementos clave en la agricultura, ya que juegan un papel importante en la polinización de los cultivos, la fertilidad del suelo y el control de plagas. En consecuencia, es esencial llevar a cabo proyectos de investigación que permitan cuantificar la flora y fauna de la región, y desarrollar estrategias para conservarlos de manera efectiva. Además, se requieren de esfuerzos y de colaboración entre el gobierno, la sociedad civil, el sector privado y académico para proteger la biodiversidad, fomentar la agricultura ecológica y la adopción de prácticas agrícolas

sostenibles que reduzcan el impacto ambiental y favorezcan la conservación de la biodiversidad en Guanajuato.

Guanajuato es un estado que cuenta con una gran variedad de especies de fauna y flora, lo que lo convierte en un lugar de gran importancia ecológica. De acuerdo con un estudio realizado por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO, 2012), Guanajuato cuenta con alrededor de 366 especies de aves 240 residentes y 126 migratorias, siendo la familia Tyrannidae una de las más representativas en el estado, seguida de Parulidae y Emberezidae. Mamíferos en al menos 87 especies, siendo los grupos con mayor número de especies Rodentia seguido por Chiroptera y Carnivora. Los grupos con menor número de especies son Lagomorpha, Artiodactyla, Soricomorpha (armadillo) y Didelphimorpha (tlacuache). Con 77 especies de reptiles y 25 de anfibios. 2,800 especies de insectos siendo la familia Curculionidae una de las más representativas. En cuanto a la flora, Guanajuato es conocido por su gran diversidad y riqueza en especies de plantas, con un total de 2,774 especies de plantas vasculares registradas, incluyendo numerosas plantas endémicas. En particular, se destaca la presencia de cactus y otras suculentas, así como de diversas especies de árboles y plantas medicinales (Zamudio y Villanueva, 2011).

Esta riqueza biológica es de vital importancia para el estado, ya que contribuye a la conservación de la biodiversidad y a la generación de servicios ecosistémicos. Es importante destacar que, a pesar de la riqueza biológica de Guanajuato, también se han registrado pérdidas importantes de biodiversidad en las últimas décadas debido a la intensificación de la agricultura y otros factores antropogénicos, como la urbanización, fragmentación de los ecosistemas, deforestación, contaminación, uso de suelo y el cambio climático. En un análisis de los cambios de cobertura/uso de suelo del estado de Guanajuato los ecosistemas áridos y caducifolios como mezquite (-3.6%), selva baja caducifolia (-2.1% y bosque de encino (-1.4%) presentaron los mayores porcentajes de intensidad de cambio de uso de suelo (Pérez-Vega, Regil y Mas, 2020). Por esta razón, es fundamental llevar a cabo proyectos de investigación y conservación que permitan cuantificar y proteger la flora y fauna de Guanajuato, así como implementar estrategias de agricultura ecológica que promuevan la conservación de la biodiversidad y la sostenibilidad de los sistemas agrícolas.

El estudio de la entomofauna es crucial en la agricultura, ya que estos organismos tienen una gran importancia ecológica y económica en los agroecosistemas. Los insectos, en

particular, juegan un papel clave en la polinización de cultivos y en el control biológico de plagas, lo que permite reducir el uso de pesticidas y, por tanto, minimizar su impacto ambiental y mejorar la calidad de los alimentos producidos (Altieri, 2009). La diversidad y abundancia de la entomofauna depende en gran medida de la vegetación arvense presente en los cultivos. Esta vegetación, compuesta por plantas silvestres, es un importante refugio para la fauna de insectos y otros organismos benéficos para la agricultura. Además, la presencia de vegetación arvense en los campos de cultivo contribuye a la conservación de la biodiversidad y al mantenimiento de la fertilidad del suelo (Blanco Valdes, 2016).

La riqueza natural de Guanajuato es de gran importancia para la producción agrícola del país (Moret-Sánchez y Cosío-Ruiz, 2017), su conservación es fundamental para garantizar la seguridad alimentaria de las comunidades y el desarrollo sostenible de la región (Bellon *et al.*, 2009). De tal manera que es necesario llevar a cabo proyectos de investigación y conservación que permitan cuantificar flora y fauna y generar estrategias para el entendimiento y manejo racional de estos recursos. También es importante estudiar la entomofauna y la vegetación arvense en la agricultura para entender y encontrar su relación o interacción en la polinización, el control biológico de plagas y otros servicios que brinda la riqueza natural de los ecosistemas. Estos estudios pueden contribuir al desarrollo de estrategias de manejo de cultivos sostenibles y eficientes, lo que permite reducir el impacto ambiental de la agricultura y mejorar la seguridad alimentaria. Guanajuato es un lugar importante para la agricultura y cuenta con una gran riqueza natural en términos de flora y fauna. Sin embargo, es importante continuar estudiando y monitoreando la biodiversidad de la región, para comprender los efectos de los cambios ambientales y antropogénicos en la misma y poder desarrollar estrategias de conservación y manejo sostenible de los recursos naturales.

## **Guanajuato**

Desde principios del siglo XIX, el territorio circundante de Guanajuato ha sido conocido como Bajío, el cual comprende distintas entidades geo-fisiográficas que comparten este relieve, como Querétaro y Michoacán (Lara, 2010). Actualmente, el Bajío se considera una semi fosa (Botero-Santa *et al.*, 2015) y sitio reconocido por sus actividades agrícolas, llegando a ser considerado el granero de México (Cruz *et al.*, 2012). Además, se considera al

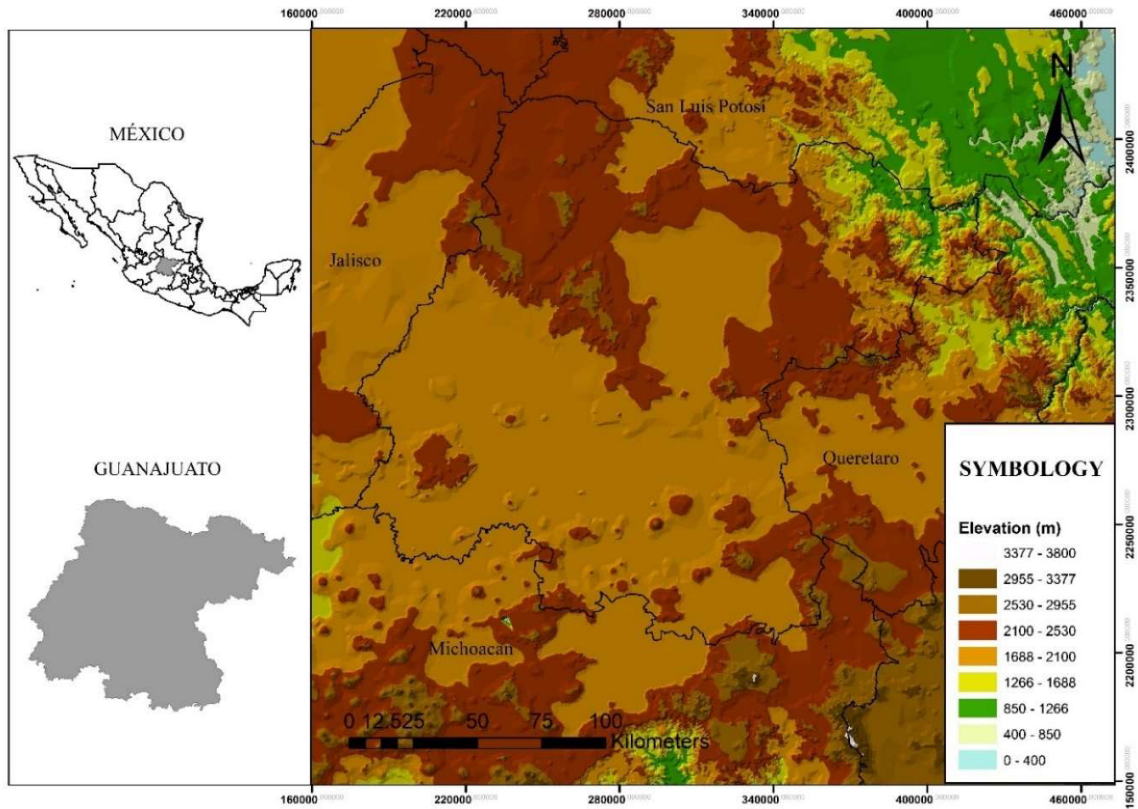
Bajío como una de las cuatro provincias fisiográficas de Guanajuato (Carranza, 2005), junto con las sierras y Mesa Central, la Faja Volcánica Transmexicana (Domínguez-Domínguez y de León, 2009) y la Sierra Gorda, que es una porción de la Sierra Madre Oriental (Campos-Rodríguez et al., 2009). Concretamente el Bajío guanajuatense es una cuenca sedimentaria ubicada entre los límites de la Mesa Central y la Faja Volcánica Transmexicana que se caracteriza por su baja topografía con respecto a sus alrededores (Botero-Santa *et al.*, 2015).

La región sierras y Mesa Central de Guanajuato es la porción norte de la entidad guanajuatense, tiene límites convencionales al norte con los estados de Zacatecas y San Luis Potosí, y límites físicos como el Sistema Volcánico Transversal al sur, las sierras Madre Oriental y Occidental al oriente y poniente, respectivamente. Se caracteriza por contar con amplias llanuras interrumpidas por sierras dispersas, en su mayoría, de naturaleza volcánica; asimismo, cuenta con una superficie de 13,794.09 km<sup>2</sup> (Ramírez *et al.*, 2004). La porción de la Sierra Gorda de Guanajuato se localiza al noreste de la entidad, cuenta con una superficie de 2,368 Km<sup>2</sup>, la región alberga un mosaico de paisajes xéricos, subtropicales y templados intercalados entre sí a través de una accidentada topografía (Campos-Rodríguez *et al.*, 2009).

El sur del estado de Guanajuato desde el punto de vista fisiográfico corresponde al Sistema Volcánico Transversal caracterizado por lomeríos, elevaciones menores y volcanes independientes o en grupos (sierras) que se asientan en la altiplanicie aluvial-lacustre y volcánica del Bajío, entre 1,700 y 1,900 msnm, su naturaleza geológica es principalmente de rocas cuaternarias del tipo andesita y basalto (lavas y piroclastos), en menor proporción riolitas; son extensas las superficies ocupadas por depósitos aluviales y lacustres más jóvenes que las rocas volcánicas o contemporáneas a éstas (Matías-Ramírez *et al.*, 2007). La región está drenada por el río Lerma que nace de la altiplanicie de Tenango, Estado de México, el cauce del Lerma es propio de un río joven condicionado por el vulcanismo del Pleistoceno y Holoceno-tardío (Bloomfield, 1974; Bloomfield y Valastro, 1974). La Faja Volcánica Transmexicana es una provincia geológica que atraviesa el centro de México, desde Colima hasta Veracruz, su origen se debe a la subducción de las placas de cocos y rivera bajo la placa norteamericana (Botero-Santa *et al.*, 2015).

La posición geográfica del estado de Guanajuato (Figura 1) coincide con la zona de transición de la región Neártica y Neotropical (Pérez-Ponce, 2003; Morrone, 2005), debido a esas condiciones biogeográficas la región es reconocida por su diversidad biológica

producto de su compleja historia geológica (Halffer *et al.*, 2008). Al mismo tiempo, que la región del Neotrópico es la región biogeográfica con la mayor biodiversidad del planeta (Myers *et al.*, 2000).



**Figura 1.** Ubicación geográfica del estado de Guanajuato y elevación del territorio.

Investigaciones sobre plantas vasculares de Guanajuato afirman que el conocimiento de plantas en la entidad es parcial y que ni la ubicación estratégica ni red de infraestructura (caminos y carreteras) del estado estimulan la exploración de su territorio y el estudio de sus recursos naturales (Carranza, 2005; Zamudio y Villanueva, 2011). La exploración botánica en Guanajuato se intensificó significativamente gracias al proyecto de la Flora del Bajío y Regiones Adyacentes (Díaz-Barriga y Palacios-Rios, 1992). En ese sentido Carranza (2005) realizó una estimación preliminar de plantas vasculares de Guanajuato, registrando la existencia de 166 familias, 786 géneros y 2,547 especies. Por otro lado, Zamudio y Galván (2011) reportaron 182 familias, 904 géneros y 2,774 especies de plantas vasculares. Las angiospermas están representadas por 161 familias, 860 géneros y 2,361 especies, las gimnospermas con 4 familias, 6 géneros y 18 especies. Las familias de angiospermas mejor representadas son Compositae con 119 géneros y 465 especies, Poaceae con 83 géneros y

250 especies y Leguminosae con 58 géneros y 188 especies. Los géneros más diversos reportados son: *Euphorbia* (45 spp.), *Solanum* (43 spp.), *Salvia* (42 spp.) *Mammillaria* (35 spp.), *Muhlenbergia* (34 spp.) y *Euphatorium* (33 spp.). Del total de especies 35 se encuentran en la Norma Oficial Mexicana como amenazada o con protección especial, solo *Mammillaria herrerae* Werderm. se considera en peligro de extinción (Zamudio y Villanueva, 2011). En 1992 Díaz-Barriga y Palacios-Rios reportaron en el estado de Guanajuato 70 especies de pteridofitas pertenecientes a diecisiete géneros y doce familias, el 70% fueron nuevos registros, Zamudio y Villanueva (2011) reportaron 17 familias, 38 géneros y 125 especies de pteridofitas. Las familias mejor representadas en Guanajuato y en las Regiones adyacentes (Michoacán y Querétaro) fueron Adiantaceae, Polypodiaceae, Aspleniaceae, Dryopteridaceae y Selaginellaceae (Díaz-Barriga y Palacios-Rios, 1992). La mayor riqueza de pteridofitas en Guanajuato se observa en los bosques de climas templados (elementos dominantes de la Sierra Madre Oriental, Sierra Madre del Sur y Eje Volcánico Transversal (Rzedowski, 1978). Con respecto a plantas no vasculares el conocimiento de Briofitas sensu stricto corresponde a un par de estudios, el primero de 1996 de Delgadillo y Cárdenas quienes reportaron 22 familias, 62 géneros, 100 especies y 14 variedades, el listado incluyó dos nuevos registros para México, la exploración preliminar se llevó a cabo a través del estado de Guanajuato cubriendo la mayor cantidad de tipos de vegetación (excepto bosque de pino) a varias altitudes. Otro estudio se realizó en la Sierra de Lobos en León, Gto. región ubicada en la Mesa Central, dicho estudio agregó nueve nuevos registros a la flora de musgos, por lo que suman 123 taxa de musgos para la entidad, destacando *Grimmia involucrata* Cardot como única especie de briofita endémica del país (Herrera-Paniagua *et al.*, 2018).

En cuanto a la biota del lugar un caso interesante de endemismo es el de *Heliopsis longipes* A. Grey (Asteraceae) que se encuentra en la región noreste del estado, comparte distribución con los estados de San Luis Potosí y Querétaro, encontrándose en pequeñas zonas de la Sierra Madre Oriental y la Mesa del Centro, el interés por esta especie reside en la variedad de usos y aplicaciones y en el escaso conocimiento de algunos de sus aspectos biológicos como la distribución y su dinámica poblacional (Cilia-López *et al.*, 2014). Otros casos de endemismo están representados por especies de liliopsidas como *Polianthes multicolor* E. Solano et Dávila (Agavaceae), *Echeandia sanmiguelensis* Cruden,

(Anthericaceae), *Hechtia pretiosa* Espejo et López-Ferr. (Bromeliaceae), *Commelina ramosissima* López-Ferr., Espejo et Ceja (Commelinaceae), *Sisyrinchium guanajuatense* Ceja, Espejo et López-Ferr. (Iridaceae), *Beaucarnea compacta* L. Hern. et Zamudio (Nolinaceae) y *Calibanus glassianus* L. Hern. et Zamudio (Nolinaceae) (Espejo, 2012). Además, el listado de plantas mexicanas acuáticas y subacuáticas de la familia Asteraceae añade *Hofmeisteria schaffneri* (A. Gray) R. M. King & H. Rob. y *Jaegeria glabra* (S. Watson) B. L. Rob vulnerables a la extinción y *Stevia trifida* Lag. al listado de plantas vasculares endémicas de Guanajuato (Rzedowski, 2020). Por otro lado, las regiones silvestres de Guanajuato siguen documentando nuevos registros, en la Sierra de Pénjamo se reportó la presencia de un helecho primitivo *Psilotum nudum* (L.) P. Beauv (Psilotaceae) (Hernández-Hernández, Segovia-Ramírez y Argüelles Marmolejo, 2014), también los helechos *Pleopeltis furfuracea* (Schltdl. & Cham.) A.R. Smith & Tejero (Polypodiaceae), *Pityrogramma calomelanos* (L.) Link (Pteridaceae), *Thelypteris ovata* var. *lindheimeri* (C. Chr.) A.R. Smith (Thelypteridaceae) y la Lycophyta *Selaginella landii* Greenm. & N. Pfeiff. (Selaginellaceae) para la región del Bajío (Hernández-Hernández, González-García y Colli-Mull, 2016).

Además de plantas, se han realizado nuevos registros de otros grupos, como los arácnidos, tal y como se ha documentado en el estudio llevado a cabo por Mosqueda-Guevara *et al.* (2020), que incluye cinco géneros del orden Araneae: *Eustala* (Araneidae), *Euagrus* (Dipluridae), *Plexippus* (Salticidae) y *Misumena* (Thomisidae) y *Anachemmis* (Zoropsidae) que se propone como nueva especie para la ciencia, además de otra posible nueva especie del orden Escorpiones del género *Diplocentrus* (Diplocentridae) y nuevos registros de *Franckeus* y *Mesomexovis* (Vaejovidae) y un nuevo registro de *Paraphrynus carolynae* (Phrynidae, Amblypygi). Considerando las observaciones de Arenas-Monroy, García-Balderas y Lucio Palacio (2012) con estos registros se incrementa a 55 el número de especies de arañas reportadas en el estado de Guanajuato. En el municipio de Xichú, en el borde de la Reserva de la Biósfera de la Sierra Gorda, Bolaños-Martínez (2010) llevó a cabo la primera documentación de la presencia de la cojolita *Penelope purpurascens* Wagler, 1830 (Cracidae). Este descubrimiento resalta la importancia de realizar inventarios biológicos en el área y promover acciones de conservación. Con respecto al grupo de reptiles y anfibios un estudio realizado de junio de 2012 a mayo del 2013 en el cerro del 20 en Irapuato, Guanajuato reportó diecisiete especies de reptiles y seis de anfibios (Leyte-Manrique, Morales-Castorena

y Escobedo-Morales, 2016). Otro listado de registros notables de reptiles para Guanajuato añadió 5 nuevos registros para el estado: *Lampopeltris triangulum*, *Leptodeira annulata cusiliris*, *Oxybelis aeneus*, *Tropidodipsas sartorii* y *Scincella silvicola caudaequinae* (Campos-Rodríguez *et al.*, 2009), estas observaciones asociadas al resto de estudios herpetofaunísticos para el estado (Quijano *et al.*, 2001; Sanchez-Luna, R., & Reynoso, V. H. 2012 y Leyte-Manrique, Hernández-Navarro y Escobedo-Morales, 2015) estiman ciento nueve especies de anfibios y reptiles en la entidad, con posible discusión de acuerdo con sinonimias representando aproximadamente el 30.5% de representatividad del total de herpetofauna reportada en el país (Flores-Villela y Canseco-Márquez, 2004).

### **El papel de la actividad agrícola sobre la diversidad**

En la región agrícola del Bajío y regiones adyacentes la agricultura (de temporal) se desarrolla en dos ciclos: primavera-verano y otoño-invierno; en el primero, se siembra principalmente maíz, sorgo y frijol durante el periodo de lluvias, las cuales ocurren entre los meses de junio a septiembre y en el segundo las áreas donde además de los cultivos de primavera-verano, se siembra un segundo cultivo aprovechando la humedad residual en otoño-invierno, principalmente garbanzo. En pequeñas áreas inundables durante el período de lluvias; conocidas como enlames, se siembra en invierno lenteja y trigo. Aun cuando la superficie agrícola de temporal tiende a disminuir, actualmente es la clase agrícola con mayor extensión y distribución en el estado, predominantemente en laderas (Paredes-Melesio *et al.*, 2011).

Actualmente la actividad agrícola del Bajío se ha centrado en una forma intensiva de producción con una alta dependencia de insumos agroquímicos que afectan suelo, agua y biodiversidad. En particular el uso de insecticidas y herbicidas para el control de plagas y malezas no ha sido evaluado como factor negativo hacia la riqueza de especies no blanco, pero se reportan sustancias activas altamente tóxicas para el ambiente y la salud. A pesar de que el uso de estos insumos ha sido por mucho tiempo en la región, algunos estudios sugieren una riqueza florística (arvense) importante, no en términos de la riqueza de especies, pero sí en cuanto a los endemismos y los valores de diversidad (Guzmán-Mendoza *et al.*, 2022), de acuerdo con las evidencias ecológicas una alta diversidad vegetal está asociada con otros aspectos de la diversidad y funcionalidad de ecosistemas como la resiliencia y distintos



servicios ecosistémicos como la polinización, la regulación del clima y la recarga de mantos acuíferos, entre otros (Cardinale *et al.*, 2006; Tilmam, Isbell y Cowles, 2014). En este sentido se ha evaluado el papel que tiene la flora arvense sobre las poblaciones de insectos, resultados preliminares en este sentido, sugieren que la diversidad de consumidores (insectos) está influenciada por la composición de las poblaciones de arvenses, algunas de estas especies vegetales con potencial de uso en aspectos de control biológico o para estudios agroecológicos como *Anoda cristata* (L.) Schltldl., una malva endémica que es atrayente de pulgones y en consecuencia de depredadores como escarabajos y parasitoides (Guzmán-Mendoza *et al.*, 2022).

### **Los insectos de los agroecosistemas de Guanajuato.**

Por su abundancia, diversidad y amplio espectro de nichos ecológicos, los insectos son elementos importantes de los ecosistemas agrícolas, sus características son interesantes al igual que sus patrones de estructura en su hábitat y su interacción entre sus comunidades y el entorno. Los resultados de investigaciones en el tema han sido importantes para elaborar planes de monitoreo, conservación y aprovechamiento multifuncional de insectos asociados a cultivos agrícolas y vegetación circundante (Guzmán-Mendoza *et al.*, 2016), por tal motivo, es importante explorar la fauna entomológica de la región agrícola de Guanajuato, específicamente aquellas de mayor actividad agrícola, la cual, en términos de entomofauna los listados de insectos se encuentran subrepresentados (Torres-García *et al.*, 2014).

Un estudio realizado en todo el estado de Guanajuato (153 colectas en sus 46 municipios) registró ejemplares de braconidos durante los años de 1995 y 1996, se encontraron 61 géneros pertenecientes a 31 tribus y 19 subfamilias de Braconidae. Los géneros más abundantes fueron Aphidius, Opius y Apanteles. Los géneros con mayor número de especies representadas fueron Bracon y Opius. Además, se mencionan cuarenta y cinco géneros como nuevos registros para el estado y el género *Eubazo* fue nuevo reporte en México; cabe mencionar que especies de varios géneros de braconidos son parasitoides de plagas de importancia agrícola (Sánchez *et al.*, 1998). En las localidades de las sierras y Mesa Central, sitios agrícolas del Bajío y humedales del sur del estado de Guanajuato se encontraron 73 géneros y 125 especies de curculiónidos (dieciocho especies representaron nuevos registros en el estado), la mayoría de distribución neotropical (53.7%), el resto de

distribución neártica (26%) y cosmopolita (18.4%), el 1.9% de ejemplares encontrados representan lo que ya se había reportado. De acuerdo con estas observaciones Salas-Araiza *et al.*, (2001) propone que el número de especies encontradas representan menos de la mitad de las especies potencialmente presentes en Guanajuato. Salas-Araiza *et al.* (2003) realizaron recolectas de chapulines (Acridoidea: Orthoptera) en veinticinco municipios que representaron el 54.4% del territorio del estado de Guanajuato, reportando treintaiocho especies organizadas en veintiocho géneros, once fueron nuevos registros, algunos ejemplares no fueron identificados, la información sugirió llevar a cabo un trabajo exhaustivo sobre los chapulines en Guanajuato. Martínez-Aguirre *et al.* (2020) reportaron seis especies de chapulines en un agroecosistema de maíz en El Copal una localidad del Bajío en el municipio de Irapuato, destacando *Sphenarium purpurascens* Charpentier, 1845 como la más común y abundante.

El orden Mantodea también ha sido abordado en Ramos-Patlán *et al.* (2018) que reporta nueve especies del grupo, seis fueron nuevos registros, siendo *Stagmomantis limbata* (Hahn, 1835) la especie que más registros presentó, seguida de *Yersinia mexicana* Sussure, 1859, *Olligonicella tessellata* Saussure & Zehntner, 1894 y *Pseudovates paraensis* Saussure, 1871, sitios de cultivo en la localidad de los registros refleja la relación intrínseca entre agroecosistema y estos insectos depredadores. Otro grupo de depredadores estudiados fueron el de especies de coccinélidos en el estado de Guanajuato, se revisaron 842 ejemplares existentes en la colección entomológica Leopoldo Tinoco Corona de la Universidad de Guanajuato, determinando veintiocho especies organizadas en diecinueve géneros de esta familia de coleópteros, se propusieron doce probables especies dado que las claves que se emplearon para determinar no las contemplan. El 57.8% de los géneros determinados fueron de afinidad Neártica, el 31.5% de distribución Neotropical, el resto de distribución Cosmopolita (Flores-Mejía y Araiza, 2004) muchas especies se alimentan de pulgones, por lo que contribuyen a controlar estas plagas. En el año 2006 se publicó un estudio sobre la fauna entomológica asociada a plantas de amaranto en etapa de floración durante los ciclos de cultivo de 1995 y 1997 en Irapuato, Guanajuato; municipio ubicado en la región del Bajío, reportando 17 familias, 26 subfamilias, 38 géneros y 43 especies de insectos. Los órdenes con el mayor número de familias fueron Hemíptera con seis y Coleóptera y Lepidóptera con cuatro cada una, dentro de los coleópteros destacan por el número de especies, la superfamilia

Curculionoideae con once; en Hemíptera, la familia Pentatomidae con cuatro, y en Lepidóptera, la familia Pyralidae con cinco especies (Salas-Araiza y Boradonenko, 2006). En 2007 se presentó por primera vez una lista de las familias Papilionidae y Pieridae (Lepidoptera: Papilionidae) del estado de Guanajuato que fue resultado de muestreos sistemáticos y revisión de la Colección Nacional de Insectos, se registraron doce especies de Papilionidae y veintisiete de Pieridae, de las cuales cuatro y quince son nuevos registros respectivamente, además, se señala la necesidad de estudios adicionales de la periferia del estado para enriquecer la lista faunística (Kir'Yanov y Balcázar-Lara, 2007). Los lepidópteros pueden ser usados como bioindicadores para monitorear estados de conservación de áreas naturales (Korolev *et al.*, 1998) algunas especies de lepidópteros son consideradas plagas de cultivos de importancia agrícola (Sauka y Benintende, 2008). Se recolectaron trece especies de escarabajos del género *Phyllophaga* en once localidades del estado de Guanajuato (de 1998 a 2006) donde se siembra maíz de temporal, la importancia de especies de insectos de este grupo radica en que son plagas de suelo de mayor impacto económico en Latinoamérica reportadas en más de cuarenta cultivos alimenticios (Jarillo y Bujanos, 2008). En otro estudio se investigaron psiloideos y chicharritas (cicadélidos) de una región productora de papa en La Escondida, León, Guanajuato, durante dos ciclos agrícolas en el año 2003, como resultado se identificaron trece especies y once géneros de chicharritas y cinco especies de psiloideos, estos insectos tienen un papel importante en la transmisión de agentes fitopatógenos, en México hay pocos trabajos sobre su ecología (Jarillo *et al.*, 2009). En un estudio se dio a conocer la presencia de insectos benéficos en cultivos de fresa (*Fragaria x ananasa* Duch.) de Serrano y El Copal en Irapuato, reportando coccinélidos de las especies *Symnus loewii* Mulsant, 1850 y *Stethorus caseyi* Gordon y Chopin, 1983, además de hemípteros benéficos, crisopas, trips de seis manchas y otros (Salas-Araiza *et al.*, 2014). Gallardo-Granados (2016) recolectó 9,822 ejemplares de hemípteros en cultivos de fresa determinando tres especies: *Lygus lineolaris* Hahn, 1833; *Neopamera bilobata* Say, 1832 y *Nysius raphanus* Howard, 1872 estas últimas fueron primer registro en cultivo de fresa en México. En regiones agrícolas de Guanajuato se recolectaron palomillas o noctuidos (Lepidoptera; Noctuidae) y también se revisaron ejemplares de la colección entomológica del Departamento de Agronomía de la Universidad de Guanajuato, encontrando 77 especies que incluyeron 30 registros de especies con uso potencial de control biológico de malezas de cultivos (Salas-Araiza *et al.*, 2015). En

este estudio se determinó la afinidad biogeográfica de las especies incluyendo la división de Megaméxico propuesta por Rzedowski (1993) para conceptualizar las regiones biogeográficas de México, encontrando que el 36.3% tuvo una afinidad por la región Megaméxico I, 33.7 % tuvo afinidad por la región neártica, 16.8% fueron cosmopolitas, 11.6% correspondieron a Megaméxico III y una especie tuvo distribución en Megaméxico II. De acuerdo con Rzedowski (1991) Megaméxico es una propuesta de división biogeográfica que abarca gran parte de México, así como partes de Centroamérica, se basa en la distribución de la flora y fauna de la región, incluye tres divisiones o regiones. Otra propuesta de división biogeográfica del territorio mesoamericano es la de Morrone (2014) que plantea ocho provincias biogeográficas. Otras propuestas de distribución son las de Pennington y Ratter (2006) que propone cuatro provincias basadas en la distribución de bosques y la de Trejo y Dirzo (2000), que presenta seis regiones biogeográficas basadas en la distribución de ecosistemas terrestres.

## **Conclusiones**

El territorio del estado de Guanajuato aún cuenta con riqueza biológica importante, lugares como el Bajío han sido sitios de actividad agrícola intensiva y siguen teniendo diversidad biológica importante inclusive presencia de especies de flora endémica, grupos ancestrales como *Psilotum nodum* y *Selaginella landii*, además de artrópodos y otra fauna interesante como reptiles, aves y mamíferos, por lo que estrategias de producción agrícola como la agroecología o agricultura del paisaje tienen potencial de desarrollo y se conviertan en alternativas que minimicen la pérdida de especies.

El conocimiento de insectos de Guanajuato ha sido nutrido por colecciones nacionales destacando la colección institucional Leopoldo Tinoco Corona de la Universidad de Guanajuato por los aportes al conocimiento de la entomofauna de la región. Investigadores como Salas-Araiza M.D. han aportado conocimiento y nuevos registros al catálogo de la diversidad de insectos. También la escuela de Biología de Irapuato (Instituto Tecnológico de Irapuato del Tecnológico Nacional Mexicano) ha impulsado la exploración y publicación de listados florísticos y faunísticos en Guanajuato.

El Estudio de Estado La Biodiversidad en Guanajuato Volumen I y II hace compilación al conocimiento de la biodiversidad de Guanajuato, sus apéndices reúnen

listados y estatus de conservación de especies (CONABIO, 2012), trabajos posteriores aumentan el inventario y conocimiento de la biodiversidad de Guanajuato en el futuro será interesante comparar y revisar estatus de conservación para evaluar el estado de conservación y aprovechamiento de la biodiversidad, deseando la orientación al aprovechamiento de recursos hacia un panorama de manejo integral y ecológico preocupado por la conservación de la riqueza natural del territorio.

El Centro Regional del Bajío del Instituto de Ecología de A. C. sobresale por el estudio Flora del Bajío y Regiones Adyacentes que cuenta con más de 271 títulos o fascículos que integran el conocimiento de plantas de la región y se pueden consultar en <https://libros.inecol.mx/index.php/FB/catalog> el conocimiento de plantas en el campo agrícola asociado a artrópodos genera una interrogante sobre sí la composición de vegetación influye en las comunidades de artrópodos asociados a los cultivos y sí esta asociación puede reflejar evidencias cuantitativas que ayuden a mejorar el sistema de producción agrícola de la región.

Guanajuato es un estado de diversidad biológica y orográfica, sus cuatro regiones ecofisiográficas aportan productividad a la región, además de la agricultura del Bajío, la industrialización de municipios como Celaya, Salamanca, Irapuato, Silao y León han sido de impacto significativo en el Bajío. En la región de la Sierra Gorda y sierras de la Mesa Central se realizan servicios ecoturísticos como en la Sierra de Lobos y la Cuenca de la Esperanza, las actividades económicas dependen necesariamente de la riqueza natural por tal motivo conviene ser estudiada para conocer, conservar y aprovechar sus bondades razonablemente.

## **CAPÍTULO II**

Diversidad taxonómica y funcional de insectos/plantas en un paisaje agrícola de El Copal, Irapuato, Guanajuato

## **Diversidad taxonómica y funcional de insectos/plantas en un paisaje agrícola de El Copal, Irapuato, Guanajuato.**

### **Introducción**

Los insectos son el grupo de seres vivos dominantes sobre la tierra, la han habitado por alrededor de 350 millones de años, comparado con menos de 2 millones para los humanos (Triplehorn *et al.*, 2005). Durante ese tiempo han evolucionado en muchas direcciones considerándose como un elemento importante en los ecosistemas y en la vida social de la humanidad (Guzmán-Mendoza *et al.*, 2016a). Cumplen una función significativa en todos los niveles de la cadena alimenticia terrestre, poseen distribuciones micro geográficas que pueden reflejar una heterogeneidad a escala fina en hábitats a los que la mayoría de los vertebrados son insensibles (Mattony y Novotny, 2000). Además, se ha demostrado que comunidades de invertebrados como hormigas, escarabajos, arañas, saltamontes y chinches, son importantes en los ecosistemas terrestres y responden sensiblemente a su modificación (Guzmán-Mendoza *et al.*, 2016b). En particular, los insectos son organismos activos e interesantes por su adaptabilidad, alta tasa de fecundidad y ciclos de vida cortos (Khaliq *et al.*, 2014), lo que repercute en sus características como bioindicadores. En ese sentido, los insectos se han convertido en objeto de estudio para tratar de entender como ciertas modificaciones antropogénicas a elementos del ecosistema alteran sus dinámicas naturales (Jaworski y Hilszczański, 2013; Underwood y Fisher, 2006). A pesar del papel que pueden desempeñar; por ejemplo; depredadores generalistas en la regulación biológica y su influencia en la composición de elementos del paisaje, sus ensamblajes han sido poco estudiados (Marie *et al.*, 2018). Los estudios de patrones estructurales del hábitat y su influencia sobre las comunidades de especies son primordiales para lograr su entendimiento, aprovechamiento y conservación (Cadotte *et al.*, 2015). El entendimiento de factores ecológicos que afectan sus dinámicas tiene gran importancia en el control de artrópodos relacionados con la agricultura en donde los insectos han desempeñado protagonismo por disminuir su productividad y rentabilidad (Lehmann *et al.*, 2018). El papel de los insectos en la historia evolutiva del hombre es indiscutible (Posey, 1986), su impacto se ve reflejado en la literatura, la tradición oral, la medicina, el alimento, la religión, la mitología (Pasa y Valadares, 2010) y la agricultura (Zumbado y Azofeifa, 2018). No obstante, los estudios de diversidad de plantas en sistemas agrícolas ilustran mejor la capacidad de manipular la

multifuncionalidad del ecosistema, entendiéndola como el aumento intencional de la diversidad con el propósito de mejorar simultáneamente sus servicios (Finney y Kaye, 2017); como la supresión de plagas, polinización, modificación de las propiedades del suelo sin influir negativamente en el rendimiento de cultivos (Bukovsky-Reyes *et al.*, 2019; Finney y Kaye, 2017; Blanco-Valdes, 2016; Schipanski *et al.*, 2014; Fernández, 1982).

Los servicios ecológicos o del ecosistema se definen como aquellos beneficios tangibles e intangibles que se derivan de la naturaleza para provecho del ser humano, algunos pueden ser valorados económicamente equiparándolos de alguna manera con actividades económicas, se pueden clasificar en servicios de aprovisionamiento (alimentos, agua limpia, leña, fibras, bioquímicos, recursos energéticos), regulación (regulación del microclima, regulación de plagas, saneamiento vegetal, polinización), culturales (espiritual-religioso, recreativo, turístico, estético, educativo, identidad y herencia cultural) y de soporte (formación de suelos, reciclaje de nutrientes, producción primaria) (Camacho-Valdez y Ruiz-Luna, 2012).

Birkhofer *et al.* (2018b) han destacado que los insectos, las plantas y la biodiversidad en general son esenciales para proveer servicios ambientales. Por ejemplo, Ahmad y Pathania (2017) indican que las plantas arvenses son importantes proveedores de néctar, polen y refugio para enemigos naturales de insectos herbívoros, como insectos predadores y parasitoides. Además, Hooper y Vitousek (1997) señalan que la diversidad funcional de especies es igual de importante que la diversidad taxonómica para mantener procesos y servicios del ecosistema eficientes, y que la composición de plantas en una comunidad puede explicar variaciones en la dinámica de servicios ecológicos.

Tscharntke *et al.* (2016) sugieren que la combinación de diversidad de plantas, el hábitat natural y las labores para su conservación pueden contribuir al control de plagas y a otros servicios del ecosistema, pero también destacan que estas relaciones pueden variar dependiendo de factores como el tipo de cultivo, plaga, depredador, labranza de la tierra y estructura del paisaje. En resumen, la importancia de la biodiversidad y los servicios ecológicos que brindan los insectos y las plantas es fundamental para mantener la salud y el equilibrio de los ecosistemas.



## **Importancia de la diversidad de insectos y plantas en el entorno natural y agrícola**

En los sistemas agrícolas los insectos, plantas arvenses, y otros elementos de la diversidad biológica, han cobrado relevancia debido a sus interacciones con el cultivo, ya sea como plagas u organismos benéficos (Crowder y Jabbour, 2014). Las estrategias que hagan uso del conocimiento de poblaciones naturales de insectos y arvenses, y los principios aplicados en el diseño de sistemas agrícolas eficientes incluyen mediciones de la diversidad biológica como riqueza y abundancia de especies hasta aquellos cada vez más empleados por su importancia en la medición de funciones importantes de los organismos en los ecosistemas, midiendo, por ejemplo, la diversidad funcional de los organismos que componen un ensamblaje ecológico (Córdova-Tapia y Zambrano, 2015; Laureto *et al.*, 2015; Song *et al.*, 2014; Bernhardt-Römermann *et al.*, 2011; Petchey y Gaston, 2006). La diversidad funcional es un componente de la diversidad biológica (Tilman, 2001) es el valor, rango o rasgos funcionales que son clave importante en el mantenimiento de las funciones y servicios del ecosistema (Laureto, 2015).

La preocupación por la pérdida global de la diversidad biológica ha provocado numerosos estudios destinados a desarrollar prácticas de gestión agrícolas más sostenibles (Faucon *et al.*, 2017). Como se ha mencionado la riqueza de especies se ha empleado como herramienta para medir diversidad biológica; sin embargo, un creciente número de estudios ha demostrado que la diversidad funcional desempeña un papel igual de importante en la determinación y/o predicción de los servicios del ecosistema y como componente importante en la determinación de la diversidad (Laureto *et al.*, 2015). La evaluación de la diversidad biológica y funcional de insectos y plantas arvenses tiene como alcance aportar metodologías que mejoren los servicios y administración de sistemas ecológicos, entre ellos, los relacionados con la agricultura (Alonso-Amaro *et al.*, 2019; Ahmad y Pathania, 2017; Blanco-Valdes, 2016; Schipanski *et al.*, 2014; Song *et al.*, 2014; Mellaned, 2010; Blanco y Leyva, 2007; Storkey, 2006; Masalles, 2004). Un creciente cúmulo de evidencias demuestran la importancia de la diversidad para regenerar ecosistemas, asegurar flujos de materia-energía y la provisión de servicios del ecosistema, por consiguiente, estudiar el efecto de la diversidad de especies en el funcionamiento de un ecosistema es necesario para predecir el riesgo de su pérdida (Birkhofer *et al.*, 2018a; Mori *et al.*, 2018). Por otro lado, mejorar el entendimiento de la relación recíproca entre biodiversidad y servicios del ecosistema es crucial para el

desarrollo de una agricultura sustentable (Birkhofer *et al.*, 2018b). Las modificaciones al entorno y el crecimiento poblacional han desencadenado afectaciones sobre ecosistemas y comunidades ecológicas (Pecl *et al.*, 2017) que van desde la pérdida acelerada de diversidad biológica (Díaz y Cabido, 2001) hasta afectaciones sobre el clima global (Urry, 2015). Estas afectaciones amenazan con perjudicar procesos naturales y servicios del ecosistema como la provisión de alimentos, la regulación de plagas y ciclos biogeoquímicos (Díaz y Cabido, 2001; Quintas-Soriano *et al.*, 2016).

La actividad agrícola tiene el propósito principal de cubrir la necesidad de alimentos (Landis, 2017), desde que surgió, ha transformado el entorno y las formas de vivir de la sociedad, se estima que para la agricultura se ha modificado más del 50% de la superficie terrestre (Hooke, 2012), equivalente a  $15.3 \times 10^6$  Km<sup>2</sup> de tierras de cultivo (Stehle y Schulz, 2015). Por lo tanto, es una práctica que modifica notoriamente el entorno (Power, 2010). El conocimiento para optimizar técnicas agrícolas con enfoque ecológico multifuncional debe basarse en evidencias que propongan interacciones benéficas recíprocas entre plantas (arvenses), organismos benéficos, propiedades del suelo, etc. Sin embargo, para muchas interacciones agrícolas existe carencia de conocimiento (Duru, 2013; Xu y Li, 2012) por ejemplo, el desempeño de depredadores generalistas en la regulación biológica (Marie *et al.*, 2018) o la interacción de hormigas para monitorear condiciones del suelo y cambios temporales en el ecosistema (Underwood y Fisher, 2006). El propósito final de generar conocimiento sobre las interacciones entre componentes del sistema agrícola entre insectos y malezas es superar los retos que impactan sobre la agricultura como el del cambio climático y la pérdida acelerada de la diversidad biológica (Wezel *et al.*, 2009).

Se sabe que los insectos y artrópodos en general poseen altas tasas de crecimiento y contabilidad (Gliessman, 2006), la mayoría sirven como sondas que responden rápidamente al cambio ambiental, además, los métodos de recolecta y medición de poblaciones de artrópodos son sencillos, fiables y económicos (Mattoni *et al.*, 2000). También se ha evaluado el potencial de las plantas arvenses para influir sobre una serie de servicios del ecosistema (Blanco-Valdes, 2016; Schipanski *et al.*, 2014). El entendimiento de los patrones estructurales del hábitat y su influencia sobre las comunidades son fundamentales para el diseño de programas de manejo y conservación, sin embargo, aún hace falta el uso de especies con fines de monitoreo y conservación biológica (Birkhofer *et al.*, 2018b; Cordova-

Tapia y Zambrano, 2015). También se han propuesto indicadores de especies para el monitoreo de cambios en el ambiente, pero su medición y aplicación están en debate, se ha sugerido que los indicadores de especies permanecen efectivos en mediciones sobre la calidad del ambiente, integridad del ecosistema y su restauración (Sidding *et al.*, 2016). Debido a que las angiospermas comprenden cerca de un tercio de todas las especies de plantas descritas y los insectos más de dos tercios de especies de animales descritos, el estudio de sus interacciones es clave para el entendimiento de cómo funcionan los ecosistemas (Brown *et al* 2009).

### **Métodos generales empleados para medir la diversidad de insectos y plantas**

Perdura la idea de que la variedad de cultivos en sí misma reduce el daño de las plagas; sin embargo, la clave para el manejo de plagas a través de policultivos está en las características específicas de comportamiento de artrópodos y de relaciones artrópodos-plantas (Smith y McSorley, 2000). El estudio de estas características específicas se realiza calculando índices o expresiones matemáticas para determinar las propiedades de comunidades de plantas y animales, por ejemplo, estructura y comportamiento de especies en un ensamblaje o área definida (Krebs, 2014). Dependiendo del tipo de estudio se pueden medir diversos índices aplicables a nivel de comunidad, por ejemplo, una comunidad biológica tiene un atributo denominado diversidad de especies, existe un amplio contexto sobre este concepto además de muchas maneras de medirlo (Nuñez, 1991; Aguilera y Silva, 1997; Martella *et al.*, 2012).

Los métodos para su estudio incluyen muestreos de ejemplares para la obtención de datos ecológicos (Alonso-Amaro *et al.*, 2019). Dependiendo de la escala de medición de diversidad esta se puede clasificar en: diversidad alfa ( $\alpha$ ) que corresponde a la diversidad local, la diversidad beta ( $\beta$ ) una medida de cuan diferentes pueden ser las muestras de una comunidad en un área o a lo largo de un gradiente, la diversidad beta es una combinación de la diversidad alfa y gamma, la diversidad gamma ( $\gamma$ ), que es lo opuesto a la diversidad  $\alpha$ , dicho de otro modo, es la medición total de la diversidad de un área grande que contiene varias comunidades. Todos los estudios de diversidad de especies requieren de una clasificación taxonómica de los organismos que se estén estudiando, en otras áreas de investigación, también se consideran la diversidad genética y diversidad de ecosistemas

(Begon *et al.*, 2012). En la literatura ecológica aparecen dos significados del concepto de diversidad de especies o biodiversidad, uno basado en la riqueza de especies y otro dual que combina la riqueza de especies y la abundancia relativa de las mismas, asociado a cada concepto existen índices (basados en modelos matemáticos) de riqueza de especies, modelos de especies-abundancias e índices basados en las abundancias relativas (Nuñez, 1991).

Con el objetivo de aportar un marco de referencia conceptual a estas expresiones matemáticas para cuantificar la biodiversidad, Nuñez (1991) elaboró una discusión de cada tipo de medida, así como sus ventajas, limitaciones, formas de interpretación y referencias metodológicas adecuadas para su interpretación. Asimismo, el manual de ecología de Martella *et al.* (2012) es un trabajo que sintetiza los índices de biodiversidad y modelos de distribución de abundancia de especies más empleados, entre los que destacan los índices para estimar diversidad alfa, beta y gamma. Históricamente uno de los retos en ecología es entender el proceso que apunala la composición de las comunidades, uno de los mecanismos para describir la composición de la comunidad ha sido como estimar la diversidad en términos de número y abundancia de especies, sin embargo, se ha demostrado que además de la taxonomía, es importante combinar la diversidad funcional para determinar los procesos que rigen la composición de las comunidades (Pavoine; Baguette y Bonsall, 2010). Se han realizado estudios sobre diversidad e interacción de insectos-plantas en una amplia diversidad de ecosistemas, por ejemplo, en un estudio realizado en las dunas de El Segundo (Los Ángeles, California, EUA) se muestrearon comunidades de artrópodos empleando trampas de caída y amarillas para evaluar su posible uso como indicadores del alcance de programas de restauración. Las comunidades se agruparon mediante análisis de correspondencia, análisis de correspondencia sin tendencia, análisis de especies indicadores de dos vías y el método de agrupamiento aglomerado de Ward. Los análisis demostraron repetibilidad, discriminación entre hábitats degradados contra aquellos con hábitats sin disturbio además de correspondencia entre el efecto de disturbio y la composición de la comunidad, se concluyó que el enfoque taxonómico pareció apropiado para la evaluación de proyectos de restauración, dichas evaluaciones dirigidas a especies individuales incluso familias individuales (Mattoni *et al.*, 2000). Aparicio *et al.*, (2003) estudiaron los cambios en la riqueza y abundancia relativa de distintos grupos de insectos asociados al cultivo de maíz con tres manejos diferentes de arvenses, se recolectaron insectos y arvenses, que se agruparon

de acuerdo con su gremio alimentario en fitófagos, depredadores, polinizadores, parasitoides y degradadores. Para cada tratamiento se determinó la riqueza de especies (S), la diversidad (Shannon-Wiener) y la acumulación de especies mediante el programa EstimateS, y además se efectuaron análisis de varianza entre abundancias de morfoespecies y gremios entre tratamientos. Previo al análisis realizaron transformación para normalizar datos ( $\text{Log}^{10}$ ) empleando SPSS versión 9.0. La diversidad de insectos y arañas fue mayor en los tratamientos con malezas y con malezas melíferas, mismos tratamientos donde abundaron depredadores, se concluyó que la presencia de arvenses influyó en la riqueza y abundancia de insectos y depredadores en el cultivo de maíz.

Un análisis de la influencia de plantas arvenses aleatorias a un agroecosistema donde se cultiva arroz, maíz y algodón de la Universidad de Córdoba (Montería, Colombia) brindó respuestas sobre el comportamiento de especies de insectos fitófagos, depredadores y parasitoides, reportando 24 (*Ruellia lactea*, *Euphorbia hirta*, *Tridax procumbens*, *Ipomoea trifida*, *Desmodium tortuosum*, entre otras) especies vegetales que favorecen la permanencia de enemigos naturales como depredadores y parasitoides por proveer hábitat y alimentación como polen o néctar (Bedoya, Fernández y Pérez, 2018). Otro estudio llevado a cabo por Marie *et al.* (2018) para medir los efectos de sistemas agrícolas orgánicos y convencionales sobre la composición de comunidades de carábidos y arañas (depredadores generalistas) en una pradera caracterizada por tener una red de setos con sistemas mixtos de agricultura y ganadería con paisaje dominado por pradera (~40%) cultivos de maíz (30%) y trigo (20%) en Bretaña en el oeste de Francia, durante los meses de mayo a julio del 2013 muestrearon campos con contrastes de cobertura de agricultura orgánica, convencional y hábitats seminaturales del paisaje, empleando trampas de caída, recolectaron 24,241 arañas y 27,767 carábidos pertenecientes a 120 y 75 especies respectivamente. En cada campo de muestreo se colocaron dos trampas separadas por diez metros entre sí y a diez metros de la orilla del campo, las trampas se colocaron abiertas y se revisaron cada dos semanas hasta un total de seis muestras. Se calcularon dieciséis variables de las cuales cinco variables son a nivel de campo: sistema de cultivo, superficie cubierta por trigo, superficie cubierta por arvenses, altura promedio de la vegetación y densidad del trigo y once a nivel del paisaje incluyendo: porción de cultivo orgánico, porción de cultivo convencional, porción incógnita por carencia de información sobre tipo de cultivo, cultivos anuales, cultivos perenes, porción de bosque,

porción de franjas de pasto, porción de prado, porción de áreas con construcciones, porción con cuerpos de agua y longitud del seto. En dicho estudio las variables se analizaron empleando paquetería del programa R (Grueber *et al.*, 2011; Chavent *et al.*, 2013; Barton, 2016; Bates *et al.*, 2015; Gelman y Su, 2015). Los análisis de Marie *et al.* (2018) reflejaron que los sistemas agrícolas a nivel local influyeron en la estructura de la comunidad y composición tanto para arañas como para carábidos. Los ensambles de arácnidos se vieron mayormente afectados por elementos locales del paisaje, mientras que los carábidos se acentuó por variables del paisaje.

En otro estudio de Guzmán-Mendoza *et al.* (2016b) se sugirió a las hormigas como herramientas útiles para la bio-indicación debido a sus características ecológicas, para demostrarlo se comparó la diversidad de las comunidades de hormigas en tres bosques templados con diferentes niveles de perturbación, y se correlacionó su abundancia y diversidad de especies, con la encontrada en otras comunidades de artrópodos de los mismos bosques. Los valores de riqueza, diversidad y abundancia se correlacionaron con el coeficiente de Pearson y para evaluar las posibles relaciones causales entre estos se realizó un análisis de ruta. Los resultados sugirieron una influencia importante del sitio sobre las comunidades de hormigas, y los valores de riqueza, abundancia y diversidad, se correlacionaron con las comunidades de arañas, escarabajos, saltamontes y chinches, pero no para todos los sitios estudiados. Los datos parecieron indicar que las respuestas de las hormigas a los cambios ambientales no reflejan necesariamente las comunidades de otros organismos, por lo que los autores sugieren que el papel de las hormigas como bioindicadores puede ser limitado. Otros grupos de insectos pueden reflejar indicaciones intrínsecas del ambiente como néctar, refugio, presas potenciales o recursos derivados del ambiente.

### **Justificación general del proyecto**

Los insectos son organismos ubicuos de los ecosistemas terrestres (Tripplehorn *et al.*, 2005), junto con las plantas son organismos clave para entender interacciones biológicas en los ecosistemas (Brown *et al.*, 2009). Pero como consecuencia del desarrollo humano las comunidades de insectos y plantas (y de la biodiversidad en general) han sido diezmadas (Badii *et al.*, 2015). Además, en los ecosistemas agrícolas los insectos considerados plaga y las plantas arvenses (malezas) se controlan con plaguicidas y herbicidas, algunos de estos

agroquímicos generan un grave daño ambiental y graves daños a la salud (Torres y Capote, 2004). Se han publicado estudios que demuestran la importancia de la diversidad de insectos y plantas y su interacción (Altieri y Nicholls, 2007; Brown *et al.*, 2009; Crowder y Jabbour, 2014; Alonso-Amaro *et al.*, 2019; Ahmad y Pattania, 2017; Mori *et al.*, 2018) otros con metodologías para estimar su diversidad taxonómica y funcional (Nuñez, 1991; Petchey *et al.*, 2009; Casanoves *et al.*, 2010; Martella *et al.*, 2012), algunos se hacen con la finalidad de encontrar interacciones y demostrar como la diversidad de especies mejoran la calidad de los servicios del ecosistema (Palm *et al.*, 2014) otros para monitorear la recuperación de sitios degradados (Mattoni *et al.*, 2000) o para medir como responde la entomofauna a composiciones florísticas específicas, en el paisaje y en los cultivos (Aparicio *et al.*, 2003; Bedoya, Fernández y Pérez, 2018; Birkhofer *et al.*, 2018; Marie *et al.*, 2018). Para contrarrestar la pérdida de la biodiversidad han surgido tendencias de producción agrícola que se preocupan por la sanidad y buen funcionamiento de los ecosistemas, con visión de producción alimentaria resiliente con estrategias agrícolas sustentables, que integren los beneficios de la diversidad biológica en sus sistemas de producción (Ekroos *et al.*, 2014; Finney y Caye, 2017). La estimación de la diversidad biológica y funcional de organismos como plantas e insectos contribuye al monitoreo y conservación de la diversidad biológica, con la perspectiva de mejorar estrategias de estudio, conservación y aprovechamiento de recursos naturales.

### **Pregunta de investigación e hipótesis**

¿Cómo responde la diversidad taxonómica y funcional de insectos/plantas de acuerdo con la fisionomía vegetal de un paisaje agrícola en El Copal, Irapuato, Guanajuato?

De acuerdo con la literatura se reporta un efecto de la vegetación sobre consumidores (Díaz y Cabido, 2001; Marshall *et al.*, 2003; Blanco y Leyva, 2007; Reyes *et al.*, 2012), se espera que aspectos como la fisionomía vegetal influya sensiblemente sobre los patrones de diversidad taxonómica y funcional, así como la estructura de las comunidades de insectos. En ese sentido será posible observar diversidades taxonómicas y funcionales altas en comunidades vegetales complejas en términos de la fisionomía vegetal y florística del paisaje.

## **Objetivos**

### **General:**

Estimar y comparar índices de diversidad taxonómica y funcional de insectos-plantas presentes en distintos sitios con fisionomía vegetal diferente en el paisaje agrícola de El Copal.

### **Particulares:**

- 1) Caracterizar los elementos de un paisaje agrícola a través del estudio de la fisionomía vegetal.
- 2) Estimar la diversidad taxonómica de acrídidos asociados a un cultivo de maíz dentro de una matriz de monocultivos intensivos.
- 3) Evaluar la diversidad taxonómica y funcional de artrópodos a lo largo de un paisaje agrícola.
- 4) Estimar la diversidad funcional de las poblaciones de plantas de un paisaje agrícola manejado intensivamente.

## **Métodos generales**

El uso de herramientas informáticas y análisis estadísticos avanzados ha permitido un mayor avance en el estudio de la biodiversidad taxonómica y funcional de los insectos y plantas en los agroecosistemas (Roschewitz, *et al.*, 2005; Gallé, *et al.*, 2020). Estas herramientas permiten un análisis riguroso de la interacción entre los organismos y la evaluación del impacto de diferentes prácticas agrícolas en la biodiversidad y la producción.

Existen varias herramientas informáticas que pueden ser útiles en el estudio de la biodiversidad taxonómica y funcional en los agroecosistemas. Algunas de estas herramientas incluyen:

- Arthropoda Species File Online: una plataforma en línea que permite la identificación y clasificación taxonómica de especies de artrópodos a partir de fotografías y otros datos (<http://Arthropoda.SpeciesFile.org>).



- EstimateS: un software que permite estimar la diversidad de especies y la riqueza de especies en diferentes muestras. Esta herramienta es útil para el análisis de la diversidad de especies de insectos y plantas en los agroecosistemas (Colwell, 2009).
- PAST: un software que permite la realización de análisis estadísticos y gráficos de datos biológicos. PAST es una herramienta útil para el análisis de la diversidad de insectos y plantas en los agroecosistemas (Hammer, Harper y Ryan, 2001).
- Naturalista: una plataforma en línea que permite la identificación y registro de especies en diferentes regiones geográficas. Naturalista es una herramienta útil para el monitoreo de la biodiversidad en los cultivos y para la identificación de especies (Naturalista, 2023).
- SIG (Sistemas de Información Geográfica) es un conjunto de herramientas informáticas que permiten capturar, almacenar, analizar y mostrar información georreferenciada en forma de mapas digitales en un entorno geográfico común. Mediante SIG es posible visualizar y analizar datos de forma espacial, lo que permite identificar patrones, relaciones y tendencias que no serían evidentes en otras formas de representación de datos (ESRI, 2021).

Estas herramientas son relativamente fáciles de interpretar y están bien conceptualizadas, lo que las hace útiles para investigadores y estudiantes de diferentes niveles de experiencia. Al utilizar estas herramientas, los investigadores pueden obtener una visión más clara de la biodiversidad taxonómica y funcional en los agroecosistemas, lo que puede ayudar a mejorar el manejo y la conservación de la biodiversidad en la agricultura.

Existen varios índices de biodiversidad que se utilizan comúnmente en el estudio de la biodiversidad taxonómica y funcional en los agroecosistemas. Entre los índices más usados, destacan:

- Índice de Shannon: un índice de diversidad taxonómica que considera la riqueza de especies y su abundancia relativa en una muestra. Este índice es útil para el análisis de la diversidad de especies de insectos y plantas en los agroecosistemas (Bravo-Nuñez, 1991).
- Índice de Simpson: un índice de diversidad taxonómica que considera la dominancia relativa de las especies en una muestra. Este índice es útil para el análisis de la

diversidad de especies de insectos y plantas en los agroecosistemas (Martella *et al.*, 2012).

- Índice de uniformidad: índice de diversidad que miden la distribución equitativa de la abundancia de las especies en una muestra. Este índice es útil para el análisis de la diversidad funcional de los insectos y plantas en los agroecosistemas (Martella *et al.*, 2012).
- Índice de Diversidad Funcional (FD): un índice de diversidad funcional que considera la variabilidad en las características funcionales de las especies en una muestra. Este índice es útil para el análisis de la diversidad funcional de los insectos y plantas en los agroecosistemas (Casanoves, Rienzo y Pla, 2008).

Estos índices son prácticos y tienen una base teórica bien establecida, lo que los hace útiles para la evaluación de la biodiversidad taxonómica y funcional en los agroecosistemas. Al utilizar estos índices, los investigadores pueden obtener una visión más clara de la biodiversidad en los cultivos, lo que puede ayudar a mejorar el manejo y la conservación de la biodiversidad en la agricultura (Harlan y Gepts, 2012; Morris *et al.*, 2014).

## **Resultados**

Los resultados de este trabajo se desglosan en los siguientes capítulos

## **CAPÍTULO III**

Elementos del paisaje agrícola de El Copal, Irapuato, Guanajuato

## Elementos del paisaje agrícola de El Copal, Irapuato, Guanajuato

### Introducción

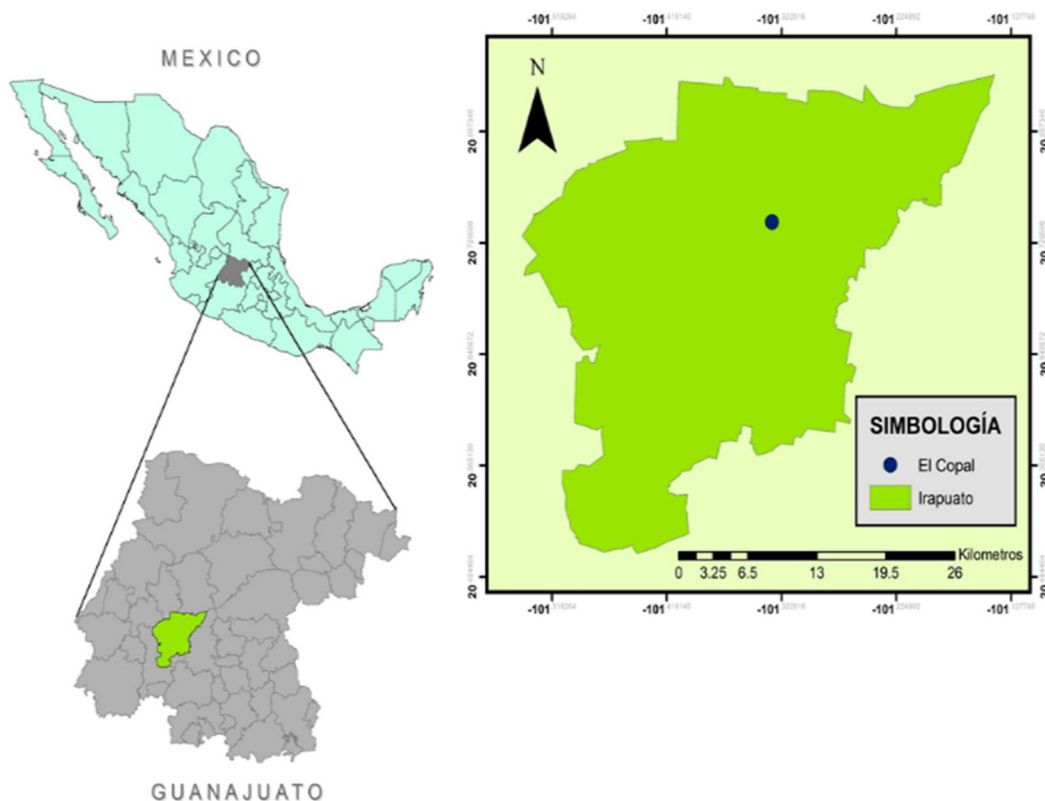
La agricultura del siglo XXI debe superar el importante reto de proveer alimentos y materiales a la población humana que se calcula que para el año 2050 alcanzará hasta 9,700 millones de personas (Naciones Unidas, 2015). Modelos recientes de agricultura intensiva han degradado ecosistemas y mermado su biodiversidad, por consiguiente, surge la necesidad de crear sistemas de agricultura sustentable necesarios para proveer alimentos, materiales y energía a la población humana en aumento (Landis, 2017). Para superar este reto se sugiere integrar labores de conservación y aumento de la diversidad de especies en regiones agrícolas con la intención de mejorar la provisión de alimentos y el resto de los servicios del ecosistema (Palm *et al.*, 2014), los servicios del ecosistema son aquellos beneficios que la población humana requiere para satisfacer sus necesidades, resultan del propio funcionamiento de los ecosistemas, incluyen la regulación de ciclos biogeoquímicos, formación de suelo, paisaje, obtención de alimentos, etc. (Power, 2010). Estudiar la diversidad de especies en una región agrícola tiene la finalidad de encontrar relaciones positivas entre la diversidad y los servicios del ecosistema tales como hábitats con plantas que propicien refugios para enemigos naturales y recursos como néctar o polen, refugios físicos, presas y hospedadores alternativos (Ahmad y Pathania, 2017), lo que repercute en evidencia útil para el desarrollo de prácticas aplicables en agricultura (Finney y Kaye, 2017). El objetivo de este trabajo fue describir y caracterizar los sistemas vegetales de una región agrícola de El Copal, Irapuato, Guanajuato, de acuerdo con su fisionomía (estructura) vegetal.

### Materiales y métodos

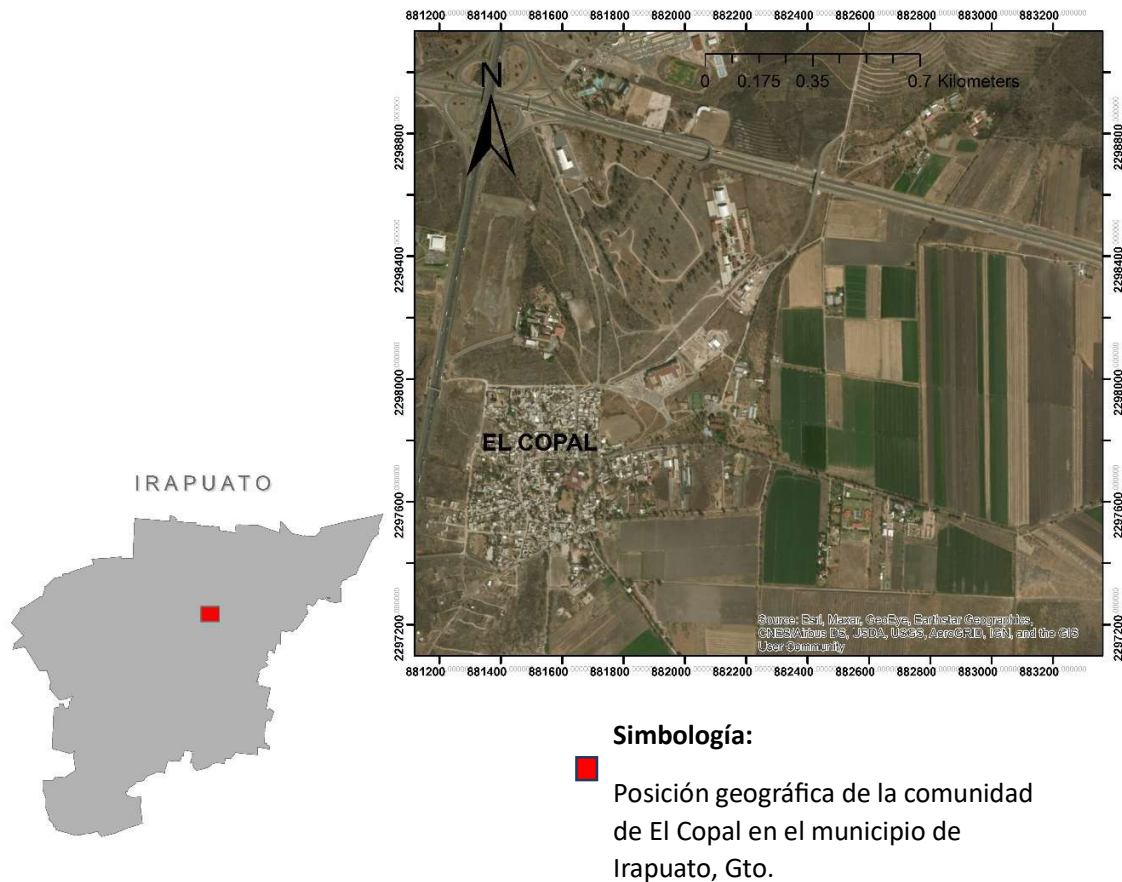
**Área de trabajo.** El área de estudio del presente trabajo es la comunidad de El Copal, ubicada a 2.2 Km al noreste de la ciudad de Irapuato, Guanajuato (Figura 2 y Figura 3). Según el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2005), esta comunidad se encuentra entre los paralelos 20° 44' 20" y 20° 45' 10" de latitud norte, y los meridianos 101° 19' 50" y 101° 19' 0" de longitud oeste, con una altitud media de 1760 msnm (León-Galván *et al.*, 2019). El área se caracteriza por la presencia de elementos de pastizal, matorral xerófito, bosque espinoso y selva baja caducifolia (Challenger y Soberón, 2008), y presenta un clima

semicálido subhúmedo con lluvias en verano de menor humedad (94.9%), templado subhúmedo con lluvias en verano de menor humedad (2.8%) y templado subhúmedo con lluvias en verano de humedad media (2.3%) (INEGI, 2005). La temperatura promedio anual es de 22°C y la precipitación promedio anual es de 650 mm (García 2004).

La fisiografía del área corresponde a la provincia de la Altiplanicie Mexicana (Carranza, 2005) y subprovincia del Bajío Guanajuatense. Los suelos predominantes son de tipo aluvial, y las unidades del suelo son vertisol pélico y phaeozem lúvico y háplico sobre rocas ígneas y sedimentarias del periodo cuaternario (INEGI, 2009). Las principales actividades económicas de la comunidad son la agricultura, pastoreo y comercio (Manrique et al., 2016). En resumen, la comunidad de El Copal se caracteriza por una amplia diversidad de vegetación y un clima subhúmedo, lo que la convierte en un lugar adecuado para llevar a cabo estudios sobre la biodiversidad y los ecosistemas.



**Figura 2.** Posición geográfica de Irapuato.



**Figura 3.** Posición geográfica de El Copal, Irapuato, Gto.

### **Composición vegetal en los elementos del paisaje agrícola de El Copal**

Los elementos del paisaje se eligieron por el aspecto general de la fisionomía vegetal (Rzedowski y Huerta, 1978), se consideraron límites naturales y artificiales como cercas, caminos o carreteras, se ubicaron en un mapa empleando el sistema de información geográfica de software libre QGIS 3.2.3 (Team, 2016) se trazaron sus polígonos, se obtuvieron datos topográficos, el mapa generado se contrastó con imágenes satelitales de información de índices de vegetación de diferencia normalizada (NDVI) empleando QGIS 3.2.3 (Team, 2016). Se realizó el muestreo en comunidades de plantas, en las áreas elegidas como elementos del paisaje agrícola durante los meses de agosto y septiembre del año 2019 (19/VIII/2019; 27/VIII/2019; 29/VIII/2019; 01/IX/2019; 03/IX/2019) y septiembre del año 2021 (03/IX/2021; 06/IX/2021), se hicieron recorridos en el área de muestreo y se recolectaron plantas, y después se siguió la técnica de prensado y secado de Lot & Chiang

(1986), Las plantas se identificaron empleando los trabajos de Rzedowski y Rzedowski (1985, 2001), Espinoza-García y Sarukhán (1997) y observaciones en fotografía del foro en línea Naturalista ([https://www.naturalista.mx/observations?user\\_id=daniel\\_patlan](https://www.naturalista.mx/observations?user_id=daniel_patlan)) Las plantas herborizadas se depositaron en el herbario del Departamento de Agronomía de la Universidad de Guanajuato.

### **Análisis estadístico**

Se utilizó el método de cuadrantes al azar para realizar censos de plantas (Ellenberg y Mueller-Dombois, 1974) en los elementos del paisaje agrícola, la información del conteo de plantas se anotó en una base de datos empleando el programa Excel 2007 (Excel, 2007), se realizaron curvas de rarefacción o de acumulación de especies basadas en el modelo de Clench, cuya expresión matemática es:  $S_n = a \cdot n / (1 + b \cdot n)$  donde  $S_n$  es el número medio de especies;  $a$  es la tasa de incremento de nuevas especies;  $b$  corresponde a la forma de la curva y  $n$  es el esfuerzo de muestreo (Jiménez-Valverde, 2000). De acuerdo con Jiménez-Valverde (2000) el momento en el que la pendiente de la curva alcanza la asíntota corresponde al número de especies que podemos encontrar en el sitio estudiado, con los métodos empleados y durante el tiempo de muestreo.

Se empleó EstimateS (Colwell *et al.*, 2012) un programa computacional libre que realiza éste y otros análisis estadísticos de biodiversidad. Los datos de especies obtenidos se analizaron en el programa de Rstudio v. 1.1.456 (TeamR, 2013), se calcularon índices de riqueza de Margalef, índice de Shannon, uniformidad de Pielou, dominancia de especies de Sorenson, similitud de Sorensen (entre pares) (Martella *et al.*, 2012) (Tabla 1). Se realizaron pruebas paramétricas y no paramétricas para estimar distribución de frecuencias entre los elementos del paisaje agrícola estudiados.

### **Obtención de datos topográficos e índice de diferencia normalizada (NDVI)**

Se llevó a cabo una ubicación precisa de los sitios de estudio en un mapa y se estableció su relación con las curvas de nivel, lo que permitió determinar su altitud relativa. Estas mediciones altimétricas se compararon con el rango de altitud especificado en el prontuario de información geográfica municipal de Irapuato, Gto. proporcionado por INEGI en 2009. Se utilizó el índice de diferencia normalizada (NDVI) para evaluar la presencia y cantidad de vegetación en los sitios de estudio. Los valores de NDVI obtenidos se

compararon con los criterios establecidos, donde valores por debajo de 0.2 indican suelo sin vegetación. Este análisis permitió identificar diferentes rangos de NDVI en cada sitio de estudio, incluyendo aquellos con presencia abundante de vegetación, así como áreas donde se evidenció una ausencia o poca vegetación.

**Tabla 1.** Índices más empleados en ecología para cuantificar la biodiversidad. Tomado de Martella *et al.* (2012).

Índice	Fórmula	Descripción
Diversidad de Shannon	$H = -\sum (P_i * \ln P_i)$	Donde: $P_i = n_i/N$ , N es el total de especies, $n_i$ abundancia para la especie $i$ . $\ln P_i$ = Logaritmo natural de $P_i$ . H suele hallarse entre 1.5 y 3.5 raramente sobrepasa 4.5.
Diversidad de Simpson	$D = \sum n(n-1)/N(N-1)$	Donde: $n$ = número total de organismos de una especie $N$ = número total de organismos de todas las especies
Riqueza de Margalef	$D_{Mg} = (S-1)/\ln N$	Donde: $S$ = Número de especies registradas. $N$ = Número de individuos colectados. Estima la biodiversidad de una comunidad con base a la distribución numérica de los individuos de las diferentes especies en función de individuos existentes en la muestra analizada.

## Resultados y discusión

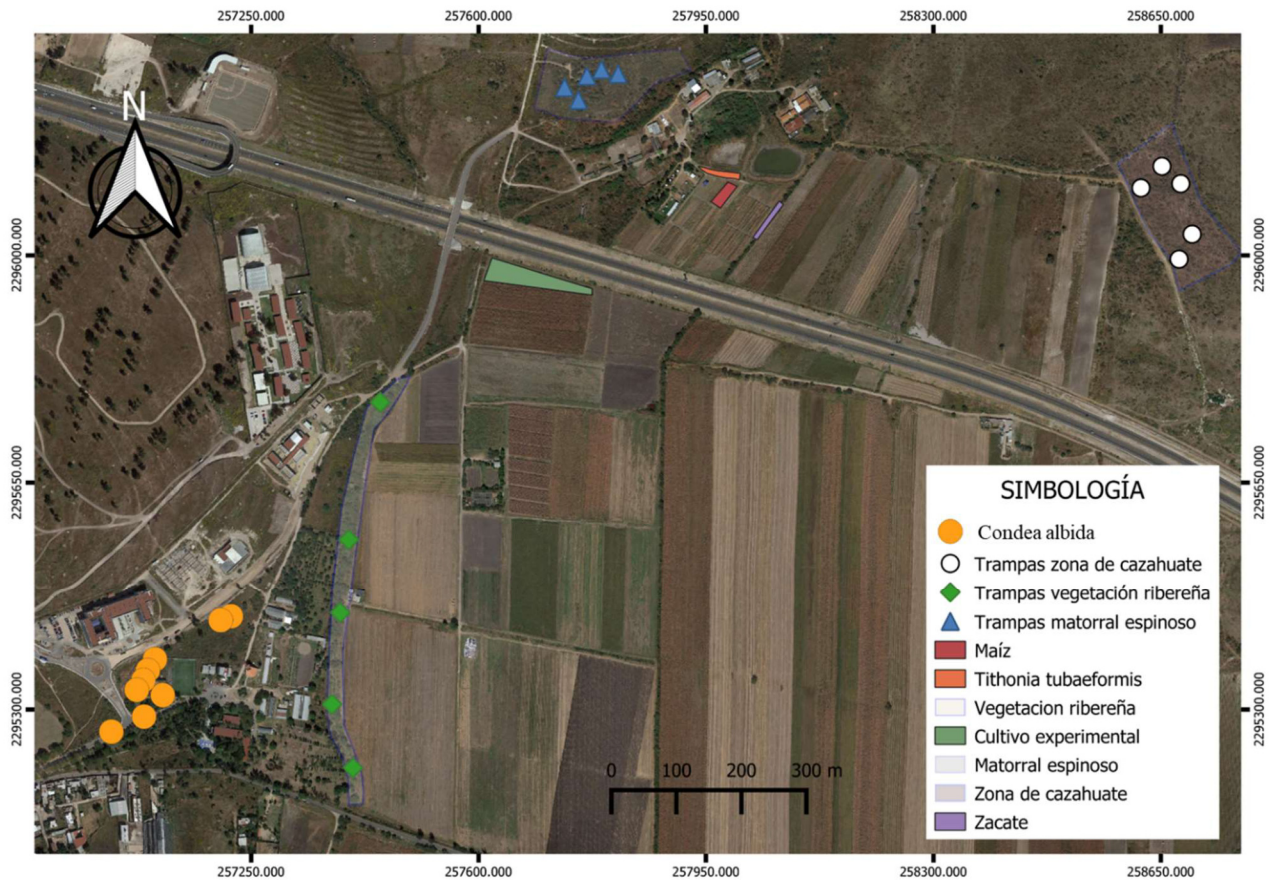
Se eligieron siete sitios del paisaje agrícola de El Copal que contrastaron por su fisionomía vegetal, estos se clasificaron en sitios perennes y anuales (Tabla 2) y se ubicaron en un mapa (Figura 4). Los sitios perennes denominados así por incluir en mayor medida especies leñosas seguidas de herbáceas incluyen: un sitio dominado por cazahuates (*Ipomoea*



*murucoides* Roem & Schult; Convolvulaceae), otro con gatuño o uña de gato (*Mimosa monancistra* (A. Gray) Small; Fabaceae) y otro sitio que fue una franja con vegetación ribereña donde se encontró mayor diversidad de vegetación arbórea y ruderal fomentada por ser un cauce de escorrentía y barrera corta viento (Figura 5). Los sitios anuales presentaron en mayor medida vegetación anual y herbáceas perennes, dos sitios adyacentes a un terreno de cultivo del departamento de agronomía de la Universidad de Guanajuato, en uno dominaba la planta lampote (*Tithonia tubaeformis* (Jacq.) Cass.; Asteraceae), en el otro dominó zacate Johnson (*Sorghum halepense* (L.) Pers.; Poaceae) y el terreno de cultivo que correspondió a maíz criollo de temporal, y el último se eligió por la presencia de plantas de oreganillo (*Condea albida* (Kunth) Harley & J.F.B. Pastore; Lamiaceae).

**Tabla 2.** Clasificación de los elementos del paisaje agrícola en este trabajo.

Sitios perennes			Sitios anuales		
Nombre	Área	Vegetación predominante	Nombre	Área	Vegetación predominante
Sitio de cazuates	13 ha	<i>Ipomoea murucoides</i> , <i>Opuntia</i> spp., elementos de bosque espinoso y de matorral xerófilo (Carranza, 2005)	Lampote	0.47 Ha	<i>Tithonia tubaeformis</i> , <i>Cynodon dactylon</i> y <i>Chloris gayana</i>
Matorral espinoso	18 ha	<i>Mimosa monancistra</i> , <i>Ipomoea murucoides</i> , elementos de matorral xerófilo (Carranza, 2005).	Zacate Johnson	0.7 Ha.	<i>Sorghum halepense</i> , <i>Setaria adhaerens</i> y <i>Tinantia erecta</i>
Sitio ribereño	6 ha	<i>Prosopis laevigata</i> , <i>Vachellia</i> spp., <i>Pragmites australis</i> , elementos de pastizal y vegetación ruderal (Carranza, 2005).	Maíz	1.3 Ha.	<i>Zea mays</i> , <i>Setaria adhaerens</i> y <i>Cenchrus echinatus</i>
			<i>Condea albida</i> (oreganillo)	0.25	<i>Condea albida</i> y vegetación ruderal



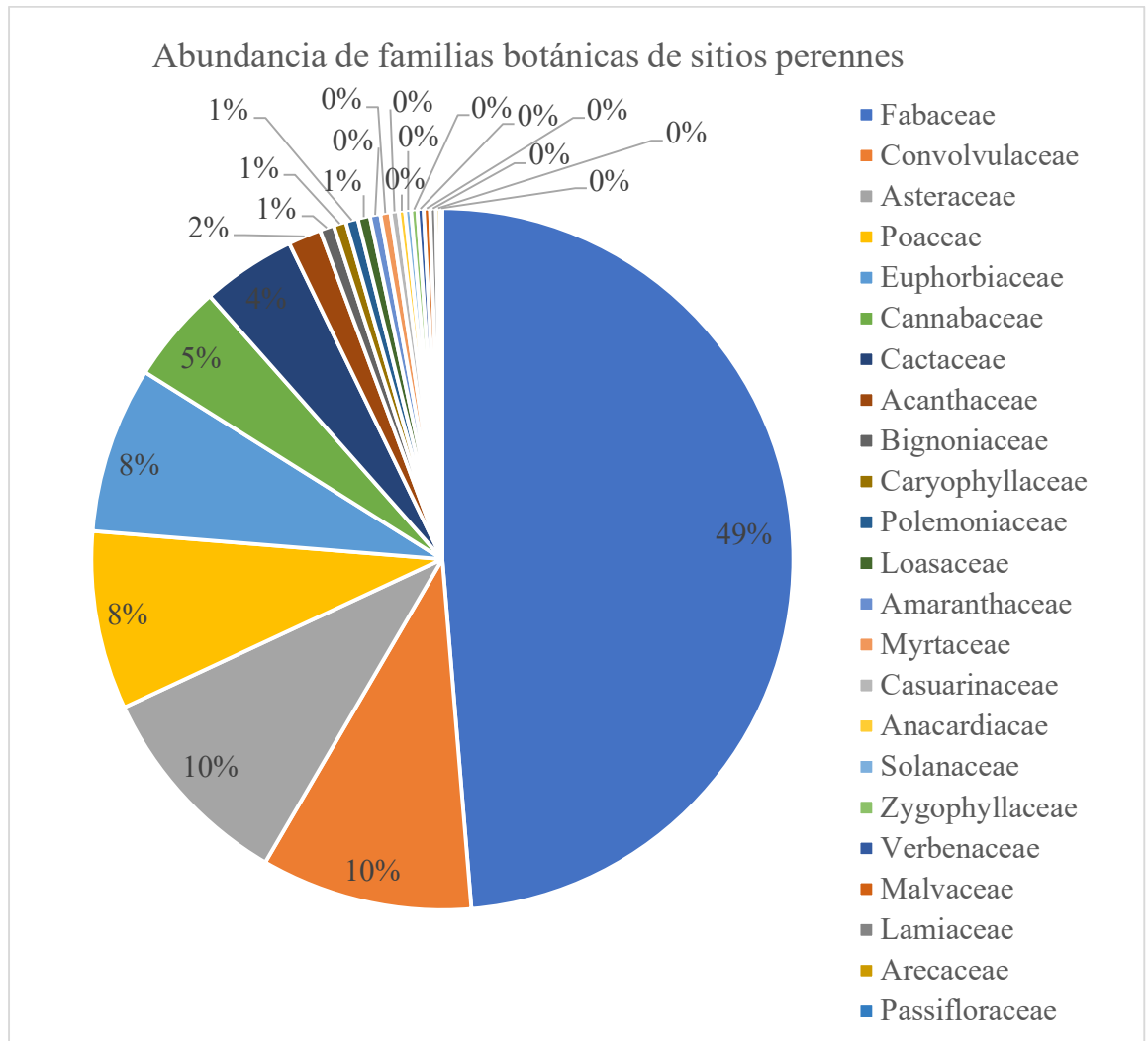
**Figura 4.** Ubicación geográfica de los elementos del sistema agrícola en El Copal, Irapuato, Gto.



**Figura 5.** Sitios perennes a) sitio de cacahuates, b) matorral espinoso, c) franja ribereña.

### Sitios perennes

El total de familias botánicas de los sitios perenes fue de 23 destacando la familia Fabaceae que representa 49% de las observaciones realizadas, la familia está representada por plantas de mezquite, huizaches, gatuño, chipil y arveja silvestre. Otras familias dominantes de los sitios perennes son: Convolvulaceae, Asteraceae, Poaceae y Euphorbiaceae (Figura 6).



**Figura 6.** Abundancia de familias botánicas de sitios perennes.

El sitio *Ipomoea murucoides* (cazahuate) está en la comunidad de Valencianita, Irapuato, a la altura del kilómetro 132 carretera León-Salamanca (Figura 7), se caracterizó por contener elementos semiconservados de bosque espinoso principalmente cazahuates, este terreno se utiliza para el pastoreo, destacaron especies de plantas por aparecer con mayor frecuencia comparado con el resto de las plantas encontradas en el sitio (Tabla 3).



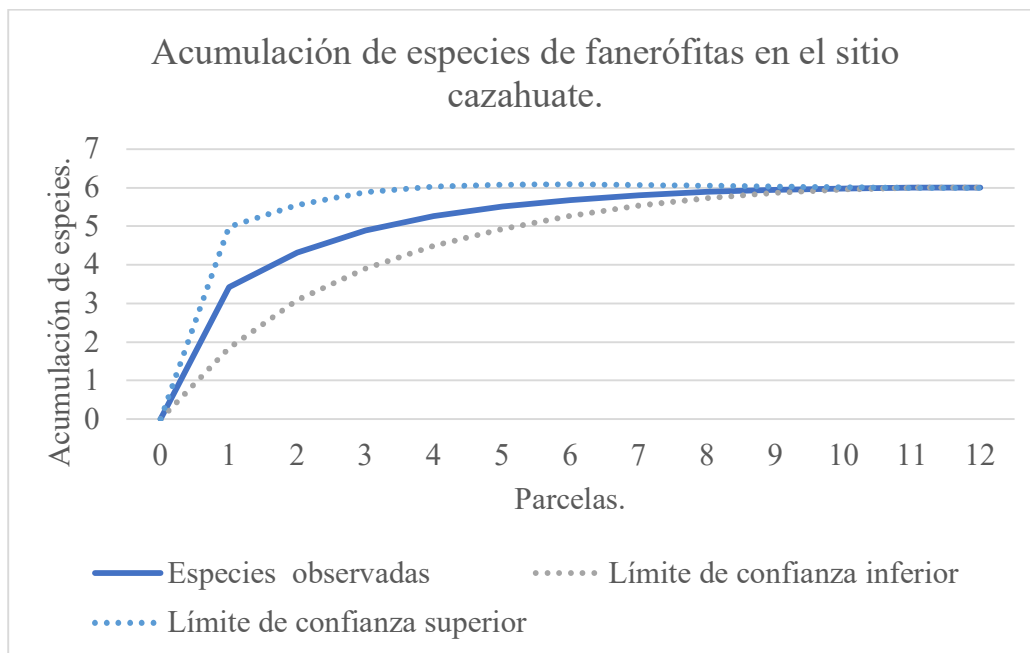
**Figura 7.** Polígono y ubicación del sitio cazahuate

**Tabla 3.** Especies de plantas en el sitio cazahuate.

Familias	Especies
Asteraceae	<i>Adenophyllum porophyllum</i> Cav.
	<i>Heliopsis annua</i> Hemsl
	<i>Tagetes lunulata</i> Ort.
	<i>Zinnia peruviana</i> (L.) L.
Cactaceae	<i>Opuntia streptacantha</i> Lem.
Convolvulaceae	<i>Ipomoea indica</i> (Burm.) Merr.
	<i>Ipomoea murucoides</i> Roem. & Schult.
Fabaceae	<i>Mimosa monancistra</i> (A. Grey.) Small
	<i>Prosopis laevigata</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd) M. C. Johnston
	<i>Vachellia farnesiana</i> (L.) Willd
	<i>Vachellia schaffneri</i> (S. Watson) F. J. Herm
Lamiaceae	<i>Condea albida</i> (Kunth) Harley & J.F.B. Pastore
Poaceae	<i>Melinis repens</i> (Willd.) Zizka.

	<i>Pennisetum setaceum</i> (Forssk.) Chiov.
Polemoniaceae	<i>Loeselia mexicana</i> (Lam.) Brand
Ulmaceae	<i>Celtis pallida</i> Torr.

La curva de acumulación de especies del sitio indicó seis especies arbóreas para el sitio (Figura 8). El total de parcelas que se realizaron para realizar el censo fue de doce. De acuerdo con la curva el censo de árboles esta completo. Debido al área extensa del sitio probablemente se encuentren más especies, además en el sitio se realizan actividades de pastoreo por lo tanto se vio disminuida la cantidad de plantas herbáceas, destacando poaceas.



**Figura 8.** Curva de acumulación de especies de plantas fanerófitas en el sitio cazahuate.

El sitio estudiado con dominancia de *Mimosa monancistra* se ubica entre las postas del Departamento de Agronomía de la Universidad de Guanajuato y el Centro Paralímpico Nacional (Figura 9) en el sitio se han identificado veintidós especies de plantas (Tabla 4).



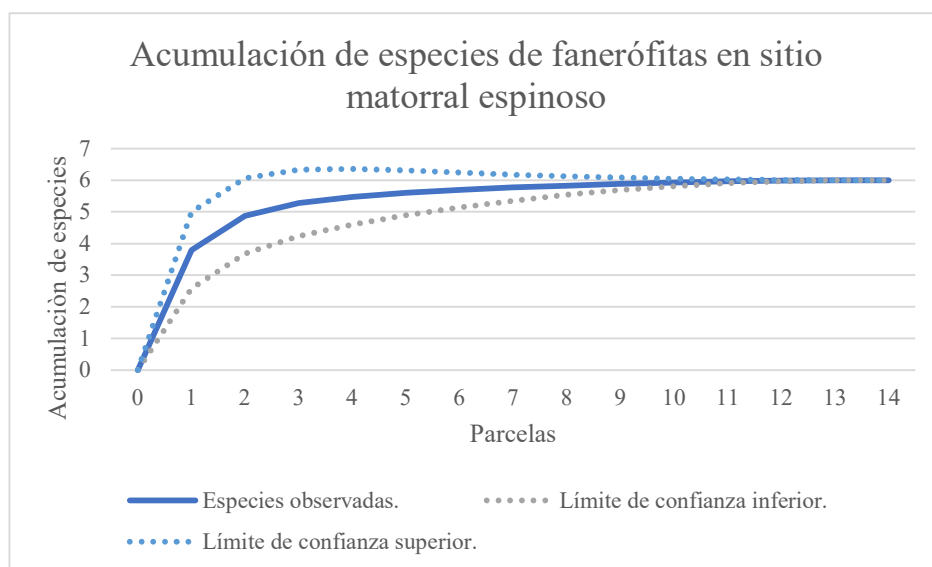
**Figura 9.** Polígono y ubicación del sitio matorral espinoso.

**Tabla 4.** Especies de plantas en el sitio matorral espinoso.

Familias	Especies
Amaranthaceae	<i>Gomphrena pilosa</i> (M. Martens & Galeotti) Moq.
Asteraceae	<i>Melampodium sericeum</i> Lag.
	<i>Zinnia bicolor</i> (D.C.) Hemsl.
	<i>Zinnia peruviana</i> (L.) L.
Cacataceae	<i>Opuntia streptacantha</i> Lem.
Caryophyllaceae	<i>Stellaria media</i> (L.) Cyrillo
Convolvulaceae	<i>Ipomoea murucoides</i> Roem. & Schult.
Euphorbiaceae	<i>Acalypha ostryifolia</i> Ridd.
	<i>Euphorbia graminea</i> Jacq.
	<i>Euphorbia heterophylla</i> L.
	<i>Euphorbia prostrata</i> Aiton
Fabaceae	<i>Crotalaria pumila</i> Oretaga
	<i>Mimosa monancistra</i> (A. Gray) Small

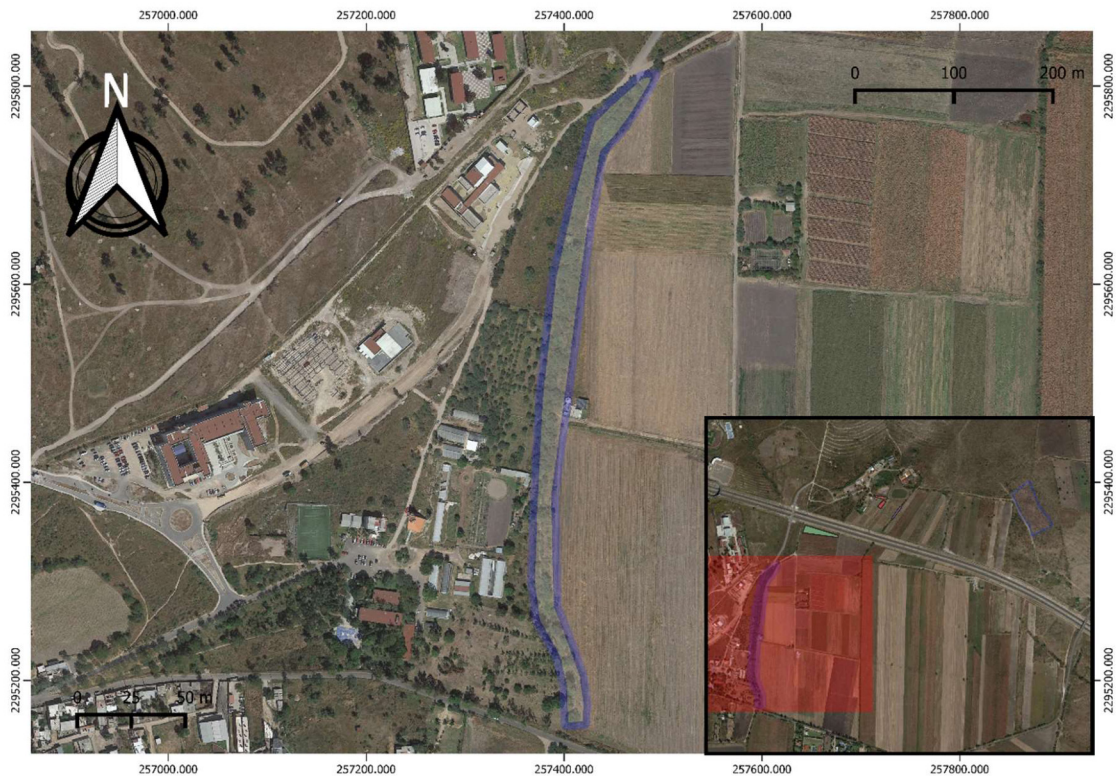
	<i>Prosopis laevigata</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd) M. C. Johnston
	<i>Vicia pulchella</i> H. B. K.
Loasaceae	<i>Mentzelia aspera</i> L.
Malvaceae	<i>Sida abutifolia</i> Mill.
Poaceae	<i>Eleusine indica</i> (L.) Gaertn.
Solanaceae	<i>Physalis cinerascens</i> (Dunal) Hitchc.
Ulmaceae	<i>Celtis pallida</i> Torr.
Verbenaceae	<i>Lantana camara</i> L.
Zygophyllaceae	<i>Kallstroemia rosei</i> Rydb.

La curva de acumulación de especies de fanerófitas del sitio matorral espinoso reflejó una acumulación de seis especies, el total de parcelas realizadas para efectuar el censo fue de catorce parcelas o cuadrantes. De acuerdo con la curva la acumulación de especies se estabilizaría entre la novena y décima parcela de muestreo (Figura 10).



**Figura 10.** Curva de acumulación de especies de fanerófitas en el sitio matorral espinoso.

El sitio franja ribereña esta adyacente a terrenos de cultivo de la División de Agronomía de la Universidad de Guanajuato (Figura 11), en este sitio se han destacado especies de plantas arbóreas dado que es un sitio que funciona como barrera corta viento (Tabla 5).



**Figura 11.** Polígono y ubicación del sitio franja ribereña.

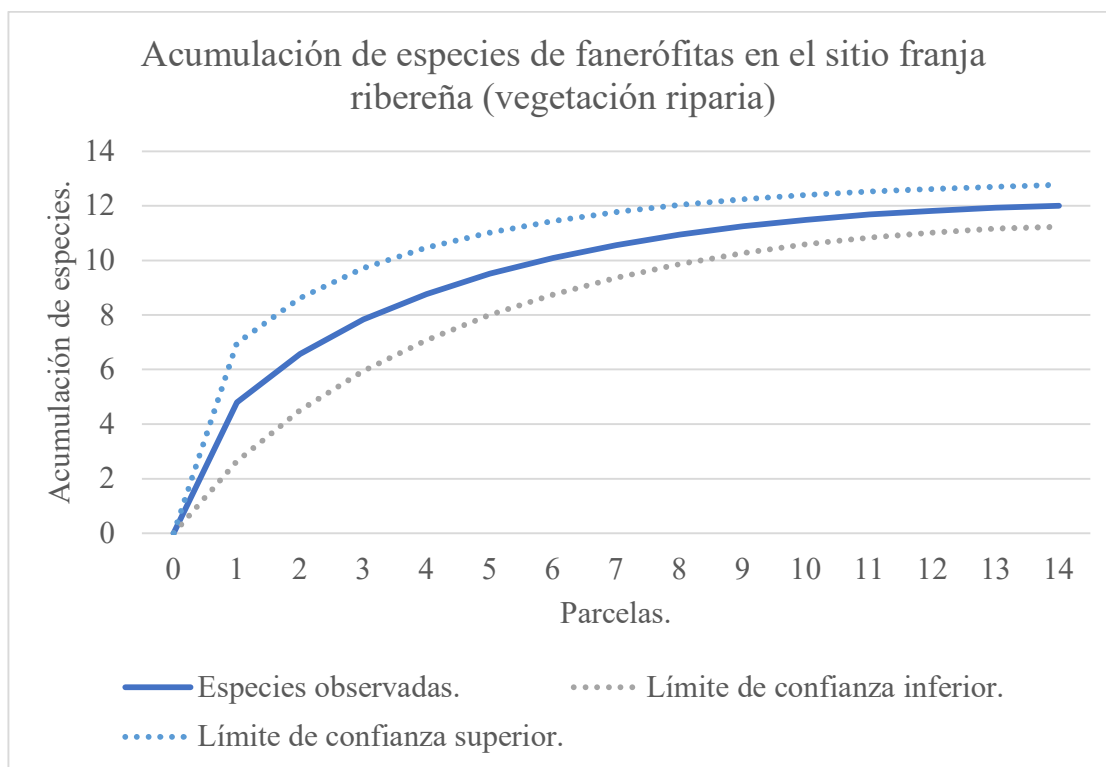
**Tabla 5.** Especies de plantas encontradas en el sitio franja ribereña.

Familias	Especies
Acanthaceae	<i>Dicliptera peduncularis</i> Ness
	<i>Ruellia lactea</i> Cav.
Anacardiaceae	<i>Schinus molle</i> L.
Arecaceae	<i>Washingtonia robusta</i> H. Wendl
Asteraceae	<i>Heliopsis annua</i> Hemsl.
	<i>Heterotheca inuloides</i> Cass.
	<i>Tridax trilobata</i> (Cav.) Hemsl.
Bignoniaceae	<i>Jacaranda mimosifolia</i> D. Don
Cactaceae	<i>Opuntia streptacantha</i> Lem.
Casuarinaceae	<i>Casuarina equisetifolia</i> L.
Convolvulaceae	<i>Ipomoea murucoides</i> Roem & Schult.
Euphorbiaceae	<i>Ricinus communis</i> L.



Fabaceae	<i>Mimosa monancistra</i> (A. Gray) Small
	<i>Prosopis laevigata</i> (Humb. & Bonpl. Ex Willd) M C. Johnston.
	<i>Vachellia farnesiana</i> (L.) Willd
	<i>Vachellia pennatula</i> (Schltdl. & Cham.) Seigler & Ebinger
	<i>Vicia pulchella</i> H. B. K.
Loasaceae	<i>Mentzelia aspera</i> L.
	<i>Mentzelia hispida</i> Willd
Myrtaceae	<i>Eucaliptus</i> sp. L'Hér.
Passifloraceae	<i>Passiflora brionioides</i> H. B. K.
Solanaceae	<i>Nicotiana glauca</i> Graham
Ulmaceae	<i>Celtis pallida</i> Torr.
Verbenaceae	<i>Verbena gracilis</i> Desf.

Se realizó una curva de acumulación de especies con el censo de árboles (fanerófitas) del sitio franja ribereña (Figura 12). En este caso la curva refleja que el esfuerzo de muestreo no contempla la totalidad de acumulación de especies, el censo reflejó que este sitio el más rico y de mayor abundancia de especies.



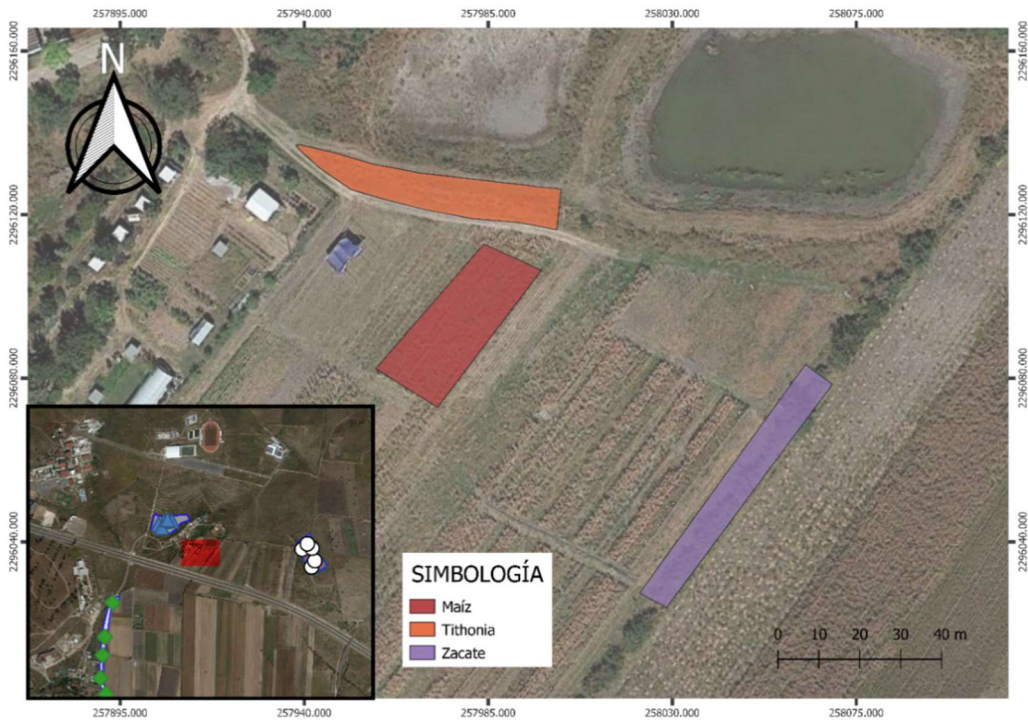
**Figura 12.** Curva de acumulación de especies de fanerófitas en el sitio franja ribereña (vegetación riparia)

### Sitios anuales

La limitación de los sitios de estudio se realizó en el mes de octubre del 2018 y 2019, época en la cual hay mayor diversidad de vegetación debido al periodo de lluvias, se eligieron tres comunidades vegetales en las cuales por observación dominaban tres especies: *Zea mays* (maíz), *Tithonia tubaeformis* (lampote) y *Sorghum halepense* (zacate Johnson) (Figura 13 y Figura 14).

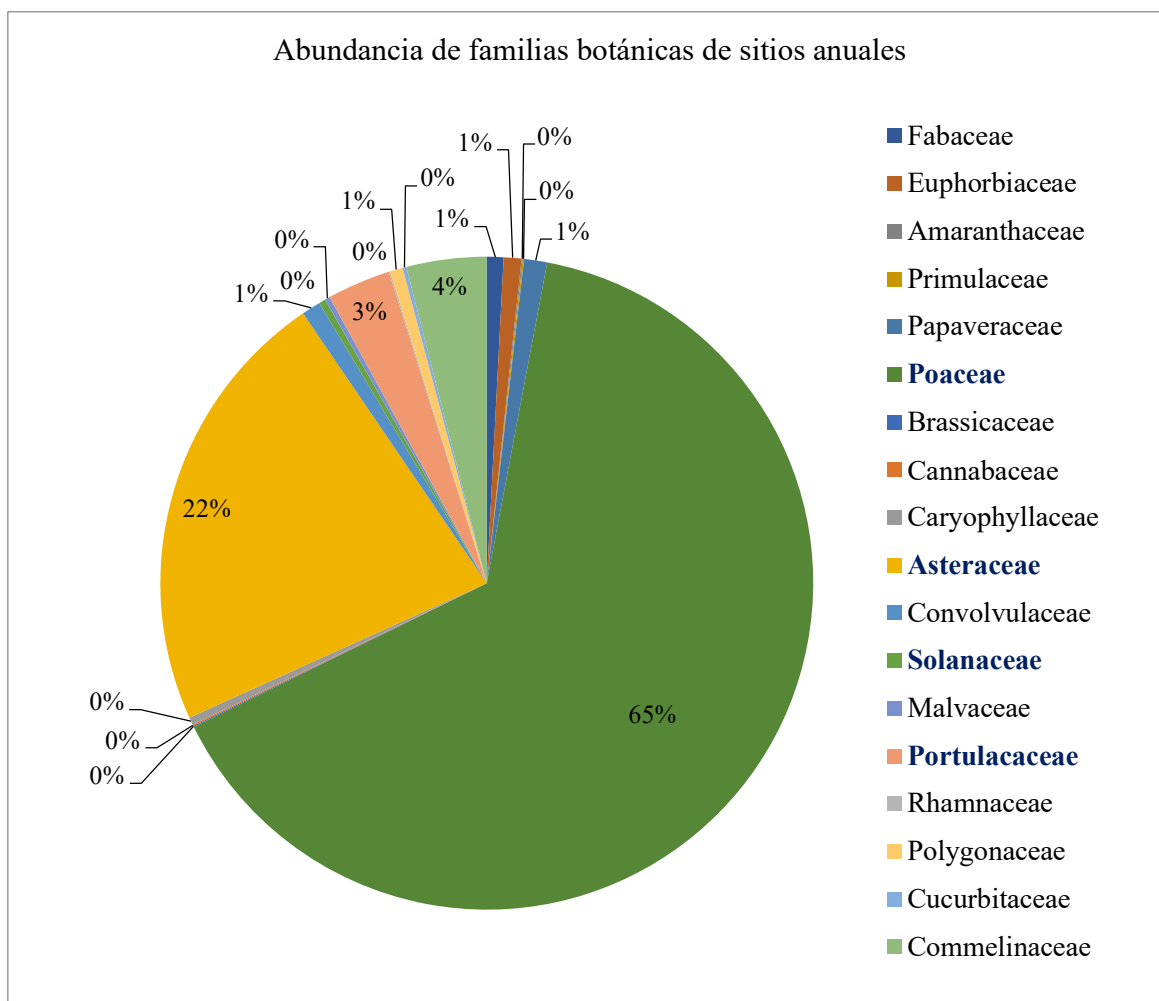


**Figura 13.** Sitios anuales: a. maíz, b. lampote, c. zacate Johnson.



**Figura 14.** Ubicación de los sitios anuales, maíz, lampote (*Tithonia tubaeformis*) y zacate Johnson (*Sorghum halepense*).

De las especies vegetales registradas en el sitio de vegetación anual se identificaron 18 familias botánicas, las más representativas fueron Poaceae, Asteraceae, Solanaceae y Portulacaceae (Figura 15). En la comunidad de maíz y zacate Johnson se identificaron 11 familias, mientras que en la comunidad de lampote 10.



**Figura 15.** Familias botánicas registradas en las tres comunidades anuales.

En cuanto al índice de Shannon (H), el mayor índice se presentó en maíz y zacate Johnson con el mismo valor de  $H= 2.13$ , debido a que tuvieron la misma cantidad de familias y el menor en lampote con  $H= 2.03$  (Tabla 6). De acuerdo con Martella y colaboradores (2012) los valores normales de ecosistemas naturales varían entre 1.5 y 3.5, raramente pasa de 4.5.

**Tabla 6.** Riqueza y diversidad de familias botánicas.

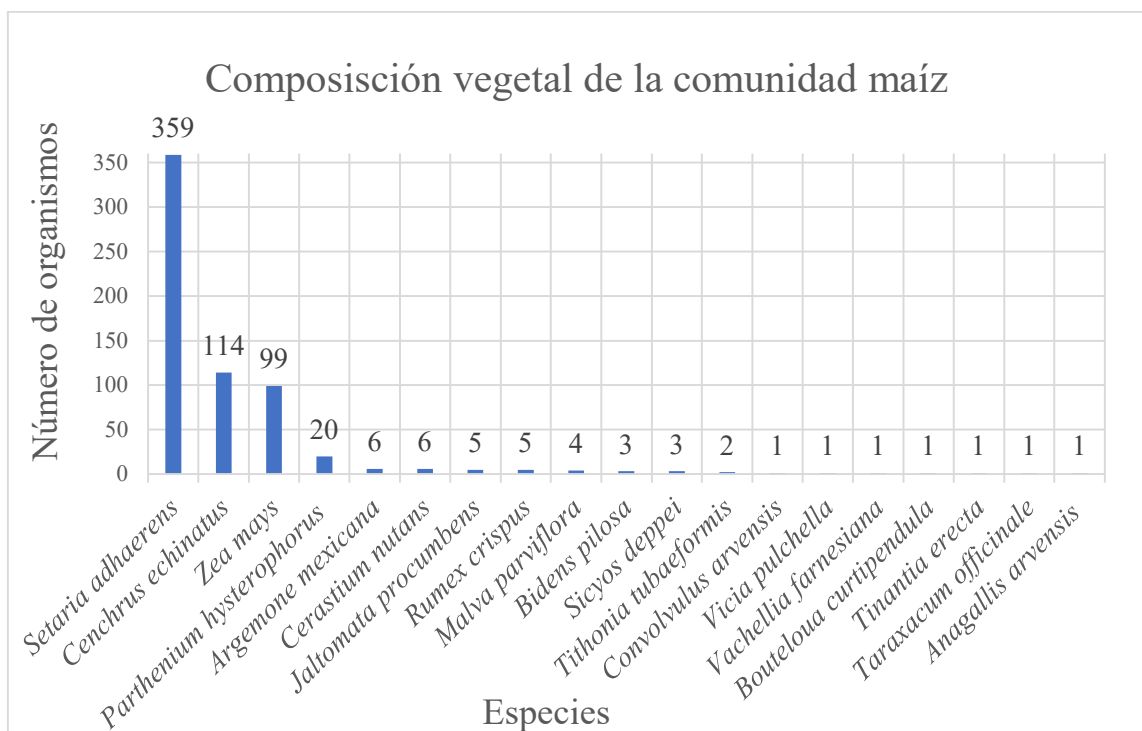
	<b>Maíz</b>	<b>Zacate Johnson</b>	<b>Lampote</b>
Riqueza	11	11	10
Índice de Shannon	2.13	2.13	2.03

Las familias que dominaron en la comunidad de maíz fueron: Asteraceae, Poaceae y Fabaceae. En el caso de la comunidad de lampote fueron: Poaceae y Asteraceae, y en la comunidad de zacate Johnson las familias que sobresalieron fueron: Poaceae, Fabaceae y Asteraceae. Hubo un mayor número de especies vegetales, así como de plantas totales (abundancia) en la comunidad de maíz y zacate Johnson, ambas con 19 especies, y con un total de 633 y 604 plantas respectivamente; mientras que en la comunidad de lampote se registraron 17 especies y 350 plantas totales (Tabla 7).

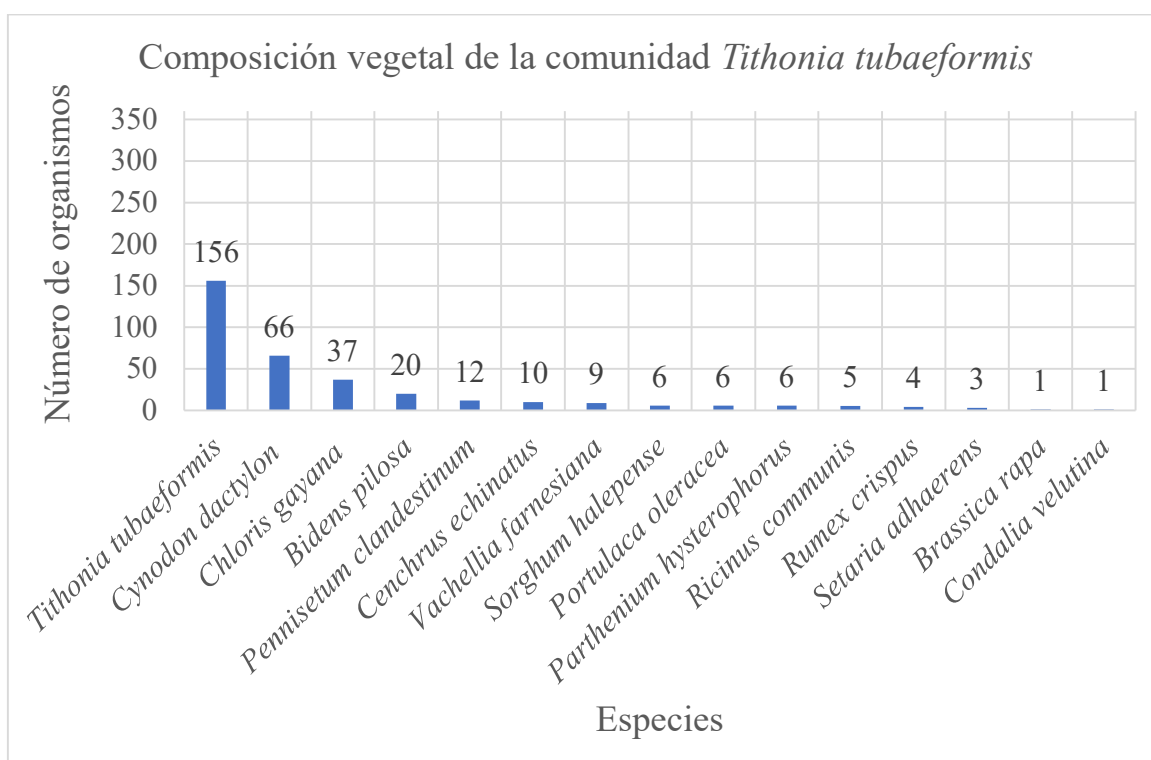
**Tabla 7.** Riqueza y abundancia de especies vegetales por comunidad vegetal.

	<b>Maíz</b>	<b>Zacate Johnson</b>	<b>Lampote</b>
Riqueza	19	19	17
Abundancia	633	604	350

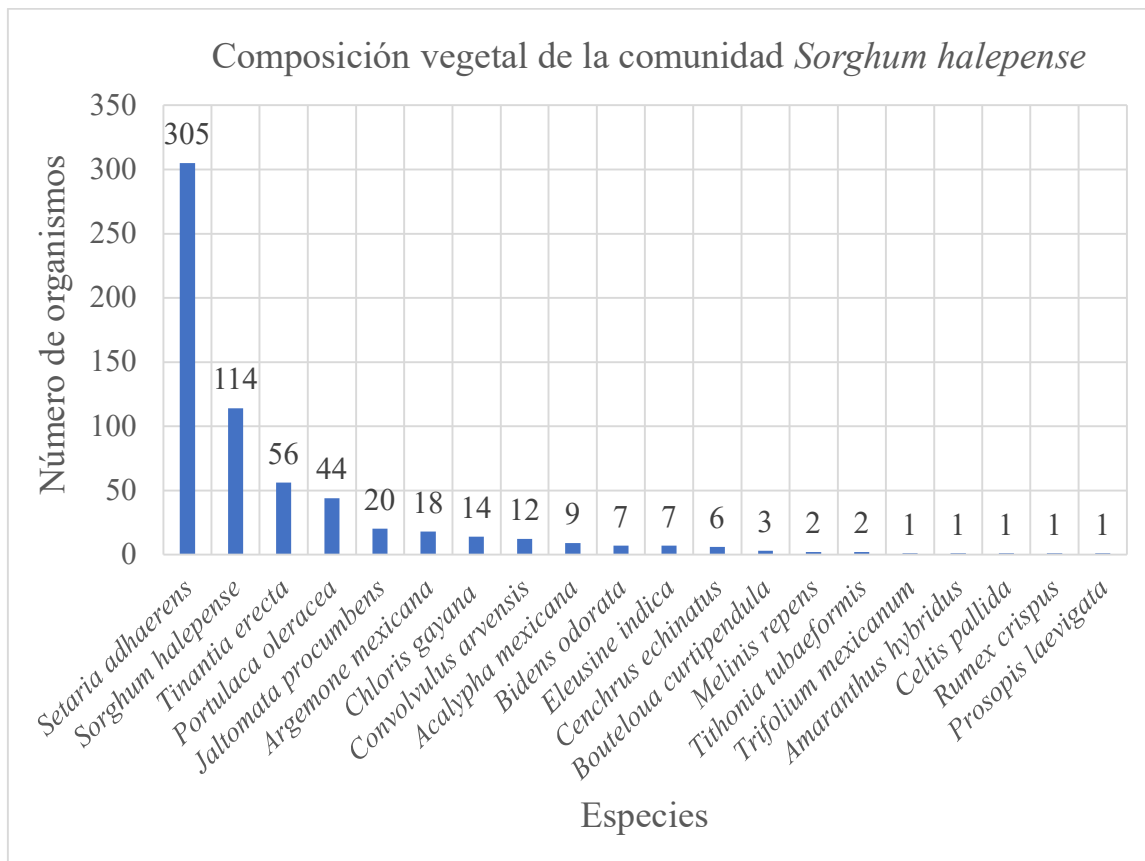
Las especies que dominaron en la comunidad de maíz fueron: pegaropa (*Setaria adhaerans* (Forssk.) Chiov.), zacate cadillo (*Cenchrus echinatus* L.), maíz (*Zea mays* L.) y amarga leche (*Parthenium hysterophorus* L.) (Figura 16). En el caso de la comunidad de lampote fueron: lampote (*Tithonia tubaeformis* Cass.), grama (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.), zacate Rhodes (*Chloris gayana* Kunth.) y cadillo (*Bidens odorata* Cav.) (Figura 17). Y en la comunidad de zacate Johnson las especies que sobresalieron fueron: pegaropa (*Setaria adhaerans* (Forssk.) Chiov.), zacate Johnson (*Sorghum halepense* L.), hierba de pollo (*Tinantia erecta* Schldl.) y verdolaga (*Portulaca oleraceae* Ford) (Figura 18).



**Figura 16.** Especies vegetales en la comunidad maíz (*Zea mays*).



**Figura 17.** Especies vegetales en la comunidad de *Tithonia tubaeformis*.

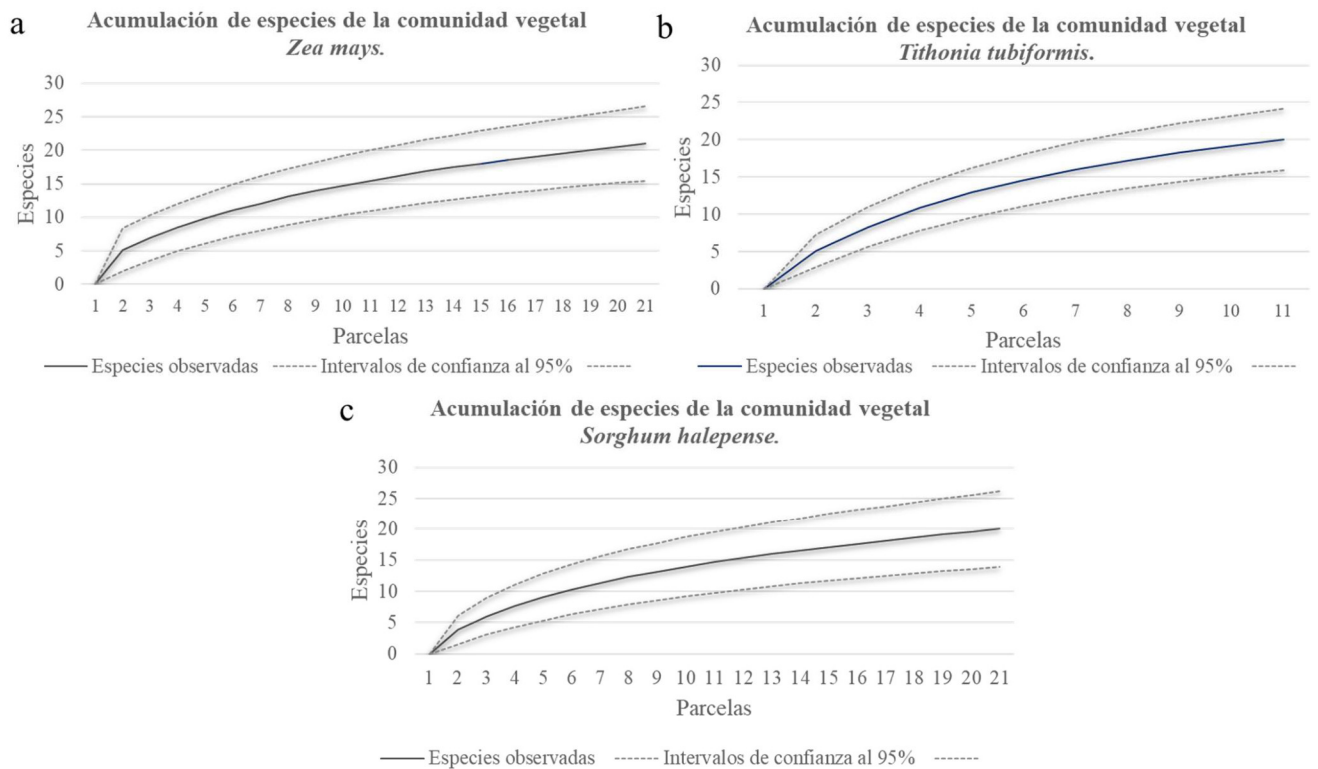


**Figura 18.** Especies vegetales en la comunidad de zacate Johnson.

Se cálculo el índice de Shannon (H), que indica la diversidad por comunidad y el índice de Equitatividad (J') que representa las proporciones entre especies o la igualdad, la mayor diversidad se presentó en la comunidad de lampote con  $H=1.88$ , lo que significa que hubo una alta riqueza y abundancia de especies vegetales en comparación con las otras dos comunidades; posteriormente se ubicó el zacate Johnson con un índice de  $H=1.66$ , y finalmente el maíz tuvo el menor índice con  $H=1.36$  (Tabla 8), es decir, que la riqueza de especies y su abundancia fue baja. En lampote el índice de equitatividad demuestra que las especies son igualmente abundantes ya que su equitatividad fue la mayor de las tres comunidades con  $J'=0.6641$ ; posteriormente zacate Johnson con  $J'=0.5671$ ; y maíz con  $J'=0.4642$ . Se realizaron curvas de acumulación de especies para cada sitio anual encontrando que no se llegó a la acumulación total de especies, esto puede deberse a que los sitios anuales sean comunidades abiertas con alto intercambio de especies (Figura 19).

**Tabla 8.** Índice de Shannon (H) y equitatividad (J') por comunidad vegetal.

Índice	Maíz	Zacate Johnson	Lampote
H	1.3668	1.6698	1.8816
J'	0.4642	0.5671	0.6641



**Figura 19.** Curvas de acumulación de especies de los sitios anuales. a) sitio maíz. b) sitio Tithonia (lampote) y c) sitio zacate Johnson.

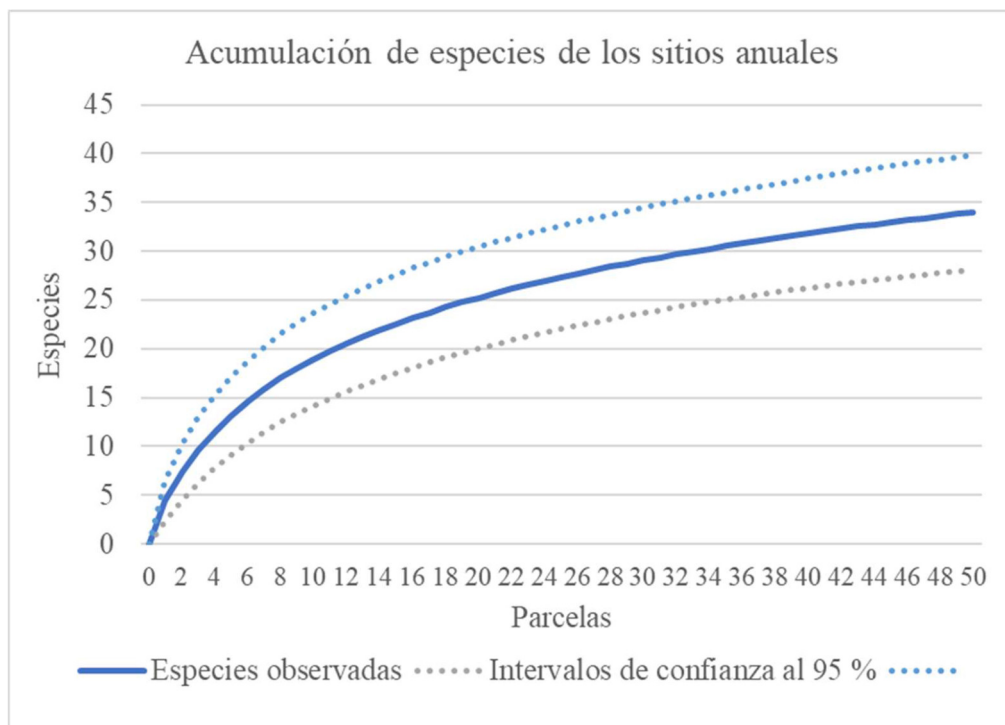
La prueba de t señaló que no hubo una diferencia significativa entre la diversidad de las especies vegetales encontradas en lampote y zacate Johnson con  $t = -2.5003$ , siendo ésta la más baja; en maíz y zacate Johnson la varianza fue de  $t = -4.2132$ ; y en las que existió una mayor variación fue entre la comunidad de lampote y maíz con  $t = 6.1948$  (Tabla 9).



**Tabla 9.** Prueba de T-Diversidad de especies vegetales.

Prueba t (Valor P)	Lampote	Maíz
Zacate	-2.5003 P (0.46566)	-4.2132 P (0.96794)
Maíz	6.1948 P (0.54943)	-

Se elaboró una curva de acumulación de especies conjugando las observaciones de los tres sitios anuales (Figura 20), reflejando la sugerencia de aumentar el esfuerzo de muestreo o que, no obstante al esfuerzo de muestreo realizado, los sistemas siguen siendo sistemas muy abiertos con alto intercambio en la composición de especies vegetales. La riqueza total de especies fue 34 en un total de 50 parcelas muestreadas. Las especies que demostraron mayor abundancia fueron *Setaria adhaerens* (n=667), *Tithonia tubaeformis* (n=160), *Cenchrus echinatus* (n=130), *Sorghum halepense* (n=120), *Zea mays* (99) y *Cynodon dactylon* (n=66). Por lo tanto, destacaron las plantas de la familia Poaceae como lo destaca la Figura 15 (citada anteriormente).



**Figura 20.** Curva de acumulación de especies de los sitios anuales: Tithonia, zacate y maíz.

**Sitio *Condea albida* (Kunth) Harley & J.F.B. Pastore (Lamiaceae)**

*Condea albida* es una planta que crece ampliamente en la cuenca del río Balsas donde se conoce como salvia blanca y se emplea en medicina tradicional, de acuerdo con Perada-Miranda y Delgado (1990) sirve para tratar trastornos gastrointestinales y como condimento en la cocina regional, además, mencionan que sus hojas actúan como repelente de insectos. En la región de El Copal no hay reportes sobre su uso o importancia; sin embargo, las plantas del género *Condea* (= *Hyptis*) (Harley y Pastore, 2012) tienen importancia económica y etnofarmacológica, por ejemplo, Sánchez *et al.* (2013) refieren usos para tratar infecciones en la piel, congestión nasal, fiebre, calambres, reumatismo y dolores musculares y que sus efectos se atribuyen a triterpenos y flavonoides presentes en los tejidos de la planta. Otra investigación de Bridi y colaboradores (2021) hace hincapié en la importancia del género y de la tribu Hyptidinae (Lamiaceae) como fuentes importantes de metabolitos bioactivos. Se observó que *C. albida* atrae insectos polinizadores de ahí surgió el interés para estudiar su entomofauna asociada. Se registraron las coordenadas de las plantas de *C. albida* donde se realizaron las recolectas y se ubicaron en un mapa (Figura 21). Además de plantas de *C. albida* se observó una notable presencia de plantas ruderales acentuando miembros de las familias Poaceae, Asteraceae, Portulacaceae, Fabaceae, entre otras (Tabla 10).

**Tabla 10.** Especies de plantas encontradas en el sitio *Condea albida*.

<b>Familia</b>	<b>Especie</b>
Asteraceae	<i>Bidens odorata</i> Cav.
	<i>Bidens pilosa</i> L.
	<i>Heliopsis annua</i> Hemsl.
	<i>Tagetes lunulata</i> Ort.
	<i>Taraxacum officinale</i> F. H. Wigg.
Cactaceae	<i>Cylindropuntia imbricata</i> (Haw.) F. M. Knuth.
Casuarinaceae	<i>Casuarina equisetifolia</i> L.
Euphorbiaceae	<i>Acalypha mexicana</i> Müll. Arg.
	<i>Acalypha ostryifolia</i> Ridd.
	<i>Euphorbia prostrata</i> Aiton
Fabaceae	<i>Crotalaria pumila</i> Oretaga

	<i>Prosopis laevigata</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd) M. C. Johnston
	<i>Vachellia farnesiana</i> (L.) Willd
	<i>Vachellia pennatula</i> (Schltdl. & Cham.) Seigler & Ebinger
	<i>Mimosa monancistra</i> (A. Gray) Small
Malvaceae	<i>Malva parviflora</i> L.
Poaceae	<i>Bouteloua curtipendula</i> (Michx.) Torr.
	<i>Cenchrus echinatus</i> L.
	<i>Cynodon dactylon</i> L. (Pers.)
	<i>Digitaria ternata</i> (Hochst. Ex A. Rich.) Stapf.
	<i>Eleusine indica</i> (L.) Gaertn.
	<i>Eragrotis spp.</i>
	<i>Melinis repens</i> (Willd.) Zizka
Solanaceae	<i>Jaltomata procumbens</i> (Cav.) J. L. Gentry
	<i>Nicotiana glauca</i> Graham



**Figura 21.** Ubicación del sitio *Condea albida*.

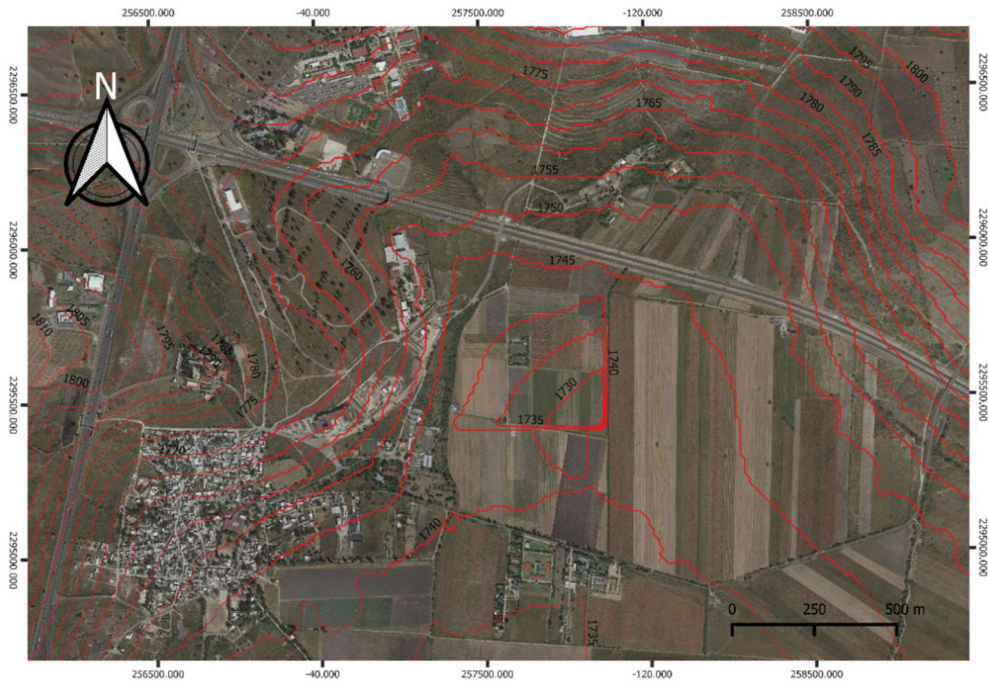
### **Datos topográficos y de índice de diferencia normalizada (NDVI)**

Los sitios de estudio del paisaje agrícola de El Copal se ubicaron en un mapa y se contrastaron contra curvas de nivel, las curvas reflejan un rango de altitud de los sitios de 1740 a 1795 msnm (Figura 22), correspondiendo aproximadamente con el rango de altitud que el prontuario de información geográfica municipal de Irapuato, Gto. que declara un rango de 1600 a 2400 msnm (INEGI, 2009). El sitio con mayor altitud fue el de cacahuates en un rango de 1780 a 1795 msnm. El sitio matorral se ubicó entre los 1750 y 1755 msnm, el sitio de menor altitud fue el de la franja ribereña o de vegetación ribereña con 1740 msnm. Los sitios de estudio también se contrastaron contra los índices de diferencia normalizada (NDVI), el rango del índice NDVI es de -0.23 a 0.77, debajo del valor 0.2 se considera suelo sin vegetación. En el sitio de cacahuates el índice NDVI reflejó un rango de 0.1 a 0.4, el sitio matorral espinoso registró también un rango de 0.1 a 0.4; sin embargo, con mayor abundancia de píxeles con rango de 0.2 a 0.4 por lo tanto, el valor se propone como evidencia de mayor cantidad de vegetación; el sitio de franja ribereña presentó índices de vegetación más alto,

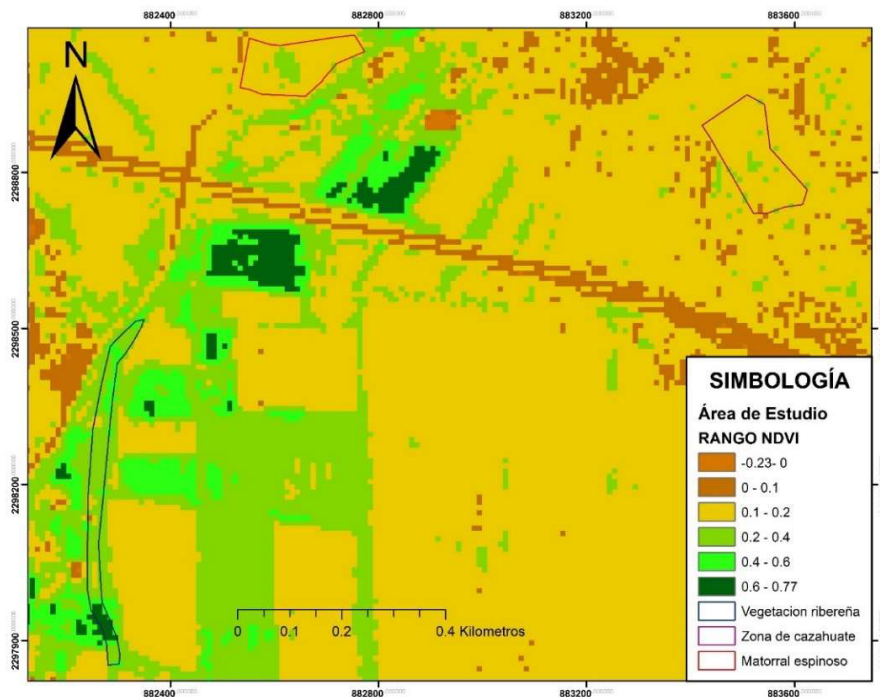
con un rango mayoritario de 0.4 a 0.77. Algunos sitios con rango de -0.23 a 0.1 corresponden a caminos secundarios, vialidades o carreteras (Tabla 11 y Figura 23).

**Tabla 11.** Valores de NDVI de los sitios perennes

Sitio	Rango NDVI
Sitio cazahuates	0.1-0.4
Sitio Matorral espinoso	0.2-0.4
Sitio franja ribereña o vegetación riparia	0.4-0.77



**Figura 22.** Curvas de nivel del paisaje agrícola de El Copal.



**Figura 23.** Rango del índice de diferencia normalizada (NDVI) del paisaje agrícola de El Copal y posición de polígonos de sitios de muestreo.

Las cotas altitudinales no reflejan una diferencia entre las comunidades perennes y ni en los anuales ya que fueron sitios adyacentes, el rango altitudinal no es suficiente para marcar diferencias o condicionar la presencia de especies entre sitios que den distinción a cada uno. Tampoco hubo presencia de especies indicadoras como en el estudio de Medrano-Meraz *et al.*, 2018 que encontró diferencias significativas entre intervalos altitudinales de 300 metros: La diferencia altitudinal entre los sitios de estudio fue de 55 metros.

También es importante destacar que en nuestro estudio no se encontraron artrópodos indicadores de altitud, como arañas de los grupos Lycosidae, Thomisidae o Pholcidae, en contraste en el estudio realizado por Reta-Hereida *et al.*, 2018 que tampoco encontró diferencias altitudinales ni por disturbio del hábitat en comunidades de artrópodos. Sin embargo, a diferencia de ese estudio, encontramos contrastes en la composición de comunidades entre diferentes sitios. Nuestros resultados sugieren que estas diferencias se deben más al manejo y al tipo de uso de suelo de cada sitio, como el pastoreo o las zonas de cultivo intensivo, donde se llevan a cabo labores de control de malezas. Mientras que el estudio de Reta-Hereida *et al.*, (2018) no encontró diferencias altitudinales ni por disturbio

de hábitat, nuestros hallazgos resaltan la importancia de considerar factores adicionales para comprender la variabilidad en las comunidades de artrópodos.

Aunque los valores de NDVI (Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada) nos ayudaron a visualizar las diferencias en la densidad de vegetación, es importante tener en cuenta que este contraste, no es un indicador directo de la riqueza, biodiversidad o abundancia de especies. Para obtener esos datos, se requiere un estudio de campo más detallado, que incluya la identificación de ejemplares, su conteo y, en caso necesario, su recolección para un posterior análisis, tal como se realizó en este estudio.

## **Conclusión**

Se reconocieron siete sitios dentro del paisaje agrícola de El Copal, tres perennes con poco nivel de disturbio (cazahuate, matorral espinoso y franja ribereña), con especies de plantas arbóreas y herbáceas y cuatro sitios de vegetación anual con vegetación predominantemente herbácea (*C. albida*, Lampote, Zacate Johnson y cultivos de maíz). Contrastaron por las especies dominantes *I. murucoides* en el sitio de cazahuates, *Mimosa monancistra* en el matorral espinoso, árboles de las especies *P. laevigata* y *V. farnesiana* y plantas de las familias Fabaceae, Asteraceae, Passifloraceae, Verbenaceae y los valores de diversidad calculada en los sitios anuales arrojó un gradiente de diversidad colocando al sitio lampote como el de mayor diversidad seguido por zacate Johnson y el maíz como el menor en índice de diversidad. Es necesario combinar enfoques basados en teledetección, como el NDVI, con estudios de campo que involucren la identificación y el conteo de especies. Estos esfuerzos conjuntos nos permitirán obtener una imagen más precisa y holística de las comunidades de plantas y por lo tanto, de artrópodos, y su relación con el manejo del hábitat y los agroecosistemas vinculados.

## **CAPÍTULO IV**

Diversidad de chapulines asociados a cultivo de maíz



## Diversidad de chapulines asociados a cultivos de maíz

### Introducción

Por la voracidad, rápido crecimiento poblacional y escaso gregarismo en edad de imago, los chapulines (Acrididae) son un grupo de insectos considerados como una plaga de importancia económica (Barrientos-Lozano y Almaguer-Sierra, 2009), que puede llegar a disminuir de un 50-60% la producción en cultivos básicos y de 30-40% la producción de forrajes. Esta capacidad de consumo ha hecho que las medidas para controlar a esta plaga sean urgentes pues las basadas en el control químico o biológico muestran que su efectividad ha sido moderada que promueve aplicaciones recurrentes con gastos adicionales para los productores.

Por lo anterior, es importante buscar alternativas de manejo que promuevan la minimización de costos y daños a los cultivos. Una de estas opciones puede explorarse en la evaluación de los rasgos ecológicos de las especies, que permiten comprender las respuestas de un organismo bajo las condiciones del ambiente donde se encuentra. En este sentido, se ha demostrado la sensibilidad de los insectos para responder a las condiciones micro climáticas y de la estrecha relación que tienen estos organismos con la diversidad vegetal. En particular para chapulines, se ha observado una alta especificidad a las condiciones del hábitat (Noguerales *et al.*, 2018) y a su vez mayor riqueza de especies y abundancia en sitios con vegetación abierta, con altos niveles de insolación y dominados por hierbas (Castellanos-Vargas *et al.* 2015).

En los agroecosistemas se puede encontrar una importante heterogeneidad espacial otorgada por la vegetación adventicia, conocida como flora arvense, que puede promover importantes relaciones ecológicas entre insectos fitófagos y depredadores. Si los insectos pueden responder a modificaciones a escalas micro ambientales, entonces en el caso de los chapulines se pueden presentar cambios en su abundancia y patrones de diversidad en función de la heterogeneidad vegetal inmersa en un agroecosistema. Se sabe que la relación entre los chapulines y las plantas, ya sean cultivadas o arvenses, está influenciada por las características físicas y químicas de éstas, lo que puede tener efectos sobre sus hábitos alimenticios y por consiguiente sobre su presencia, abundancia, riqueza y diversidad, dado que son insectos comunes en pastizales y plantas herbáceas, como: *Aristida adscensionis* L., *Aristida* sp., *Bouteloua barbata* Lag., *Bouteloua gracilis* (Kunth) Lag. ex Griffiths, *Chloris*

sp., *Pennisetum clandestinum* Hochst. ex Chiov., *Pleuraphis mutica* Buckley, entre otras (García-Gutiérrez *et al.*, 2006). Intentar comprender cómo la heterogeneidad ambiental dentro de un agroecosistema puede influir sobre los insectos plaga, puede proporcionar información útil donde las interacciones ecológicas sean los medios de control, por lo que el objetivo de este trabajo fue estimar la diversidad, riqueza y la abundancia de acrídidos en tres comunidades vegetales de un agroecosistema de maíz en la localidad de El Copal, Irapuato, Guanajuato.

## **Materiales y métodos**

### **Área de trabajo**

El trabajo fue realizado en una región de agrícola de El Copal Irapuato, Guanajuato, se caracteriza por la actividad agrícola intensiva y extensiva con aplicaciones frecuentes de herbicidas e insecticidas para el control de plagas y enfermedades. El clima es templado-cálido, con una precipitación promedio de 692 mm/año y una temperatura media anual de 16.40°C, humedad relativa media de 30.28% (FGP, 2019). El suelo característico es vertisol, con textura arcillosa, la vegetación está constituida por elementos de las familias Poaceae, Asteraceae, Euphorbiaceae, Brassicaceas, entre otros taxa vegetales.

### **Caracterización de las comunidades vegetales**

El trabajo se realizó en un cultivo de maíz blanco híbrido sembrado en temporal durante el ciclo primavera-verano 2018. Dentro de este cultivo se caracterizaron además de maíz (*Zea mays* L.), componentes vegetales asociados al primero, siendo éstas, lampote (*Tithonia tubaeformis* Jacq.), y zacate Johnson (*Sorghum halepense* L.). La elección de las especies se hizo considerando su abundancia y dominancia, así como su asociación al cultivo de maíz. Por cuestiones prácticas, las comunidades vegetales se definieron como unidades vegetales: (i) Maíz (*Z. mays* L.), el cultivo propiamente, con una superficie de 2082 m<sup>2</sup>, (ii) lampote (*T. tubaeformis*) con una superficie de 555 m<sup>2</sup>, y (iii) Zacate Johnson (*S. halepense*) con una superficie de 190 m<sup>2</sup>. Para la colecta de los organismos se establecieron 20 cuadrantes de 1 m<sup>2</sup> para maíz, y 10 cuadrantes de igual dimensión, para lampote y zacate

Johnson. Las áreas de cada unidad de vegetación fueron calculadas empleando el sistema de información geográfica de software libre QGIS 3.2.3 (Team, 2016).

### **Recolecta de acrididos**

Se organizaron dos visitas aleatorias por semana durante los meses de septiembre a noviembre 2019 en un horario de 10:00 a 15:00 h, periodo en el que los chapulines son más activos. La recolecta se realizó en cada una de las comunidades vegetales identificadas y consistió en cincuenta golpes de red entomológica a paso lento para no inquietar a los chapulines. El tiempo destinado por cuadrante fue de 10 min. Los chapulines capturados fueron depositados en bolsas de polietileno etiquetadas con la información correspondiente a la colecta y refrigerados en el laboratorio de Entomología de la Universidad de Guanajuato para su clasificación taxonómica con claves especializadas para el grupo (Otte, 1981 y 1984; Anaya y Romero, 2000) y se incorporaron a la Colección Entomológica Leopoldo Tinoco Corona de la Universidad de Guanajuato.

### **Análisis estadístico**

Los datos de abundancia de plantas y chapulines fueron estandarizados y comparados entre comunidades vegetales con la prueba de Kruskal-Wallis, para ello se ocupó el programa InfoStat. Los valores de diversidad para plantas e insectos fueron calculados con el índice de diversidad de Shannon-Wiener y comparados con la prueba t de Hutcheson, para estos análisis se utilizó el programa Past versión 3.14 (Hammer *et al.*, 2017).

## **Resultados y discusión**

### **Atributos de las comunidades vegetales**

De acuerdo con la prueba de Kruskal, la cantidad promedio de plantas entre comunidades vegetales fue la misma (maíz = 635, prom. = 31.7 E.E. =  $\pm 1.5$ ; lampote = 358,  $35.8 \pm 5.5$ ; zacate Johnson = 624,  $31.2 \pm 3.3$ ). En cuanto a la riqueza de especies se encontraron 21 en maíz, 20 en zacate Johnson y 19 en lampote. Los resultados de la comparación de los índices de diversidad sugieren diferencias significativas entre las comunidades vegetales,

siendo en el maíz el lugar donde se encontró una mayor diversidad y en lampote el menor valor del índice (Tabla 12).

**Tabla 12.** Comparación de los índices de diversidad (H') para las tres comunidades vegetales del agroecosistema de maíz.

Comunidad vegetal	H'	Comparación
Maíz	2.9	Maíz-Lampote $t_{(0.05) 476.1} = 28.9$ , $p < 0.0001$
Lampote	2.2	Lampote-Zacate Johnson $t_{(0.05) 728.1} = 22.0$ , $p < 0.0001$
Zacate Johnson	2.8	Maíz-Zacate Johnson $t_{(0.05) 967.6} = 4.4$ , $p < 0.0001$

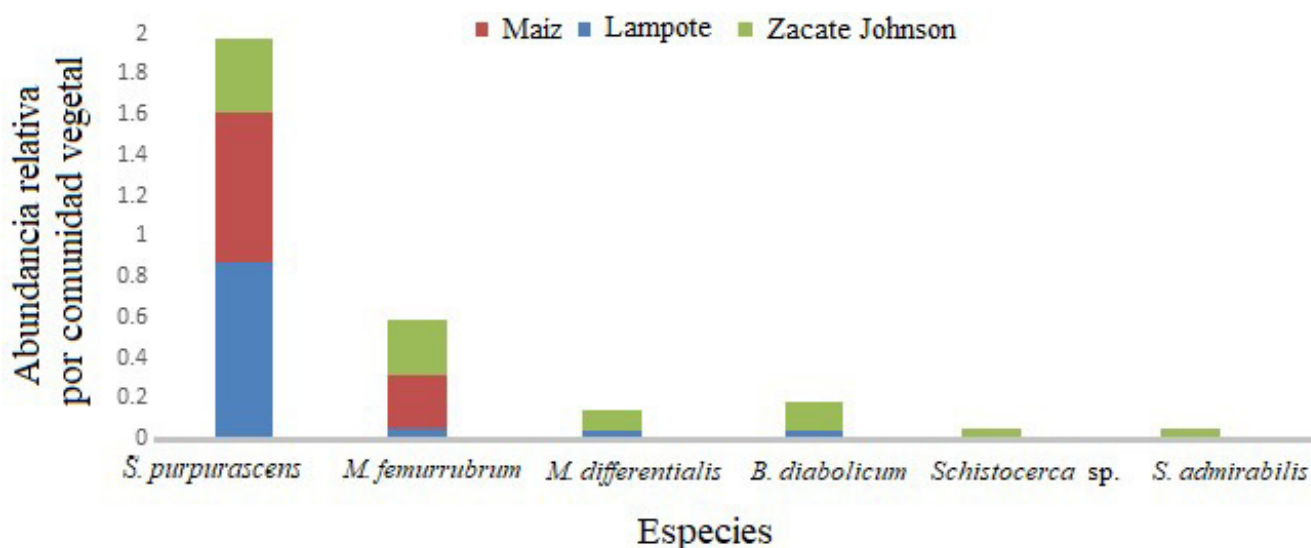
Las especies vegetales que abundaron en la comunidad del maíz fueron: pegaropa (*Setaria adhaerens* (Forssk.) Chiov.), aceitilla (*Bidens pilosa* L.) y amarga leche (*Parthenium hysterophorus* L.). En el caso de la comunidad de Lampote fueron: grama (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.), zacate Rhodes (*Chloris gayana* Kunth) y cadillo (*Bidens odorata* Cav.). Finalmente, en la comunidad de Zacate Johnson las especies abundantes fueron: pegaropa (*S. adhaerens*), zacate Johnson (*S. halepense*), hierba de pollo (*Tinantia erecta* (Jacq.) Schltld.) y verdolaga (*Portulaca oleraceae* L.).

### Riqueza y abundancia de chapulines.

En el presente trabajo se encontraron seis especies registradas en zacate Johnson, cinco en lampote y dos en maíz (Tabla 13), siendo la más abundante y común en el agroecosistema: *Sphenarium purpurascens* Charpentier, 1845 (Figura 24). Por otro lado, al comparar las abundancias entre las comunidades de acrididos la prueba de Kruskal-Wallis determinó que Lampote y zacate Johnson ( $n = 56$ , prom. = 5.09 E.E. =  $\pm 0.67$ ;  $n = 55$ , 5.00  $\pm$  0.88; respectivamente) tuvieron las mayores abundancias de chapulines en comparación con el maíz (24, 2.18  $\pm$  0.46).

**Tabla 13.** Listado de presencia (x)-ausencia (-) de especies de chapulines encontrados en tres comunidades vegetales de un agroecosistema de maíz.

Especies	Comunidades vegetales		
	Maíz	Lampote	Zacate Johnson
<i>Boopedon diabolicum</i> (Bruner, 1904)	-	x	x
<i>Melanoplus differentialis</i> (C.Thomas, 1865)	-	x	x
<i>Melanoplus femurrubrum</i> (De Geer, 1773)	x	x	x
<i>Sphenarium purpurascens</i> Charpentier, 1845	x	x	x
<i>Schistocerca conhi</i> .	-	-	x
<i>Syrbula admirabilis</i> (Uhler, 1864)	-	-	x



**Figura 24.** Comparación de la riqueza y abundancia relativa de chapulines de un agroecosistema.

De acuerdo con el resultado de la comparación de los índices de diversidad, zacate Johnson tuvo significativamente la mayor diversidad de chapulines, mientras que, este valor fue estadísticamente similar entre maíz y lampote (Tabla 14). En cuanto a los valores de equitatividad en maíz y zacate Johnson se obtuvieron resultados similares  $J' = 0.82$  y  $0.87$ , respectivamente y en Lampote fue de  $J' = 0.36$ .

**Tabla 14.** Comparación de los índices de diversidad ( $H'$ ) de especies de chapulines encontrados en tres comunidades vegetales del agroecosistema de maíz.

Comunidad vegetal	$H'$	Comparación
Maíz	0.57	Maíz-Lampote, $t_{(0.05) 77.5} = 0.36$ , $p = 0.71$
Lampote	0.51	Lampote-Zacate Johnson, $t_{(0.05) 728.1} = 6.46$ , $p < 0.0001$
Zacate Johnson	1.56	Maíz-Zacate Johnson, $t_{(0.05) 58.58} = 7.36$ , $p < 0.0001$

La abundancia y la riqueza de especies de chapulines fueron diferentes. Zacate Johnson tuvo las seis especies identificadas en este estudio, Lampote cuatro y maíz dos; así mismo, Zacate Johnson tuvo más cantidad de chapulines que las otras dos comunidades. Las comunidades vegetales mostraron diferencias significativas en cuanto a la diversidad, pero no se encontraron estas diferencias en la abundancia ni en la riqueza de especies, por lo que en cada una de las comunidades hubo una composición distinta de especies a pesar de encontrarse dentro del mismo agroecosistema. Esta heterogeneidad vegetal puede estar asociada a factores de manejo. Puesto que se ha visto que la presencia de plantas dominantes dentro de una parcela, es una respuesta al historial de manejo, sobre todo lo relacionado con la aplicación de herbicidas y el efecto residual (Blanco y Leyva, 2010), las formas en la que estas especies son capaces de responder pueden ser variadas, por ejemplo *Sorghum halepense* ha sido reconocida como una especie alelopática (Tucuch-Cauich *et al.*, 2013), pero en este estudio la comunidad en donde dominó tuvo un nivel intermedio en diversidad vegetal.

La diversidad y la composición de las comunidades vegetales del agroecosistema, influyó sobre la presencia de los chapulines. La mayor abundancia y riqueza de especies se encontró en las comunidades de Zacate Johnson y lampote, mientras que en maíz sólo se registraron dos especies, estos niveles pueden explicarse por la presencia de plantas como *B. pilosa*, *B. odorata*, *C. dactylon*, *C. gayana*, *S. halepense* y *T. tubaeformis* comunes en Zacate Johnson y Lampote y que están reportadas como alimento de preferencia para los acrididos (Gutiérrez *et al.*, 2006). Estos elementos de composición de la vegetación pueden estar influyendo en la selección del hábitat y de ello dependen la riqueza, abundancia y diversidad de chapulines. En este caso los acrididos prefieren aquellos lugares con vegetación abierta, es decir, que las plantas no se traslapen unas con otras (Castellanos-Vargas *et al.*, 2015). Esto explica por qué hubo un mayor número de especies recolectadas en la comunidad de Zacate

Johnson y Lampote, ya que su vegetación no se solapaba generando un microclima adecuado para estos insectos, a comparación de maíz que su vegetación se solapaba, al tener plantas con follaje extendido y de gran tamaño. Además de lo mencionado, un gran porcentaje de las plantas encontradas en Zacate Johnson y Lampote correspondieron a gramíneas (32% y 29%, respectivamente). En el caso de maíz las dos especies acridoideas que fueron reportadas en este trabajo (*S. purpurascens* y *M. femurrubrum*) son los chapulines más comunes en las parcelas de maíz (Cerritos y Cano-Santana, 2008), su preferencia por esta gramínea puede deberse a las propiedades físico-químicas de la planta, como ha sido evaluado para otras especies vegetales del grupo como *B. gracilis*, donde la palatabilidad, el contenido de agua y nutrientes influyen sobre la selección de las plantas (Hoffman *et al.*, 2019).

## Conclusión

La prueba de Kruskal no mostró diferencias significativas en la cantidad promedio de plantas entre las comunidades vegetales de maíz, lampote y zacate Johnson. Esto sugiere que, en promedio, el número de plantas por comunidad no varía de manera significativa. Sin embargo, a pesar de la cantidad similar de plantas entre las comunidades, se observan diferencias en la riqueza de especies. La comunidad de maíz tiene la mayor riqueza de especies con 21, seguida de Zacate Johnson con 20 y Lampote con 19. Esto indica que hay una mayor variedad de especies presentes en la comunidad de maíz.

Los resultados de la comparación de los índices de diversidad respaldan las diferencias significativas entre las comunidades vegetales. El maíz muestra el valor más alto de diversidad, lo que sugiere una mayor variedad y equidad en la distribución de especies en comparación con lampote, que muestra el menor valor del índice. Esto indica que la comunidad de maíz es más diversa en términos de especies presentes.

En cuanto a las especies vegetales abundantes en cada comunidad, se observa que el maíz está dominado por especies como pegaropa, aceitilla y amarga leche. En lampote, las especies dominantes son grama, zacate Rhodes y cadillo. Mientras que, en zacate Johnson, las especies abundantes son pegaropa, zacate Johnson, hierba de pollo y verdolaga. Estas diferencias en las especies dominantes también respaldan la idea de variabilidad entre las comunidades vegetales.

En resumen, aunque la cantidad promedio de plantas es similar entre las comunidades, existen diferencias en la riqueza de especies y en los índices de diversidad. La comunidad de maíz muestra la mayor diversidad y una variedad de especies dominantes diferentes a las encontradas en lampote y zacate Johnson. Estos hallazgos resaltan la importancia de considerar la diversidad de especies y la composición de la comunidad vegetal al estudiar ecosistemas y sus interacciones.

La composición de las comunidades vegetales en el agroecosistema influye en la presencia y abundancia de los chapulines. Se encontró que las comunidades de zacate Johnson y lampote tienen una mayor abundancia y riqueza de especies de chapulines en comparación con la comunidad de maíz. Esto puede explicarse por la presencia de ciertas plantas, como *B. pilosa*, *B. odorata*, *C. dactylon*, *C. gayana*, *S. halepense* y *T. tubaeformis*, que son comunes en zacate Johnson y lampote y que en base a nuestras observaciones son reportadas como alimento preferido por los chapulines.

La diversidad vegetal en las comunidades de Zacate Johnson y Lampote, donde se encontraron una mayor cantidad de especies de gramíneas, proporciona un hábitat adecuado para los chapulines. Estas comunidades presentan una vegetación abierta, sin solapamiento entre plantas, lo cual favorece la presencia de los insectos. En contraste, la comunidad de maíz, con plantas de follaje extendido y mayor solapamiento, no brinda un microclima propicio para los chapulines.

A pesar de que la diversidad vegetal mostró diferencias significativas entre las comunidades, no se encontraron diferencias en la abundancia y riqueza de especies de chapulines. Esto sugiere que cada comunidad tiene una composición distinta de especies de chapulines, a pesar de encontrarse dentro del mismo agroecosistema. Estas diferencias pueden estar asociadas a factores de manejo, como la aplicación de herbicidas y su efecto residual, que pueden influir en la presencia y preferencia de las especies de chapulines.

Es importante destacar que las especies de chapulines más comunes en las parcelas de maíz son *S. purpurascens* y *M. femurrubrum*. Estas especies muestran preferencia por el maíz, posiblemente debido a las propiedades fisicoquímicas de la planta, como la palatabilidad, el contenido de agua y nutrientes.

En síntesis, la presencia, abundancia y diversidad de chapulines en el agroecosistema están influenciadas por la composición de las comunidades vegetales. Las comunidades de



zacate Johnson y lampote, con una mayor diversidad vegetal y presencia de plantas preferidas por los chapulines, exhibieron una mayor abundancia y riqueza de especies de chapulines en comparación con la comunidad de maíz. Estos hallazgos resaltan la importancia de considerar la interacción entre la vegetación y los insectos en el estudio y manejo de los agroecosistemas.

## **CAPÍTULO V**

Diversidad taxonómica y funcional de artrópodos del paisaje agrícola de El Copal, Irapuato, Guanajuato

## **Diversidad taxonómica y funcional de insectos del paisaje agrícola de El Copal, Irapuato, Guanajuato.**

### **Introducción**

La complejidad y estabilidad de sistemas agrícolas, de manera semejante a los sistemas naturales, se basa en una diversidad de elementos relacionados (materia, energía, organismos, etc.) que interactúan entre sí, la gestión sustentable de sitios agrícolas depende de prácticas que mantengan y/o aumenten la interacción armónica de dichos elementos (Sans, 2007), sin embargo, prácticas agrícolas intensivas sobreexplotan sitios y sus recursos, alterando el sistema y rompiendo los límites de sustentabilidad (Steffen *et al.*, 2015), por eso es importante que ecólogos, agrónomos y personas relacionados con el campo y el ambiente se interesen en el estudio de la diversidad para proponer interacciones positivas, sobre todo aquellas entre diversidad de organismos y servicios del ecosistema (Finney y Kaye, 2017; Landis, 2017). Se sabe que la diversidad de organismos contribuye con mejoras en servicios ecológicos, por ejemplo, en la regulación de plagas (Valdes, 2016); un caso conocido es el de plantas arvenses que ofrecen un amplio espectro de funciones ecológicas y agronómicas (Alonso-Amaro *et al.*, 2019) como servir de reservorio de insectos polinizadores y enemigos naturales de plagas como depredadores y parasitoides (Ahmad y Pathanja, 2017). Trabajar en la conservación de la diversidad asegura efectos promotores de control biológico, es decir, las poblaciones de insectos benéficos serán recíprocas al grado de conservación o manejo agrícola del entorno (Begg *et al.*, 2017; Thurman *et al.*, 2017). Un método para estimar la composición de artrópodos es clasificarlos en gremios que representen su rasgo o atributo funcional (Casanoves *et al.*, 2011; Cardoso *et al.*, 2011; Gravel *et al.*, 2016; Wong *et al.*, 2019), que asociado a índices de diversidad taxonómica funcionan como herramientas de monitoreo del estado de conservación y funciones ecológicas que un sistema está desempeñando (Córdova Tapia y Zambrano, 2015). En este estudio se comparan sitios con vegetación contrastante contra diversidad funcional en este caso gremios alimentarios de insectos y diversidad de familias taxonómicas de los artrópodos ahí recolectados.

## **Materiales y métodos**

### **Recolecta en campo**

Para obtener valores de la diversidad de insectos se llevaron a cabo recolectas mediante una red entomológica, con trampas de caída y trampas amarillas. La red entomológica consistió en un mango de 100 cm con un aro de 48 cm de diámetro y red de tela de manta de 80 cm de profundidad. La toma de muestra con la red entomológica se realizó sobre plantas de *Condea albida* (Kunth) Harley & J.F.B. Pastore (Lamiaceae) ondeando la red 10 veces sobre la planta. El contenido atrapado en la red se vació en botes de polietileno (PET) de 1 L y luego a bolsas de plástico y se les colocó una etiqueta con datos de recolecta: lugar, hospedero, número de repetición, fecha y colector y se transportaron al laboratorio para su tratamiento. Se realizó esta acción durante fechas diferentes (27/III/2019; 29/III/2019; 1/IV/2019; 3/IV/2019; 6/IV/2019; 9/IV/2019; 11/IV/2019; 15/IV/2019; 20/IV/2019; 30/IV/2019; 30-V/2019) en cada fecha la operación se repitió cinco veces, cada repetición en una planta de *Condea albida* diferente.

Adicional a lo anterior, en otras regiones del paisaje agrícola (por fisionomía vegetal denominadas: sitios de cañahuate, matorral espinoso, franja ribereña y cultivo de maíz) se realizaron recolectas de artrópodos mediante la colocación de trampas de caída que consistieron en un vaso de polipropileno (PP) de 250 ml con perforaciones de 1 cm de diámetro a 1 cm del borde externo, las perforaciones se cubrieron con tela fina a manera de filtro. La parte más ancha del vaso se empalmó en un tubo de policloruro de vinilo (PCV) de 10 cm de diámetro y 15 de largo enterrado a nivel del suelo. Dentro del vaso se vertió una solución jabonosa con etilenglicol diluido en agua 1:3. Se protegió con un cuadro de madera contrachapada de 20 cm X 20 cm X 0.4 cm que se sujetó con cuatro estacas de alambre de 15 cm de largo y 0.4 cm de espesor que se enterraron al suelo (Figura 25). La trampa amarilla consistió en platos de polipropileno color amarillo, de 22 cm de diámetro, con perforaciones cerca del borde que se cubrieron con tela fina, además de perforaciones en el borde sin cubrir para colocar estacas de alambre de 15 cm de largo y 0.4 cm de espesor que sujetaron el plato al suelo (Figura 25), en el plato se colocó una solución jabonosa con etilenglicol diluido con agua 1:3. Después de 24 horas de instalar las trampas su contenido se filtró con una tela de organza para separar los organismos capturados de la solución de etilenglicol.



**Figura 25.** Instalación de trampa de caída con tapa y trampa amarilla.

Los organismos separados se colocaron en viales de plástico opaco de polietileno de alta densidad (HDPE) con tapa de rosca con empaque y se añadió etanol al 70% hasta cubrir la muestra, cada vial se etiquetó con datos de recolecta: lugar, hospedero, número de trampa, fecha y colector y se transportaron al laboratorio para su tratamiento. Esta operación se repitió seis veces en el sitio de cazahuates cada una con cinco repeticiones, cada repetición se colocó a veinte metros de separación, las fechas de recolecta en el sitio de cazahuate fueron el 23/VI/2019, 24/VII/2019, 7/VIII/2019, 31/VIII/2019, 11/IX/2019 y 4/X/2019. En el matorral espinoso se realizaron siete recolectas cada una con cinco replicas colocadas a veinte metros de separación durante las siguientes fechas: 7/VI/2019, 22/VI/2019, 24/VII/2019, 9/VIII/2019, 22/VIII/2019, 11/IX/2019 y 4/X/2019. El mismo método se empleó en la franja ribereña, ahí se realizaron siete recolectas que corresponden a las fechas del 26/VI/2019, 20/VII/2019, 7/VIII/2019, 20/VIII/2019, 31/VIII/2019, 17/IX/2019 y 4/X/2019. En un cultivo de maíz blanco híbrido N6777 marca NOVASEM con riego de temporal se realizaron recolectas empleando una red entomológica que consistió en un mango de 100 cm con un aro de 48 cm de diámetro y red de tela de manta de 80 cm de profundidad. La toma de muestra con la red entomológica se realizó en plantas de maíz ondeando la red 10 veces en el cultivo.

El contenido atrapado en la red se vació en botes de polietileno (PET) de 1 L y luego a bolsas de plástico y se les colocó una etiqueta con datos de recolecta: lugar, hospedero, número de repetición, fecha y colector y se transportaron al laboratorio para su tratamiento. En el cultivo también se colocaron trampas amarillas y de caída, las trampas se colocaron de acuerdo con la estructura vegetal del cultivo (una superficie de maíz sin otro tipo de vegetación, otra de maíz con zacate y otra de maíz con mezcla de arvenses) durante las fechas del 30/VIII/2019, 17/IX/2019, 20/IX/2019, 24/IX/2019, 4/X/2019, 20/X/2019, 16/X/2019, 23/X/2019, 30/X/2019, 27/XI/2019 y 4/XII/2019, cada recolecta en cada sitio con tres replicas cada una. Las trampas tuvieron 10 metros de separación alejadas lo más posible del borde del cultivo y dentro de las superficies de estructura vegetal contrastante mencionadas.

Con los datos obtenidos a partir de las recolectas e identificación de artrópodos se construyeron curvas de acumulación de especies. Las curvas de acumulación de especies representan la relación entre el número de organismos muestreados y el número total de especies encontradas en el área de estudio

### **Trabajo de laboratorio**

Los insectos y otros artrópodos de las muestras fueron llevados al laboratorio de entomología de la Universidad de Guanajuato, donde fueron identificados a nivel de familia utilizando guías de identificación de Borror y White (1970) y Triplehorn *et al.*, (2005). Para los arácnidos, se utilizaron la guía de Wegner (2011) y la guía de Melic *et al.*, (2015) y se realizó un compilado de imágenes de especies de arañas reportadas en el estado de Guanajuato (Apéndice I). En el caso de los colémbolos, se empleó el trabajo de Palacios-Vargas (1983) para su identificación. Es importante destacar que se optó por identificar los organismos a nivel de familia debido a la amplia diversidad taxonómica capturada en las trampas y la dificultad de llegar al nivel de especie para ciertos grupos, como coleópteros, himenópteros, dípteros, psocópteros, tisanópteros, arácnidos o colémbolos. Esta decisión se basó en la necesidad de realizar una identificación rápida y efectiva de los organismos, asegurando así una caracterización adecuada de la diversidad taxonómica de acuerdo con el objetivo del estudio. La identificación consistió en la observación de los organismos empleando un estereoscopio, algunos organismos interesantes por su rareza o taxonomía fueron montados empleando alfileres entomológicos del número 2 o 3, una vez montados, a cada ejemplar se le colocó una etiqueta con datos de colecta (lugar, hospedero, fecha y

colector) y determinación taxonómica (familia, género y de ser posible especie). Los organismos no montados se colocaron en viales de plástico opaco o transparentes de polietileno de alta densidad (HDPE) con tapa de rosca de volúmenes de 20 y 40 ml.

La categorización funcional se basó en la asignación de los organismos a diferentes gremios, los cuales representan grupos de especies con características similares en términos de su función ecológica. La asignación de los gremios se realizó considerando hábitos alimentarios y su interacción con el entorno. Para los insectos y artrópodos, se siguieron las clasificaciones propuestas por Wong, Guénard y Lewis (2019) quienes han desarrollado enfoques de categorización funcional ampliamente utilizado en estudios de diversidad y ecología de comunidades. Además, se consultaron otras referencias relevantes en el campo, como Petchey, Gorman y Flynn (2009) y Ghiglione *et al.* (2021) para asegurar una categorización precisa y actualizada. Los gremios que se consideraron en la clasificación fueron: descomponedores (en este gremio se incluyen a los detritívoros, removedores de estiércol y carroñeros), herbívoros, depredadores, chupadores de savia, parasitoides, nectarívoros, omnívoros, xilófagos y mixtos (múltiples rasgos). En el caso de que los organismos tengan metamorfosis holometábola se consideraron gremios juveniles o inmaduros en las siguientes categorías: dependientes de la colonia, descomponedores (incluyendo detritívoros, removedores de estiércol y carroñeros), herbívoros, cleptoparásitos, omnívoros, parasitoides, predadores, chupadores de savia, xilófagos y mixtos (múltiples rasgos)

### **Análisis de datos**

La información de las recolectas de artrópodos se registró en una base de datos empleando el paquete informático Excel 2007, los datos se acomodaron en columnas en el siguiente orden: fecha de recolecta, lugar de recolecta, método de muestreo, número de muestra, datos taxonómicos de orden, clase y familia, de ser posible género y especie, estadio en el que se recolectó el organismo (juvenil o adulto, en caso de que se aplique), cantidad de individuos y rasgo funcional, cada observación se acomodó en filas. Los datos obtenidos se analizaron en paquetes informáticos EstimateS Win910 (Chao *et al.*, 2005) y Rstudio v. 1.1.456 (TeamR, 2013). En EstimateS se realizaron curvas de acumulación de especies, empleando el paquete informático PAST (Hammer, Harper y Ryan, 2001) se calcularon

índices de riqueza y biodiversidad, análisis estadísticos paramétricos y no paramétricos y se realizaron comparaciones entre los sitios estudiados, entre los tipos de trampa y método de muestreo, abundancias de familias de artrópodos, análisis de componentes principales empleando las variables de rasgos funcionales y agrupamiento por similitud (índice Morisita) empleando valores de rasgos funcionales y taxonómicos.

Tambiéne realizó una prueba empleando el valor H ( $\chi^2$ ) un estadístico de prueba calculado en la prueba de Kruskal -Wallis. Este valor se basa en la suma de los rangos obtenido en cada grupo y se compara con una distribución de referencia para determinar si hay diferencias significativas en las medianas entre los grupos. En general, un valor de H más alto indica una mayor evidencia en contra de la hipótesis nula de igualdad de medianas. El valor Hc (corregido por empate) es una versión corregida del estadístico H que tiene en cuenta empates en los datos. Los empates ocurren cuando hay observaciones repetidas o cuando las observaciones de diferentes grupos tienen el mismo rango. Esta corrección ajusta el valor de H para tener en cuenta los empates y proporciona una estimación más precisa de la significancia estadística. En cuanto a la interpretación de estos valores, se comparan con una distribución de referencia (generalmente  $\chi^2$ ) para obtener un p-valor. El p-valor indica la probabilidad de obtener los resultados observados si la hipótesis nula de igualdad de medianas entre los grupos fuera cierta. Si el p-valor es menor que el nivel de significancia predefinido (por ejemplo 0.05), se rechaza la hipótesis nula y se concluye que hay diferencias significativas en las medianas de los grupos. Por el contrario, si el p-valor es mayor que el nivel de significancia, no se rechaza la hipótesis nula y se concluye que no hay diferencia evidencia para afirmar que las medianas difieren significativamente entre los grupos.

## **Resultados y discusión**

En el estudio realizado en cinco regiones del pasaje agrícola, se llevó a cabo la recolección e identificación de un total de 8,963 insectos y otros artrópodos. Los sitios analizados fueron: *Condea albida*, sitio caahuate, sitio franja ribereña, sitio matorral espinoso y cultivo de maíz (Tabla 15). Los métodos de recolección utilizados en cada sitio fueron los siguientes: en *Condea albida* se utilizó una red de golpe, en caahuate se emplearon trampas de caída y trampas amarillas, en matorral espinoso se utilizaron trampas



de caída y trampas amarillas, en franja ribereña se emplearon trampas de caída y trampas amarillas, y en el cultivo de maíz se utilizó red de golpe y trampas de caída y amarillas.

**Tabla 15.** Sitios de muestreo, técnica de recoleta correspondiente y cantidad de organismos registrados.

<b>Sitios</b>	<b>Cantidad de organismos</b>	<b>Método de recolecta</b>
<i>Condea albida</i>	944	Red de golpe.
<b>Cazahuate</b>	2,591	Trampas de caída y amarilla.
<b>Matorral espinoso</b>	508	Trampas de caída y amarilla.
<b>Franja ribereña</b>	2,758	Trampas de caída y amarilla.
<b>Cultivo de maíz</b>	2,162	Red de golpe y trampas de caída y amarilla.

Las familias de artrópodos que fueron más abundantes en los cinco sitios fueron Formicidae, Cicadellidae, Chrysomelidae, Braconidae, Acrididae, Staphylinidae, Gryllidae, y Psyllidae de la clase Insecta. Agelenidae, Pisauridae y Thomisidae de la clase Arachnida e Hypogastruridae de la clase Entognata.

En *Condea albida* se encontraron principalmente artrópodos de las familias Apidae, Chrysomelidae, Dermestidae y Psyllidae de la clase Insecta y Thomisidae de la clase Arachnida. En el sitio cazahuate las familias más representativas fueron Cicadellidae, Formicidae, Chrysomelidae, y Acrididae de la clase Insecta y Entomobryidae e Hypogastruridae de la clase Entognatha. En el sitio de franja ribereña las familias más abundantes fueron Entomobryidae de la clase Entognatha, Formicidae, Muscidae, Chrysomelidae y Staphylinidae de la clase Insecta y Armadillidae de la clase Malacostrata. En el sitio matorral espinoso destacaron las familias Acrididae, Cicadellidae, Dolichopodidae, Formicidae y Muscidae de la clase Insecta y Araneidae de la clase Arachnida. En el cultivo de maíz las familias predominantes fueron Cicadellidae, Formicidae, Chrysomelidae y Gryllidae de la clase Insecta, Armadillidae y Oniscidae de la clase Malacostrata y Sminthuridae e Hypogastruridae de la clase Entognatha.

La realización de la prueba de  $\chi^2$  de Pearson para analizar la distribución de familias de artrópodos entre los sitios de estudio reveló resultados interesantes (Tabla 16). Se encontró una distribución diferencial de familias de artrópodos entre los diferentes sitios estudiados. Este resultado sugiere que las condiciones ambientales y los factores específicos de cada sitio pueden influir en la composición y diversidad de las familias de artrópodos presentes. Por ejemplo, entre sistemas de estudio se mostró una distribución significativamente diferente en comparación con los demás sitios, con un valor de  $\chi^2$  de 1251.7 y un valor de  $p$  extremadamente bajo ( $p < 0.000001$ ). Esto indica que la composición de familias de artrópodos entre sitios difiere notablemente.

**Tabla 16.** Prueba  $\chi^2$  de Pearson entre familias/cantidad de organismos y sitios estudiados.

Sitios	$\chi^2$	$p$ -value
<i>Condea albida</i>	416.61	0.965
Sitio de cacahuete ( <i>Ipomoea murucoides</i> )	77.343	0.3013
Cultivo de maíz	833.41	1
Entre sistemas vegetales	1251.7	0.000001

Sin embargo, es importante destacar que no se encontraron diferencias significativas en cuanto a la cantidad de organismos por familia dentro de los sitios estudiados. Esto sugiere que, aunque la distribución de familias dentro de artrópodos puede variar entre los sitios, la abundancia relativa de organismos por familia se mantiene relativamente constante dentro de cada sitio. Por ejemplo, en el sitio “cultivo de maíz” se obtuvo un valor de  $\chi^2$  de 833.41 y un valor de  $p$  de 1, lo que indica que no hay diferencias significativas en la cantidad de organismos por familia en este sitio en particular.

Estos resultados respaldan la idea de que la distribución de las familias de artrópodos está influenciada por factores ambientales y las características específicas de cada sitio, como la vegetación, la disponibilidad de recursos y las interacciones ecológicas. Aunque no se observaron diferencias significativas en la cantidad de organismos por familia dentro de los sitios, es importante tener en cuenta que estas conclusiones se basan en datos analizados hasta el momento y podrían ser diferentes si se incluyen más observaciones o variables adicionales.

**Diversidad taxonómica y funcional de insectos en plantas de *Condea albida* (Kunth)  
Harley & J.F.B. Pastore**

Los resultados obtenidos de la recolecta con red de golpe en plantas de *Condea albida* reflejaron una diversidad taxonómica de 65 taxones diferentes, abarcando diferentes órdenes y familias. Entre los taxones más abundantes, se encontraron especies de las familias Araneae (152 individuos), Díptera (110 individuos) y Dermestidae (104 individuos). Estos grupos representan una parte significativa de la comunidad de artrópodos recolectados en el estudio (Tabla 17).

Otras especies relevantes en términos de abundancia fueron *Apis* spp. (69 individuos) y Paratrechina (Formicidae) (68 individuos). Estos resultados indican la presencia de abejas y hormigas, respectivamente, que desempeñan roles importantes en la polinización y en la dinámica de los ecosistemas agrícolas.

Además, se identificaron varios grupos de insectos fitófagos, como Cicadellidae (59 individuos), Miridae (50 individuos) y *Phyllotreta undulata* (Kutschera, 1860) (32 individuos). Estos resultados sugieren la presencia de herbívoros que podrían tener impactos en los cultivos y requerirían una atención adecuada en el manejo agrícola. Sin embargo, es importante destacar la presencia de depredadores y parasitoides como Braconidae (11 individuos) y Chalcididae (6 individuos), que desempeñan un papel protagónico en el control biológico de plagas. Estos organismos son benéficos para los sistemas agrícolas, ya que ayudan a regular las poblaciones de insectos perjudiciales.

En cuanto a la diversidad funcional, se observaron grupos funcionales como depredadores, representados por la familia Reduviidae (6 individuos). También se encontraron polinizadores como *Apis* . y Megachilidae (5 individuos), que desempeñan un papel fundamental en la reproducción de plantas.

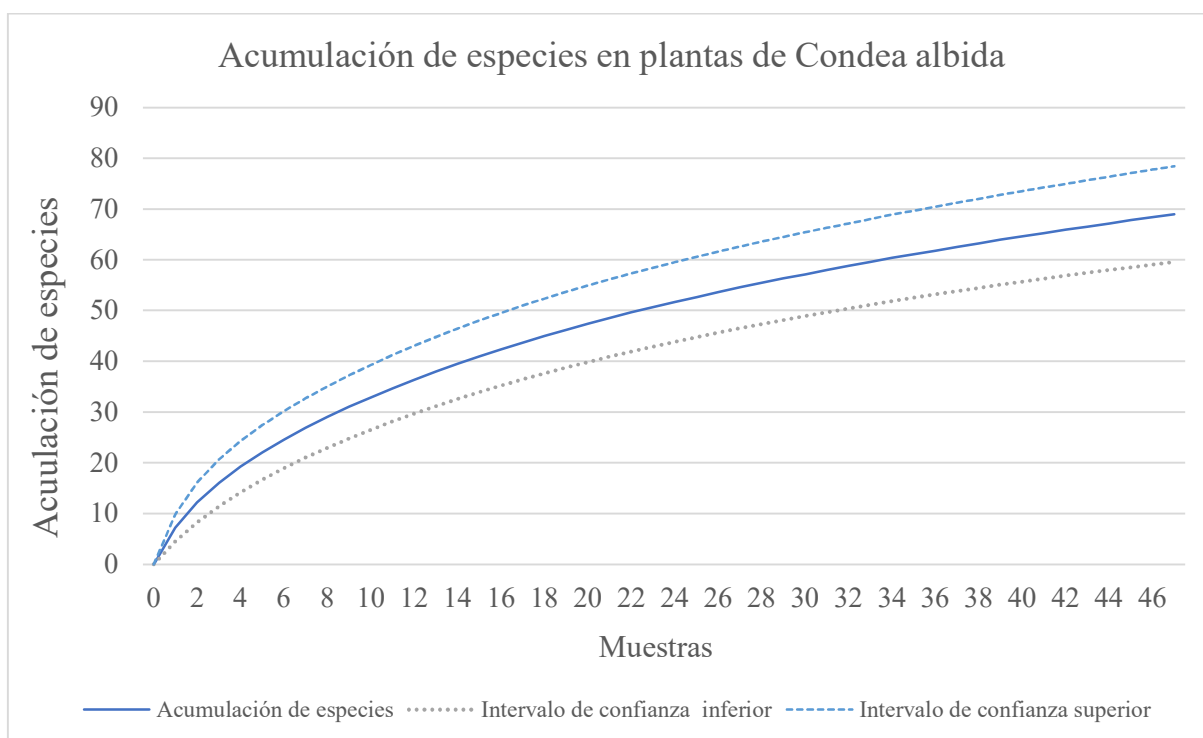
**Tabla 17.** Artrópodos identificados en plantas de *Condea albida*.

<b>Orden</b>	<b>Familia o Especie</b>	<b>Cantidad</b>
Araneae	Araneae	152
	Muscidae	110
Diptera	Agromyzidae	6
	Anthomyiidae	1
Coleoptera	Demestidae	104

	<i>Phyllotreta undulata</i> (Kutschera, 1860)	32
	Alticinae (Chrisomelidae)	14
	Curculionidae	4
	Chrysomelidae	1
	Cleridae	1
	Bupestriidae	1
Hymenoptera	<i>Apis</i> spp.	69
	Paratrechina (Formicidae)	68
	Braconidae	11
	Eupelmidae	7
	Encyrtidae	6
	Chalcididae	6
	Agapostemon (Halticidae)	69
	Megachilidae	5
	Halictidae	4
	Formicidae	1
Hemiptera	Cicadellidae	59
	Miridae	50
	Ninfa Hemiptera	36
	Psyllidae	27
	Coreidae	8
	Reduviidae	6
	<i>Jalysus wichhami</i> (Berýtidae)	5
	Pentatomidae	5
	<i>Graphocephala versuta</i> (Cicadellidae) (Say 1830)	3
	Lygaeidae	2
Coccidae	2	
Membracidae	1	
Lepidoptera	Gelechiidae	13
Orthoptera	Ninfa Tettigonidae	5
	Ninfa Gryllidae	1
Thysanoptera	Thripidae	44
Psocoptera	Psocidae	5

Con los datos recabados a partir del trabajo de recolecta e identificación de organismos se realizó una curva de acumulación de especies. Al graficar estos datos, se observó un patrón de acumulación gradual de especies a medida que se incrementaba el

número de individuos muestreados. A razón de ir agregando más muestras, la curva mostraba un aumento en su pendiente, indicando que aún existen especies por descubrir en el área. Esta curva de acumulación de especies sugiere que la diversidad taxonómica presente en el ecosistema estudiado es considerable, con una amplia variedad de familias y géneros representados (Figura 26). Estos resultados respaldan la importancia de realizar estudios exhaustivos y detallados para comprender y conservar la diversidad biológica en el área de estudio. El resumen de los índices de diversidad de artrópodos en plantas de *Condea albida* capturados mediante red de golpe se resume en la Tabla 18.



**Figura 26.** Curva de acumulación de especies de artrópodos capturadas mediante red de golpe en plantas de *Condea albida*.

**Tabla 18.** Valores de índices de biodiversidad calculados a partir de los datos de recolectas mediante red de golpe en plantas de *Condea albida*.

Índice	Valor calculado
<b>H (Shannon)</b>	3.08363219
<b>D (Simpson)</b>	0.9253442

Los índices de biodiversidad en plantas de *Condea albida* reflejan amplia diversidad y estructura de la comunidad de artrópodos en estas plantas. Cabe destacar que estas plantas se eligieron por poseer inflorescencias llamativas para insectos polinizadores y desarrollan su estructura floral en temporadas en las que el resto de las plantas contiguas permanecen en dormancia o no se ha regenerado la vegetación anual característica de la temporada de precipitación (verano) en la región. El índice de diversidad de Shannon (H) calculado fue de 3.08363219, lo que indica una alta riqueza y equitatividad de especies en el área de estudio. Este resultado sugiere que existe una variedad significativa de especies presentes en el ecosistema, lo que contribuye a un equilibrio y estabilidad en la comunidad de artrópodos. El índice de Simpson (D), con un valor de 0.925344195, proporciona información adicional sobre la dominancia de especies en la comunidad. Un valor cercano a 1 en el índice de Simpson indica una mayor dominancia de algunas especies sobre otras. En este caso, el valor obtenido sugiere que algunas especies pueden ser más abundantes o tener una mayor influencia en la estructura de la comunidad de artrópodos en plantas de *Condea albida*. El índice de biodiversidad de Margalef (D-Margalef), con un valor de 10.21878989, refleja la riqueza de especies en relación con el tamaño de la comunidad. Un valor alto en este índice indica una mayor diversidad en términos de especies presentes en el ecosistema estudiado. En este caso, el valor obtenido indica que las plantas de *Condea albida* albergan una cantidad significativa de especies, lo que contribuye a la riqueza general de la comunidad de artrópodos del paisaje agrícola.

Investigaciones previas en plantas de áreas urbanas han demostrado relaciones consistentes de diversidad de artrópodos, biodiversidad en general y servicios del ecosistema. Por ejemplo, un estudio realizado por Schwarz *et al.* (2017) en áreas urbanas en Estados Unidos encontró una alta diversidad de insectos benéficos, como parasitoides y depredadores, que desempeñaban un papel clave en el control de plagas. Esta relación entre la diversidad funcional y la regulación de plagas también se ha observado en otros estudios (Cadotte, Carscadden y Mirotnick, 2011; Shen *et al.*, 2016), lo que sugiere que la conservación y promoción de los artrópodos benéficos que encuentren refugio específico en

plantas de características notables como floración desfazada del resto de plantas del paisaje, puede ser una estrategia efectiva en el manejo integrado de plagas.

Otro aspecto importante de la diversidad funcional encontrada en plantas de *Condea albida* es el papel de los polinizadores. Estudios han demostrado que la presencia de una diversidad de polinizadores, como abejas, abejorros y otros insectos, está asociada con un aumento en la productividad de los cultivos (Garibaldi *et al.*, 2013; Kennedy *et al.*, 2013). Además, la preservación de hábitats naturales en el paisaje agrícola, como setos o áreas con vegetación nativa, puede fomentar la diversidad de polinizadores y mejorar los servicios de polinización en la agricultura (Kremen *et al.*, 2007; Ricketts *et al.*, 2008).

Es importante mencionar que la diversidad taxonómica y funcional de los artrópodos en paisajes agrícolas puede variar según la ubicación geográfica, el tipo de cultivo y las prácticas agrícolas utilizadas. Por ejemplo, un estudio realizado por Bao (2022) en campos de cultivo de arroz en Uruguay encontró una alta diversidad de artrópodos acuáticos, como insectos acuáticos y arañas, debido a las características específicas de este tipo de cultivo.

En cuanto a la diversidad funcional, es importante considerar la interacción entre los diferentes grupos de artrópodos y su influencia en los servicios ecosistémicos. Estudios han demostrado que una mayor diversidad funcional de artrópodos, incluyendo herbívoros, polinizadores y depredadores, puede aumentar la estabilidad de los servicios de los ecosistemas y promover la resiliencia frente a perturbaciones (Isbell *et al.*, 2011; Letourneau *et al.*, 2011).

En resumen, la diversidad taxonómica y funcional de los artrópodos en *Condea albida* es un tema de investigación relevante y ampliamente estudiado. Nuestros resultados concuerdan con hallazgos anteriores que destacan la importancia de conservar y promover la diversidad de artrópodos benéficos, así como la relevancia de los polinizadores en la productividad de los cultivos. Estos estudios proporcionan una base sólida para el desarrollo de estudios funcionales de artrópodos, su relación con la biodiversidad de plantas y como repercuten en el mejoramiento de los servicios del ecosistema como la regulación de plagas, la polinización y por consiguiente, el mejoramiento del rendimiento de los cultivos.

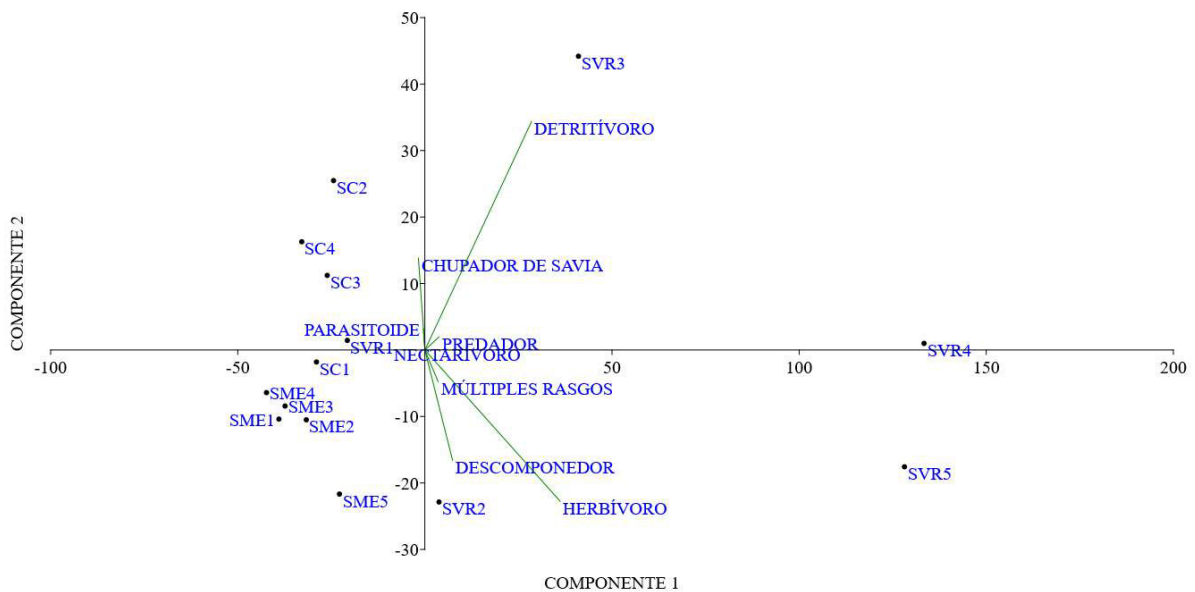
### **Diversidad taxonómica y funcional de insectos en tres sitios del paisaje agrícola: sitio de cacahuates, sitio matorral espinoso y sitio de franja ribereña (vegetación riparia).**

El objetivo de esta sección del estudio fue comparar y analizar los rasgos funcionales de juveniles (inmaduros) y adultos de artrópodos capturados en trampas amarillas y trampas de caída en tres ubicaciones diferentes dentro de un paisaje agrícola. Para lograr esto, se utilizaron análisis de componentes principales y se aplicó el índice Morisita para evaluar la similitud entre los grupos de rasgos identificados. Los resultados obtenidos revelaron los siguientes hallazgos.

### **Diversidad funcional de insectos adultos y otros artrópodos en tres sitios del paisaje agrícola recolectados en trampas amarillas.**

Se observó que los rasgos funcionales de adultos del sitio matorral espinoso y del sitio cacahuete presentaron mejor agrupación en comparación con el sitio de vegetación de ribera. Específicamente, el rasgo detritívoro y herbívoro tuvieron una mayor representación en trampas 3, 4 y 5 del sitio vegetación riparia (Figura 27). Esta información sugiere que los artrópodos presentes en los sitios matorral espinoso y cacahuete comparten características funcionales semejantes. Por otro lado, el sitio de vegetación riparia muestra una mejor representación con los rasgos detritívoro y herbívoro indicando ambos como posibles diferencias en las interacciones ecológicas en este ambiente. El análisis de componentes principales de los rasgos de artrópodos recolectados en las trampas amarillas proporciona una visión comparativa de la diversidad funcional en diferentes sitios del paisaje agrícola. Estos resultados destacan la importancia de considerar los rasgos funcionales al analizar y comprender la estructura de las comunidades en estos entornos.

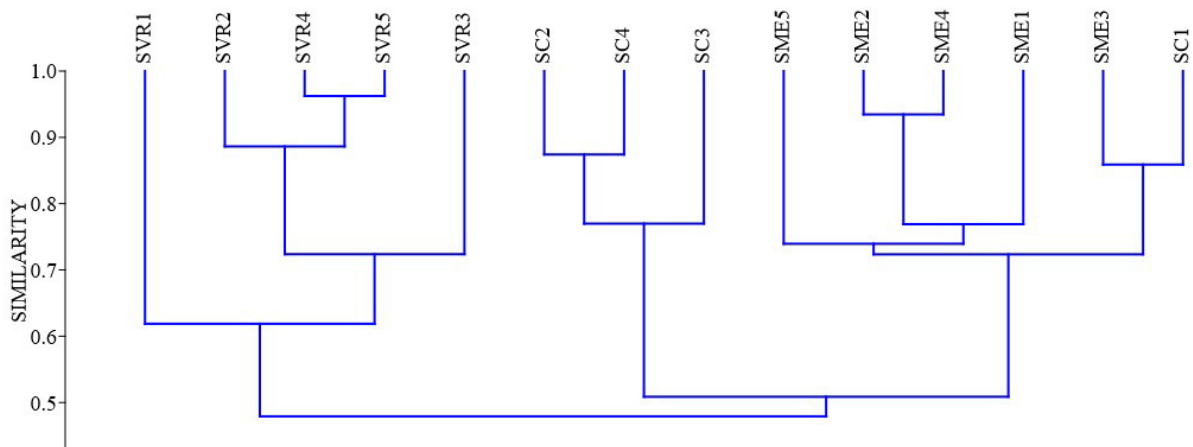




**Figura 27.** Análisis de componentes principales de 14 trampas amarillas distribuidas en tres sitios con respecto al gremio alimentario de los artrópodos encontrados (SC = sitio caahuate SC1 a SC4; SME = sitio matorral espinoso SME1 a SME5; SVR = sitio vegetación).

La Figura 28 muestra el análisis de agrupamiento por similitud utilizando el índice Morisita de 14 trampas amarillas ubicadas en tres sitios diferentes en el paisaje. El análisis se realizó empleando en relación con el gremio alimentario de los artrópodos capturados. Los sitios de estudio incluyen el sitio caahuate (SC1 a SC4), el sitio matorral espinoso (SME1 a SME5) y el sitio vegetación de ribera (SVR1 a SVR5). Esta figura proporciona una visualización de cómo se agrupan las trampas amarillas según la similitud en la composición de artrópodos relacionados con su gremio alimentario en etapa adulta.

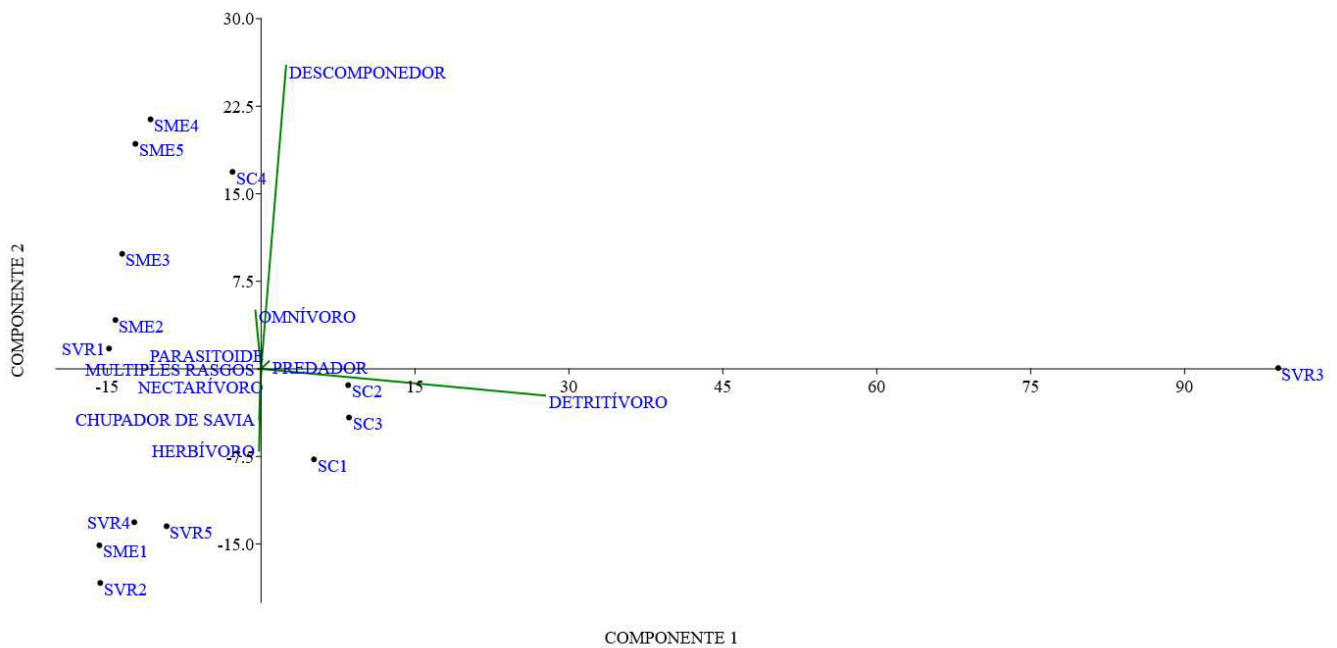
El análisis de similitud propone dos grupos principales el primero integrado por trampas del sitio vegetación de ribera SVR1 a SVR5, el segundo grupo incluye las trampas del sitio caahuate y sitio matorral espinoso. Dentro del segundo grupo se puede observar otros dos subgrupos, el primer subgrupo está conformado por las trampas del sitio caahuate 2, 3 y 4 y el segundo subgrupo por las trampas del sitio matorral espinoso 1 a 5 y la trampa 1 del sitio caahuate. El análisis de similitud ratifica la semejana de los sitios caahuate y matorral espinoso y el contraste con el sitio de vegetación de ribera, siendo los rasgos detritívoro y herbívoro los que marcan el contraste entre sitios.



**Figura 28.** Análisis de agrupamiento por similitud (índice Morisita) de 14 trampas amarillas distribuidas en tres sitios con respecto al gremio alimentario de los artrópodos encontrados (SC = sitio cazahuate SC1 a SC4; SME = sitio matorral espinoso SME1 a SME5; SVR = sitio vegetación de ribera SVR1 a SVR5).

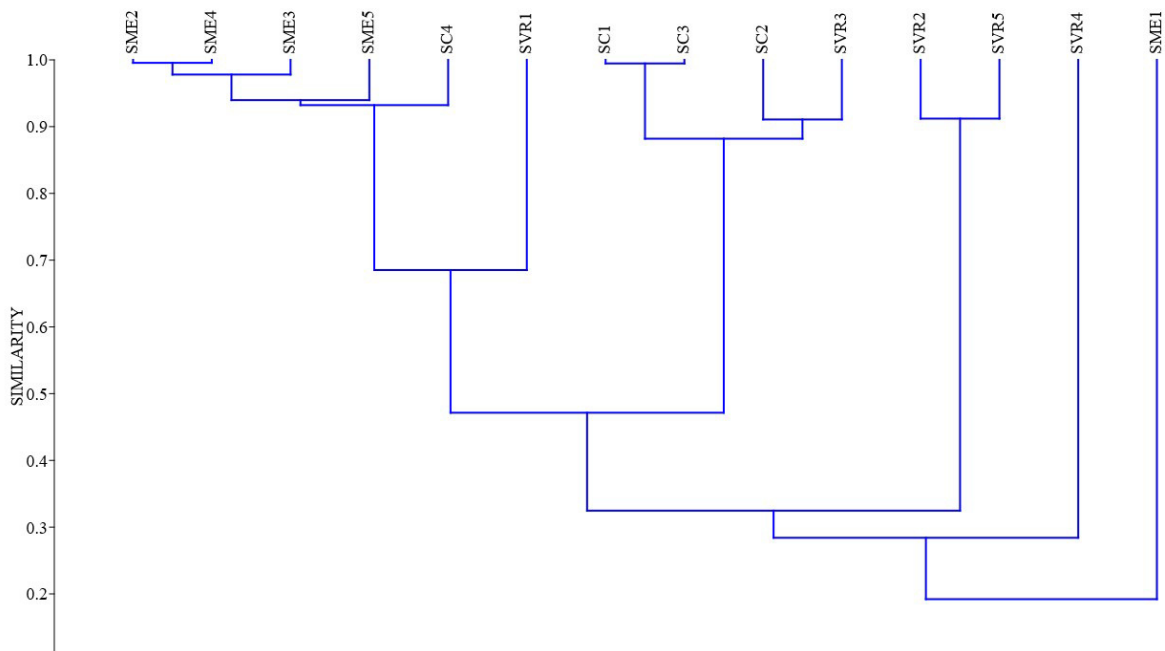
### **Diversidad funcional de insectos adultos y otros artrópodos en tres sitios del paisaje agrícola recolectados en trampas de caída.**

La Figura 29 muestra los resultados del análisis de componentes principales realizado en el estudio. Este análisis se utilizó para examinar la estructura de los datos y revelar las principales fuentes de variación entre rasgos funcionales correspondiente a gremio alimenticio en insectos adultos y otros artrópodos recolectados en trampas de caída. En el análisis se observó que los atributos descomponedor y detritívoro están mejor representados en el sitio y son los que mejor representan la varianza total del grupo. El rasgo descomponedor sugiere una separación entre el sitio de vegetación ribereña y el sitio de matorral espinoso en términos de variación. El segundo componente que representa la mayor variación fue el correspondiente al rasgo detritívoro el cual hace una separación entre los sitios de vegetación de ribera y sitio cazahuates. En lo que respecta al resto de rasgos cuantificados no se observó una clara separación entre los sitios.



**Figura 29.** Análisis de componentes principales de 14 trampas de caída distribuidas en tres sitios con respecto a los gremios alimentarios de los artrópodos encontrados (SC = sitio caahuate SC1 a SC4; SME = sitio matorral espinoso SME1 a SME5; SVR = sitio vegetación de ribera SVR1 a SVR5).

La Figura 30 presenta los resultados del análisis de agrupamiento por similitud utilizando el índice Morisita, aplicado a conjuntos de datos de rasgos funcionales de insectos adultos y otros artrópodos recolectados en trampas de caída. Estos datos se obtuvieron a partir de las observaciones realizadas en 14 trampas ubicadas en tres sitios diferentes del paisaje agrícola de El Copal: SC (sitio caahuate, SC1 a SC4), SME (sitio matorral espinoso, SME1 a SME5) y SVR (sitio vegetación de ribera, SVR1 a SVR5). El objetivo de este análisis fue evaluar la agrupación de los artrópodos encontrados en estas trampas según los gremios alimentarios a los que pertenecen. Para medir la similitud entre los grupos, se utilizó el índice Morisita. Los resultados de este análisis proporcionan información valiosa sobre las similitudes y diferencias en la composición de los gremios alimentarios de los artrópodos entre los diferentes sitios de muestreo. Es importante destacar que las trampas de caída capturan insectos que habitan a nivel del suelo, lo que refleja la riqueza faunística que se encuentra en este estrato.

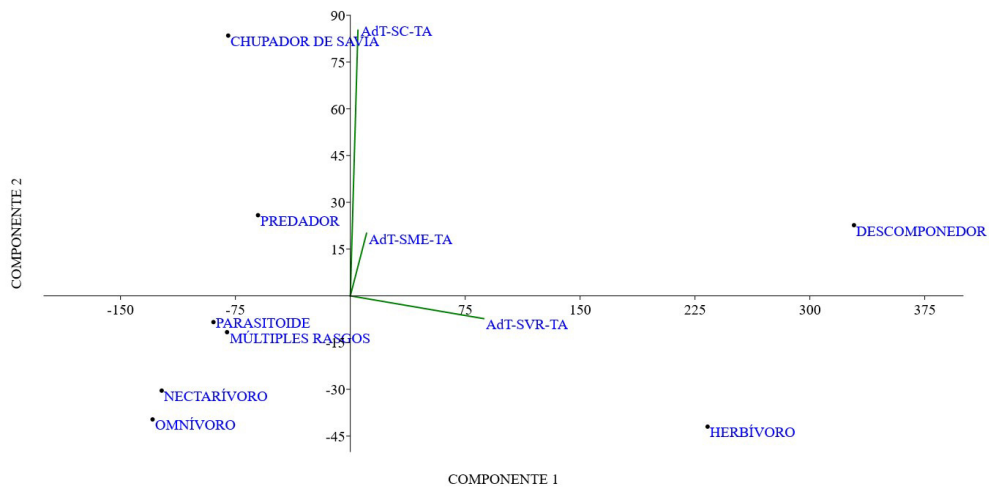


**Figura 30.** Análisis de agrupamiento por similitud (índice Morisita) de 14 trampas de caída distribuidas en tres sitios con respecto a los gremios alimentarios de los artrópodos encontrados (SC = sitio cazahuate SC1 a SC4; SME = sitio matorral espinoso SME1 a SME5; SVR = sitio vegetación de ribera SVR1 a SVR5).

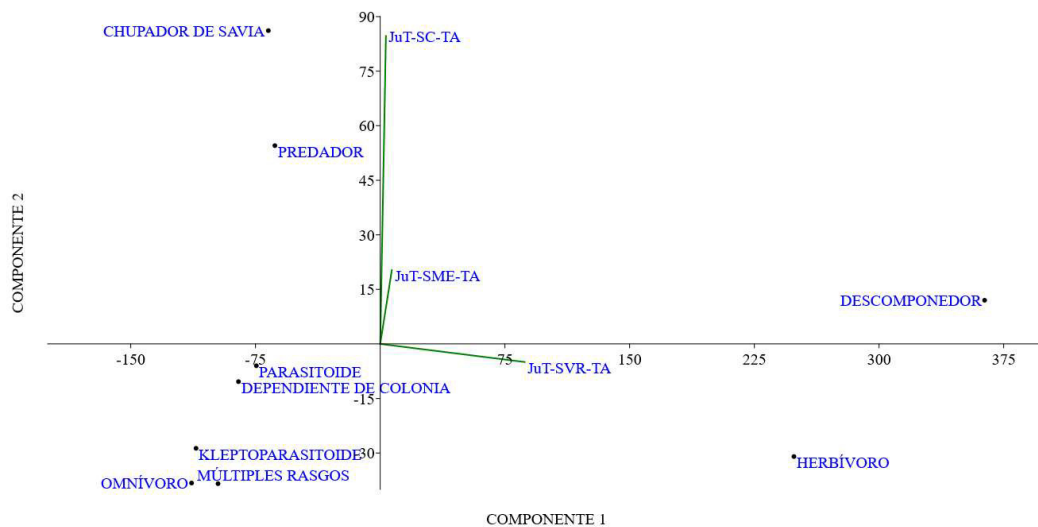
### **Análisis de componentes principales de gremios alimentarios de artrópodos adultos e inmaduros en tres sitios de estudio recolectados en trampas amarillas.**

El siguiente apartado se centra en los análisis de componentes principales de gremios alimentarios de artrópodos adultos e inmaduros en tres sitios de estudio recolectados mediante trampas amarillas. A través de los análisis de componentes principales, se busca identificar patrones y relaciones entre los diferentes gremios alimentarios (rasgos funcionales) de los artrópodos en los sitios de estudio, brindando así una comprensión más profunda de la ecología y la dinámica de estas especies en el paisaje estudiado.

La Figura 31 y Figura 32 muestra el análisis de componentes principales basado en la abundancia de rasgos funcionales (gremio alimentario) de artrópodos recolectados en trampas amarillas en tres sitios del paisaje agrícola. La Figura 31 representa el análisis de rasgos de organismos adultos y la Figura 32 representa el análisis de rasgos juveniles.



**Figura 31.** Análisis de componentes principales de gremios alimentarios de artrópodos adultos en tres sitios de estudio recolectados en trampas amarillas (AdT= rasgo adulto; SC, sitio caahuate; SME, sitio matorral espinoso; SVR, sitio vegetación de ribera; TA= trampa amarilla).



**Figura 32.** Análisis de componentes principales de rasgos funcionales de artrópodos inmaduros con respecto a su abundancia en tres sitios de estudio recolectados en trampa amarilla (JuT= rasgo juvenil; SC, sitio caahuate; SME, sitio matorral espinoso; SVR, sitio vegetación de ribera; TA= trampa amarilla).

Los resultados obtenidos a partir de pruebas de Kruskal-Wallis para evaluar igualdad de medianas entre grupos de rasgos de adultos y juveniles en trampas amarilla en los sitios caahuate matorral espinoso y vegetación de ribera sugirieron que no hay evidencia

suficiente para rechazar la hipótesis nula. Es decir que con los datos recabados no hay diferencias significativas entre rasgos funcionales de organismos adultos y juveniles (inmaduros) entre los tres sitios de estudio (Tabla 19)

**Tabla 19.** Resultados del análisis de Kruskal-Wallis de evaluación de medianas entre grupos de rasgos funcionales en tres sitios del paisaje agrícola.

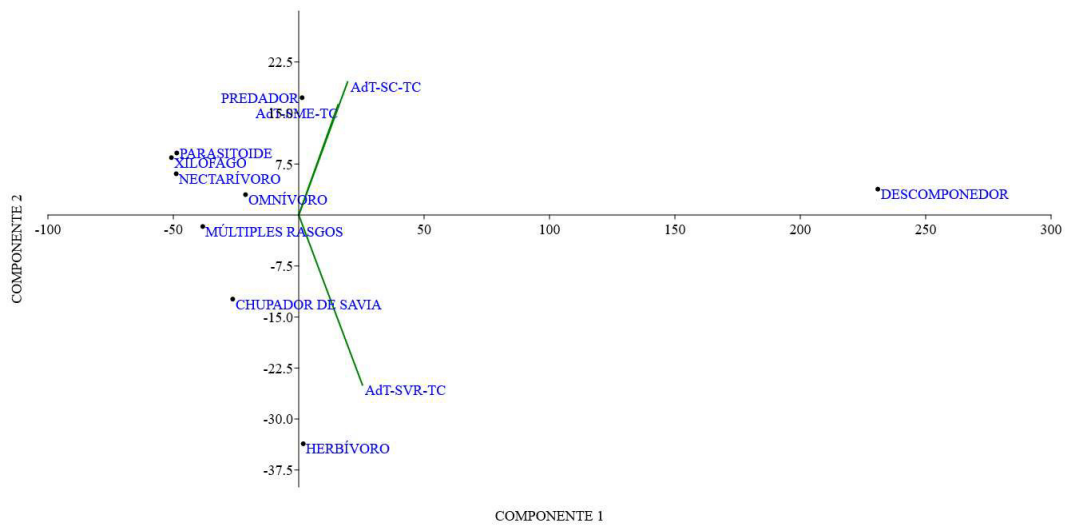
	<b>SME</b>	<b>SC</b>	<b>SVR</b>
H (chi <sup>2</sup> )	0.0675	0.0006575	0.1111
Hc (tie corrected)	0.0686	0.0006868	0.1126
p (same)	0.7934	0.9791	0.7372

SME = sitio matorral espinoso, SC = sitio cazahuate, SVR = sitio vegetación de ribera.

En el caso de los resultados presentados, tanto el valor de H como el valor de Hc no indicó evidencia sólida para afirmar que existen diferencias significativas en las medianas entre los grupos.

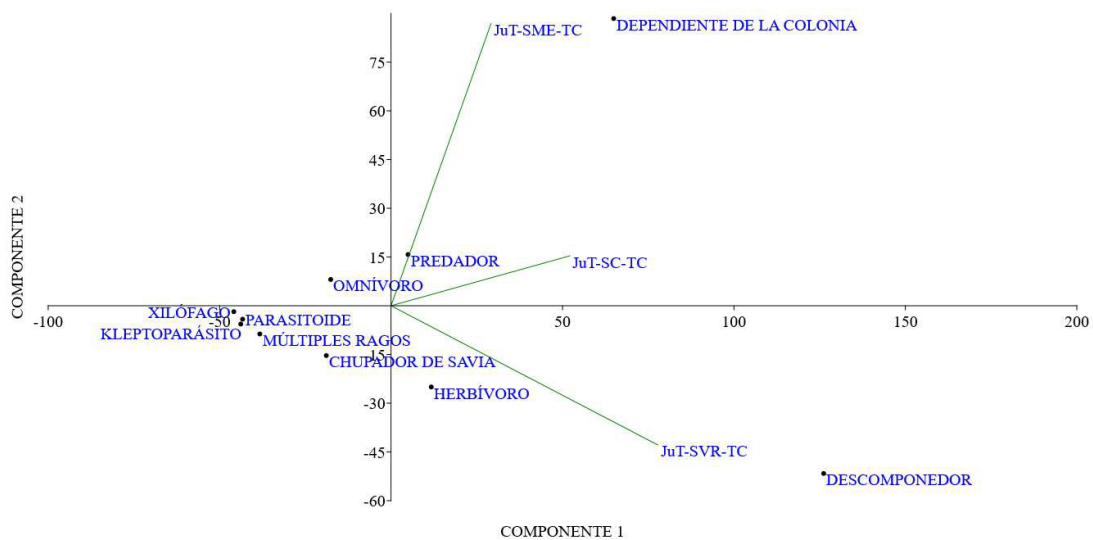
#### **Análisis de componentes principales de gremios alimentarios de artrópodos adultos e inmaduros en tres sitios de estudio recolectados en trampas de caída.**

En el siguiente apartado, se llevó a cabo un análisis de componentes principales para explorar los gremios alimentarios de artrópodos adultos e inmaduros recolectados en tres sitios de estudio mediante el uso de trampas de caída. El objetivo fue identificar patrones y establecer relaciones entre los diversos gremios alimentarios, que representan los rasgos funcionales de estas especies. Estos análisis proporcionan una comprensión más profunda de la ecología y la dinámica de estas especies en el paisaje estudiado, permitiendo así obtener información valiosa sobre su funcionamiento en dicho entorno.



**Figura 33.** Análisis de componentes principales de gremios alimentarios de artrópodos adultos en tres sitios de estudio recolectados en trampas de caída (AdT= rasgo adulto; SC, sitio caahuate; SME, sitio matorral espinoso; SVR, sitio vegetación de ribera; TC= trampa de caída).

El rasgo descomponedor es el que mejor representa a los sitios caahuate, matorral espinoso y de vegetación de ribera. No se encontraron diferencias significativas de acuerdo con una prueba de Kruskal-Wallis comparando las medianas de grupos de rasgos funcionales encontrados en los sitios de estudio (sitio matorral p-valor = 0.965, sitio caahuate p-valor = 0.5573, sitio vegetación de ribera p-valor = 0.7843).



**Figura 34.** Análisis de componentes principales de rasgos funcionales de artrópodos inmaduros con respecto a su abundancia en tres sitios de estudio recolectados en trampa de caída (JuT= rasgo juvenil; SC, sitio caahuate; SME, sitio matorral espinoso; SVR, sitio vegetación de ribera; TC= trampa de caída).

El estudio realizado en cinco regiones del pasaje agrícola proporciona información importante sobre la distribución y diversidad de los artrópodos en diferentes sitios. Los resultados revelan que la composición de las familias de artrópodos varía significativamente entre los sitios estudiados, lo que sugiere que los factores ambientales y las características específicas de cada sitio influyen en la presencia y abundancia de las diferentes familias. Estos hallazgos respaldan la idea de que las condiciones ambientales y los factores locales desempeñan un papel crucial en la comunidad de artrópodos en paisajes agrícolas.

Aunque se observaron diferencias en la distribución de las familias de artrópodos entre los sitios, no se encontraron diferencias significativas en la cantidad de organismos por familia dentro de los sitios estudiados. Esto indica que, aunque la composición de las familias puede variar, la abundancia relativa de los organismos dentro de cada familia se mantiene relativamente constante en cada sitio. Estos resultados sugieren que las condiciones locales pueden influir en la presencia y abundancia de ciertas familias de artrópodos, pero no necesariamente en la cantidad de individuos dentro de cada familia.

La presencia de diferentes familias de artrópodos en los sitios estudiados tiene implicaciones importantes para el manejo agrícola. Por ejemplo, se observó la presencia de insectos fitófagos que podrían tener impactos en los cultivos y requerirían una atención adecuada en el manejo de plagas. Sin embargo, también se identificaron depredadores y parasitoides que desempeñan un papel en el control biológico de plagas, lo que destaca la importancia de conservar y promover la diversidad de artrópodos benéficos en los sistemas agrícolas.

Además de la distribución de las familias de artrópodos, se examinó la diversidad taxonómica y funcional de los artrópodos en las plantas de *Condea albida*. Los resultados mostraron una alta diversidad taxonómica y una estructura de comunidad equilibrada en estas plantas, lo que indica la presencia de una amplia variedad de especies de artrópodos. También se destacó la importancia de los polinizadores y los artrópodos benéficos en la regulación de plagas y la productividad de los cultivos.



Los resultados del estudio respaldan investigaciones anteriores que han encontrado relaciones consistentes entre la diversidad de artrópodos, la biodiversidad en general y los servicios del ecosistema. Estos hallazgos resaltan la importancia de conservar y promover la diversidad de artrópodos en paisajes agrícolas, así como la necesidad de considerar los efectos de las prácticas agrícolas en la comunidad de artrópodos y en los servicios ecosistémicos asociados.

Es importante mencionar que la diversidad y estructura de la comunidad de artrópodos pueden variar según la ubicación geográfica, el tipo de cultivo y las prácticas agrícolas utilizadas. Por lo tanto, es necesario realizar estudios específicos en cada contexto para comprender mejor la relación entre los artrópodos, la biodiversidad y los servicios del ecosistema

## **Conclusión**

La distribución de familias de artrópodos varía significativamente entre los diferentes sitios estudiados, lo que sugiere que las condiciones ambientales y los factores específicos de cada sitio influyen en la composición y diversidad de las familias de artrópodos presentes.

Aunque la distribución de familias de artrópodos difiere entre los sitios, no se encontraron diferencias significativas en la cantidad de organismos por familia dentro de cada sitio. Esto indica que la abundancia relativa de organismos por familia se mantiene relativamente constante dentro de cada sitio.

La presencia de artrópodos benéficos, como depredadores y parasitoides, en los sitios estudiados sugiere que desempeñan un papel importante en el control biológico de plagas en los sistemas agrícolas.

La diversidad taxonómica de artrópodos recolectados en las plantas de *Condea albida* es considerable, con una amplia variedad de familias y géneros representados. Esto indica la presencia de una comunidad diversa de artrópodos en este entorno.

La diversidad funcional de los artrópodos en los paisajes agrícolas puede influir en la regulación de plagas y en los servicios de polinización, lo que destaca la importancia de conservar y promover la diversidad de artrópodos benéficos en estos entornos.

No se encontraron diferencias significativas de acuerdo con las medias de grupos de rasgos funcionales de adultos e inmaduros. Por lo tanto, futuros estudios pueden hacerse considerando el rasgo en una etapa del ciclo de vida de los insectos.

## **CAPÍTULO VI**

Diversidad funcional de plantas del paisaje de El Copal, Irapuato,  
Guanajuato

## **Diversidad funcional de plantas del paisaje agrícola de El Copal, Irapuato, Guanajuato**

### **Introducción**

Es bien sabido que la diversidad de plantas mejora las funciones del ecosistema (Faucon *et al.*, 2017; Finney y Kaye, 2017; González *et al.*, 2020) considerando que la medida de diversidad abarca diferentes clasificaciones de organismos (taxonómica, funcional y filogenética) y niveles (desde genes a ecosistemas) (Laureto *et al.*, 2015) el interés por la diversidad de rasgos funcionales ha registrado un incremento durante los últimos años (Bellwood *et al.*, 2019; Casanoves *et al.*, 2011) posicionándose como un componente importante de la diversidad (Petchey y Gastón, 2006) y atribuyéndole un papel significativo por ser el más eficaz en detectar efectos positivos de la diversidad en el funcionamiento y servicios de los ecosistemas (Balvanera *et al.*, 2006; Díaz *et al.*, 2006). La diversidad funcional se ha empleado para responder interrogantes sobre como las especies afectan las funciones del ecosistema y como las especies responden a cambios en el ambiente (Hooper *et al.*, 2000), sin embargo, su aplicación se extiende a la resolución de cuestiones sobre reglas de configuración de comunidades (Cornwell y Ackerly, 2009), estrategias de resistencia a condiciones abióticas severas (Golodets *et al.*, 2009), relaciones interespecíficas (Ali y Yan, 2018) y conservación de la diversidad (Petchey y Gaston, 2002; Laureto *et al.*, 2015). En el área de conservación las plantas han sido los modelos más empleados en estudios de diversidad funcional (Freitas y Mantovani, 2017), aunque sus enfoques no se han aplicado ampliamente a los sistemas agrícolas (Wood *et al.*, 2015), no obstante, en los sistemas agrícolas siempre se ha incorporado diversidad de plantas al entorno, ya sea a escala de tiempo, mediante rotación de cultivos (Castellazzi *et al.*, 2008; Koocheki *et al.*, 2009) o espacio, combinando plantas en los cultivos como el caso de la milpa (Rodríguez-Robayo *et al.*, 2020). Esta incorporación además de aumentar rendimientos ha demostrado servir en la regulación de plagas, prevención de enfermedades en los cultivos (Letourneau *et al.*, 2011) y mejoramiento de las condiciones del suelo (Tiemann *et al.*, 2015), con el avance del índice de diversidad funcional se han desarrollado programas informáticos para calcularlo, como EstimateS (Colwell *et al.*, 2012), PHYLOCOM (Webb *et al.*, 2008), FDiversity (Casanoves *et al.*, 2011) códigos en Rstudio (Schleuter *et al.*, 2010) y otros (Song *et al.*, 2014). En un estudio realizado por Finney y Kaye (2017) se evaluó la posibilidad de que después de

incrementar la diversidad de plantas de cobertura se incrementan los servicios del ecosistema y por lo tanto su multifuncionalidad, estos autores midieron cinco servicios del ecosistema (supresión de plagas, retención de nitrógeno durante el descanso de la tierra, contenido de nitrógeno de la parte aérea de la vegetación del terreno durante el descanso de la tierra, aporte de N durante un periodo de cultivo de maíz comercial y granja rendimiento del maíz) y se usaron análisis de regresión para explorar la relación con índices de diversidad de 18 tratamientos diseñados para incluir grupos funcionales definidos por dos características: asimilación de nitrógeno (fijadores de N<sub>2</sub> y recolectores de N) y fenología (plantas que mueren en invierno y plantas que resisten el invierno), se encontró relación positiva entre la riqueza de especies y la multifuncionalidad, la varianza fue mínima en los servicios de los ecosistemas ( $R^2 = 0.05$ ) pero los índices de diversidad funcional (abundancias de rasgos) fueron mejores predictores de multifuncionalidad ( $R^2 = 0.15-0.38$ ). En dos paisajes agrícolas de Upper Rhine Valley en Baden-Württemberg (Dettenheim y Rheinmünster), Alemania, Buhk *et al.* (2018) demostraron una relación positiva entre la presencia de franjas de vegetación con mezclas de flores perennes con manejo mayor a 2 años y la riqueza de mariposas y abejas. Las variables dependientes fueron el número de especies y la abundancia de abejas, el número de especies de abejas oligoléticas y la abundancia de abejas y se usó el estimador de diversidad de especies de abejas Chao1 y Chao2 para el número y variedad de especies de mariposas, se usó el programa informático EstimateS (Colwell *et al.*, 2012) y pruebas U de Mann-Whitney usando IBM SPSS Statistics Versión 25(47). A saber de los beneficios del aumento de la diversidad la pregunta sigue siendo si se puede mejorar el diseño agrícola y la diversidad funcional de plantas que se ha propuesto como herramienta para conseguirlo. Para comprobarlo Uyttenbroeck *et al.* (2017) midieron la riqueza de polinizadores en franjas de flores silvestres con un gradiente de diversidad funcional controlado y no encontraron ninguna influencia sobre la riqueza y uniformidad de especies de polinizadores, incluso resultó en un índice más bajo de visitas de flores porque se redujo la cantidad de recursos para polinizadores especializados. Por lo tanto, se plantea la necesidad y el objetivo de estudiar plantas del paisaje agrícola, su taxonomía y rasgos funcionales asociados que puedan servir en base a evidencias para mejorar servicios del ecosistema.

## **Materiales y métodos**

Para estimar la diversidad funcional de plantas se llevaron a cabo recolectas que consistieron en la identificación de plantas *in situ* contenidas dentro de un lote de muestreo, el total de lotes y su dimensión dependió de la cobertura que se quiso cuantificar, los lotes se distribuyeron homogéneamente. Las recolectas consistieron en la obtención de una planta o alguna de sus partes y se siguió la técnica de prensado y secado de Lot & Chiang (1986). Las plantas se identificaron empleando los trabajos de Rzedowski y Rzedowski (1985, 2001), Espinoza-García y Sarukhán (1997) y observaciones en fotografía del foro en línea Naturalista ([https://www.naturalista.mx/observations?user\\_id=daniel\\_patlan](https://www.naturalista.mx/observations?user_id=daniel_patlan)). La lista de plantas se organizó en una matriz de presencia/ausencia de plantas por sitio y se les asignaron rasgos funcionales propuestos en el método de Cornelissen *et al.* (2003) específicamente los rasgos correspondientes a forma vegetativas de crecimiento y hábito de las plantas. También se anotó su ruta fotosintética, estrategia de nutrición y con fines antropocéntricos se anotó su uso o importancia y estatus en México.

## **Análisis estadístico**

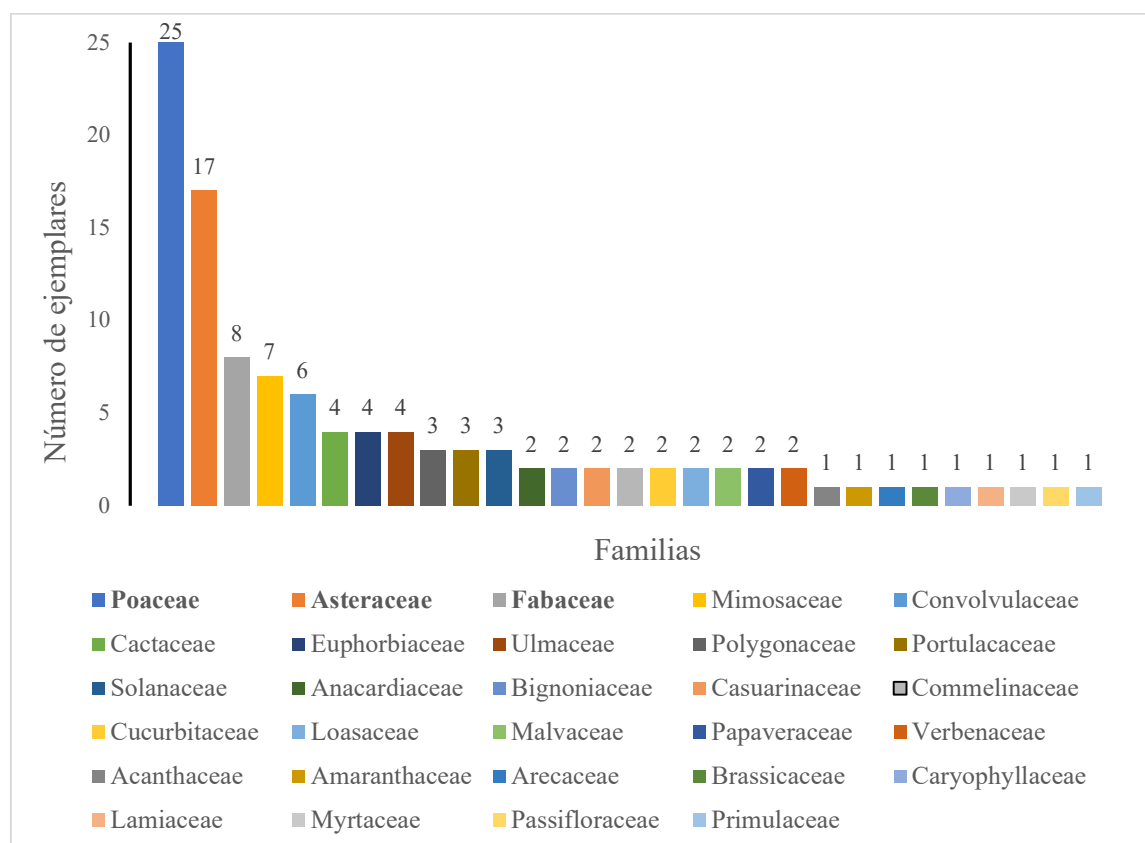
La información del conteo de plantas, así como sus rasgos funcionales se anotaron en una base de datos empleando el paquete informático Excel 2007, los datos se acomodaron en columnas en el siguiente orden: Identificador, especie, familia, hábito de crecimiento, forma de vida, ruta fotosintética, estrategia de nutrición, rasgo funcional, hábitat y distribución, uso o importancia y estatus en México. Los datos obtenidos se analizarán en paquetes informáticos de Rstudio v. 1.1.456 (TeamR, 2013) y EstimateS Win910 (Chao *et al.*, 2005).

## **Resultados y discusión**

En siete sitios de estudio: cultivo de maíz, sitio *Tithonia*, sitio zacate Johnson, sitio cazahuate, sitio matorral xerófito, sitio franja ribereña y sitio *Condea albida* se identificaron 79 especies de plantas distribuidas en 29 familias (Figura 35). El listado de especies se puede encontrar en el apéndice II del presente trabajo. De acuerdo con los datos funcionales se observó una mayor acumulación de plantas herbáceas fanerófitas, la mayoría con metabolismo C3 y C4, la mayoría de las plantas son arvenses y ruderales algunas forestales

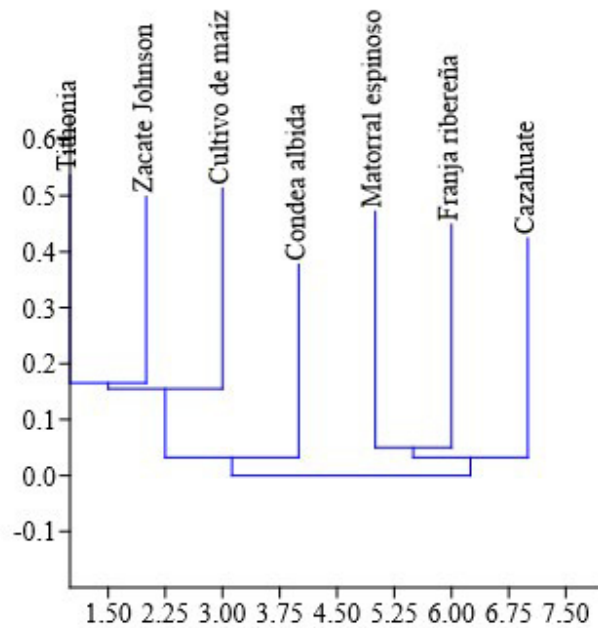
introducidas o empleadas como barreras corta viento principalmente en la franja ribereña, la mayoría de las plantas observadas tiene preferencia de hábitat hacia matorral, pastizal, selva baja caducifolia, bosque de pino, pino-encino y encino. Por la naturaleza de la región son plantas de distribución en regiones templadas. Sus usos son diversos, medicinales, alimentarias, forrajeras, obtención de biomasa y materiales, muy pocas carecen de alguna utilidad (Tabla 19 en el Apéndice III). Por la cantidad de registros los sitios donde hace falta exploración son: *Condea albida*, caahuate, franja ribereña y matorral, debido a que son las áreas con mayor superficie.

Se herborizaron e identificaron 46 especies de plantas que se integraron al herbario de la División de ciencias de la vida. Las etiquetas de datos de plantas recolectadas están organizadas en el Apéndice IV.



**Figura 35.** Abundancia de familias de plantas en las regiones de estudio.

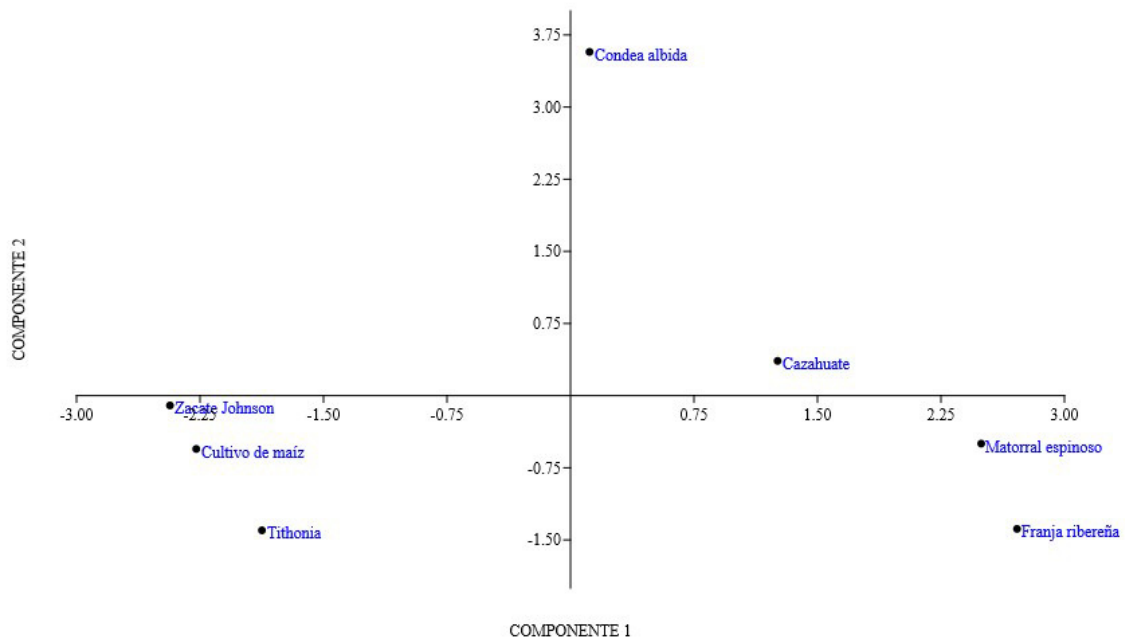
El análisis de componentes principales por similitud de especies agrupó a los sitios *Tithonia*, zacate Johnson, cultivo de maíz generando con un subgrupo con el sitio *Condea albida*. Y otro grupo constituido por los sitios matorral espinoso, franja ribereña y caahuate (Figura 36).



**Figura 36.** Análisis de agrupamiento de sitios de estudio (índice de similitud de Jaccard).

El análisis de componentes principales que se utilizó para explorar la estructura del paisaje basado en la presencia-ausencia de plantas en los sitios de estudio es una técnica multivariante que reduce la dimensionalidad de los datos al identificar las principales fuentes de variabilidad. En este estudio, se recopilaron datos sobre la presencia o ausencia de especies vegetales en diferentes sitios del paisaje, y el ACP permitió identificar patrones y relaciones entre los sitios en función de la composición de la vegetación. Los componentes principales generados en el análisis proporcionaron información valiosa sobre la distribución y la agrupación de los sitios en relación con la presencia de diferentes especies vegetales. El análisis propone al sitio *Condea albida* como independiente de otros dos grupos formado a la izquierda del componente 1 se localizan los sitios anuales, sitio zacate, sitio Lampote y sitio cultivo de maíz, a la derecha del componente 1 se agruparon los sitios anuales sitio cacahuete, sitio matorral espinoso y sitio franja riparia (Figura 37).





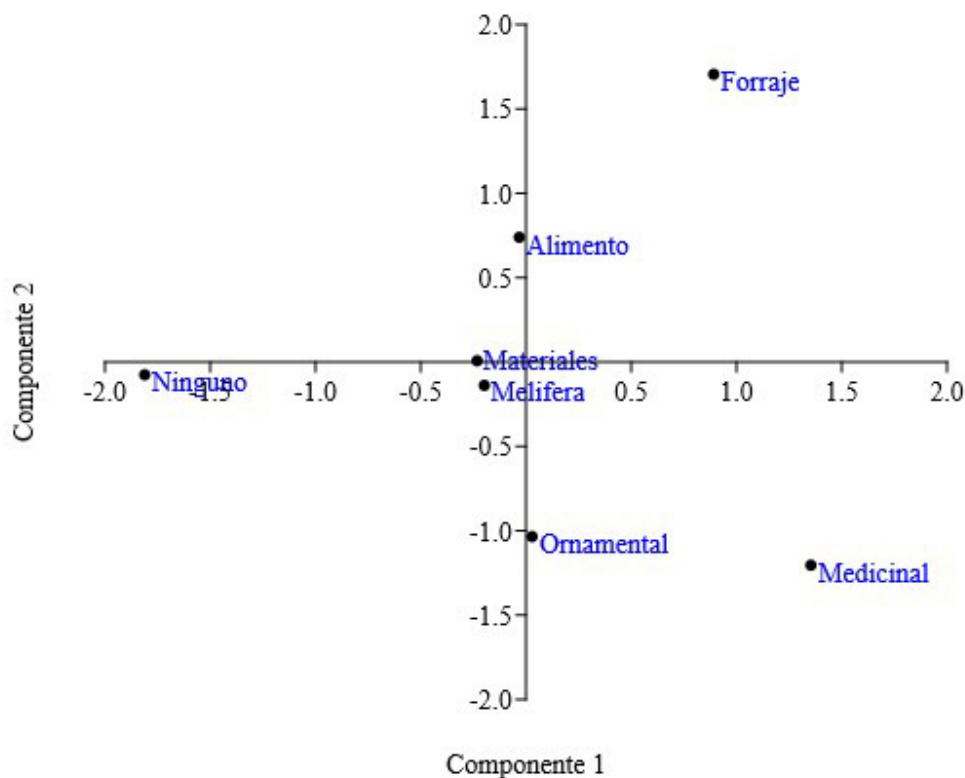
**Figura 37.** Análisis de componentes principales de sitios de estudio de acuerdo con su composición vegetal.

El análisis de agrupamiento se llevó a cabo para explorar los usos de las plantas encontradas en los sitios de estudio. Para este análisis, se empleó el índice de vecino más cercano de Morisita, que evalúa la similitud entre las distribuciones de las especies en los diferentes sitios. Este enfoque permitió identificar grupos de sitios que compartían patrones similares en términos de los usos de las plantas. El análisis de agrupamiento reveló la existencia de asociaciones significativas entre los usos de las plantas en los diferentes sitios, lo que proporcionó información valiosa sobre las relaciones entre los diferentes tipos de vegetación y los usos que se les daban.

La Figura 38 muestra el análisis de componentes principales de los rasgos "usos" de las plantas en los sitios de estudio. Este análisis se basó en la recopilación de datos sobre los usos tradicionales de las plantas en cada sitio. El objetivo principal fue identificar patrones y agrupaciones de los usos de las plantas en el paisaje estudiado. Los componentes principales generados en el análisis permiten visualizar la variación en los usos de las plantas y su relación con los diferentes sitios. Este enfoque destaca la importancia de comprender los usos que se les da a las plantas en un estudio de rasgos funcionales, ya que estos usos reflejan la

interacción entre las plantas y las comunidades humanas, así como su valor cultural y económico en el paisaje estudiado.

En resumen, el análisis de componentes principales y el análisis de agrupamiento proporcionan información valiosa sobre la estructura del paisaje y los usos de las plantas en los sitios de estudio. Estas herramientas analíticas permiten identificar patrones, relaciones y agrupaciones que contribuyen a nuestra comprensión de los rasgos funcionales de las plantas en el contexto de su interacción con los seres humanos y el entorno.



**Figura 38.** Análisis de componentes principales de los rasgos "usos" de plantas de los sitios de estudio.

## **Conclusión**

La diversidad de plantas desempeña un papel fundamental en la mejora de las funciones del ecosistema y se ha convertido en un componente importante de la diversidad en general. La diversidad funcional de las plantas se ha vuelto cada vez más relevante en los últimos años debido a su capacidad para detectar efectos positivos en el funcionamiento y los servicios de los ecosistemas.

La diversidad funcional de las plantas se aplica en diversos campos, como la comprensión de cómo las especies afectan las funciones del ecosistema, cómo las especies responden a los cambios ambientales, las reglas de configuración de comunidades, las estrategias de resistencia a condiciones severas, las relaciones entre especies y la conservación de la diversidad.

En los sistemas agrícolas, la diversidad de plantas ha sido ampliamente utilizada para mejorar la productividad y los servicios ecosistémicos. La introducción de diversidad de plantas en los sistemas agrícolas ya sea a través de la rotación de cultivos o la combinación de plantas en los cultivos, ha demostrado beneficios en la regulación de plagas, la prevención de enfermedades y la mejora de las condiciones del suelo.

El análisis de componentes principales basado en la presencia-ausencia de plantas en los sitios de estudio reveló patrones y agrupaciones que proporcionan información valiosa sobre la distribución y composición de la vegetación en el paisaje estudiado. Esto ayuda a comprender la estructura del paisaje y la relación entre los diferentes sitios.

El análisis de agrupamiento de los usos de las plantas encontradas en los sitios de estudio utilizando el índice de vecino más cercano de Morisita permitió identificar grupos de sitios que compartían patrones similares en términos de los usos de las plantas. Esto resalta la importancia de comprender los usos que se les da a las plantas en el estudio de los rasgos funcionales, ya que reflejan la interacción entre las plantas y las comunidades humanas, así como su valor cultural y económico.

Los análisis de componentes principales y de agrupamiento brindan información valiosa sobre la estructura del paisaje, los rasgos funcionales de las plantas y los usos que se les da en los sitios de estudio. Estas herramientas permiten comprender mejor la importancia de la diversidad funcional de las plantas y su relación con el funcionamiento de los ecosistemas y los servicios que proporcionan.

## **Conclusiones generales del estudio**

Guanajuato es un estado ubicado en el centro de México que se destaca por su importante contribución a la producción agrícola del país. Su ubicación geográfica, tierras fértiles y clima favorable han permitido el cultivo de una amplia variedad de productos agrícolas, convirtiendo a la región en un centro estratégico de producción y exportación de alimentos. A pesar de la riqueza natural de Guanajuato, existe una preocupación por la pérdida de biodiversidad en la región. Factores como la expansión urbana, el cambio de uso de suelo, la intensificación de la actividad agrícola y la deforestación han tenido un impacto negativo en la biodiversidad local. Es importante reflexionar sobre el conocimiento que se tiene acerca de la riqueza natural de Guanajuato, así como los retos y oportunidades para conservar y aprovechar de manera sostenible esta valiosa biodiversidad.

Guanajuato cuenta con una gran variedad de especies de fauna y flora, lo que le otorga una gran importancia ecológica. La conservación de esta riqueza biológica es fundamental para garantizar la seguridad alimentaria de las comunidades y el desarrollo sostenible de la región. Por tal motivo, es necesario llevar a cabo proyectos de investigación y conservación que permitan cuantificar y proteger la flora y fauna de Guanajuato, así como implementar estrategias de agricultura ecológica que promuevan la conservación de la biodiversidad y la sostenibilidad de los sistemas agrícolas. El estudio de la entomofauna y la vegetación arvense en la agricultura es crucial, ya que estos organismos desempeñan un papel clave en la polinización de cultivos y el control biológico de plagas. La diversidad y abundancia de la entomofauna dependen de la vegetación arvense presente en los cultivos, la cual actúa como refugio para la fauna de insectos y otros organismos beneficiosos para la agricultura. Es necesario estudiar y comprender la relación entre la entomofauna, la vegetación arvense y los servicios ecosistémicos que brindan, para desarrollar estrategias de manejo de cultivos sostenibles y eficientes.

La riqueza natural de Guanajuato contribuye a la conservación de la biodiversidad y a la generación de servicios ecosistémicos. Sin embargo, se han registrado importantes pérdidas de biodiversidad debido a la intensificación de la agricultura y otros factores antropogénicos. Es fundamental seguir estudiando y monitoreando la biodiversidad de la región, para comprender los efectos de los cambios ambientales y antropogénicos, y desarrollar estrategias de conservación y manejo sostenible de los recursos naturales.

La conservación de la biodiversidad y el manejo sostenible de los recursos naturales en Guanajuato son fundamentales para garantizar la seguridad alimentaria de las comunidades y promover el desarrollo sostenible de la región. La investigación y monitoreo continuo de la biodiversidad en Guanajuato son necesarios para comprender los efectos de los cambios ambientales y antropogénicos en la región y desarrollar estrategias de conservación efectivas.

La actividad agrícola en el Bajío y regiones adyacentes se ha desarrollado de manera intensiva, lo que ha llevado a una alta dependencia de insumos agroquímicos. Aunque se desconoce el impacto negativo en la diversidad de especies no objetivo, se han reportado sustancias tóxicas para el ambiente y la salud.

La diversidad vegetal en los sistemas agrícolas está relacionada con otros aspectos de la diversidad y funcionalidad de los ecosistemas, como la polinización, la regulación del clima y la recarga de mantos acuíferos. Estos servicios ecosistémicos destacan la importancia de conservar la diversidad biológica en las áreas agrícolas.

Además de las plantas, los insectos desempeñan un papel fundamental en los ecosistemas agrícolas debido a su abundancia, diversidad y su interacción con las comunidades y el entorno. El conocimiento sobre la fauna entomológica en la región agrícola de Guanajuato es limitado y se requiere más investigación en este campo.

Los servicios ecológicos proporcionados por los insectos y las plantas son fundamentales para mantener la salud y el equilibrio de los ecosistemas. Estos servicios incluyen la regulación de plagas, la polinización, la producción de alimentos y la modificación de propiedades del suelo. La diversidad funcional de especies, es decir, los rasgos funcionales clave, es igual de importante que la diversidad taxonómica para mantener los servicios del ecosistema eficientes.

La diversidad de cultivos en sí misma puede ayudar a reducir el daño causado por las plagas, pero el manejo efectivo de las plagas a través de policultivos depende de las características específicas de comportamiento de los artrópodos y de las interacciones entre artrópodos y plantas. El estudio de estas características específicas implica la medición de índices y expresiones matemáticas para determinar las propiedades de las comunidades de plantas y animales.

En resumen, el estudio de los insectos, las plantas y la diversidad biológica en general es fundamental para comprender cómo funcionan los ecosistemas y para desarrollar prácticas agrícolas sostenibles. La diversidad funcional y la diversidad de especies son aspectos clave a considerar para mantener los servicios del ecosistema y predecir los riesgos asociados con su pérdida.

Por ejemplo, el caso de chapulines (Acrididae), considerados una plaga de importancia económica debido a su voracidad, rápido crecimiento poblacional y gregarismo en edad adulta. Pueden causar una disminución significativa en la producción de cultivos básicos y forrajes. Las medidas de control químico o biológico de los chapulines han mostrado una efectividad moderada, lo que lleva a aplicaciones recurrentes y costos adicionales para los productores. Por lo tanto, es importante buscar alternativas de manejo que minimicen los costos y daños a los cultivos.

Los chapulines mostraron una alta especificidad a las condiciones del hábitat y están estrechamente relacionados con la diversidad vegetal. Se ha observado que prefieren sitios con vegetación abierta, altos niveles de insolación y dominados por hierbas. La heterogeneidad vegetal en los agroecosistemas, especialmente la presencia de flora arvense, puede influir en la abundancia y diversidad de chapulines. La composición de la vegetación, incluyendo especies como *Bidens pilosa*, *Bidens odorata*, *Cynodon dactylon*, *Chloris gayana*, *Sorghum halepense* y *Tithonia tubaeformis*, puede ser un factor determinante en la selección del hábitat por parte de los chapulines.

En el agroecosistema estudiado, se encontró una mayor diversidad y abundancia de chapulines en las comunidades de Zacate Johnson y lampote, en comparación con el maíz. Esto puede estar relacionado con la presencia de plantas preferidas por los chapulines en esas comunidades o el control químico efectuado en el cultivo.

En conclusión, la diversidad y composición de las comunidades vegetales influyen en la presencia, abundancia y diversidad de chapulines en un agroecosistema. La presencia de plantas preferidas por los chapulines y la heterogeneidad vegetal pueden ser factores clave en el manejo de esta plaga, buscando promover condiciones que minimicen los costos y daños a los cultivos.

La complejidad y estabilidad de los sistemas agrícolas dependen de la interacción armónica de diversos elementos, como la materia, energía y organismos. Estos sistemas

agrícolas se asemejan a los sistemas naturales en este aspecto. La gestión sustentable de los sitios agrícolas requiere prácticas que promuevan y aumenten la interacción armónica de los elementos mencionados anteriormente. Las prácticas agrícolas intensivas, que sobreexplotan los recursos y rompen los límites de sustentabilidad, son perjudiciales para la estabilidad y la diversidad de los sistemas agrícolas.

El control biológico, mediante la conservación de poblaciones de insectos benéficos, está estrechamente relacionado con la conservación y el manejo agrícola del entorno. La conservación de la diversidad de organismos puede promover el control biológico, lo que implica que la presencia de insectos benéficos depende del grado de conservación o manejo agrícola del entorno.

Para evaluar la diversidad de artrópodos, se utilizó la clasificación en gremios que representan diferentes rasgos o atributos funcionales. Esta clasificación, junto con los índices de diversidad taxonómica, se utilizó como una herramienta de monitoreo para evaluar el estado de conservación y las funciones ecológicas de un sistema. La conservación de la diversidad de organismos, especialmente en términos de interacciones positivas y servicios del ecosistema, es esencial para la gestión sustentable de los sistemas agrícolas. El control biológico y el monitoreo de la diversidad taxonómica y funcional son importantes para evaluar y promover la salud y la estabilidad de estos sistemas.

La recolecta con red de golpe en plantas de *Condea albida* reveló una diversidad taxonómica considerable, con 65 taxones diferentes identificados, abarcando diferentes órdenes y familias de artrópodos. Los grupos taxonómicos más abundantes fueron Araneae, Díptera y Dermestidae. Las especies de estas familias representan una parte significativa de la comunidad de artrópodos recolectados en el estudio. La presencia de especies de abejas y hormigas en las recolectas indica su importancia en la polinización y en la dinámica de los ecosistemas agrícolas.

Se identificaron grupos de insectos fitófagos, lo que sugiere la presencia de herbívoros que podrían tener impactos en los cultivos y requerirían una atención adecuada en el manejo agrícola. La presencia de depredadores y parasitoides como Braconidae y Chalcididae es beneficiosa para el control biológico de plagas en los sistemas agrícolas.

La curva de acumulación de especies indica que la diversidad taxonómica en el ecosistema estudiado es considerable y que aún hay especies por descubrir en el área.

Los índices de biodiversidad reflejan una alta riqueza y equitatividad de especies en el área de estudio, lo que contribuye a un equilibrio y estabilidad en la comunidad de artrópodos. Estudios anteriores en áreas urbanas han demostrado la importancia de la diversidad de artrópodos benéficos en el control de plagas y en los servicios del ecosistema.

La diversidad funcional de los artrópodos en *Condea albida* incluye polinizadores, depredadores y herbívoros, y su presencia contribuye a la estabilidad de los servicios ecosistémicos. La diversidad taxonómica y funcional de los artrópodos en paisajes agrícolas puede variar según la ubicación geográfica, el tipo de cultivo y las prácticas agrícolas utilizadas.

Es importante considerar los rasgos funcionales al analizar y comprender la estructura de las comunidades de artrópodos en paisajes agrícolas. La diversidad funcional encontrada en los sitios del paisaje agrícola sugiere diferencias en las interacciones ecológicas y la composición de los grupos de artrópodos.

El estudio destaca la importancia de conservar y promover la diversidad de artrópodos benéficos y polinizadores en los paisajes agrícolas, lo que puede mejorar la regulación de plagas y la productividad de los cultivos. Por lo tanto, los resultados indican que la diversidad taxonómica y funcional de los artrópodos en sitios de estudio es significativa y desempeña un papel importante en los servicios del ecosistema y la productividad agrícola. Estos hallazgos respaldan la necesidad de realizar estudios detallados y promover la conservación de la diversidad biológica en los sistemas agrícolas.

la diversidad de rasgos funcionales de las plantas puede ayudar en la configuración de comunidades, en la resistencia a condiciones ambientales adversas, en las relaciones entre especies y en la conservación de la diversidad. En los sistemas agrícolas, la diversidad de plantas ha demostrado ser beneficiosa en términos de aumento de rendimientos, regulación de plagas, prevención de enfermedades y mejora de las condiciones del suelo. Sin embargo, los enfoques de diversidad funcional no se han aplicado ampliamente en los sistemas agrícolas.

Estudios han demostrado una relación positiva entre la presencia de franjas de vegetación con mezclas de flores perennes y la riqueza de mariposas y abejas en paisajes agrícolas. Además, se ha encontrado una relación positiva entre la riqueza de especies y la



multifuncionalidad de los ecosistemas, donde los índices de diversidad funcional son mejores predictores de multifuncionalidad que los servicios del ecosistema individuales.

Sin embargo, también se han encontrado casos donde no se observa influencia de la diversidad funcional en la riqueza y uniformidad de especies de polinizadores, lo que sugiere que se necesitan más estudios para comprender mejor los efectos de la diversidad funcional en diferentes contextos.

En general, se plantea la necesidad de estudiar las plantas del paisaje agrícola, su taxonomía y sus rasgos funcionales asociados, con el objetivo de mejorar los servicios del ecosistema. Los análisis estadísticos, como el análisis de componentes principales y el análisis de agrupamiento, proporcionan información valiosa sobre la estructura del paisaje y los usos de las plantas en los sitios de estudio.

En conclusión, la diversidad funcional de las plantas desempeña un papel importante en el funcionamiento y los servicios de los ecosistemas. Su aplicación abarca diferentes campos, desde la comprensión de las interacciones entre especies hasta la conservación de la diversidad. En los sistemas agrícolas, la diversidad de plantas puede ser beneficiosa en términos de rendimientos, regulación de plagas y mejora del suelo. Sin embargo, se necesita más investigación para comprender mejor los efectos de la diversidad funcional en diferentes contextos y mejorar el diseño agrícola basado en evidencia científica.

### **Literatura citada**

- Aguilera, M. y Silva, J. F. (1997). Especies y biodiversidad. *Interciencia*, 22(6), 299-306.
- Ahmad, M. y Pathania, S. S. (2017). Ecological Engineering for Pest Management in Agro Ecosystem-A review. *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci.* 6(7), 1476-1485.
- Ali, A. y Yan, E. R. (2018). The mediation roles of intraspecific and interspecific functional trait diversity for linking the response of aboveground biomass to species richness across forest strata in a subtropical forest. *Ecological Indicators*, 85, 493-501.
- Alonso-Amaro, O., Lezcano-Fleires, J. C. y Suris-Campos, M. (2019). Relación ecológica plantas arvenses-entomofauna beneficiosa en sistemas silvopastoriles del occidente de Cuba. *Pastos y Forrajes*, 42(1), 48-56.

- Altieri, M. (2009). El estado del arte de la agroecología: revisando avances y desafíos. *Vertientes del pensamiento agroecológico: fundamentos y aplicaciones*, 77, 69-90.
- Altieri, M. A., & Nicholls, C. I. (2007). *Biodiversidad y manejo de plagas en agroecosistemas* (Vol. 2). Icaria editorial.
- Anaya Rosales, S. y Romero Napoles, J. *Manual de diagnóstico para las especies de chapulín (Orthoptera: acridoidea) del estado de Tlaxcala y estados adyacentes*/por Socorro. Colegio de Postgraduados. Montecillos, México.
- Aparicio, M. S., Castro-Ramírez, A. E., León, C. J. L. y Ishiki, I. M. (2003). Entomofauna asociada a maíz de temporal con diferentes manejos de malezas en Chiapas, México. *Manejo integrado de plagas y Agroecología*, 70, 65-73.
- Arenas-Monroy, J. C., García-Balderas, C. M., & Lucio-Palacio, C. R. (2012). Cuatro nuevas adiciones para la araneofauna del estado de Guanajuato, México. *Acta zoológica mexicana*, 28(2), 491-495.
- Badii, M. H., Guillen, A., Rodríguez, C. E., Lugo, O., Aguilar, J. y Acuña, M. (2015). Pérdida de Biodiversidad: Causas y Efectos. *Revista Daena (International Journal of Good Conscience)*, 10(2), 156-174.
- Balvanera, P., Pfisterer, A. B., Buchmann, N., He, J. S., Nakashizuka, T., Raffaelli, D. y Schmid, B. (2006). Quantifying the evidence for biodiversity effects on ecosystem functioning and services. *Ecology letters*, 9(10), 1146-1156.
- Bao Fontes, L. V. (2019). Diversidad de artrópodos en el cultivo de arroz en el sistema de rotación con pasturas. Universidad de la República de Uruguay. Facultad de Agronomía. Unidad de Posgrado.
- Barrientos-Lozano, L. y Almaguer-Sierra, P. 2009. Manejo sustentable de chapulines (Orthoptera: Acridoidea) en México. *Vedalia* 13(2): 51-56.
- Barton, K. 2016. MuMIn: Multi-Model Inference R Package Version 1.16.4.
- Bates, D., Mächler, M., Bolker, B., Walker, S. 2015. Fitting linear mixed-effects models using lme4. *J. Stat. Softw.* 67.
- Bedoya, A., Fernandez Herrera, C., & Pérez García, K. D. (2018). Entomofauna diversity associated to surrounding vegetation on rice, corn and cotton crops. *Revista Temas Agrarios*, 23(2), 107-120.

- Begg, G. S., Cook, S. M., Dye, R., Ferrante, M., Franck, P., Lavigne, C., ... y Birch, A. N. E. (2017). A functional overview of conservation biological control. *Crop Protection*, 97, 145-158.
- Begon, M., Townsend, C. R. y Harper, J. L. (2012). *Ecology: From Individuals to Ecosystems*. 4<sup>ta</sup> Ed., Blackwell Publishing, EE.UU.
- Bellon, M. R., Barrientos-Priego, A. F., Colunga-GarcíaMarín, P., Perales, H., Reyes Agüero, J. A., Rosales-Serna, R., & Zizumbo-Villarreal, D. (2009). Diversidad y conservación de recursos genéticos en plantas cultivadas. *Capital natural de México*, 2, 355-382.
- Bellwood, D. R., Streit, R. P., Brandl, S. J. y Tebbett, S. B. (2019). The meaning of the term 'function' in ecology: A coral reef perspective. *Functional Ecology*, 33(6), 948-961.
- Bernhardt-Römermann, M., Römermann, C., Sperlich, S. y Schmidt, W. (2011). Explaining grassland biomass - the contribution of climate, species and functional diversity depends on fertilization and mowing frequency. *Journal of Applied Ecology*, 48(5), 1088–1097.
- Birkhofer, K., Andersson, G. K., Bengtsson, J., Bommarco, R., Dänhardt, J., Ekbom, B., Ekroos, J., Hahn, T., Hedlund, K., Jönsson, A. M., Lindborg, R., Olsson, O., Rader, R., Rusch, A., Stjernman, M., Williams, A. y Smith, H. G. (2018a). Relationships between multiple biodiversity components and ecosystem services along a landscape complexity gradient. *Biological Conservation*, 218, 247-253.
- Birkhofer, K., Rusch, A., Andersson, G. K. S., Bommarco, R., Dänhardt, J., Ekbom, B., Jönsson, A., Lindborg, R., Olsson, O., Rader, R., Stjernman, M., Williams, A., Hedlund, K. y Smith, H. G. (2018b). A framework to identify indicator species for ecosystem services in agricultural landscapes. *Ecological Indicators*, 91, 278-286.
- Blanco, Y. y Leyva Á. (2010). Abundancia y diversidad de especies de arvenses en el cultivo de maíz (*Zea mays*, L.) precedido de un barbecho transitorio después de la papa (*Solanum tuberosum* L.). *Cultivos Tropicales* 32 (2): 12-16.
- Blanco, Y. y Leyva, A. (2007). Las arvenses en el agroecosistema y sus beneficios agroecológicos como hospederas de enemigos naturales. *Cultivos Tropicales*, 28(2), 21-28.

- Blanco-Valdes, Y. (2016). El rol de las arvenses como componente en la biodiversidad de los agroecosistemas. *Cultivos Tropicales*, 37(4), 34-56.
- Bloomfield, K. & S. Valastro (1974). Late Pleistocene eruptive of Nevado de Toluca Volcano, Central Mexico, *Geological Society of America Bulletin*, 85, 901-906.
- Bloomfield, K. (1974). The age and significance of the Tenango Basalt, Central Mexico, *Bulletin of Volcanology*, vol. 37, 586-595.7777777777777777
- Bolaños Martínez, R., Sánchez-Cordero, V., Gurrola Hidalgo, M. A., Iglesias Hernández, J. A., Magaña-Cota, G. E., & Botello López, F. J. (2010). Primer registro de la cojolita (*Penelope purpurascens*) en el estado de Guanajuato, México. *Acta Zoológica Mexicana*, 26(1), 237-241.
- Botero-Santa, P. A., Alaniz-Álvarez, S. A., Nieto-Samaniego, Á. F., López-Martínez, M., Levresse, G., Xu, S., & Ortega-Obregón, C. (2015). Origen y desarrollo de la cuenca El Bajío en el sector central de la Faja Volcánica Transmexicana. *Revista mexicana de ciencias geológicas*, 32(1), 84-98.
- Bravo-Nuñez, E. (1991). Sobre la cuantificación de la diversidad ecológica. *Hidrobiológica*, 1(1), 87-93.
- Bridi, H., de Carvalho Meirelles, G., y von Poser, G. L. (2021). Subtribe Hyptidinae (Lamiaceae): a promising source of bioactive metabolites. *Journal of ethnopharmacology*, 264, 113225.
- Brown, A. D., Blendinger, P., Lomáscolo, T. y Bes, P. G. (2009). *Selva pedemontana de las Yungas. Historia natural, ecología y manejo de un ecosistema en peligro. San Miguel de Tucumán, Argentina*. Ediciones del Subtrópico, 213-273.
- Buhk, C., Oppermann, R., Schanowski, A., Bleil, R., Lüdemann, J., & Maus, C. (2018). Flower strip networks offer promising long-term effects on pollinator species richness in intensively cultivated agricultural areas. *BMC Ecology*, 18(1), 1-13.
- Bukovsky-Reyes, S., Isaac, M. E. y Blesh, J. (2019). Effects of intercropping and soil properties on root functional traits of cover crops. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 285, 106614.
- Cadotte, M. W., Arnillas, C. A., Livingstone, S. W. y Yasui, S. L. E. (2015). Predicting communities from functional traits. *Trends in Ecology & Evolution*, 30(9), 510-5011.

- Camacho-Valdez, V. y Ruiz-Luna, A. (2012). Marco conceptual y clasificación de los servicios ecosistémicos. *Revista Bio Ciencias*, 1(4), 3-15.
- Campos-Rodríguez, J. I., Elizalde-Arellano, C., López-Vidal, J. C., Aguilar-Martínez, G. F., Ramos-Reyes, S. N., & Hernández-Arciga, R. (2009). Nuevos registros de anfibios y reptiles para Guanajuato, procedentes de la Reserva de la Biosfera "Sierra Gorda de Guanajuato" y zonas adyacentes. *Acta zoológica mexicana*, 25(2), 269-282.
- Cardinale, B. J., Srivastava, D. S., Emmett Duffy, J., Wright, J. P., Downing, A. L., Sankaran, M., & Jouseau, C. (2006). Effects of biodiversity on the functioning of trophic groups and ecosystems. *Nature*, 443(7114), 989-992.
- Cardoso, P., Pekár, S., Jocqué, R., y Coddington, J. A. (2011). Global patterns of guild composition and functional diversity of spiders. *PloS one*, 6(6), e21710.
- Carranza González, E. (2005). Conocimiento actual de la flora y la diversidad vegetal del estado de Guanajuato, México. Instituto de Ecología A. C. Fascículo complementario XXI. Pátzcuaro, Michoacán. 24 pp.
- Casanoves, F., Di Rienzo, J. A. y Pla, L. (2008). User Manual FDiversity: Statistical software for the analysis of functional diversity. First Edition, Argentina.
- Casanoves, F., Pla, L. E. y Di Rienzo, J. A. (2011). FDiversity: An integrated tool to estimate and analyze functional diversity. *The Bulletin of the Ecological Society of America*, 92(2), 147-152.
- Casanoves, F., Pla, L. y Di Rienzo, J. A. (2011). Valoración y análisis de la diversidad funcional y su relación con los servicios ecosistémicos./ Edit. Casanoves F., Pla L. y Di Rienzo J. A. 1 ed. Turrialba, CR; CATIE, 84 pp. (Serie técnica, Informe técnico / CIATE no. 384) ISBN 978-9977-57-539-1.
- Casanoves, F., Pla, L., Di Rienzo, J. A., y Díaz, S. (2011). FDiversity: a software package for the integrated analysis of functional diversity. *Methods in Ecology and Evolution*, 2(3), 233-237.
- Castellanos-Vargas I., García P. y Cano Z. 2015. Diversidad Ortopterológica de la Reserva Territorial Sureste de la Ciudad Universitaria (UNAM). *Acta Zoológica Mexicana* 31 (1). 97-108.
- Castellazzi, M. S., Wood, G. A., Burgess, P. J., Morris, J., Conrad, K. F. y Perry, J. N. (2008). A systematic representation of crop rotations. *Agricultural Systems*, 97(1-2), 26-33.

- Cerritos, R. y Cano-Santana, Z. 2008. Harvesting grasshoppers *Sphenarium purpurascens* in Mexico for human consumption: A comparison with insecticidal control for managing pest outbreaks. *Crop Protection* 27 (3–5): 473-480. doi.org/10.1016/j.cropro.2007.08.001
- Challenger, A. y Soberón, J. (2008). Los ecosistemas terrestres. Capital natural de México, 1, 87-108.
- Chao, A., Chazdon, R. L., Colwell, R. K. y Shen, T.-J. 2005. A new statistical approach for assessing compositional similarity based on incidence and abundance data. *Ecology Letters* 8:148-159.
- Chavent, M., Kuentz, V., Lique, B., Saracco, J., 2013. ClustOfVar: Clustering of Variables. R Package Version 0.8.
- Cilia-López, V. G., Aguirre-Rivera, J. R., Espinosa-Reyes, G., Flores-Cano, J. A., Reyes-Agüero, J. A., & Juárez-Flores, B. I. (2014). Distribución de *Heliopsis longipes* (Heliantheae: Asteraceae), un recurso endémico del centro de México. *Revista Chapingo serie ciencias forestales y del ambiente*, 20(1), 47-54.
- Colwell, R. K. (2009). EstimateS Ver. 8.2. <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates>.
- Colwell, R. K., A. Chao, N. J. Gotelli, S.-Y. Lin, C. X. Mao, R. L. Chazdon y J. T. Longino. (2012). Models and estimators linking individual-based and sample-based rarefaction, extrapolation, and comparison of assemblages. *Journal of Plant Ecology* 5, 3-21.
- Colwell, R. K., Chao, A., Gotelli, N. J., Lin, S. Y., Mao, C. X., Chazdon, R. L. y Longino, J. T. (2012). Models and estimators linking individual-based and sample-based rarefaction, extrapolation, and comparison of assemblages. *Journal of plant ecology*, 5(1), 3-21.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2012. La biodiversidad en Guanajuato: Estudio de Estado. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO)/Instituto de Ecología del Estado de Guanajuato (IEE). México.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). (1 de abril de 2021). Sitio de malezas de México. <https://http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/2inicio/home-malezas-mexico.htm>.

- Cordova-Tapia, F. y Zambrano, L. (2015). La diversidad funcional en la ecología de comunidades. *Revista Ecosistemas*, 24(3), 78-87.
- Cornelissen, J. H. C., Lavorel, S., Garnier, E., Díaz, S., Buchmann, N., Gurvich, D. E., y Poorter, H. (2003). A handbook of protocols for standardized and easy measurement of plant functional traits worldwide. *Australian Journal of Botany*, 51(4), 335-380.
- Cornwell, W. K. y Ackerly, D. D. (2009). Community assembly and shifts in plant trait distributions across an environmental gradient in coastal California. *Ecological Monographs*, 79(1), 109-126.
- Crowder, D. W. y Jabbour, R. (2014). Relationships between biodiversity and biological control in agroecosystem: Current status and future challenges. *Biological Control*, 75, 8-17.
- Cruz, A., Becerril, R., & Báez, O. (2012). La Biodiversidad en Guanajuato: Estudio de Estado. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). *Instituto de Ecología del Estado de Guanajuato*. (IEE), 1.
- Delgadillo, C., & Cárdenas, A. (1996). *A preliminary checklist of the mosses of Guanajuato, Mexico* (No. Folleto 15229 v. 11).
- Díaz, S. y Cabido, M. (2001). Vive la différence: plant functional diversity matters to ecosystem processes. *Trends in ecology & evolution*, 16(11), 646-655.
- Díaz, S., Fargione, J., Chapin III, F. S. y Tilman, D. (2006). Biodiversity loss threatens human well-being. *PLoS biology*, 4(8), e277.
- Díaz-Barriga, H., & Palacios-Rios, M. (1992). Lista preliminar de especies pteridofitas de los estados de Guanajuato, Michoacán y Querétaro (México), Flora del Bajío y de regiones adyacentes. Fascículo complementario III.
- Domínguez-Domínguez, O., & de León, G. P. P. (2009). ¿ La mesa central de México es una provincia biogeográfica? Análisis descriptivo basado en componentes bióticos dulceacuícolas. *Revista mexicana de biodiversidad*, 80(3), 835-852.
- Duru, M. (2013). Combining agroecology and management science to design field tools under high agrosystem structural or process uncertainty: Lessons from two case studies of grassland management. *Agricultural Systems*, 114, 84-94.

- Ekroos, J., Olsson, O., Rundlöf, M., Wätzold, F. y Smith, H. G. (2014). Optimizing agri-environment schemes for biodiversity, ecosystem services or both? *Biological conservation*, 172, 65-71.
- Ellenberg, D. y Mueller-Dombois, D. (1974). *Aims and methods of vegetation ecology*. New York: Wiley.
- Espejo Serna, A. (2012). El endemismo en las Liliopsida mexicanas. *Acta botánica mexicana*, (100), 195-257.
- Espinosa García, F. J. y Sarukhán, J. (1997). *Manual de malezas del Valle de México*.
- Excel, M. S. (2007). Microsoft Excel. Denver Co., USA.
- Faucon, M. P., Houben, D. y Lambers, H. (2017). Plant Functional Traits: Soil and Ecosystem Services. *Trends in Plant Science*, 22(5), 385-394.
- Fernández, O. A. (1982). Manejo integrado de malezas. *Planta daninha*, 5(2), 69-79.
- Finney, D. M. y Kaye, J. P. (2017). Functional diversity in cover crop polycultures increases multifunctionality of an agricultural system. *Journal of Applied Ecology*, 54(2), 509-517.
- Flores-Mejía, S., & Araiza, M. D. S. (2004). Coccinélidos (Coleoptera: Coccinellidae) del estado de Guanajuato en la colección Leopoldo Tinoco Corona de la Universidad de Guanajuato. *Acta Universitaria*, 14(2), 8-16.
- Flores-Villela, O. y L. Canseco-Márquez. 2004. Nuevas especies y cambios taxonómicos para la herpetofauna de México. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)* 20:115-144.
- Freitas, J. R. y Mantovani, W. (2017). An overview of the applicability of functional diversity in Biological Conservation. *Brazilian Journal of Biology*, 78, 517-524.
- Fundación Guanajuato Produce (FGP). 2019. *Datos de la red de estaciones*. [http://www.estaciones.fundacionguanajuato.mx/export/export\\_dat.php](http://www.estaciones.fundacionguanajuato.mx/export/export_dat.php) Fecha de consulta 09-VII-2019
- Gallardo-Granados, S., Salazar-Solís, E., Salas-Araiza, M. D., & Martínez-Jaime, O. A. (2016). Incidencia de especies de Hemípteros en fresa bajo dos sistemas de cultivo en Irapuato, Guanajuato, México. *Southwestern Entomologist*, 41(2), 547-560.
- Gallé, R., Geppert, C., Földesi, R., Tschardtke, T., & Batáry, P. (2020). Arthropod functional traits shaped by landscape-scale field size, local agri-environment schemes and edge effects. *Basic and Applied Ecology*, 48, 102-111.



- García, E. (1974). Distribución de la precipitación en la República Mexicana. *Investigaciones geográficas*, (5), 7-20.
- García, E. (2004). Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Universidad Nacional Autónoma de México.11111.
- García-Gutiérrez, C., Chaírez-Hernández, I., Rivera-García, E., Gurreola-Reyes, J.N., González-Maldonado, M.B. 2006. Chapulines (Orthoptera) de pastizales de la “Región de los Llanos en Durango” México. *Folia Entomológica Mexicana* 45(3): 273-282.
- Garibaldi, L. A., Steffan-Dewenter, I., Winfree, R., Aizen, M. A., Bommarco, R., Cunningham, S. A., ... & Klein, A. M. (2013). Wild pollinators enhance fruit set of crops regardless of honey bee abundance. *science*, 339(6127), 1608-1611.
- Gelman, A., Su, Y.-S., 2015. Arm: Data Analysis Using Regression and Multilevel/ Hierarchical Models. R Package Version 1. pp. 8.
- Gliessman, S. R. (2006). *Field and laboratory investigations in agroecology*. CRC Press.
- Golodets, C., Sternberg, M. y Kigel, J. (2009). A community-level test of the leaf-height-seed ecology strategy scheme in relation to grazing conditions. *Journal of Vegetation Science*, 20(3), 392-402.
- Gonzalez, A., Germain, R. M., Srivastava, D. S., Filotas, E., Dee, L. E., Gravel, D., ... y Loreau, M. (2020). Scaling-up biodiversity-ecosystem functioning research. *Ecology Letters*, 23(4), 757-776.
- Grueber, C.E., Nakagawa, S., Laws, R.J., Jamieson, I.G., 2011. Multimodel inference in ecology and evolution: challenges and solutions. *J. Evol. Biol.* 24, 699–711.
- Guzmán-Mendoza, R, Hernández-Hernández, V., Salas-Araiza, M. D. & Núñez-Palenius, H.G. (2022). Diversidad de especies de plantas arvenses en tres monocultivos del Bajío, México. *Polibotánica*, 53: 69-85
- Guzmán-Mendoza, R., Calzontzi-Marín, J., Salas-Araiza, M. D. y Martínez-Yáñez, R. (2016a). La riqueza biológica de los insectos: análisis de su importancia multidimensional. *Acta Zoológica Mexicana*, 32(3), 370-379.
- Guzmán-Mendoza, R., Calzontzi-Marín, J., Salas-Araiza, M. D., & Martínez-Yáñez, R. (2016). La riqueza biológica de los insectos: análisis de su importancia multidimensional. *Acta zoológica mexicana*, 32(3), 370-379.

- Guzmán-Mendoza, R., Castaño-Meneses, G. y Núñez-Palenius, H. G. (2016b). The diversity of ant communities (Hymenoptera: Formicidae) and their connections with other arthropods from three temperate forests of central Mexico. *Revista de Biología Tropical*, 64(2), 571-585.
- Halffter, G., Llorente-Bousquets, J., & Morrone, J. (2008). La perspectiva biogeográfica histórica. In *Capital natural de México*, vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad. CONABIO: México. pp. 67-86.
- Hammer, O., Harper D.A.T. & Ryan P. (2017). Past vers. 3.14. Windows. Universidad de Oslo.
- Hammer, Ø., Harper, D., & Ryan, P. D. (2001). PAST: paquete de programas de estadística paleontológica para enseñanza y análisis de datos. *Palaeontol. Electrón*, 4(1), 4.
- Harlan, J. R., & Gepts, P. (Eds.). (2012). *Biodiversity in agriculture: domestication, evolution, and sustainability*. Cambridge University Press.
- Harley, R. M., y Pastore, J. F. B. (2012). A generic revision and new combinations in the Hyptidinae (Lamiaceae), based on molecular and morphological evidence. *Phytotaxa*, 58(1), 1-55.
- Hernández-Hernández, V. Segovia-Ramírez G.& Argüelles Marmolejo, S. (2014). Un nuevo registro para Guanajuato: *Psilotum nudum* (L.) P. Beauv. (Psilotaceae). *Revista Mexicana de Biodiversidad* 85: 610-612.
- Hernández-Hernández, V., González-García, S., M.& Colli-Mull, J. G. (2016). Licopodios y helechos de la sierra de Pénjamo, Guanajuato, México. *Revista de Ciencias Ambientales y Recursos Naturales*, 2(5), 44-50.
- Herrera-Paniagua, P., Martínez, M., & Delgadillo-Moya, C. (2018). Patrones de riqueza y de asociación al hábitat y microhábitat de los musgos del Área Natural Protegida Sierra de Lobos, Guanajuato, México. *Revista mexicana de biodiversidad*, 89(4), 1002-1011.
- Hoffman, A.M., Perretta, H., Lemoine, N.P. y Smith, M.D. 2019. Blue grama grass genotype affects palatability and preference by semi-arid steppe grasshoppers. *Acta Oecologica* 96: 43-48. doi.org/10.1016/j.actao.2019.03.001
- Hooke, R. L. (2012). Land transformation by humans: A review. *GSA Today*, 22(12), 4-16.

- Hooper, D. U. y Vitousek, P. M. (1997). The effects of plant composition and diversity on ecosystem processes. *Science*, 277(5330), 1302-1305.
- Hooper, D. U., Solan, M., Symstad, A., Diaz, S., Gessner, M. O., Buchmann, N., ... y Van Peer, L. (2002). Species diversity, functional diversity, and ecosystem functioning. *Biodiversity and ecosystem functioning: synthesis and perspectives*, 195-208.
- IBM Corporation. IBM SPSS: IBM; 2017.
- INEGI. (2017). Catálogo Único de Claves de Áreas Geoestadísticas Estatales, Municipales y Localidades. [en línea] <<https://www.inegi.org.mx/app/ageeml/#/level/16/entity/11001>> [Obtenido el 19/04/2023].
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). (2005). Censo de población y vivienda 2005. Indicadores del censo general de Población y vivienda, Ed. INEGI, México.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). (2009). Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. *Puebla, Xochitlán de Vicente Suárez*, 21202
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). (2009). Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. *Puebla, Xochitlán de Vicente Suárez*, 21202
- Isbell, F., Craven, D., Connolly, J., Loreau, M., Schmid, B., Beierkuhnlein, C., ... & Eisenhauer, N. (2015). Biodiversity increases the resistance of ecosystem productivity to climate extremes. *Nature*, 526(7574), 574-577.
- Jarillo, A. M., & Bujanos Muñoz, R. (2008). Especies del complejo " gallina ciega" del género *Phyllophaga* en Guanajuato, México. *Agricultura técnica en México*, 34(3), 349-355.
- Jarillo, A. M., Muñoz, R. B., & Sánchez, F. D. (2009). Psiloideos y cicadélidos en el cultivo de la papa en el Bajío, Guanajuato, México. *Agricultura Técnica en México*, 35(1), 117-123.
- Jaworski, T. & Hilszczański, J. (2013). The effect of temperature and humidity changes on insects development their impact on forest ecosystems in the expected climate change. *Forest Research Papers*, 74(4), 345-355.

- Jiménez-Valverde, A. (2000). Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar los inventarios biológicos. *Rev Iber Aracnol*, 8, 151-161.
- Jost, L. (2006). Entropy and diversity. *Oikos*, 113(2), 363-375.
- Kennedy, C. M., Lonsdorf, E., Neel, M. C., Williams, N. M., Ricketts, T. H., Winfree, R., ... & Kremen, C. (2013). A global quantitative synthesis of local and landscape effects on wild bee pollinators in agroecosystems. *Ecology letters*, 16(5), 584-599.
- Khaliq, A., Javed, M., Sohail, M., y Sagheer, M. (2014). Environmental effects on insects and their population dynamics. *Journal of Entomology and Zoology studies*, 2(2), 1-7.
- Kir'Yanov, A. V., & Balcázar-Lara, M. A. (2007). Papilionidae and Pieridae butterflies (Lepidoptera, Papilionoidea) of the state of Guanajuato, Mexico. *Acta Zoológica Mexicana*, 23(2), 1-9.
- Koocheki, A., Nassiri, M., Alimoradi, L. y Ghorbani, R. (2009). Effect of cropping systems and crop rotations on weeds. *Agronomy for sustainable development*, 29(2), 401-408.
- Korolev, V. A., Kir'yanov, A. V., Koponés, B. A., & KapssHos, A. B. (1998) Butterflies (Lepidoptera, Diurna) from the Natural Park «Ala-Archa» (Tien-Shan, Kirghizian Mountains). *Entomological News from Russia*, 1, 15-28.
- Krebs, C. J. (2014). *Ecological Methodology*. 2<sup>nd</sup> Ed. Pearson. EE.UU. 624 pp.
- Kremen, C., Williams, N. M., Aizen, M. A., Gemmill-Herren, B., LeBuhn, G., Minckley, R., ... & Ricketts, T. H. (2007). Pollination and other ecosystem services produced by mobile organisms: a conceptual framework for the effects of land-use change. *Ecology letters*, 10(4), 299-314.
- Landis, D. A. (2017). Designing agricultural landscapes for biodiversity-based ecosystem services. *Basic and Applied Ecology*, 18, 1-12.
- Lara Valdés, J. L. (2010). Guanajuato, el paisaje antes de la guerra de Independencia. México, Universidad de Guanajuato. Ed. La Rana. 120 pp.
- Laureto, L. M. O., Cianciaruso, M. V. y Samia, D. S. M. (2015). Functional diversity: An overview of its history and applicability. *Natureza e Conservacao*. 13(2), 112-116.
- Lehmann, P, Ammunét, T., Barton, M., Battisti, A., Eigenbrode, S. D. Jepsen, J. U., Kalinkat, G., Pekka Niemelä, S. N., Økland, B., Terblanche, J. S. y Björkman, C. (2018). Complex responses of global insect pests to climate change. *bioRxiv*, 425488.

- León-Galván, G. D. C., Guzmán-Mendoza, R., Salas-Araiza, M. D., Felipe, L., Ramírez-Santoyo, L. P. M., y Núñez-Palenius, H. G. (2020). Patrones de riqueza y diversidad de insectos en tres cultivos de la localidad de El Copal, Irapuato, Guanajuato, México. *Entomología mexicana*, 6: 69-74.
- Letourneau, D. K., Jedlicka, J. A., Bothwell, S. G., & Moreno, C. R. (2009). Effects of natural enemy biodiversity on the suppression of arthropod herbivores in terrestrial ecosystems. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 40, 573-592.
- Leyte-Manrique, A., Hernández Navarro, E. M., & Escobedo-Morales, L. A. (2015). Herpetofauna de Guanajuato: Un análisis histórico y contemporáneo de su conocimiento. *Revista Mexicana de Herpetología*, 1(1), 1-14.
- Leyte-Manrique, A., Morales-Castorena, J. P., & Escobedo-Morales, L. A. (2016). Variación estacional de la herpetofauna en el cerro del Veinte, Irapuato, Guanajuato, México. *Revista mexicana de biodiversidad*, 87(1), 150-155.
- Lot, A. y Chiang, F. (1986). Manual de herbario. Administración y manejo de colecciones técnicas de recolección y preparación de ejemplares de herbario. Instituto de biología, UNAM.
- Manrique, A. L., Gutiérrez, N. y Navarro, E. M. H. (2016). Percepción cultural de la herpetofauna en tres comunidades rurales del municipio de Irapuato, Guanajuato, México. *Etnobiología*, 14(1), 73-84.
- Marie, A., Mangenot, A., Puech, C., Aviron, S., Plantegenest, M., y Pétilion, J. (2018). Farming system and landscape characteristics differentially affect two dominant taxa of predatory arthropods. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 259, 98-110.
- Marshall, E. J. P., Brown, V. K., Boatman, N. D., Lutman, P. J. W., Squire, G. R. y Ward, L. K. (2003). The role of weeds in supporting biological diversity within crop fields. *Weed research*, 43(2), 77-89.
- Martella, M. B., Trumper, E. V., Bellis, L. M., Renison, D., Giordano, P. F., Bazzano, G. y Gleiser, R. M. (2012). Manual de Ecología. Evaluación de la biodiversidad. *Reduca (Biología)*, 5(1).
- Martínez-Aguirre, C. E., Ramos-Patlán, F. D., Salas-Araiza, M. D., Leyte-Manrique, A., & Guzmán-Mendoza, R. EFECTO DE LA HETEROGENEIDAD VEGETAL SOBRE LA DIVERSIDAD DE ACRÍDIDOS EN UN AGROECOSISTEMA DE MAÍZ.

- Masalles, R. M. (2004). Respuestas de la vegetación arvense a los tratamientos agrícolas. *Lazaroa*, 25(1), 35-41.
- Matías Ramírez, L. G., Oropeza Orozco, O., Lugo Hubp, J., Cortez Vázquez, M., & Jáuregui Ostos, E. (2007). Análisis de las principales causas de las inundaciones de septiembre de 2003 en el sur del estado de Guanajuato, México. *Investigaciones geográficas*, (64), 7-25.
- Mattoni, R., Longcore, T. y Novotny, V. (2000). Arthropod monitoring for fine-scale habitat analysis: a case study of the El Segundo sand dunes. *Environmental management*, 25(4), 445-452.
- Medrano Meraz, M. D. J., Hernández, F. J., Corral Rivas, S., & Nájera Luna, J. A. (2017). Diversidad arbórea a diferentes niveles de altitud en la región de El Salto, Durango. *Revista mexicana de ciencias forestales*, 8(40), 57-68.
- Melic, A., Barrientos, J. A., Morano, E., & Urones, C. (2015). Orden Araneae. *Revista IDE@-SEA*, 11, 1-13.
- Menalled, F. D. (2010). Consideraciones ecológicas para el desarrollo de programas de manejo integrado de malezas. *Agroecología*, 5, 73-78
- Morett-Sánchez, J. C., & Cosío-Ruiz, C. (2017). Panorama de los ejidos y comunidades agrarias en México. *Agricultura, sociedad y desarrollo*, 14(1), 125-152.
- Mori, A. S., Isbell, F. y Seidl, R. (2018).  $\beta$ -diversity, community assembly, and ecosystem functioning. *Trends in ecology & evolution*, 33(7), 549-564.
- Morrone, J. J. (2005). Hacia una síntesis biogeográfica de México. *Revista mexicana de biodiversidad*, 76(2), 207-252.
- Morrone, J. J. (2014). Biogeographical regionalisation of the Neotropical region. *Zootaxa*, 3782(1), 1-110.
- Mosqueda-Guevara, I., Álvarez-Jara, M., Charre-Medellín, J. F., & Colli-Mull, J. G. (2020) Aracnofauna en dos tipos de vegetación de la reserva de la biosfera Sierra Gorda de Guanajuato. *Entomología Mexicana*, 7, 1-9.
- Myers, N., Mittermeier, R. A., Mittermeier, C. G., Da Fonseca, G. A., & Kent, J. (2000). Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403(6772), 853-858.
- Noguerales, V., Cordero, P. J., Ortego, J. 2018. Inferring the demographic history of an oligophagous grasshopper: Effects of climatic niche stability and host-plant

- distribution. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 118: 343-356. doi.org/10.1016/j.ympev.2017.10.012.
- Núñez, E. B. (1991). Sobre la cuantificación de la diversidad ecológica. *Hidrobiológica*, 1(1), 87-93.
- Otte, D. 1981. The North American Grasshoppers. Vol. 1. Harvard University Press. Cambridge.
- Otte, D. 1984. The North American Grasshoppers. Vol. 2. Harvard University Press. Cambridge.
- Palacios-Vargas, J. G. (1983). Catálogo de los colémbolos mexicanos. In Anales de la Escuela nacional de Ciencias biológicas (Vol. 27, pp. 61-76). México: Instituto Politécnico Nacional.
- Palm, C., Blanco-Canqui, H., DeClerck, F., Gatere, L. y Grace, P. (2014). Conservation agriculture and ecosystem services: An overview. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 187, 87-105.
- Paredes-Melesio, R., Mandujano Bueno, A., Gámez Vázquez, A. J., & García Nieto, H. (2011). Actualización del mapa de uso del suelo agrícola en el estado de Guanajuato. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 2(1), 85-96.
- Pasa, M. C. y Valadares, L. C. A. (2010). Pest control methods used by riverine from Rio Vermelho community, south of Mato Grosso state, Brazil. *Biodiversidad*, 9(1), 4-14.
- Pavoine, S., Baguette, M., & Bonsall, M. B. (2010). Decomposition of trait diversity among the nodes of a phylogenetic tree. *Ecological Monographs*, 80(3), 485-507.
- Pecl, G. T., Araújo, M. B., Bell, J. D., Blanchard, J., Bonebrake, T. C., Chen, I-C., Clark, T. D., Colwell, R. K., Danielsen, F., Evengard, B., Falconi, L., Ferrier, S., Frusher, S., Garcia, R. A., Griffis, R. B., Hobday, A. J., Janion-Scheepers, C., Jarzyna, M. A., Jennings, S., Lenoir, J., Linnetved, H. I., Martin, V. Y., McCormack, P. C., McDonald, J., Mitchell, N. J., Mustonen, T., Pandolfi, J. M., Pettoirelli, N., Popova, E., Robinson, S. A., Scheffers, B. R., Shaw, J. D., Sorte C. J. B., Strugnell, J. M., Sunday, J. M., Tuanmu, M-N., Vergés, A., Villanueva, C., Wernberg, T., Wapstra, E. y Williams S. E. (2017). Biodiversity redistribution under climate change: Impacts on ecosystems and human well-being. *Science*, 355(6332).

- Pennington, R. T., & Ratter, J. A. (Eds.). (2006). *Neotropical savannas and seasonally dry forests: plant diversity, biogeography, and conservation*. CRC press.
- Pereda-Miranda, R. y Delgado, G. (1990). Triterpenoids and flavonoids from *Hyptis albida*. *Journal of Natural Products*, 53(1), 182-185.
- Pérez-Ponce de León, G. (2003). Biodiversity and biogeographic patterns in the Mesa Central of México: Insights from host-parasite systems. *Journal of Parasitology*, 89, 126-133.
- Pérez-Vega, A., Regil García, H. H., & Mas, J. F. (2020). Degradación ambiental por procesos de cambios de uso y cubierta del suelo desde una perspectiva espacial en el estado de Guanajuato, México. *Investigaciones geográficas*, (103).
- Petchey, O. L. y Gaston, K. J. (2002). Functional diversity (FD), species richness and community composition. *Ecology letters*, 5(3), 402-411.
- Petchey, O. L. y Gaston, K. J. (2006). Functional diversity: back to basics and looking forward. *Ecology letters*, 9(6), 741-758.
- Petchey, O. L., O’Gorman, E. J. y Flynn, D. F. (2009). A functional guide to functional diversity measures. Biodiversity, Ecosystem Functioning, & Human Wellbeing. Naeem S, Bunker D. E, Hector A, Loreau M, Perrings C, eds. Oxford University Press, Oxford, 49-59.
- Posey, D. A. (1986). Topics and issues in ethnoentomology with some suggestions for the development of hypothesis-generation and testing in ethnobiology. *Journal of Ethnobiology*, 6(1), 99-120.
- Power, A. G. (2010). Ecosystem services and agriculture: tradeoffs and synergies. *Philosophical transactions of the royal society B: biological sciences*, 365(1554), 2959-2971.
- Quijano, F. M., Sol de Mayo, A., Rosales, V. H. R., Hernández, M. A. E., & Blanco, M. R. (2001). Anfibios y reptiles de la sierra de Santa Rosa, Guanajuato: cien años después. *Anales del Instituto de Biología. Serie Zoología*, 72(2), 233-243.
- Quintas-Soriano, C., Castro, A. J., Castro, H. y García-Llorente, M. (2016). Impacts of land use change on ecosystem services and implications for human well-being in Spanish drylands. *Land Use Policy*, 54, 534-548.



- Ramírez, R. G., Trujillo, T. R., Ruíz, J. S., & Ordóñez, Y. F. (2004). Aptitud agroclimática en la Mesa Central de Guanajuato, México. *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM*, 54, 24-35.
- Ramos-Patlán, F. D., Salas-Araiza, M. D., Guzmán-Mendoza, R., Pérez-Moreno, L., Martínez-Jaime, O. A., & Núñez-Palenius, H. G. (2018). Notas sobre la presencia y distribución de especies de mantis en Guanajuato. *Entomología Mexicana*, 5, 118-124.
- Reta-Heredia, I., Jurado, E., Pando-Moreno, M., González-Rodríguez, H., Mora-Olivo, A., & Estrada-Castillón, E. (2018). Diversidad de arañas en ecosistemas forestales como indicadores de altitud y disturbio. *Revista mexicana de ciencias forestales*, 9(50), 251-273.
- Reyes, U. J. S., Maldonado, S. N., González, E. I. D. L., Rubí, I., De León, R., Hernández, L. H. y KY, B. A. (2012). Efecto del disturbio en la vegetación sobre la composición de Coleóptera en un fragmento de matorral de Victoria, Tamaulipas, México. *Dugesiana*, 19(2), 49-56.
- Ricketts, T. H., Daily, G. C., Ehrlich, P. R., & Michener, C. D. (2004). Economic value of tropical forest to coffee production. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 101(34), 12579-12582.
- Roschewitz, I., Gabriel, D., Tschardt, T., & Thies, C. (2005). The effects of landscape complexity on arable weed species diversity in organic and conventional farming. *Journal of applied ecology*, 42(5), 873-882.
- Rzedowski Rotter, Jerzy, y Graciela Calderón de Rzedowski. *Flora fanerogámica del Valle de México*. No. JRZ-1. Instituto de Ecología. México, 1985.
- Rzedowski, J. (1987). *Vegetación de México*. Ed. Limusa. México. 432 pp.
- Rzedowski, J. (1991). El endemismo en la flora fanerogámica mexicana: una apreciación analítica preliminar. *Acta Botanica Mexicana*, (15), 47-64.
- Rzedowski, J. (1993). Diversity and origins of the phanerogamic flora of Mexico, pp. 129-144 In Ramamoorthy TP, Bye R, Lot A, Fa J [eds.], *Biological Diversity of Mexico: Origins and Distribution*. Oxford University Press, New York, New York, USA.
- Rzedowski, J. (2001). *Flora fanerogámica del Valle de México* (No. C/582.09725 F56/2001).

- Rzedowski, J. (2020). El endemismo en plantas mexicanas acuáticas y subacuáticas de la familia Asteraceae. *Polibotánica*, (49), 15-29.
- Rzedowski, J. y Huerta, L. (1978). *Vegetación de México*. editorial Limusa. México, DF.
- Salas-Araiza, M. D., & Boradonenko, A. (2006). Insectos Asociados al Amaranto *Amaranthus hypocondriacus* L. (AMARANTHACEAE) en Irapuato, Guanajuato, México. *Acta Universitaria*, 16(1), 50-55.
- Salas-Araiza, M. D., Guzmán-Mendoza, R., Martínez-Jaime, O. A., González-Márquez, M. A., & Figueroa, A. L. (2015). Species richness of noctuid moths (Lepidoptera: Noctuidae) from the State of Guanajuato, Mexico. *Florida Entomologist*, 98(4), 1262-1265.
- Salas-Araiza, M. D., O'brien, C. W., & Romero-Nápoles, J. (2001). Curculionioidea (Insecta: Coleoptera) from the state of Guanajuato, Mexico. *Insecta Mundi*, 15(1), 45-57.
- Salas-Araiza, M. D., Salazar-Solis, E., & Montesinos-Silva, G. (2003). Acridoideos (Insecta: Orthoptera) del estado de Guanajuato, México. *Acta zoológica mexicana*, (n.s.) (89), 29-38.
- Salas-Araiza, M. D., Salazar-Solis, E., Martínez-Jaime, O. A., & Guzmán-Mendoza, R. (2014). Insectos benéficos en el cultivo de fresa en Irapuato, Guanajuato, México. *Entomología Mexicana*, 1, 289-294.
- Sánchez, J. A., Romero, J., Ramírez, S., Anaya, S., & Carrillo, J. L. (1998). Géneros de Braconidae del estado de Guanajuato (Insecta: Hymenoptera). *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.) (74), 59-137.
- Sánchez, M. E., Pérez, R. J., Fresán, O. C., Zavala S. M. A. y Pérez, G. S. (2013). Anti-Inflammatory effects of *Hyptis albida* chloroform extracto n lipopolysaccharide-Stimulated peritoneal macrophages. *ISRN Pharmacology*, 2013: 1-8.
- Sanchez-Luna, R., & Reynoso, V. H. (2012). Herpetofauna del area de uso sustentable Cerro Amoles, del Parque Ecológico Lago Crater La Joya y del Área de restauración ecológica Laguna de Yuriria y su zona de influencia en Guanajuato [Herpetofauna of the Cerro Amoles sustainable use area, of the La Joya Lake Crater Ecological Park and of the Yuriria Lagoon ecological restoration area and its area of influence in Guanajuato]. *La Biodiversidad en Guanajuato: Estudio de Estado [Biodiversity in Guanajuato: State study]*, 2, 232-233.

- Sans, F. X. (2007). La diversidad de los agroecosistemas. *Ecosistemas*, 16(1), 44-49.
- Sauka, D. H., & Benintende, G. B. (2008). *Bacillus thuringiensis*: generalidades. Un acercamiento a su empleo en el biocontrol de insectos lepidópteros que son plagas agrícolas. *Revista argentina de microbiología*, 40(2), 124-140.
- Schipanski, M. E., Barbercheck, M., Douglas, M. R., Finney, D. M., Haider, K., Kaye, J. P., Kemanian A. R., Mortensen, D. A., Ryan, M. R., Tooker, J. y White, C. (2014). A framework for evaluating ecosystem services provided by cover crops in agroecosystems. *Agricultural Systems*. 125, 12-22.
- Schleuter, D., Daufresne, M., Massol, F. y Argillier, C. (2010). A user's guide to functional diversity indices. *Ecological monographs*, 80(3), 469-484.
- Schwarz, N., Moretti, M., Bugalho, M. N., Davies, Z. G., Haase, D., Hack, J., ... & Knapp, S. (2017). Understanding biodiversity-ecosystem service relationships in urban areas: A comprehensive literature review. *Ecosystem services*, 27, 161-171.
- Shen, Y., Yu, S., Lian, J., Shen, H., Cao, H., Lu, H., & Ye, W. (2016). Tree aboveground carbon storage correlates with environmental gradients and functional diversity in a tropical forest. *Scientific Reports*, 6(1), 1-10.
- Sidding, A. A. H., Ellison, A. M., Ochs, A. y Villar-Leeman, C. (2016). How do ecologists select and use indicator species to monitor ecological change? Insights from 14 years of publication in *Ecological Indicators*. *Ecological Indicators*, 60, 223-230.
- Smith, H. A., & McSorley, R. (2000). Intercropping and pest management: a review of major concepts. *American Entomologist*, 46(3), 154-161.
- Song, Y., Wang, P., Li, G. y Zhou, D. (2014). Relationships between functional diversity and ecosystem functioning: A review. *Acta Ecológica Sinica*, 34(2), 85-91.
- Song, Y., Wang, P., Li, G. y Zhou, D. (2014). Relationships between functional diversity and ecosystem functioning: A review. *Acta Ecológica Sinica*, 34(2), 85-91.
- Steffen, W., Richardson, K., Rockström, J., Cornell, S. E., Fetzer, I., Bennett, E. M. y Sörlin, S. (2015). Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet. *Science*, 347(6223).
- Stehle, S. y Schulz, R. (2015). Agricultural insecticides threaten surface waters at the global scale. *PNAS*, 112(18), 5750-5755.

- Storkey, J. (2006). A functional group approach to the management of UK arable weeds to support biological diversity. *Weed research*, 46(6), 513-522.
- Team, Q. D. (2016). QGIS geographic information system. Open Source Geospatial Foundation Project.
- Team, R. C. (2013). R: A language and environment for statistical computing.
- Thurman, J. H., Crowder, D. W., y Northfield, T. D. (2017). Biological control agents in the Anthropocene: current risks and future options. *Current opinion in insect science*, 23, 59-64.
- Tiemann, L. K., Grandy, A. S., Atkinson, E. E., Marin-Spiotta, E. y McDaniel, M. D. (2015). Crop rotational diversity enhances belowground communities and functions in an agroecosystem. *Ecology Letters*, 18(8), 761-771.
- Tilman, D. (2001). Functional diversity. *Encyclopedia of biodiversity*, 3(1), 109-120.
- Tilman, D., Isbell, F., & Cowles, J. M. (2014). Biodiversity and ecosystem functioning. *Annual review of ecology, evolution, and systematics*, 45, 471-493.
- Torres, D. y Capote, T. (2004). Agroquímicos un problema ambiental global: uso del análisis químico como herramienta para el monitoreo ambiental. *Revista Ecosistemas*, 13(3).
- Torres-García, U., Pérez-Valladares, C. X., Herrería-Diego, Y., & Pineda-López, R. F. (2014). Efecto de los factores ambientales sobre la diversidad de insectos hemimetábolos y coleópteros acuáticos en la cuenca del Río Xichú, Guanajuato, México. *Revista de biología tropical*, 62(2), 69-80.
- Trejo, I., & Dirzo, R. (2000). Deforestation of seasonally dry tropical forest: a national and local analysis in Mexico. *Biological conservation*, 94(2), 133-142.
- Tripplehorn, C. A., Johnson, N. F. y Borror, D. J. (2005). *Borror and DeLong's introduction to the study of insects*. Belmont (CA): Thompson Brook/Cole.
- Tscharntke, T., Karp, D. S., Chaplin-Kramer, R., Batáry, P., DeClerck, F., Gratton, C. y Martin, E. A. (2016). When natural habitat fails to enhance biological pest control—Five hypotheses. *Biological Conservation*, 204, 449-458.
- Tucuch-Cauich, F.M., Orona-Castro, F., Almeyda-León, I.H., Aguirre-Uribe, L.A. 2013. Indicadores ecológicos de la comunidad de malezas en el cultivo de mango *Mangifera indica* L. en el Estado Campeche, México. *Fyton* 82: 145-149.

- Underwood, E. C. y Fisher, B. L. (2006). The role of ants in conservation monitoring: if, when, and how. *Biological conservation*, 132(2), 166-182.
- United Nations. (2015). World population prospects: The 2015 revision, key findings, and advance tables. *Working Paper No. ESA/P/WP. 241*.
- Urry, J. (2015). Climate Change and Society. En: Michie, J., Cooper, C. L. (eds) *Why the Social Sciences Matter*. Palgrave, London. pp. 45-59.
- Uyttenbroeck, R., Piqueray, J., Hatt, S., Mahy, G. y Monty, A. (2017). Increasing plant functional diversity is not the key for supporting pollinators in wildflower strips. *Agriculture, ecosystems & environment*, 249, 144-155.
- Valdes, Y. B. (2016). El rol de las arvenses como componente en la biodiversidad de los agroecosistemas. *Cultivos tropicales*, 37(4), 34-56.
- Webb, C. O., Ackerly, D. D. y Kembel, S. W. (2008). Phylocom: software for the analysis of phylogenetic community structure and trait evolution. *Bioinformatics*, 24(18), 2089-2100.
- Wegner, G. S. (2011). Spider Identification Guide. BASF The Chemical Company, 1-55.
- Wezel, A., Bellon, S., Doré, T., Francis, C., Vallod, D. y David, C. (2009). Agroecology as a science, a movement, and a practice. In *Sustainable Agriculture*. 24(4), 503-515.
- Wong, M. K., Guénard, B., & Lewis, O. T. (2019). Trait-based ecology of terrestrial arthropods. *Biological Reviews*, 94(3), 999-1022.
- Wood, S. A., Karp, D. S., DeClerck, F., Kremen, C., Naeem, S. y Palm, C. A. (2015). Functional traits in agriculture: agrobiodiversity and ecosystem services. *Trends in ecology & evolution*, 30(9), 531-539.
- Xu, J. y Li, Z. (2012). A review on Ecological Engineering based Engineering Management. *Omega*, 40(3), 368-378.
- Zamudio, S., & Villanueva, R. G. (2011). *La diversidad vegetal del estado de Guanajuato, México*. Flora del Bajío y de regiones Adyacentes. Fascículo Complementario XXVII Instituto de Ecología AC. CONACYT. México, 63.
- Zumbado, M. A. y Azofeifa, D. (2018). *Insectos de Importancia Agrícola. Guía Básica de Entomología*. Heredia, Costa Rica. Programa Nacional de Agricultura Orgánica (PNAO). 204 pp.

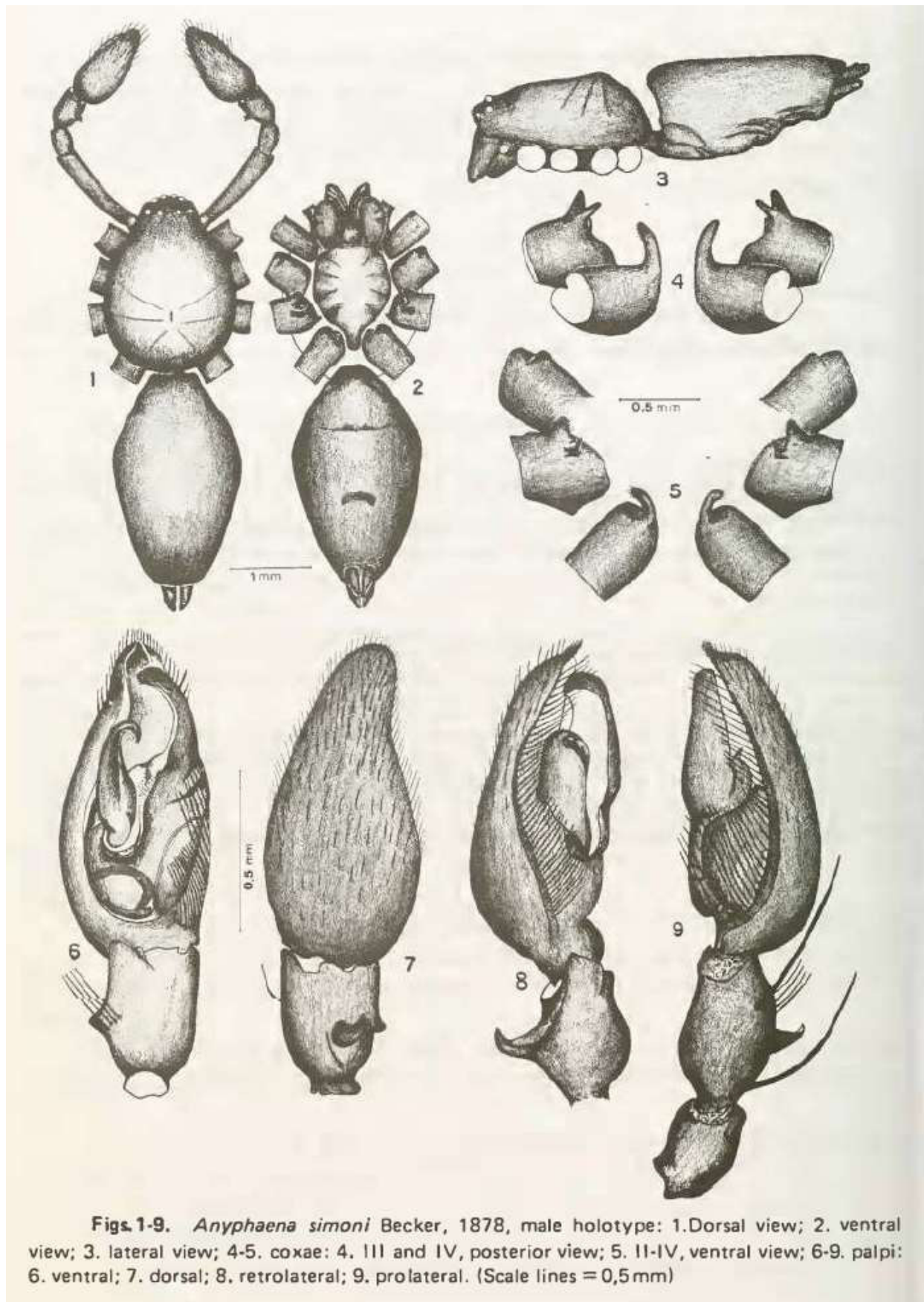
## APÉNDICE I

Se enlistan las especies de arañas (Arachnida: Araneae) reportadas en el estado de Guanajuato (Arenas-Monroy *et al.*, 2012; Lucio-Palacio *et al.*, 2013). Las fotografías incluidas son demostrativas tienen el propósito de servir de guías visuales para identificar las especies de arácnidos reportados en el estado de Guanajuato, excepto dónde se indica, las fotografías fueron obtenidas del sitio naturalista (<https://www.naturalista.mx/>; <https://www.ecuador.inaturalist.org/> y <https://www.colombia.inaturalist.org/>). Otras fotografías e ilustraciones provienen de diversas investigaciones consultadas en World Spider Catalog (<https://wsc.nmbe.ch/>).

### FAMILIA: ANYPHAENIDAE

*Anyphaena simonii*



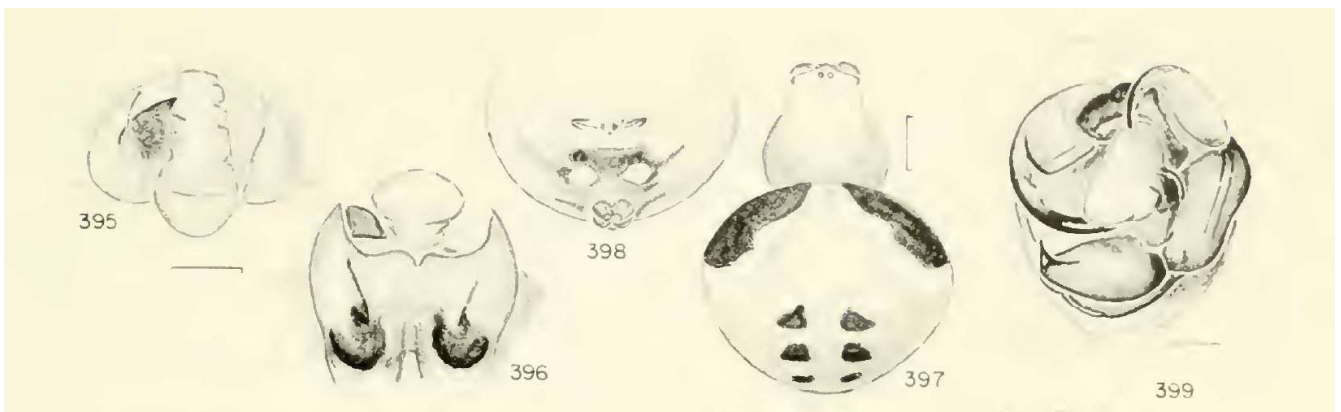


**Figs.1-9.** *Anyphaena simoni* Becker, 1878, male holotype: 1.Dorsal view; 2. ventral view; 3. lateral view; 4-5. coxae: 4. III and IV, posterior view; 5. II-IV, ventral view; 6-9. palpi: 6. ventral; 7. dorsal; 8. retrolateral; 9. prolateral. (Scale lines = 0,5 mm)

(Brescovit y Lise, 1989).

## FAMILIA: ARANEIDAE

### *Araneus detrimmentosus*



Figures 395–399. *Araneus detrimmentosus* (O. P.-Cambridge). 395–398. Female. 395. Epigynum, ventral. 396. Epigynum, posterior. 397. Dorsal. 398. Abdomen, ventral. 399. Male, left palpus.

Scale lines. 1.0 mm, genitalia 0.1 mm.

(Levi, 1991).



*Argiope trifasciata*



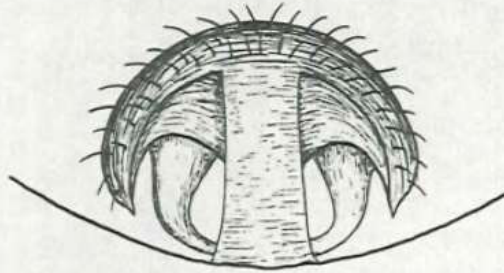


FIGURE 87. *Argiope trifasciata* (Forsk.). Epigynum.

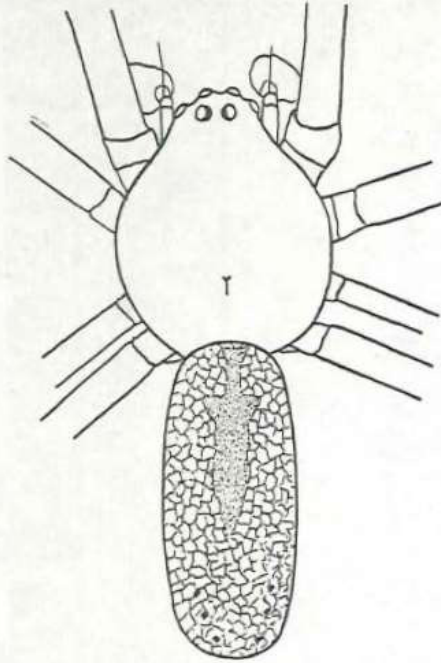


FIGURE 88. *Argiope trifasciata* (Forsk.). Dorsal view of male.

(Petrunkevitch, 1930).

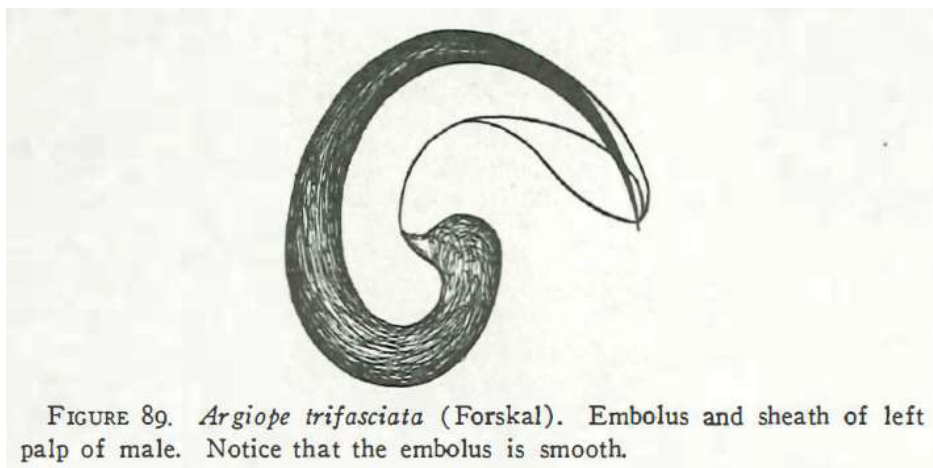
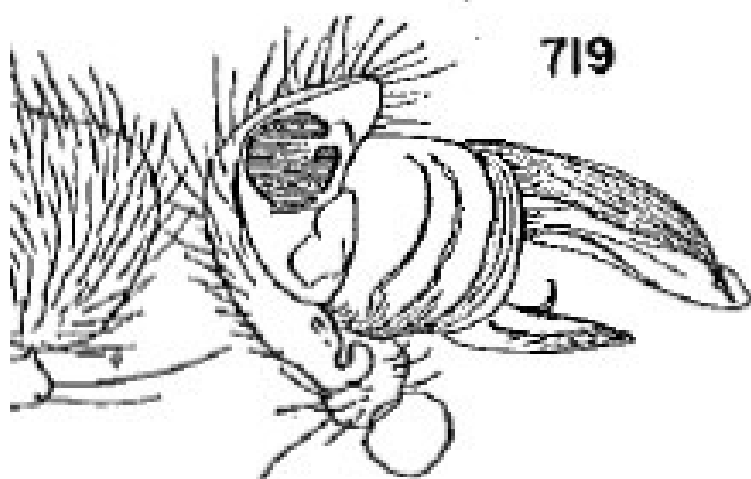


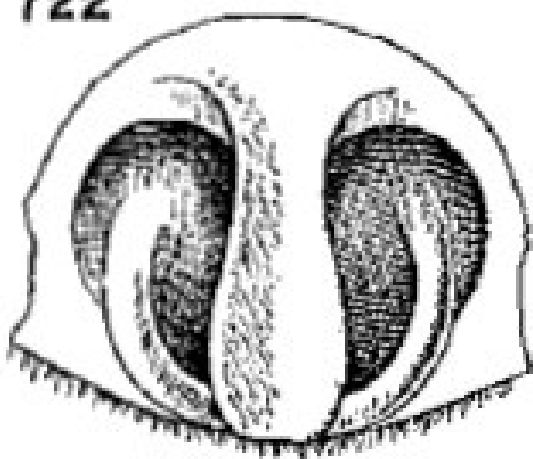
FIGURE 89. *Argiope trifasciata* (Forsk.). Embolus and sheath of left palp of male. Notice that the embolus is smooth.

(Petrunkevitch, 1930).

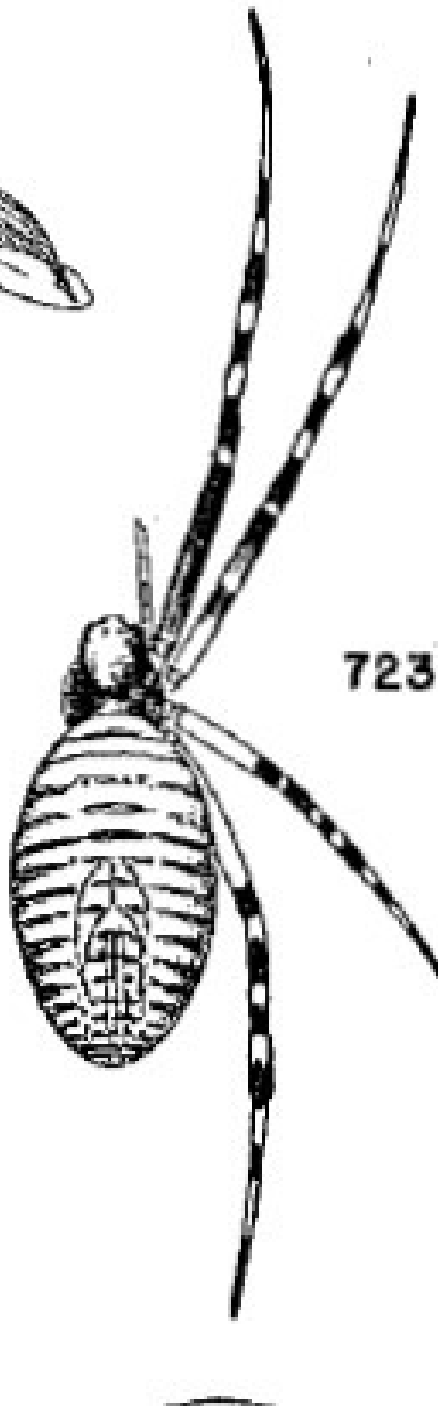


719

722



723

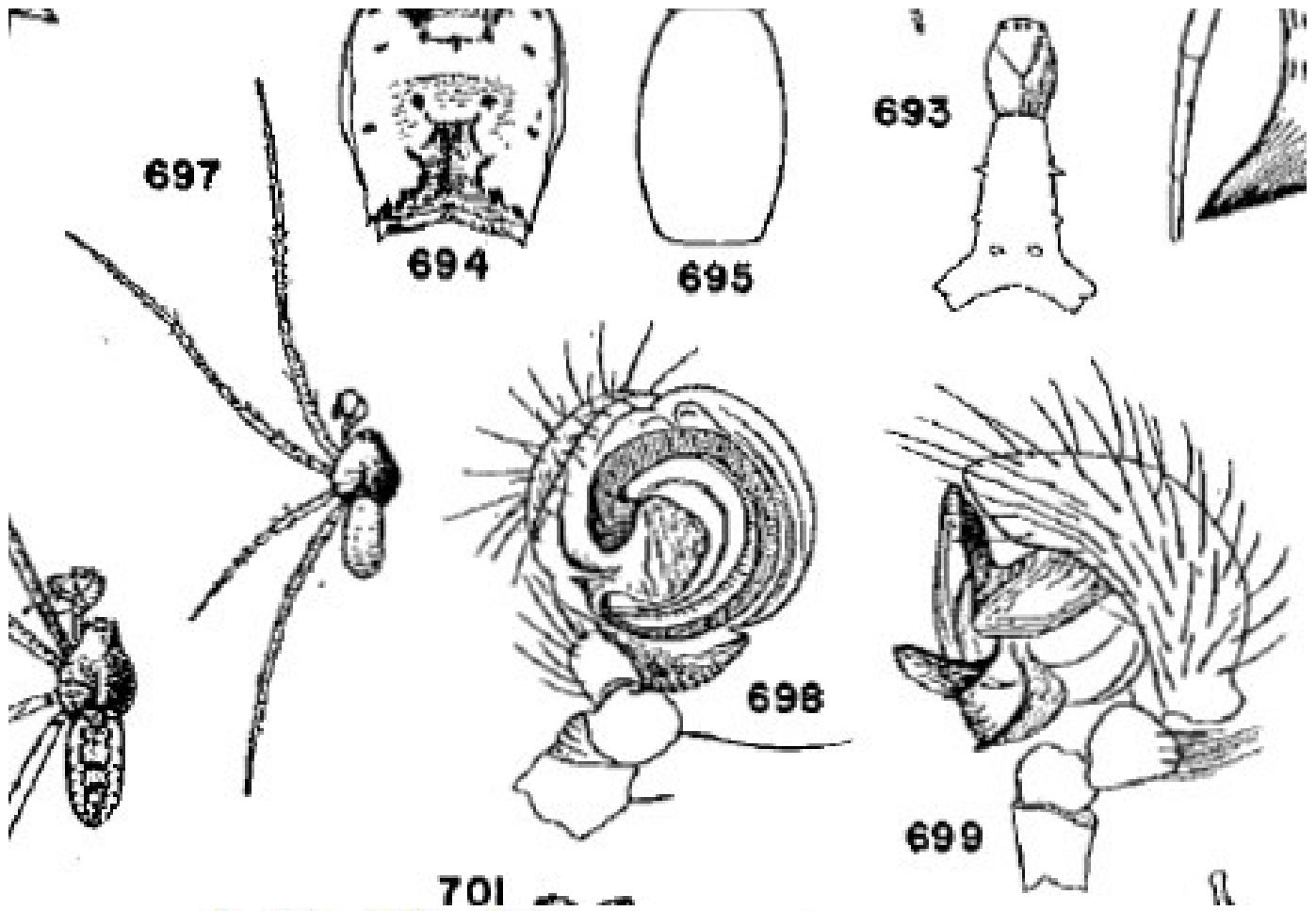


*Argiope trifasciata*

Fig. 722. Epigynum. (E)

723. Body of female from above. (E)

(Kaston, 1948).

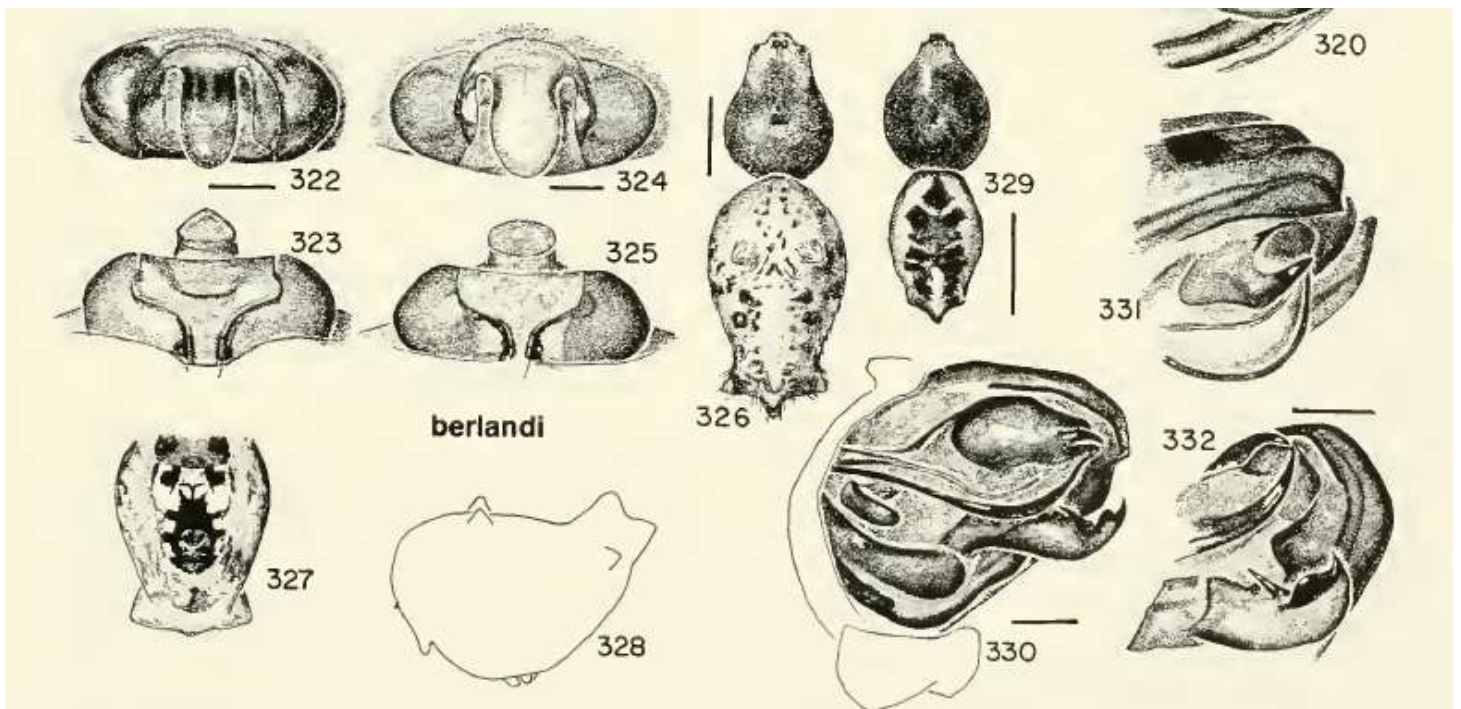


*Argiope trifasciata*

- Fig. 697. Body of male from above. (E)  
 698. Ventral aspect of palp. (E)  
 699. Lateral aspect of palp. (E)

(Kaston, 1948).

*Cyclosa berlandi*



Figures 322–332. *C. berlandi* n. sp. 322–328, female. 322–325, epigynum. 322, 324, ventral. 323, 325, posterior. 322, 323, (Mexico). 324, 325, (Ecuador). 326, dorsal. 327, abdomen, ventral. 328, abdomen, lateral. 329–332, male. 329, dorsal. 330–332, palpus. 330, mesal. 331, apical. 332, median apophysis.

Scale lines: 1.0 mm; genitalia 0.1 mm.

(Levi, 1999).

*Eriophora edax*



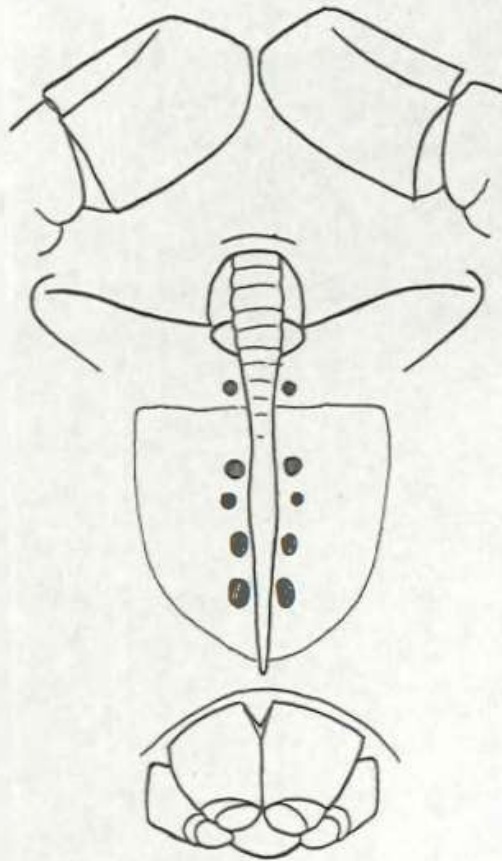


FIGURE 205. *Eriophora edax* (Blackwall). Venter of female showing fourth coxae, epigynum and spinnerets. Notice the length of the scapus.

(Petrunkevitch, 1930).

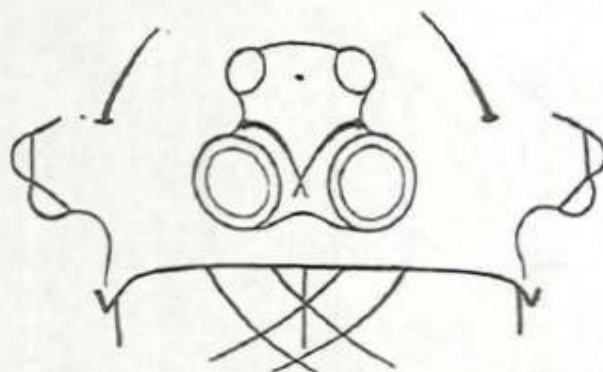


FIGURE 206. *Eriophora edax* (Blackwall). Front view of eyegroup of male.

(Petrunkevitch, 1930).

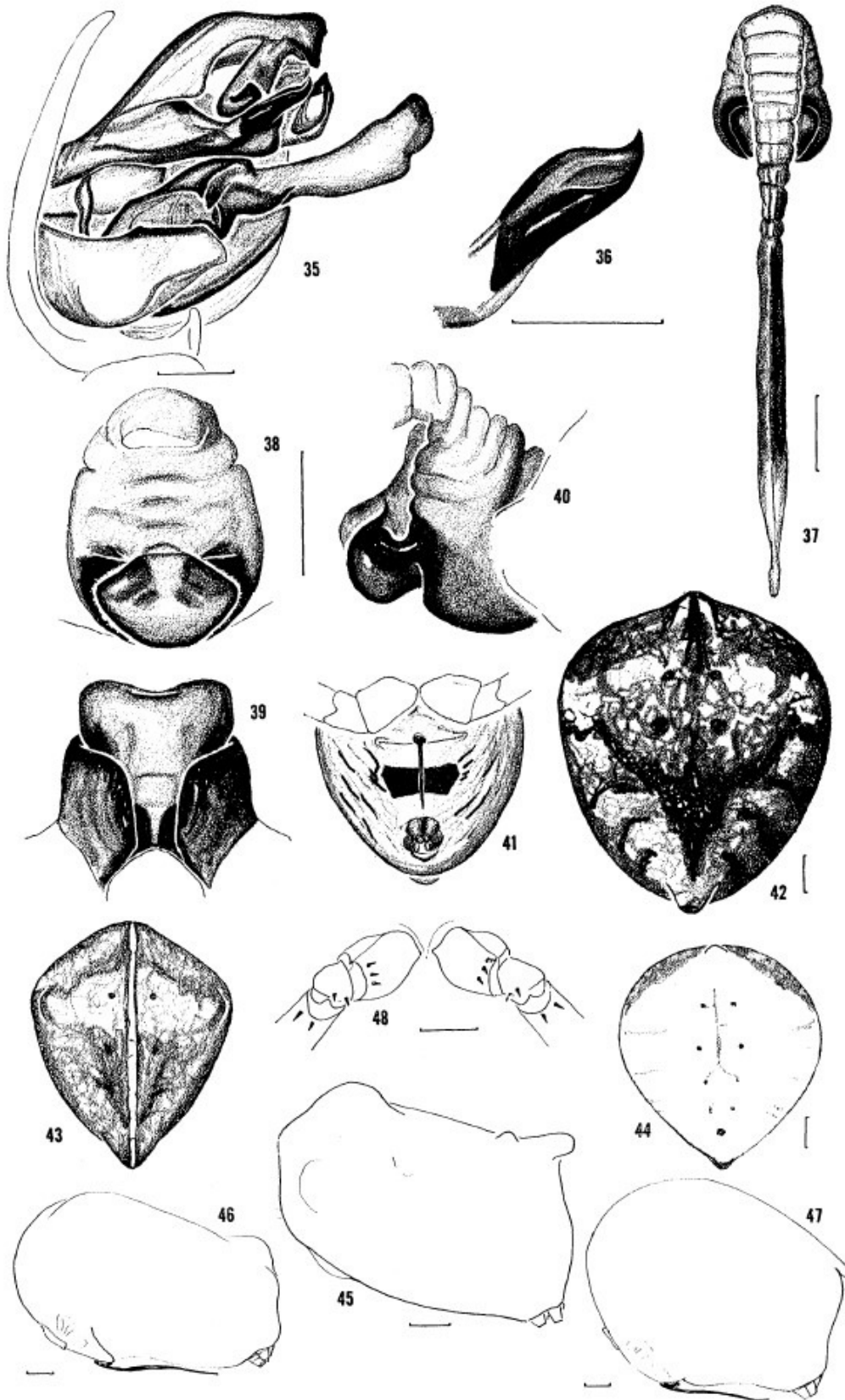


FIGURE 207. *Eriophora cdax* (Blackwall). Left palp of male from above.

(Petrunkevitch, 1930).



*Eriophora edax*



(Levi, 1971).

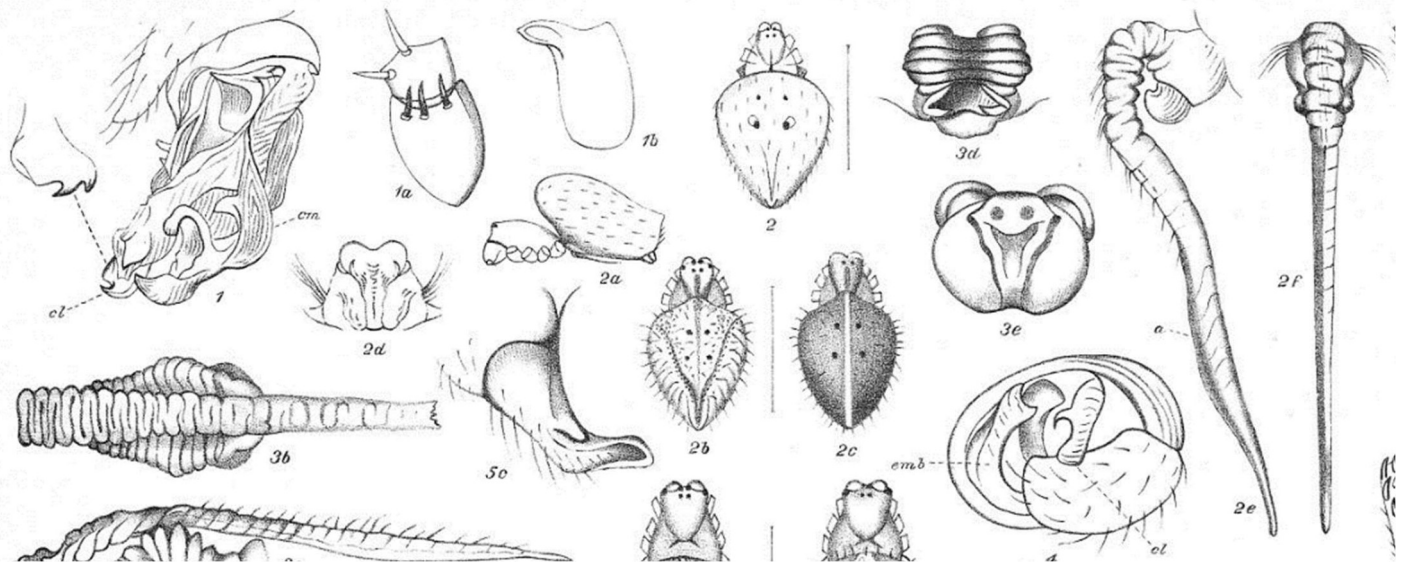


Fig. 1. *Eriophora edax*, ♂, genital bulb; 1 a, coxa and trochanter iv. ; 1 b, coxa i.  
2. *Eriophora edax*, ♀: 2 a, ditto, profile view; 2 b, ditto, variety; 2 c, ditto, variety; 2 d, base of vulva from behind; 2 e, scapus of vulva, in profile—*a*, carina; 2 f, ditto from above.

(Pickard-Cambridge, 1903).

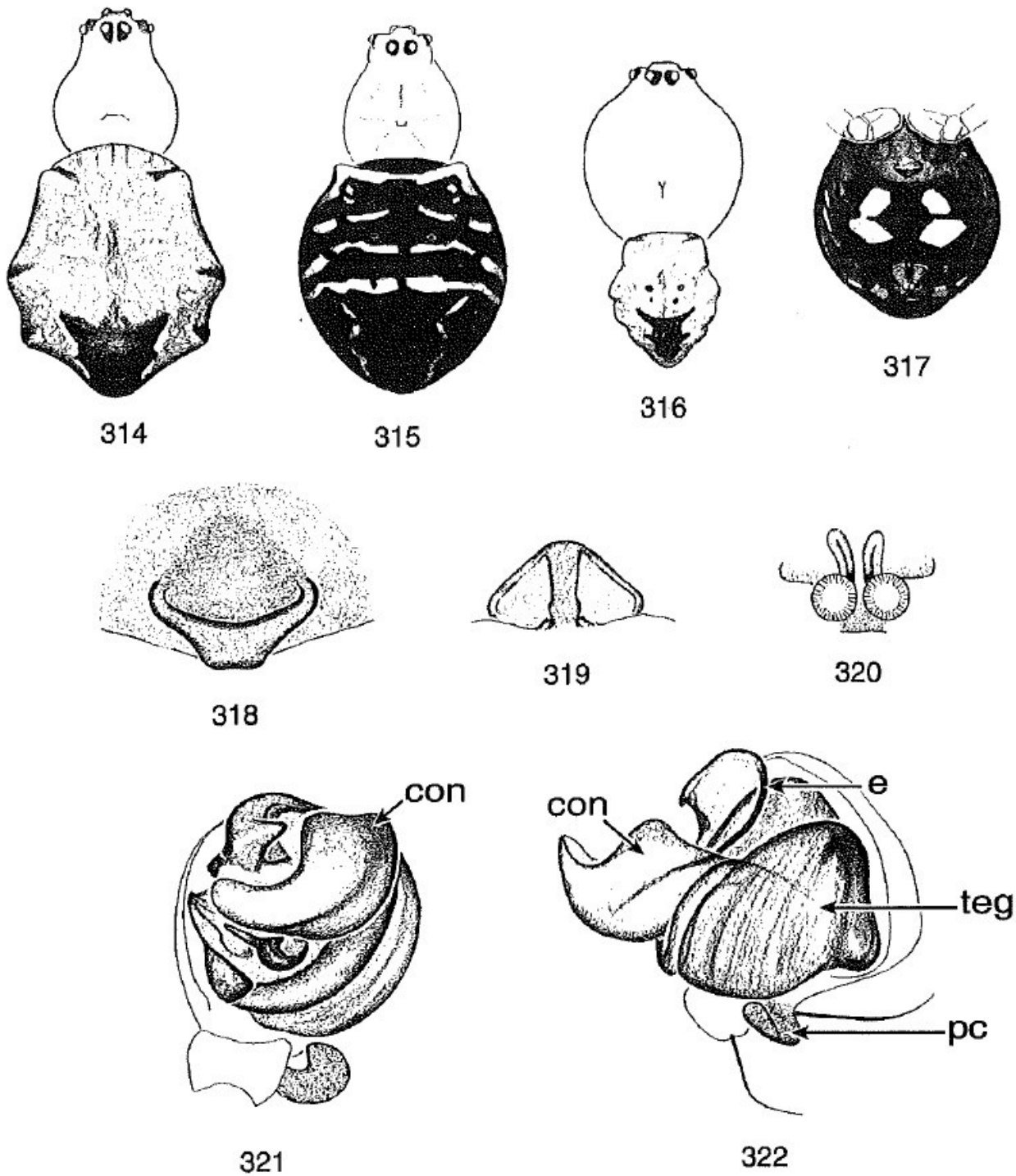
*Gea heptagon*



35. EPEIRA HEPTAGON.

Plate III. Figs. 5, 6.

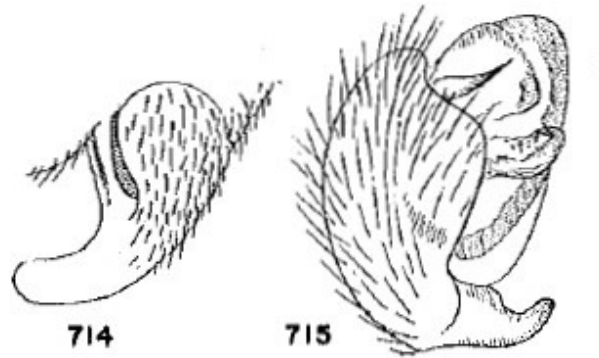
(Hentz, 1850).



Figs. 314–322. *Gea heptagon*. 314, 315, female, dorsal views; 316, male, dorsal view; 317, abdomen of female, ventral view; 318, 319, epigynum: 318, ventral view; 319, posterior view; 320, spermathecae; 321, 322, palpus of male: 321, ventral view; 322, retrolateral view. *con*, conductor; *e*, embolus; *pc*, paracymbium; *teg*, tegulum.

(Dondale *et al.*, 2003)

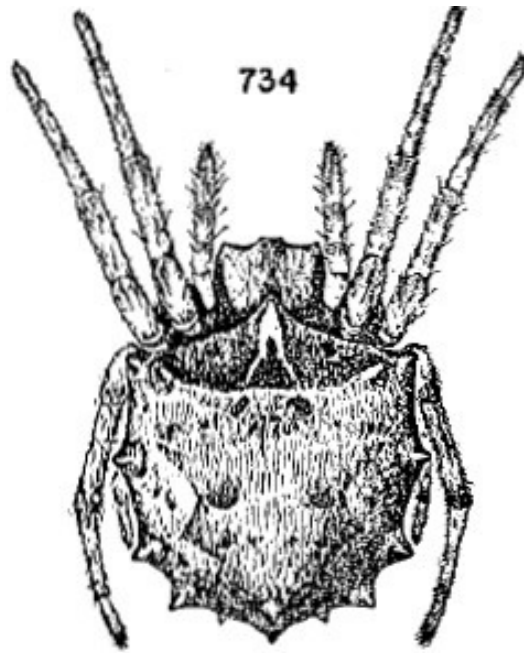
*Acanthepeira stellata*



*Acanthepeira stellata*

Fig. 714. Epigynum from the side. (E)  
715, 716. Palp. (E)

(Kaston, 1948).

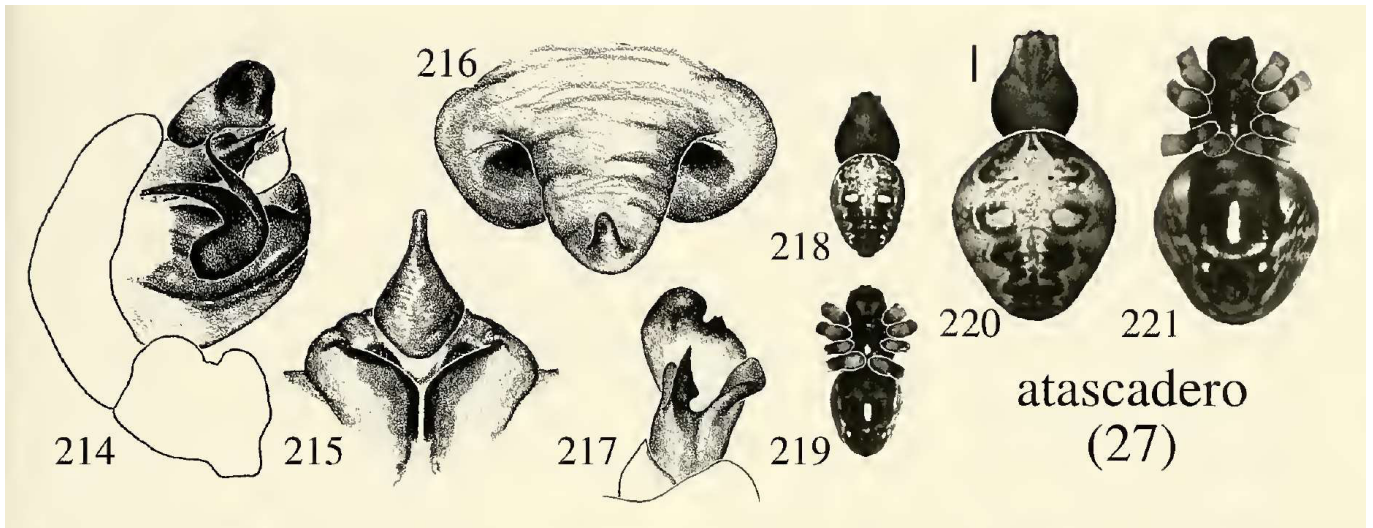


*Acanthepeira stellata*

Fig. 734. Body of female from above. (E)

(Kaston, 1948).

*Metepeira atascadero*



Figures 214–221. *Metepeira atascadero* new species (sp. 27; 20°55'N, 100°45'W). 214, male palpus, mesal. 215, epigynum, posterior. 216, epigynum, ventral. 217, male embolic division, ventral. 218, male, dorsal. 219, male, ventral. 220, female, dorsal. 221, female, ventral.

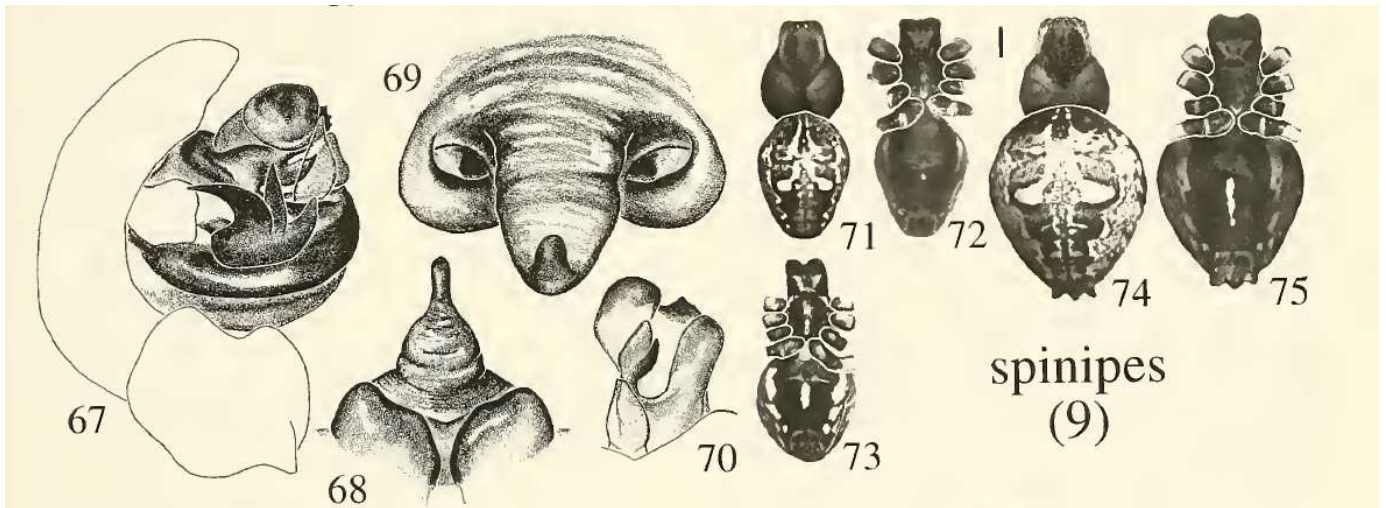
Scale bars: dorsum and venter figures 1.0 mm.

(Piel, 2001).



*Metepeira spinipes*

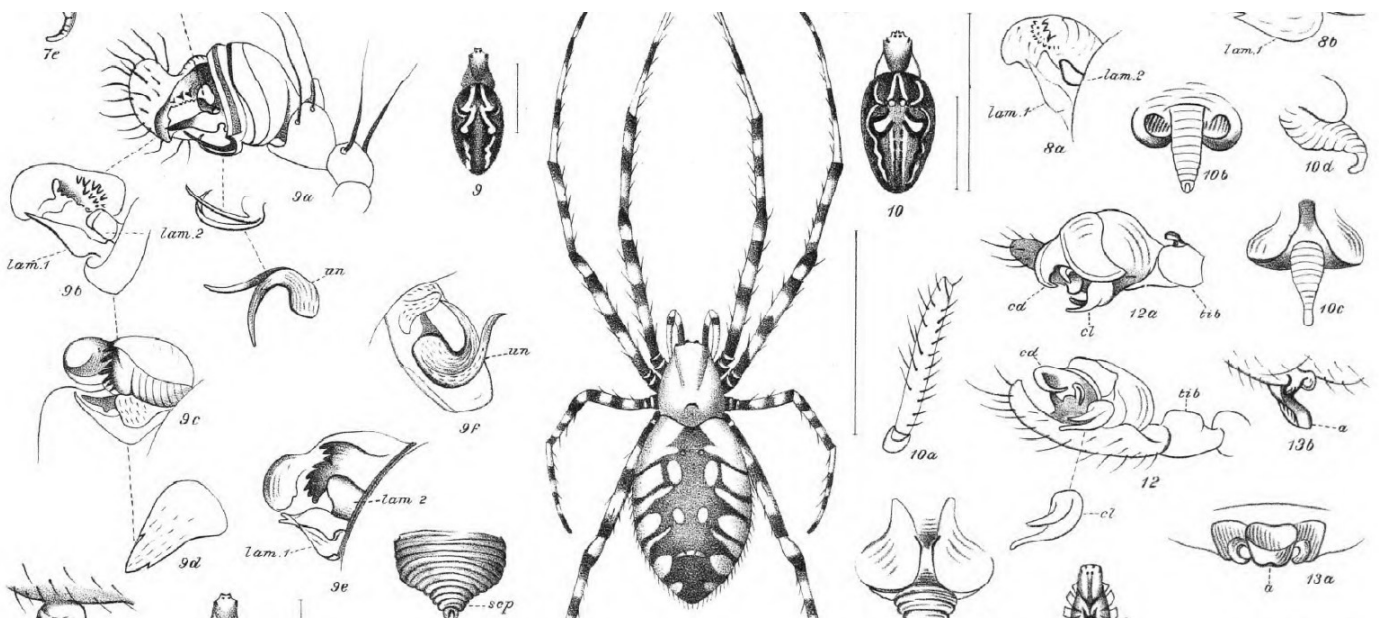




Figures 67–75. *Metepeira spinipes* F. O. P.-Cambridge (sp. 9 [67–72,74,75] 19°0'29"N, 99°15'50"W; [73] 39°18'N, 123°48'W). 67, male palpus, mesal. 68, epigynum, posterior. 69, epigynum, ventral. 70, male embolic division, ventral. 71, male, dorsal. 72, male, ventral. 73, female, ventral. 74, female, dorsal. 75, female, ventral.

Scale bars: dorsum and venter figures 1.0 mm.

(Piel, 2001).



9. *Metepeira spinipes*, ♂: 9 a, genital bulb; 9 b, ditto, a portion enlarged; 9 c, ditto, same portion, another view; 9 d, ditto, lamina 1 enlarged; 9 e, ditto, same portion, another view; 9 f, ditto, showing bifid unca.

10. *Metepeira spinipes*, ♀, with nat. size and length of leg i.; 10 a, femur i.; 10 b, vulva from above and behind; 10 c, ditto from below; 10 d, ditto, profile view.

The small letters, unless otherwise stated, refer to similar portions of structure.

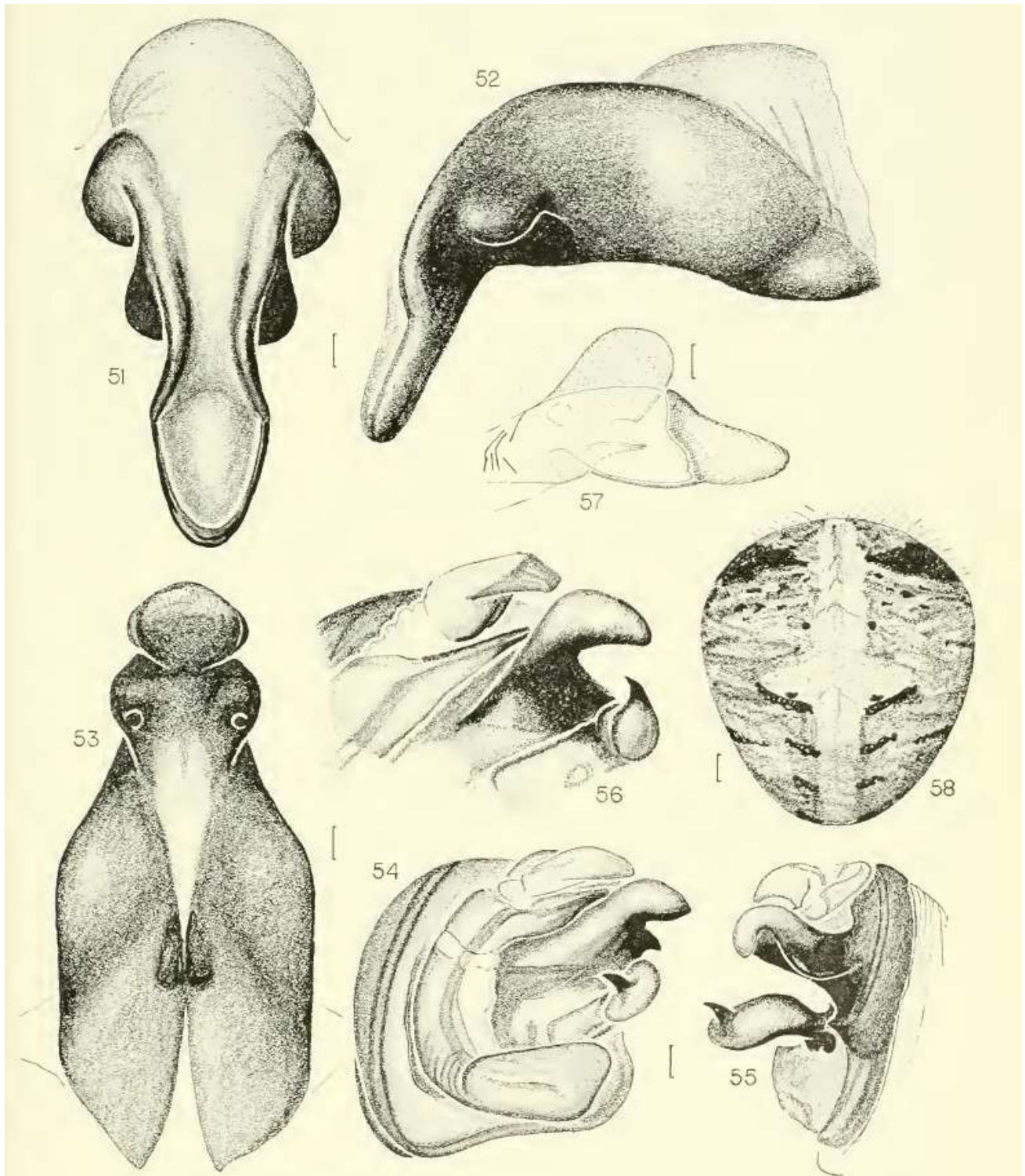
cd. = conductor; cl. = clavis; cm. = cymbium; col. = colulus; emb. = embolus; lam. = lamina; sep. = scapus; tib. = tibia; un. = unca.

(Pickard-Cambridge, 1903).

*Neoscona hentzii*



(<https://scan-bugs.org>).



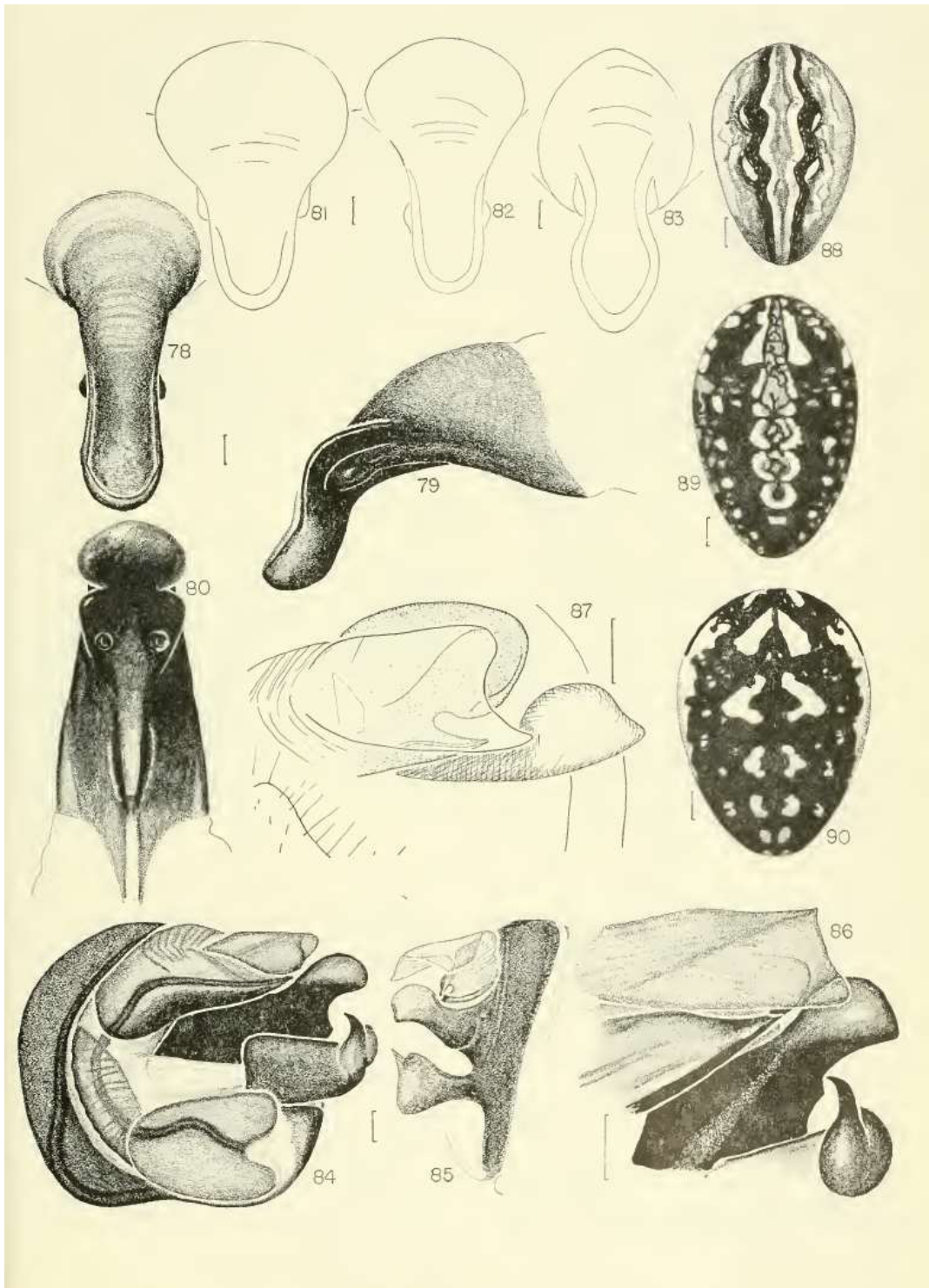
*Neoscona hentzii* (Keyserling). Figs. 51-53: Epigynum. 51. Ventral. 52. Lateral. 53. Posteriodorsal. Figs. 54-57. Left palpus. 54. Ventral, cymbium removed. 55. Lateral. 56. Ventral view of palpal structures. 57. Apical view. 54, 55. (New Jersey). 56. (Louisiana). Fig. 58. Female abdomen.  
Scales. 0.1 mm, for abdomen 1 mm.

(Berman y Levi, 1971).



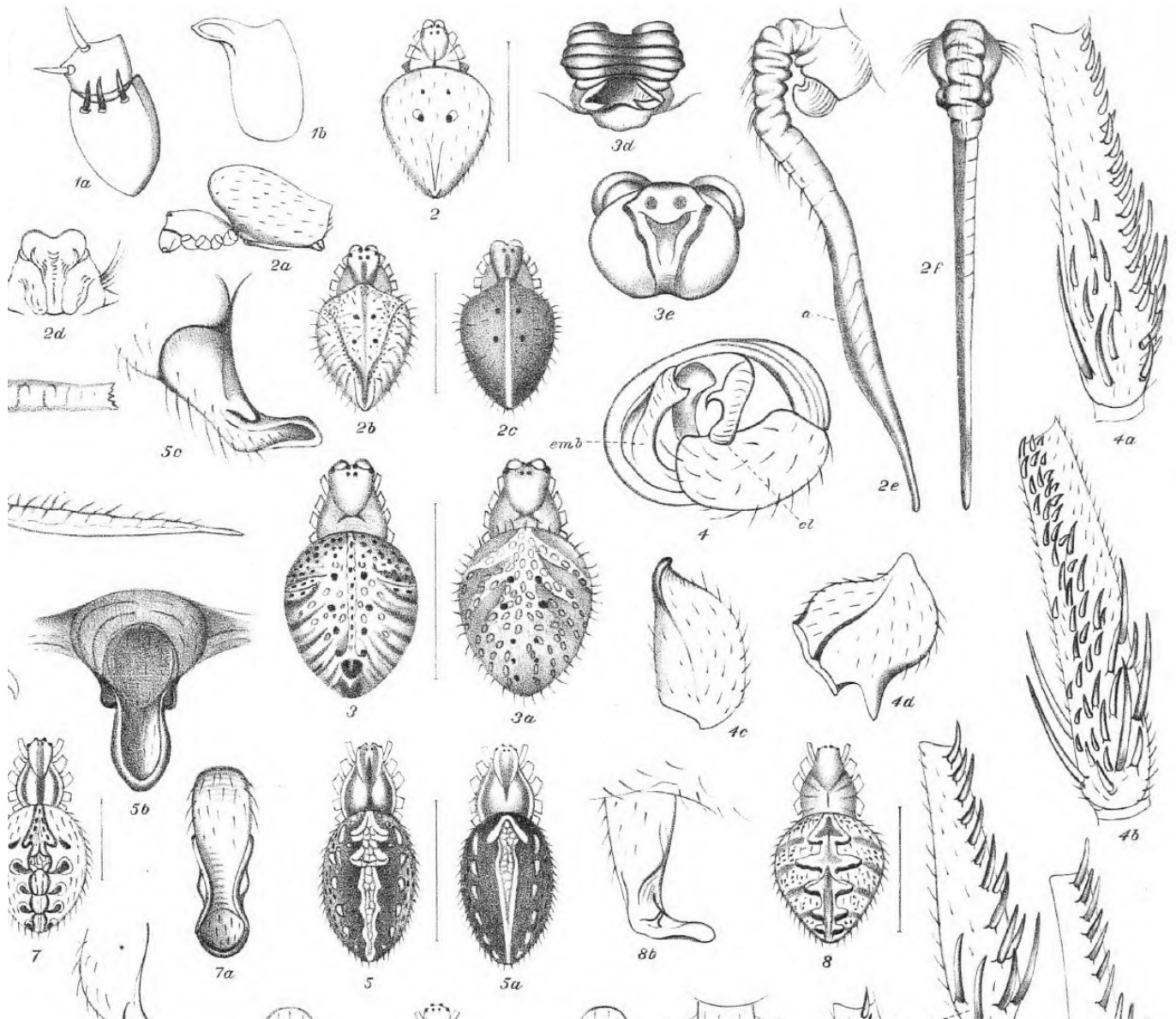
*Neoscona oaxacensis*





*Neoscona oaxacensis* (Keyserling). Figs. 78–83. Epigynum. Figs. 78, 81, 82, 83. Ventral. 79. Lateral. 80. Posteriodorsal. 78–80. (California). 81. Syntype of *Epeira adiantoides* (Peru). 82. Syntype of *Epeira cooksoni* (Galapagos Isl.). 83. (Mexico City). Figs. 84–87. Left palpus. 84. Ventral, cymbium removed. 85. Lateral. 86. Ventral view of palpal structures. 87. Apical view. Figs. 88–90. Female abdomen. 88. Syntype of *Epeira adiantoides* (Peru). 89. (Michoacan). 90. (California). Scales. 0.1 mm, abdomens 1 mm.

(Berman y Levi, 1971).

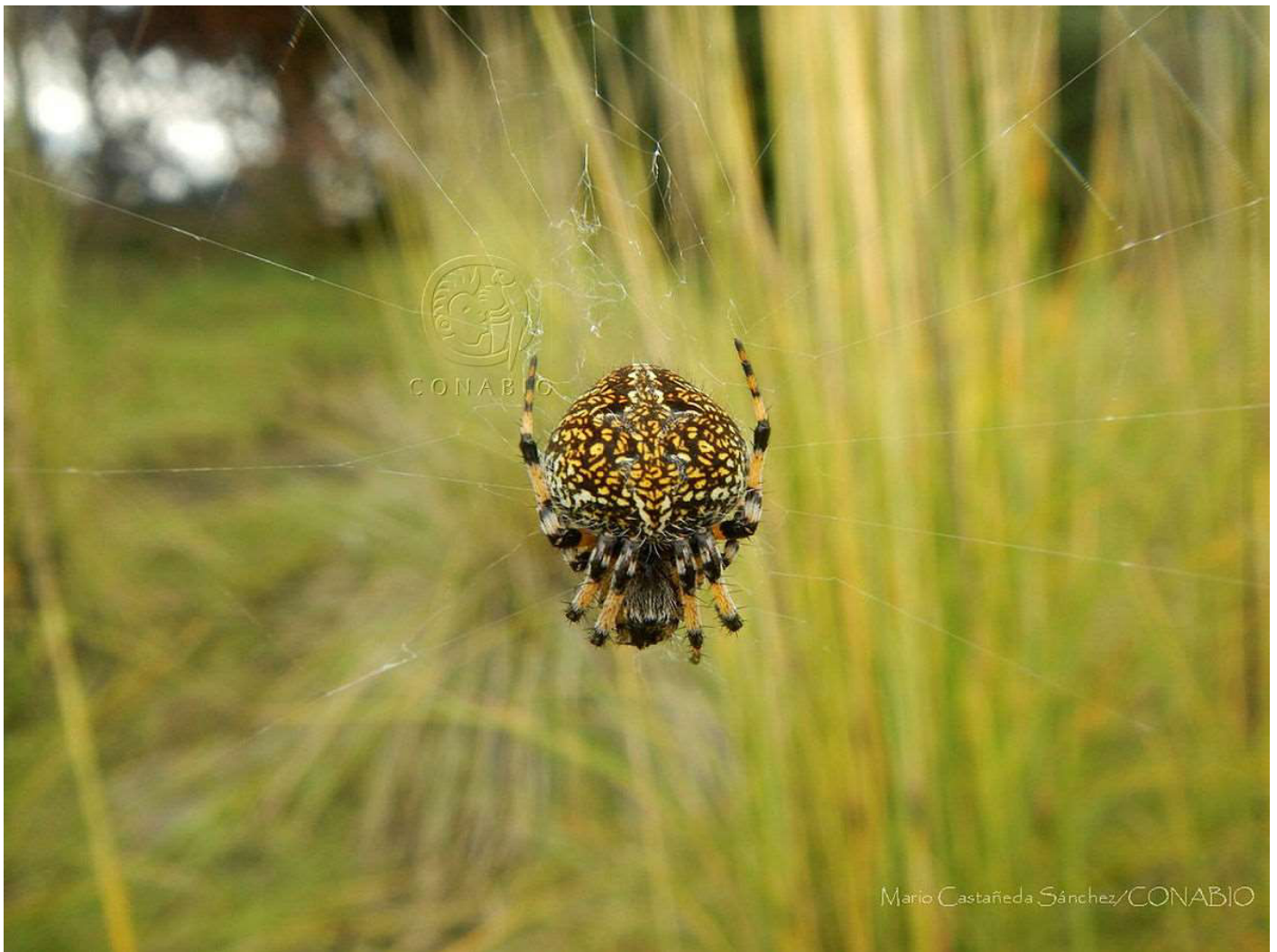


4. *Neoscona oaxacensis*, ♂, genital bulb—*emb.*=embolus, *cl.*=clavis; 4 *a*, tibia ii. from beneath; 4 *b*, ditto from inner side; 4 *c*, coxa i.; 4 *d*, coxa iv.; 4 *e*, clavis of genital bulb.  
 5. *Neoscona oaxacensis*, ♀: 5 *a*, ditto, variety; 5 *b*, vulval scapus from above; 5 *c*, ditto, profile view.

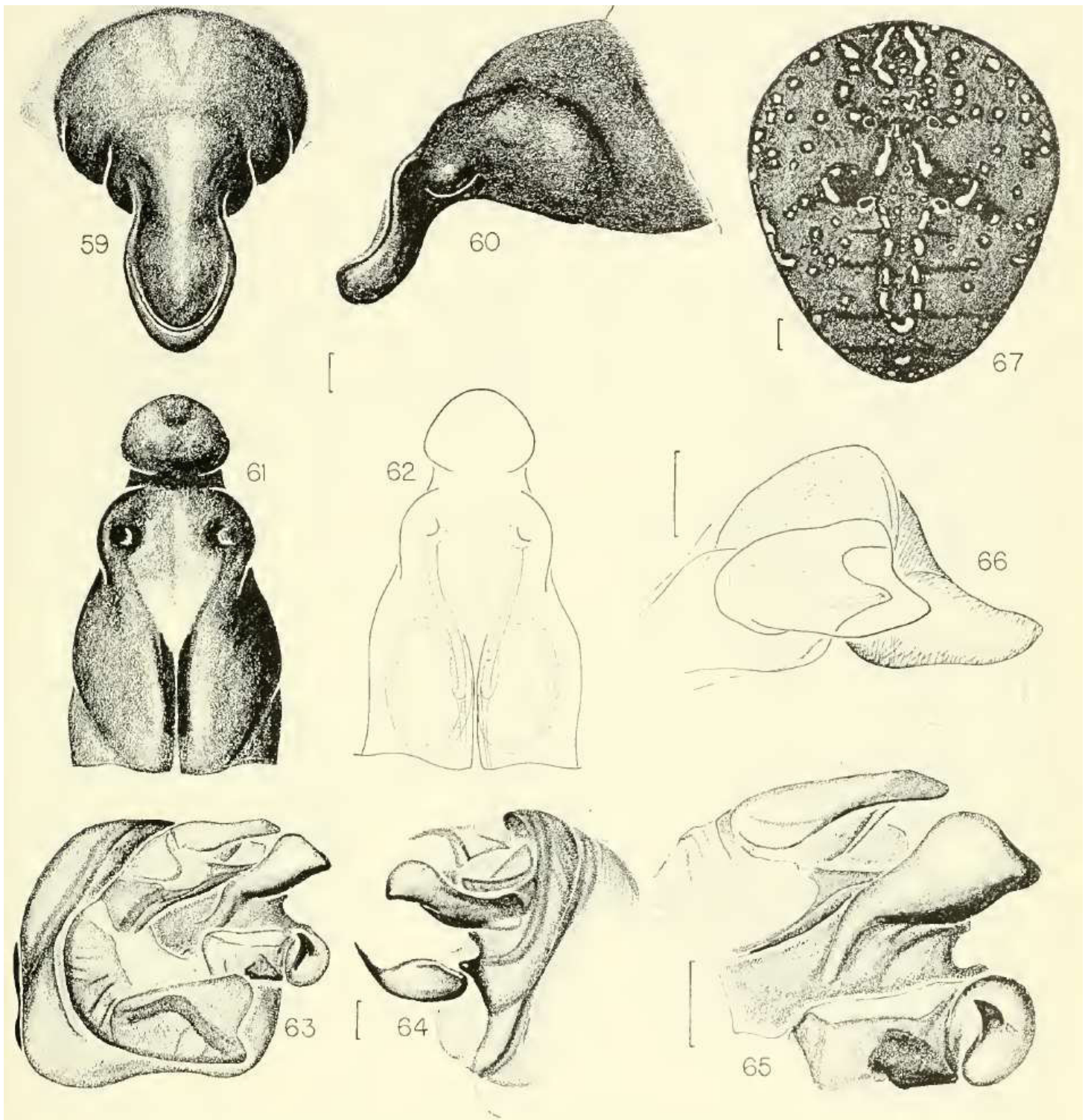
(Pickard-Cambridge, 1903).



*Neoscona orizabensis*



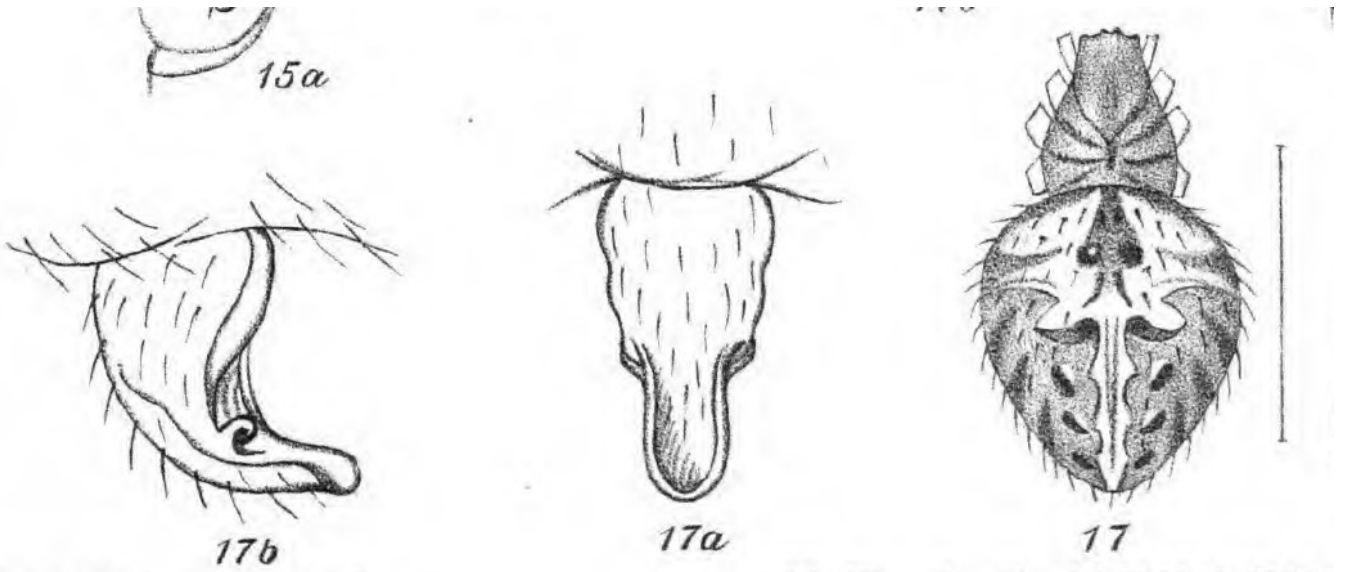
(<http://bdi.conabio.gob.mx/fotoweb/archives>).



*Neoscona arizabensis* F. P.-Cambridge. Figs. 59-62. Epigynum. 59. Ventral. 60. Lateral. 61. Posteriodorsal. 62. Posteriodorsal, cleared. Figs. 63-66. Left palpus. 63. Ventral view, cymbium removed. 64. Lateral. 65. Ventral view of palpal structures. 66. Apical view. Fig. 67. Female abdomen.

Scales. 0.1 mm, abdomen 1 mm.

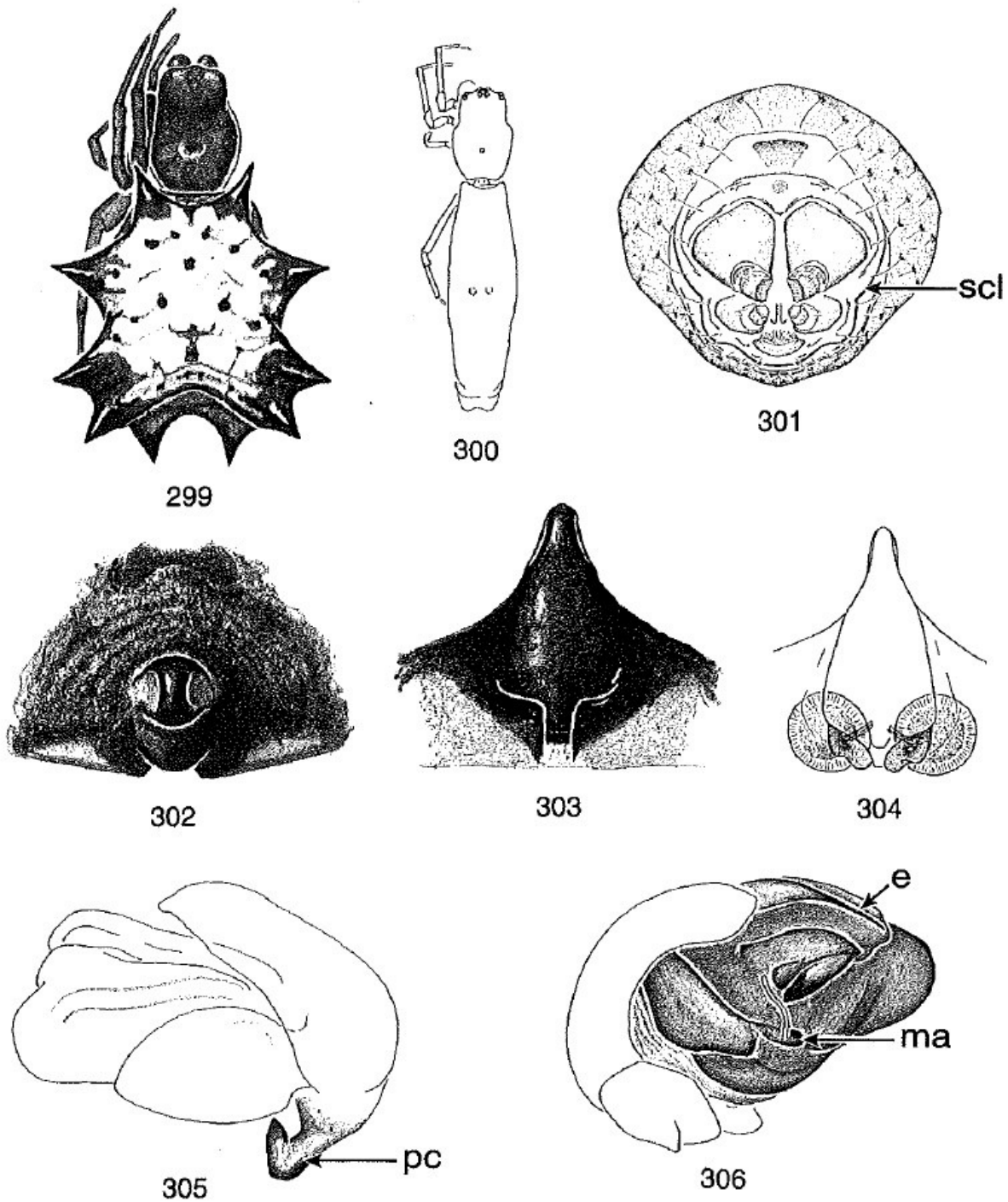
(Berman y Levi, 1971).



17. *Neoscona orizabensis*, ♀ : 17 *a*, vulval scapus from above ; 17 *b*, ditto, profile view.

(Pickard-Cambridge, 1903).

*Micrathena gracilis*



Figs. 299–306. *Micrathena gracilis*. 299, female, dorsal view; 300, male, dorsal view; 301, spinnerets; 302, 303, epigynum: 302, ventral view; 303, posterior view; 304, spermathecae; 305, 306, palpus of male: 305, retrolateral view; 306, mesal view. *e*, embolus; *ma*, median apophysis; *pc*, paracymbium; *scl*, sclerite.

(Dondale *et al.*, 2003)



(Álvarez-Padilla y Hormiga, 2011).

**FAMILIA: CTENIZIDAE**

*Cyclocosmia loricata*



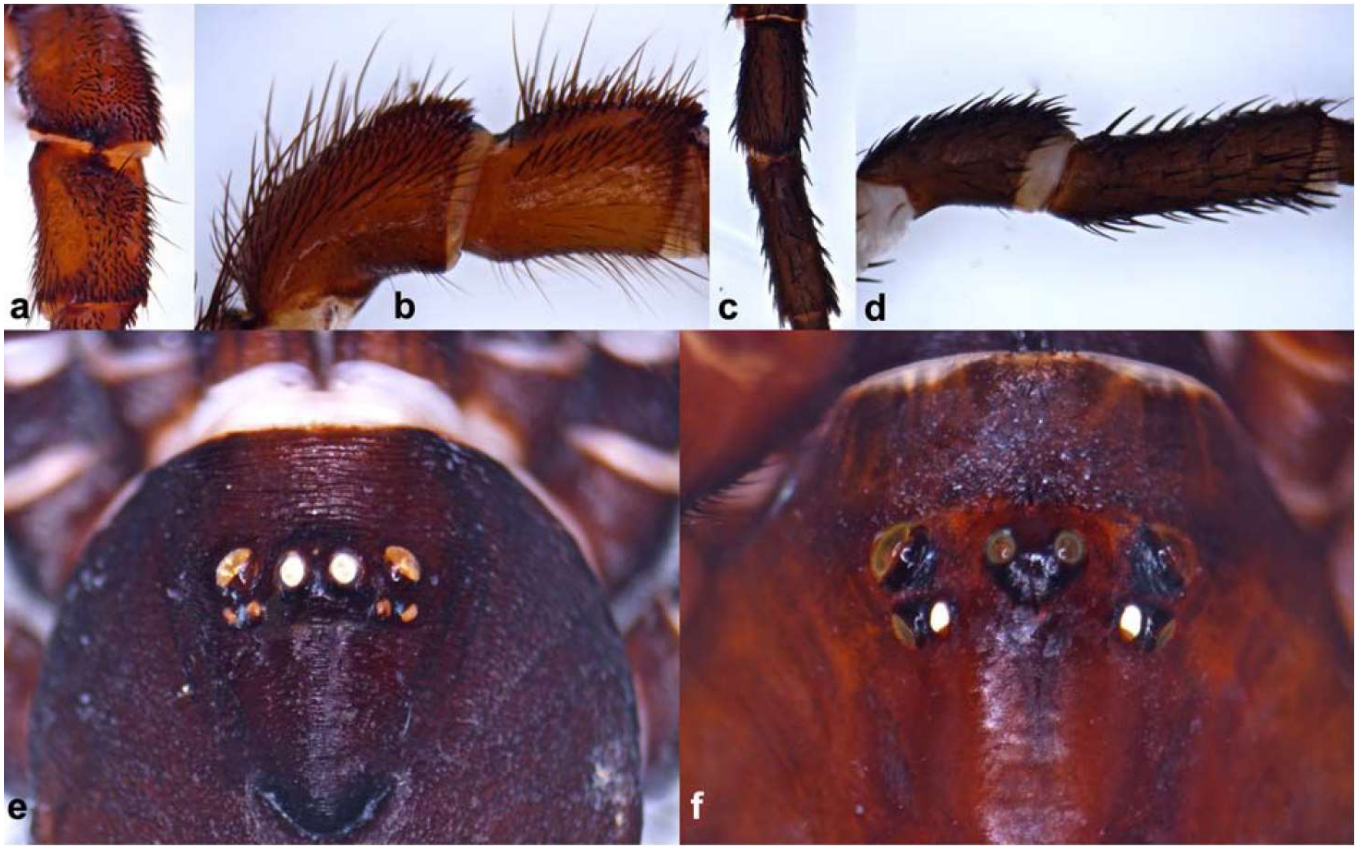


Fig. 1. *Cyclocosmia loricata*: a — female #034, patella and tibia of left leg III, dorsal view; b — same, lateral; c — male #035, patella and tibia of left leg III, dorsal; d — same, lateral; e — male #035, eye arrangement, dorsal; f — same for female #034.

(De Luna *et al.*, 2021).

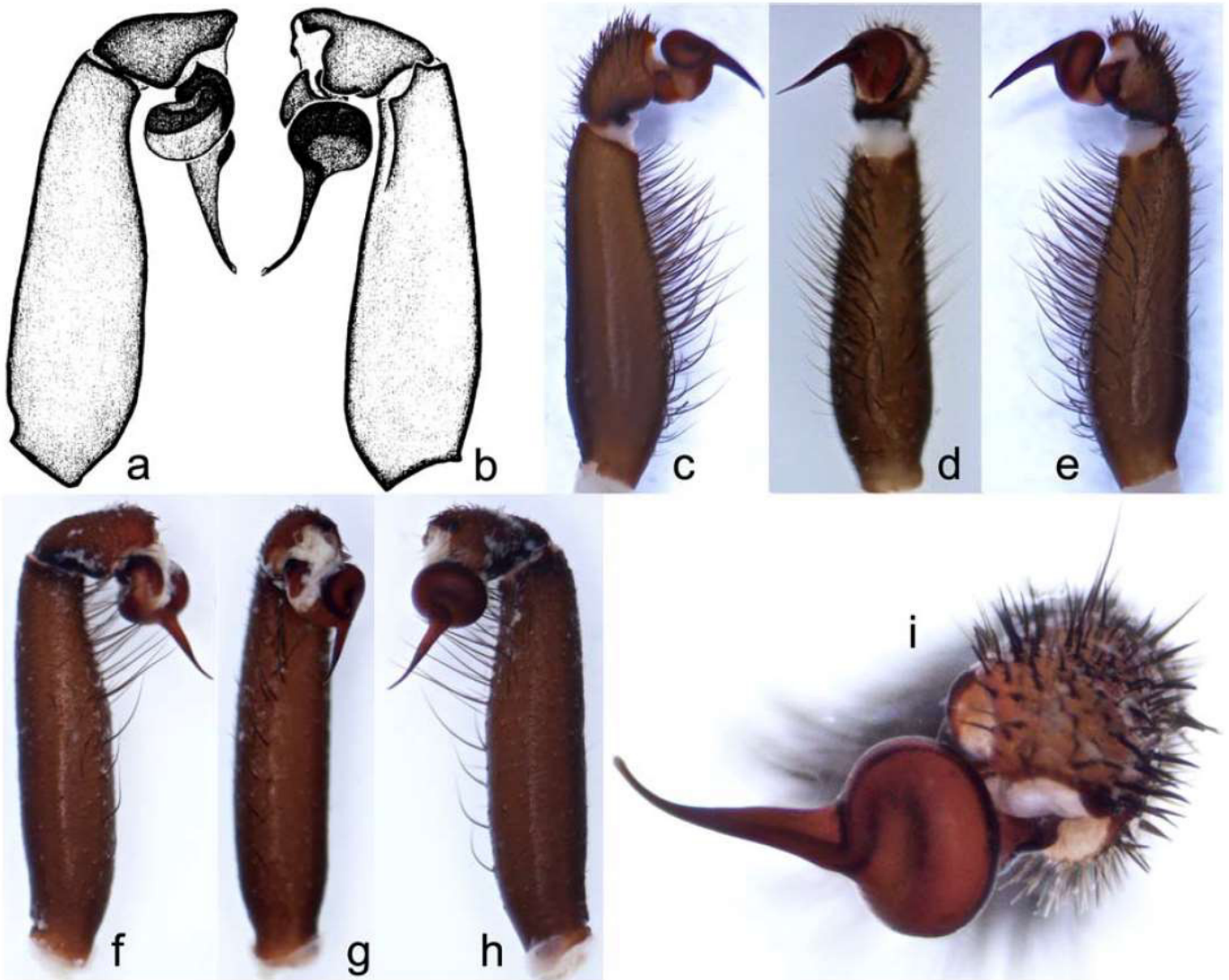


Fig. 2. *Cyclocosmia* spp., male palp: a — *C. truncata*, retrolateral view [Gertsch, Platnick, 1975: f. 13]; b — same, prolateral [*Ibid.*: f. 14]; c–e — *C. loricata*, male #035, tibia and tarsus of right palp, retrolateral, ventral and prolateral, respectively; f–h — same for male #037, retrolateral, ventral and prolateral, respectively; i — *C. loricata*, male #035, tibia and tarsus of right palp, frontal. Specimen #037 lost most palp setae in the rehydration process.

(DeLuna *et al.*, 2021).

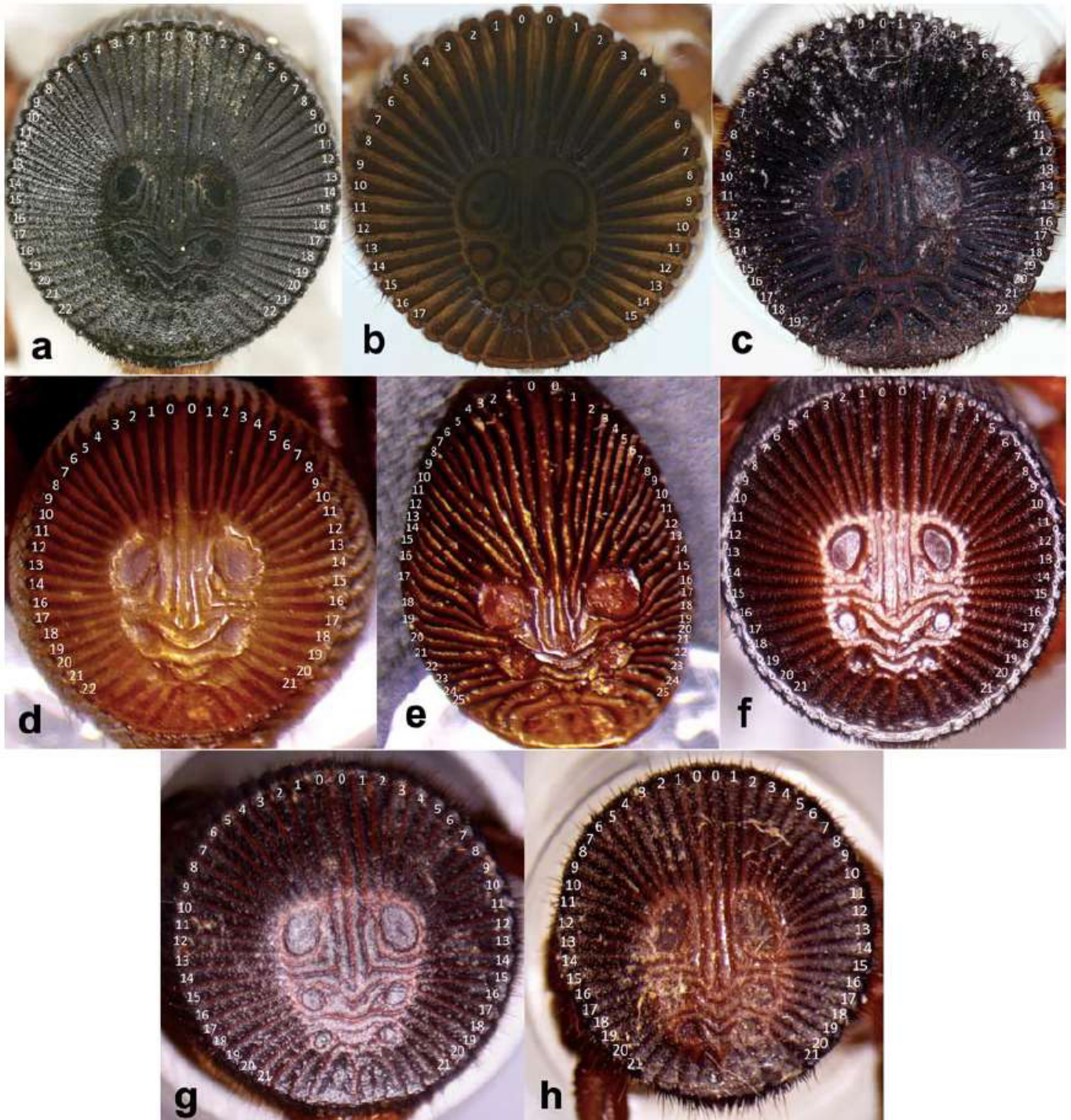


Fig. 3. Discs of the opisthosoma of *C. loricata* showing the rib counts: a — juvenile #032; b — female #033; c — female #034; d — male #035; e — male #037 (rehydrated); f — juvenile #219; g — female #250; h — juvenile #252.

(De Luna *et al.*, 2021).



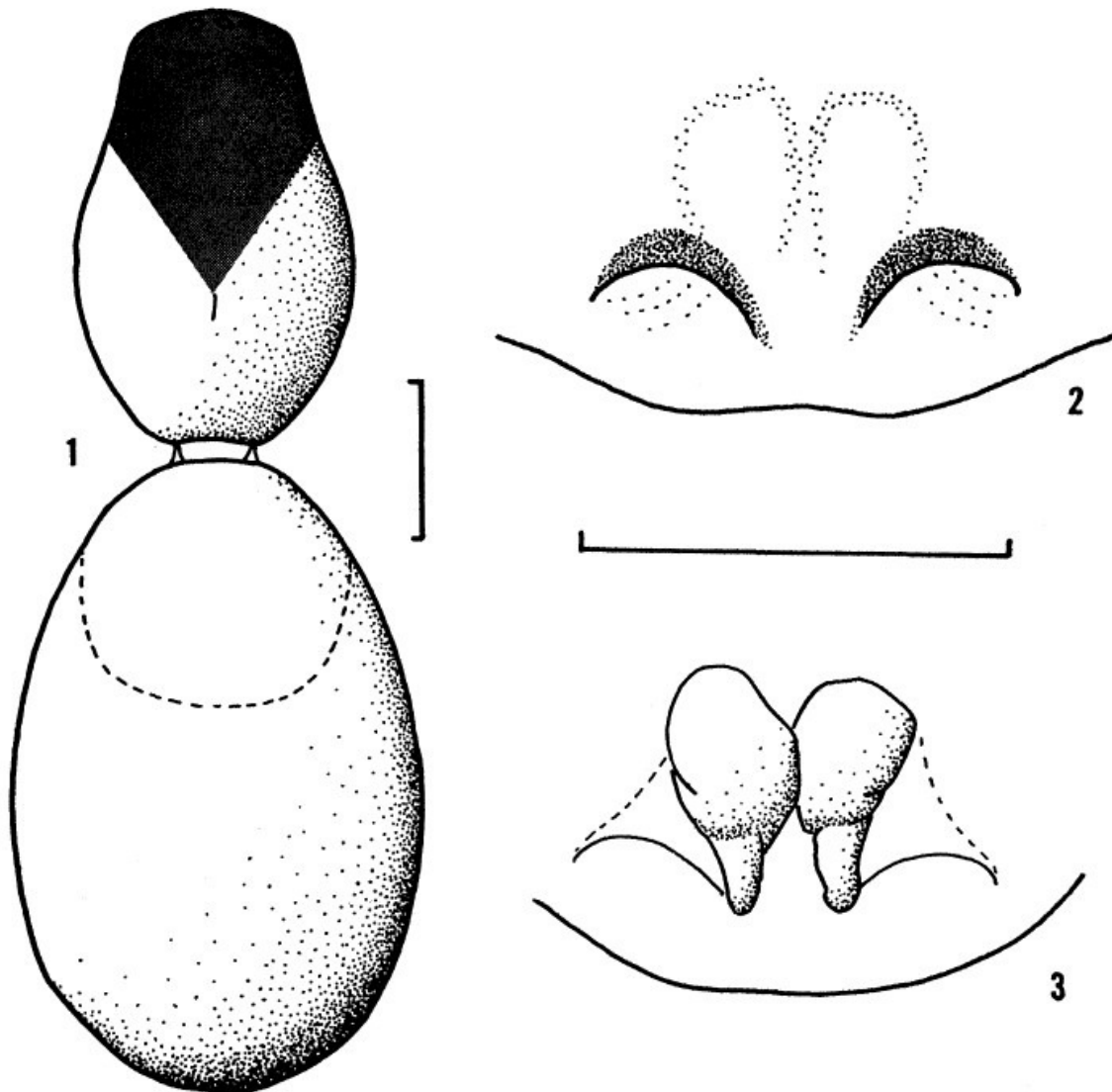
# FAMILIA CORINNIDAE

## *Castianeira dugesi*

1974]

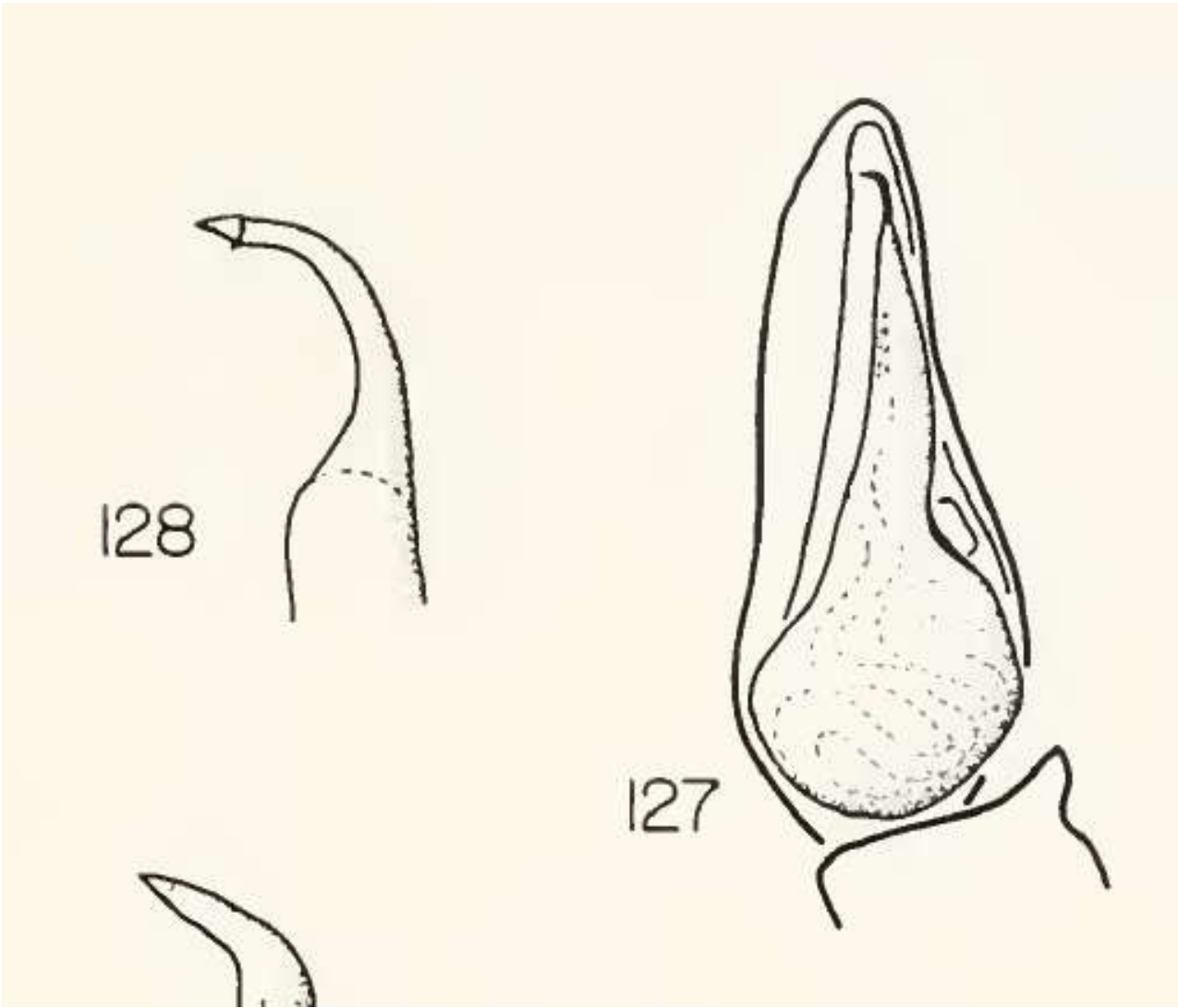
Reiskind — *Castianeirinae*

179



Figures 1-3. *Castianeira dugesi* (Becker). Fig. 1. Dorsal aspect of female. Pattern division of carapace shown by shading. (Vertical scale line = 1.0 mm) Fig. 2. External epigynum. Fig. 3. Internal epigynum, dorsal view. (Horizontal scale line for epigynum = 0.5 mm)

(Reiskind, 1974).



Figs. 127, 128. *Castianeira dugesii* (Becker). 127, Left palpus. 128, Embalus.

(Reiskind, 1969).



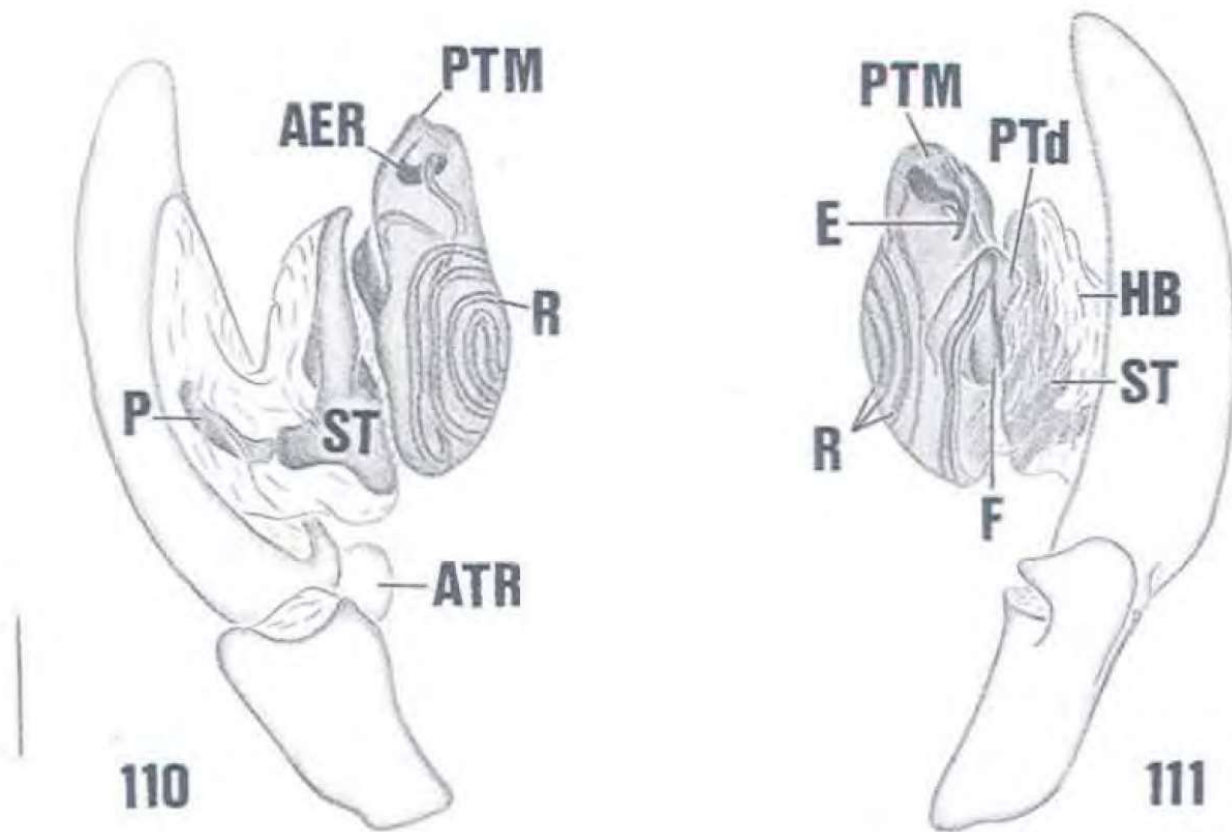
9. *Micariaulax Dugesii*. L. Beck.

(Becker, 1879).

*Megalostrata raptor*

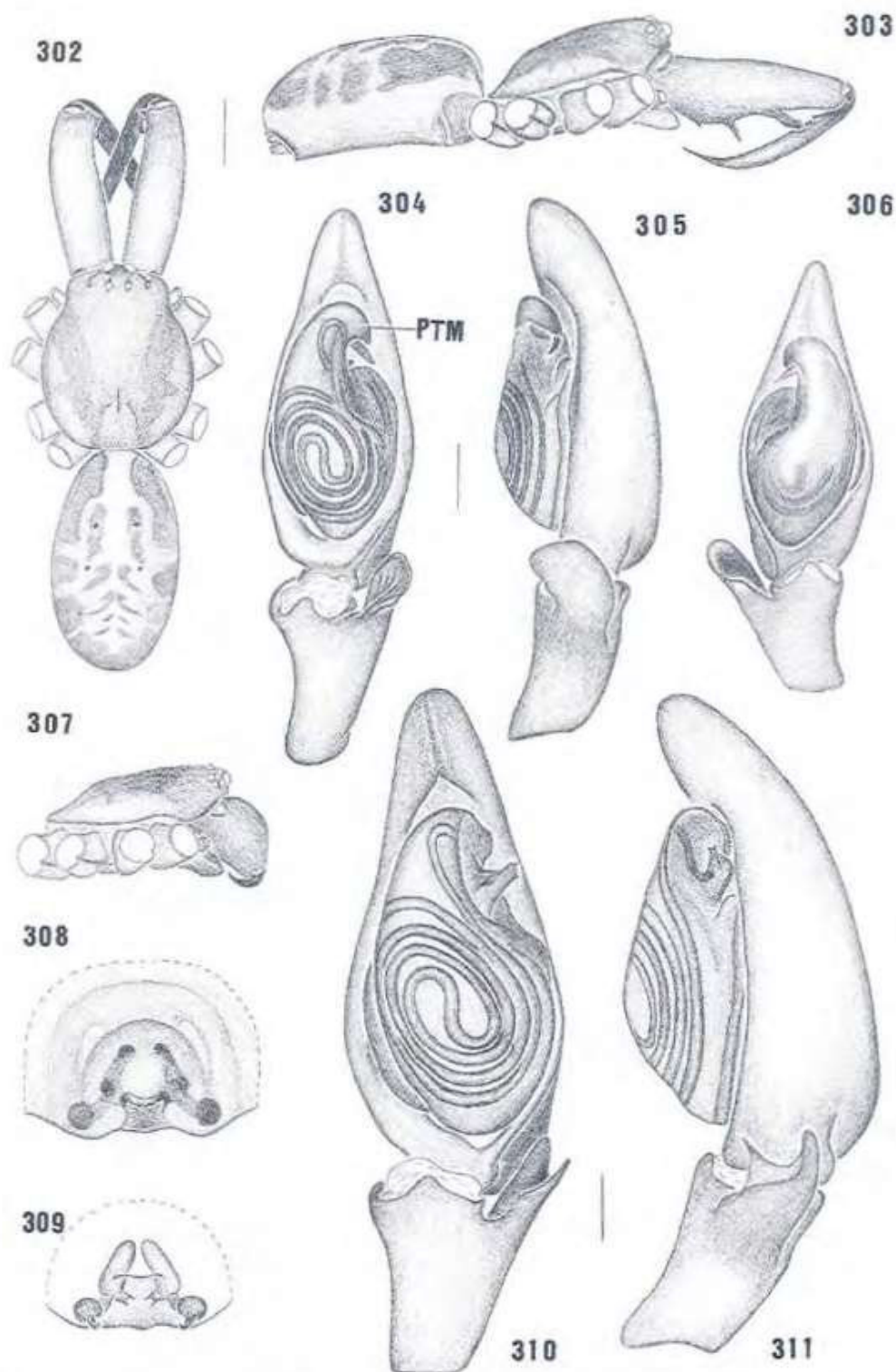


(<https://v3.boldsystems.org>).



Figs. 110-113. Corinninae, palpo do macho, expandido. *Megalostrata raptrix* (L. Koch): 110, prolateral; 111, retrolateral; *Erendira atrox* (Caporiacco): 112, prolateral; 113, retrolateral. Abreviaturas: AER, área esclerotizada distal do reservatório; ATR, apófise tibial retrolateral; C, condutor; E, êmbolo; F, fundus; HB, hematódoca basal; HM, hematódoca média; P, pecíolo; PTd, processo tegular dorso-retrolateral; PTM, processo tegular de *Megalostrata* e *Erendira*; R, reservatório; ST, subtégulo. Todas as figuras na mesma escala (barra, 0,5 mm).

(Bonaldo, 2000).



Figs. 302-311. *Megalostrata raptrix* (L. Koch): 302, macho, cefalotórax e abdômen, dorsal; 303, macho, cefalotórax e abdômen, lateral; 304, palpo, ventral (Oaxaca); 305, palpo, retrolateral; 306, palpo direito, ventral (holótipo de *M. venifica*); 307, fêmea, cefalotórax, lateral; 308, epígino, ventral; 309, epígino, dorsal; *M. depicta* F. O. Pickard-Cambridge: 310, palpo, ventral; 311, palpo, retrolateral. Abreviatura: PTM, processo tegular de *Megalostrata* e *Erendira*. Figs. 302, 303, 307 (barra, 2 mm); 304-306, 308, 309 (barra, 0,5 mm); 310, 311 (barra, 0,25 mm), respectivamente na mesma escala.

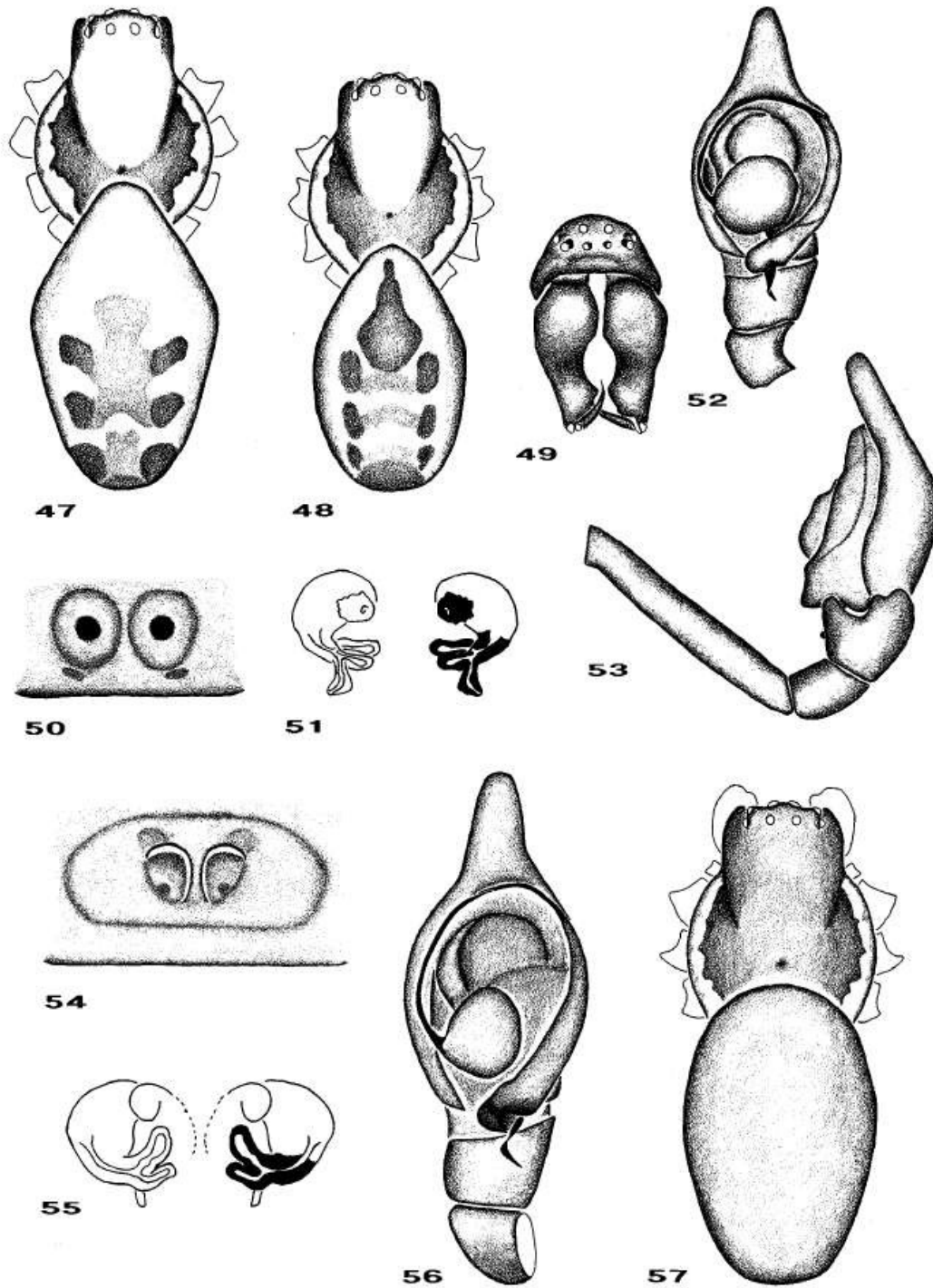
(Bonaldo, 2000).

**FAMILIA: DYCTINIDAE**

*Mallos dugesi*



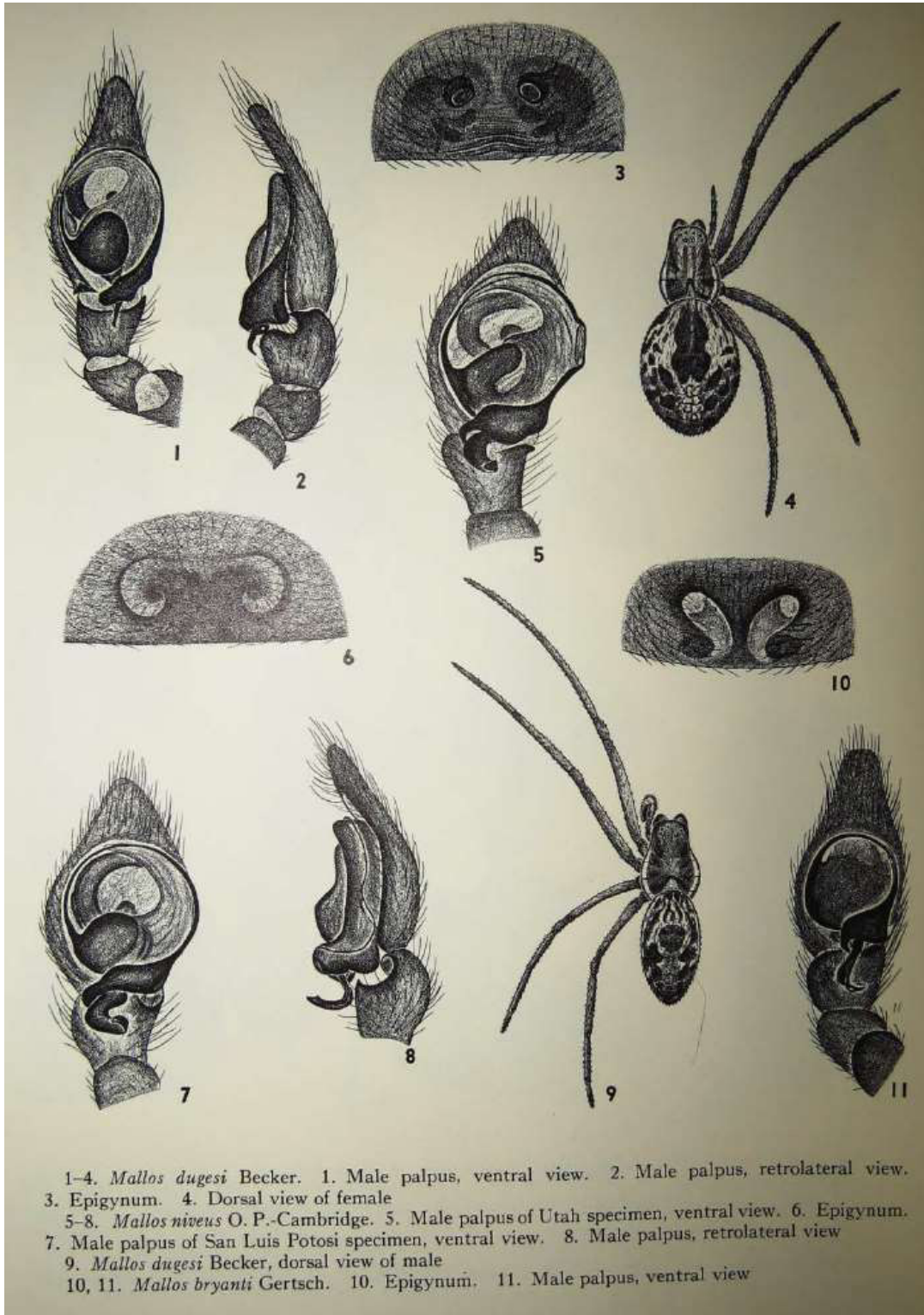
(Bond y Opell, 1997).



Figures 47–57. Figs 47–53. *Mallos dugesi* (Becker). 47, dorsal view of female; 48, dorsal view of male; 49, anterior view of male; 50, external view of epigynum; 51, internal ducts of epigynum; 52, vental view, male pedipalp; 53, retrolateral view, male pedipalp. Figs 54–57. *Mallos kraussi* Gertsch. 54, external view of epigynum; 55, internal ducts of epigynum; 56, vental view, male pedipalp; 57, dorsal view of male.

(Bond y Opell, 1997).

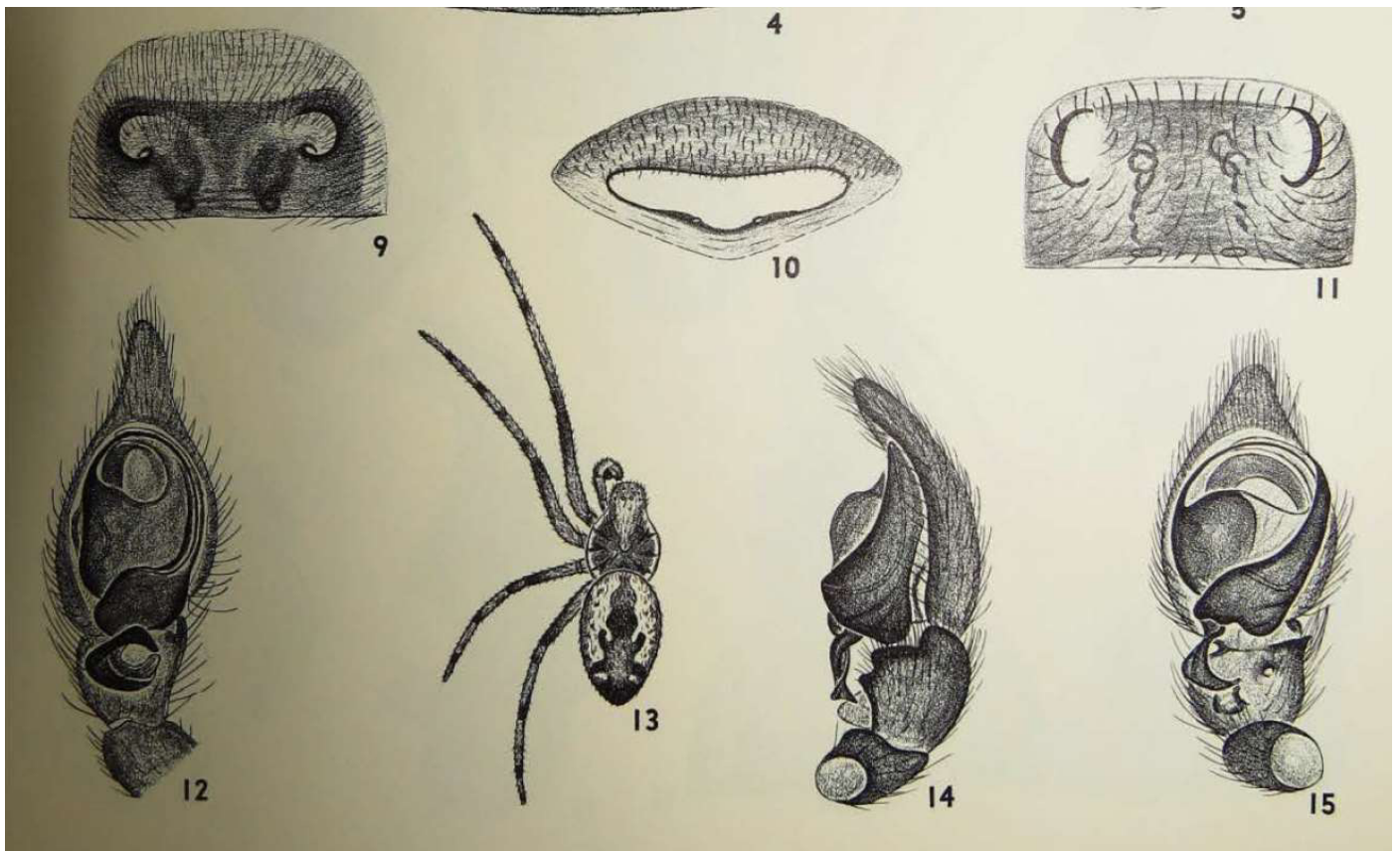




(Chamberlain y Gertsch, 1959).

*Mallos gregalis*



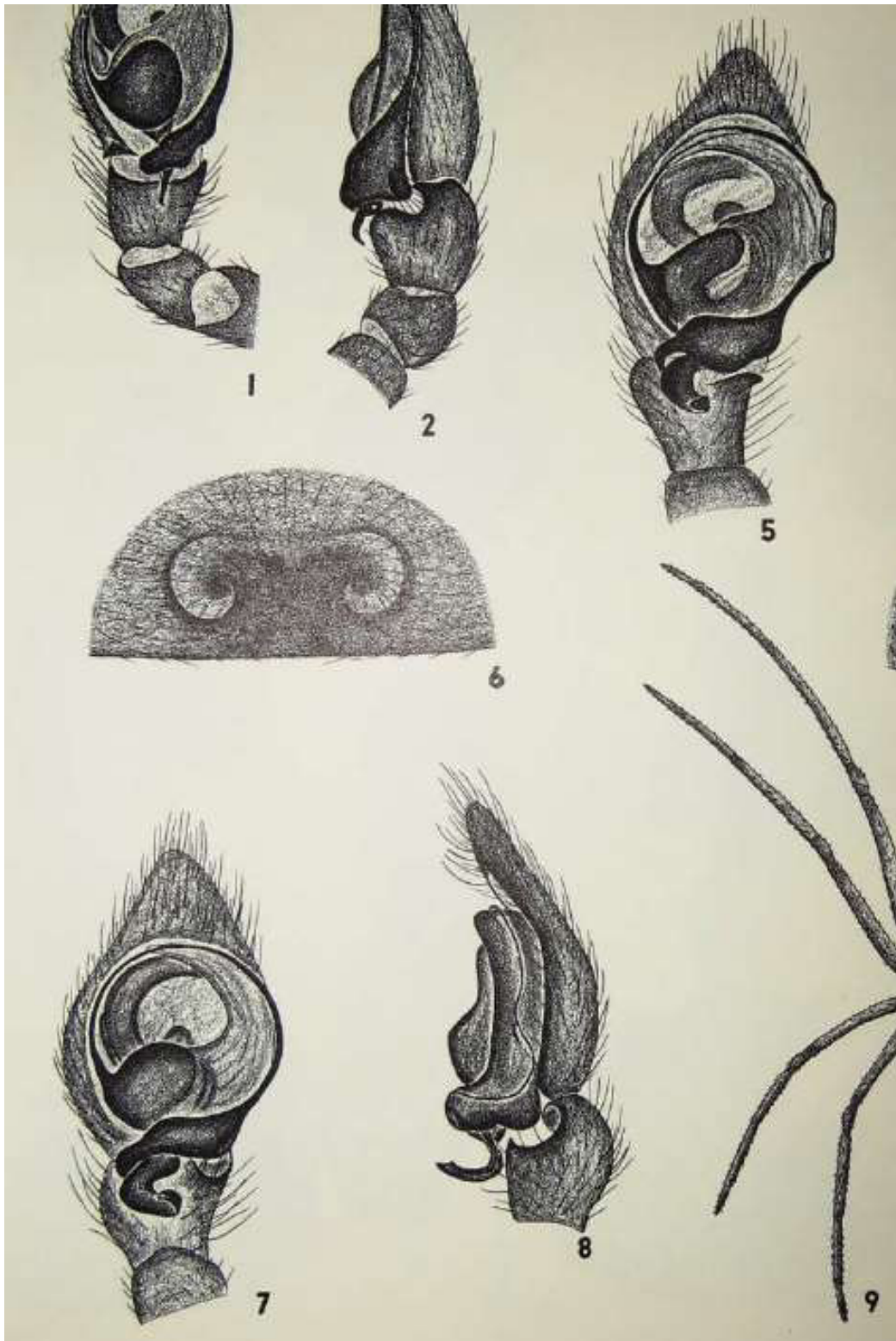


9. *Mallos gregalis* Simon, epigynum  
 10-12. *Mallos mians* Chamberlin. 10. Cribellum of female. 11. Epigynum. 12. Male palpus, ventral view  
 13. *Mallos pallidus* Banks, dorsal view of male  
 14, 15. *Mallos gregalis* Simon. 14. Male palpus, retrolateral view. 15. Male palpus, ventral view

(Chamberlain y Gertsch, 1958).

*Mallos niveus*





5-8. *Mallos niveus* O. P.-Cambridge. 5. Male palpus of Utah specimen, ventral view. 6. Epigynum.  
 7. Male palpus of San Luis Potosi specimen, ventral view. 8. Male palpus, retrolateral view  
 9. *Mallos dugesi* Becker, dorsal view of male  
 10, 11. *Mallos bryanti* Gertsch. 10. Epigynum. 11. Male palpus, ventral view

(Chamberlain y Gertsch, 1959).

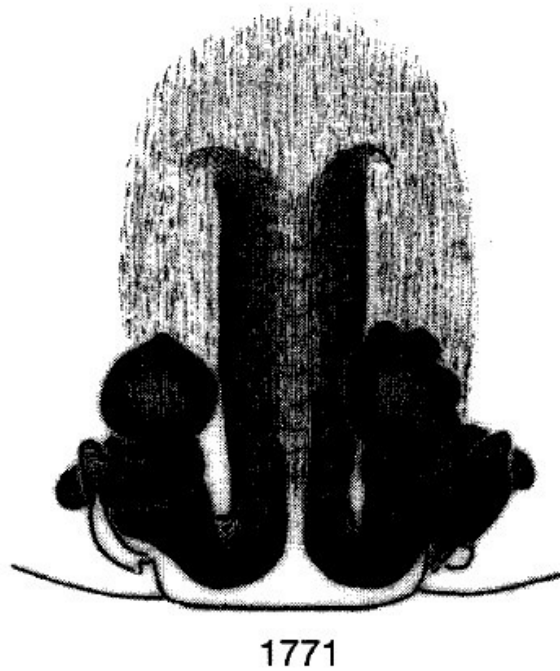
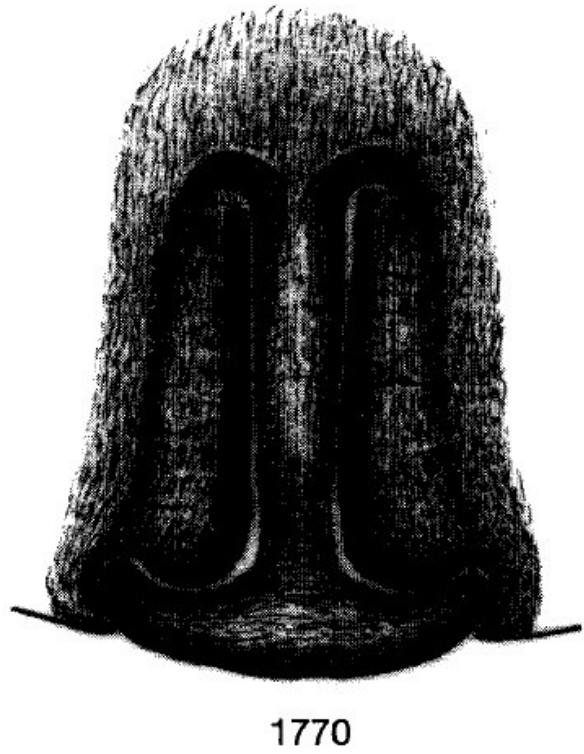
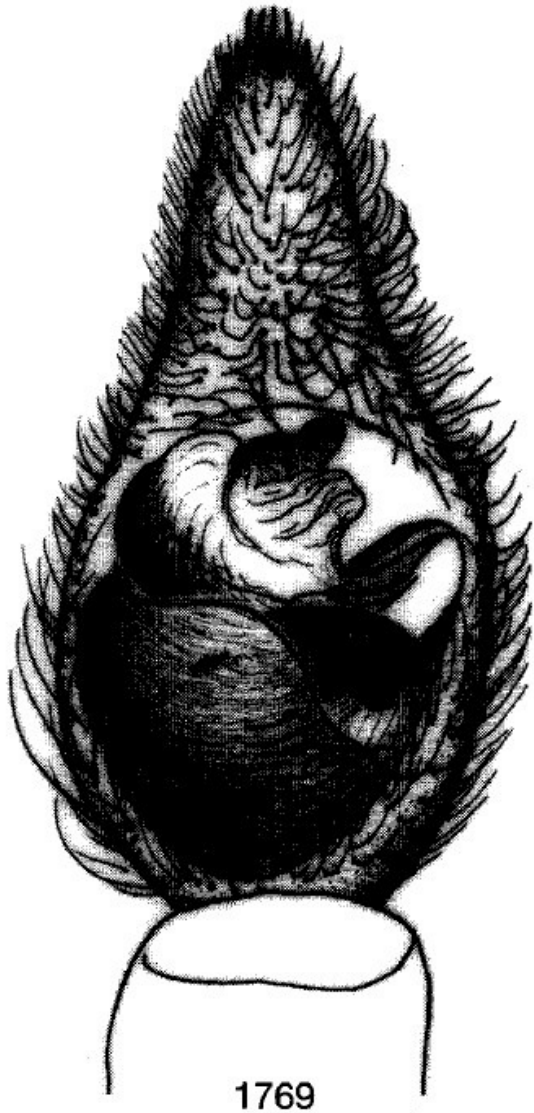


**FAMILIA: LYCOSIDAE**

*Hogna carolinensis*



◇ *Hogna carolinensis* (WALCKENAER, 1805)



♂ 19,0 mm  
♀ 20,3 - 30,0 mm

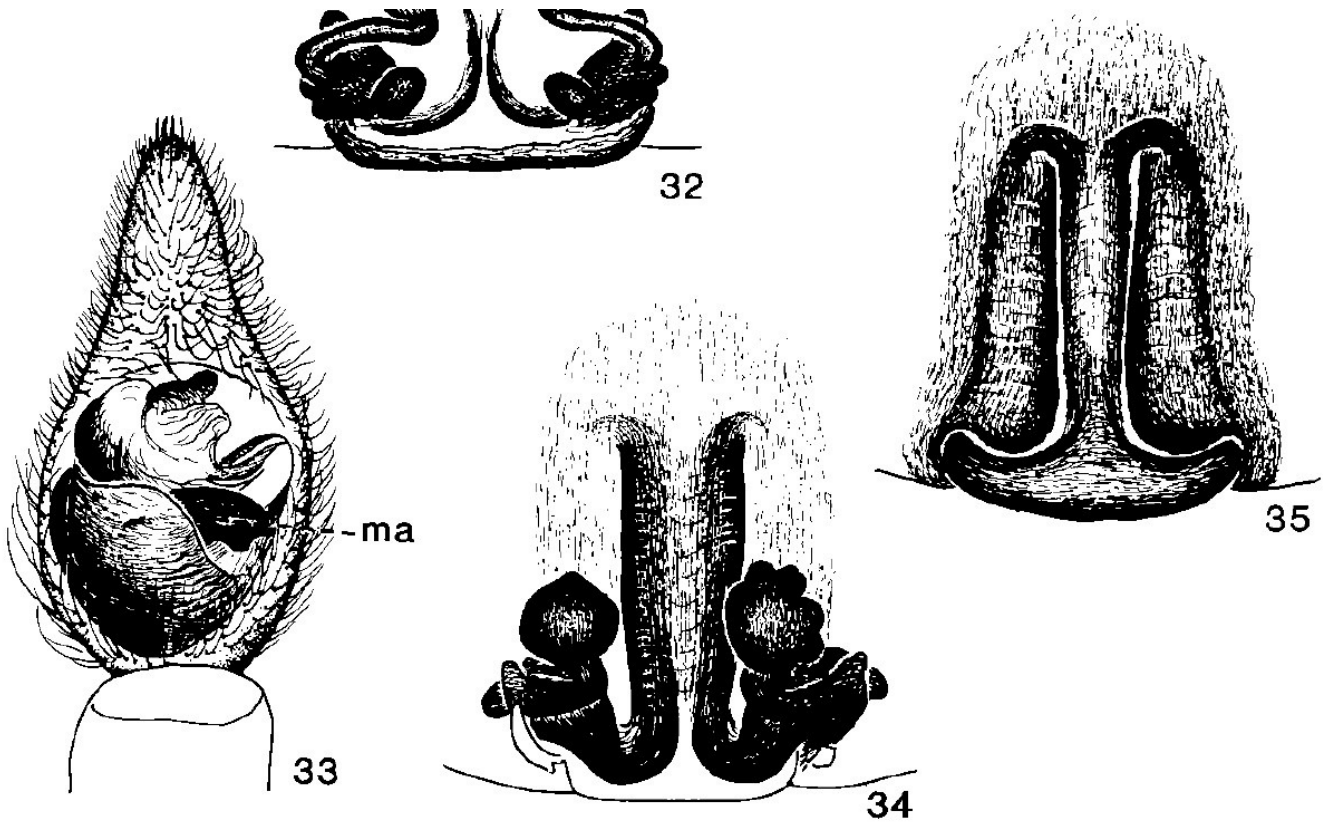
1769. Palpe du mâle, vue ventrale

1770. Épigyne, vue ventrale

1771. Spermathèques, vue dorsale

(Paquin y Dupérré, 2003).



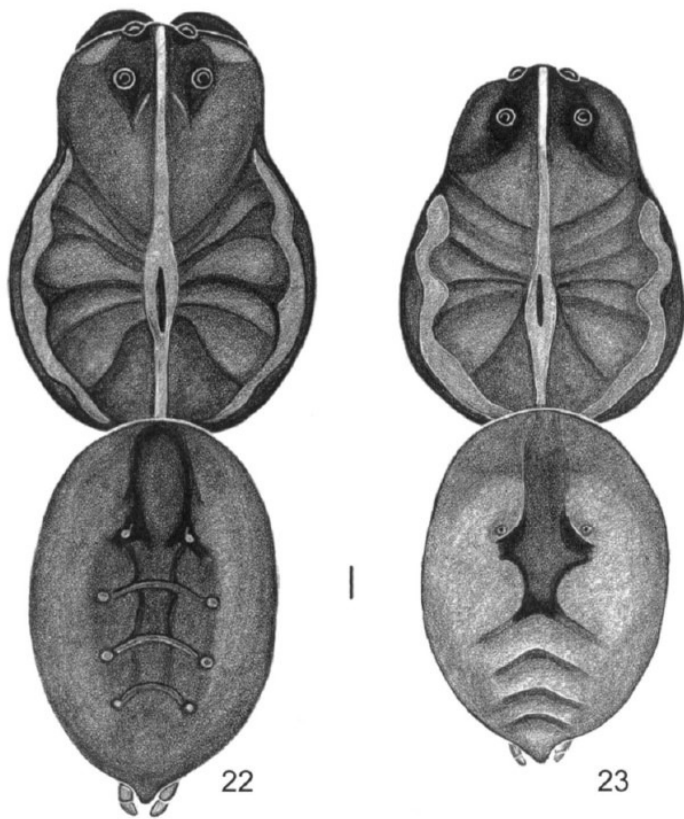


Figs. 29–35. Structures of *Hogna* spp. 29–32, *H. frondicola*. 29, body of female, dorsal view; 30, epigynum, ventral view; 31, palpus of male, ventral view; 32, spermathecae, dorsal view. 33–35, *H. carolinensis*. 33, palpus of male, ventral view; 34, spermathecae, dorsal view; 35, epigynum, ventral view. *ma*, median apophysis; *p*, palea; *ms*, median septum.

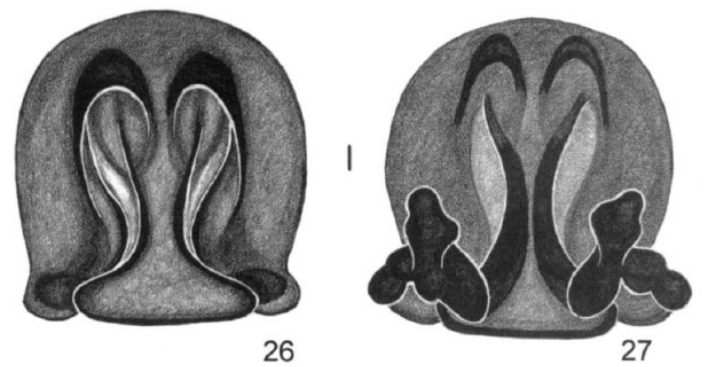
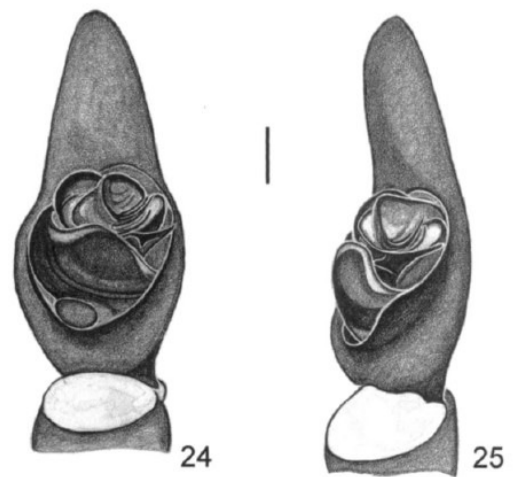
(Dondale y Redner, 1990).

*Geolycosa grandis*





Figures 22, 23.—Dorsal view of *Tigrosa grandis*: 22. Female from Ft. Collins, Larimer County, Colorado; 23. Male from Ft. Collins, Larimer County, Colorado. Scale bar, 1 mm.



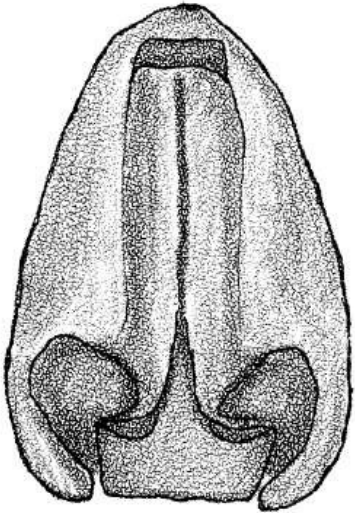
Figures 24–27.—*Tigrosa grandis*: 24, 25. Male from Ft. Collins, Larimer County, Colorado. 24: Left palpus, ventral view; 25. Left palpus, retrolateral view. 26, 27. Female from Ft. Collins, Larimer County, Colorado. 26. Epigynum, ventral view, 27. Vulva, dorsal view. Scale bars: palpi, 0.5 mm; epigyna, 0.1 mm.

dark reddish brown color. AME slightly larger than ALE. AME eye row subequal to PME row. PLE row much the widest. See Tables 1–5 for more precise measurements of

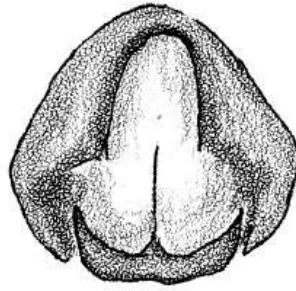
(Brady, 2012).

*Pardosa steva*

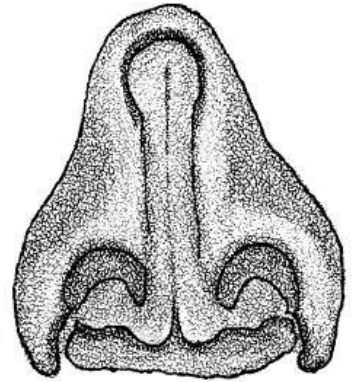




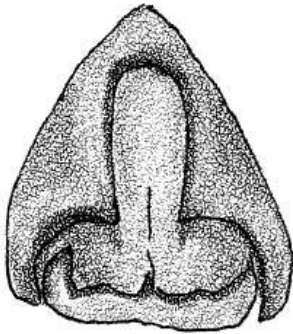
30



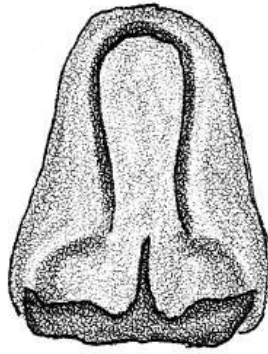
31



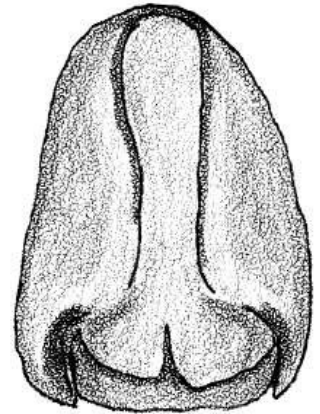
32



33



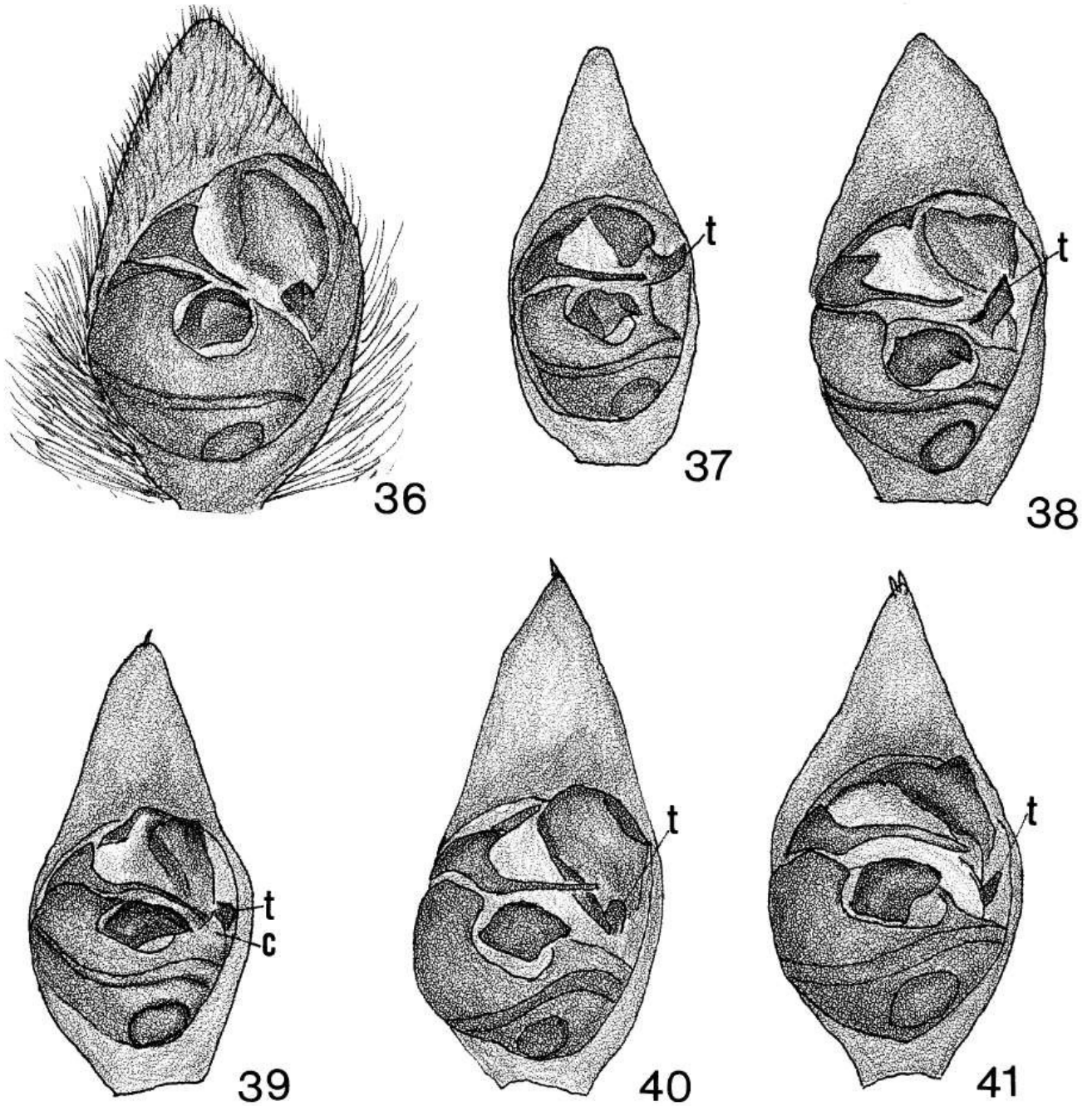
34



35

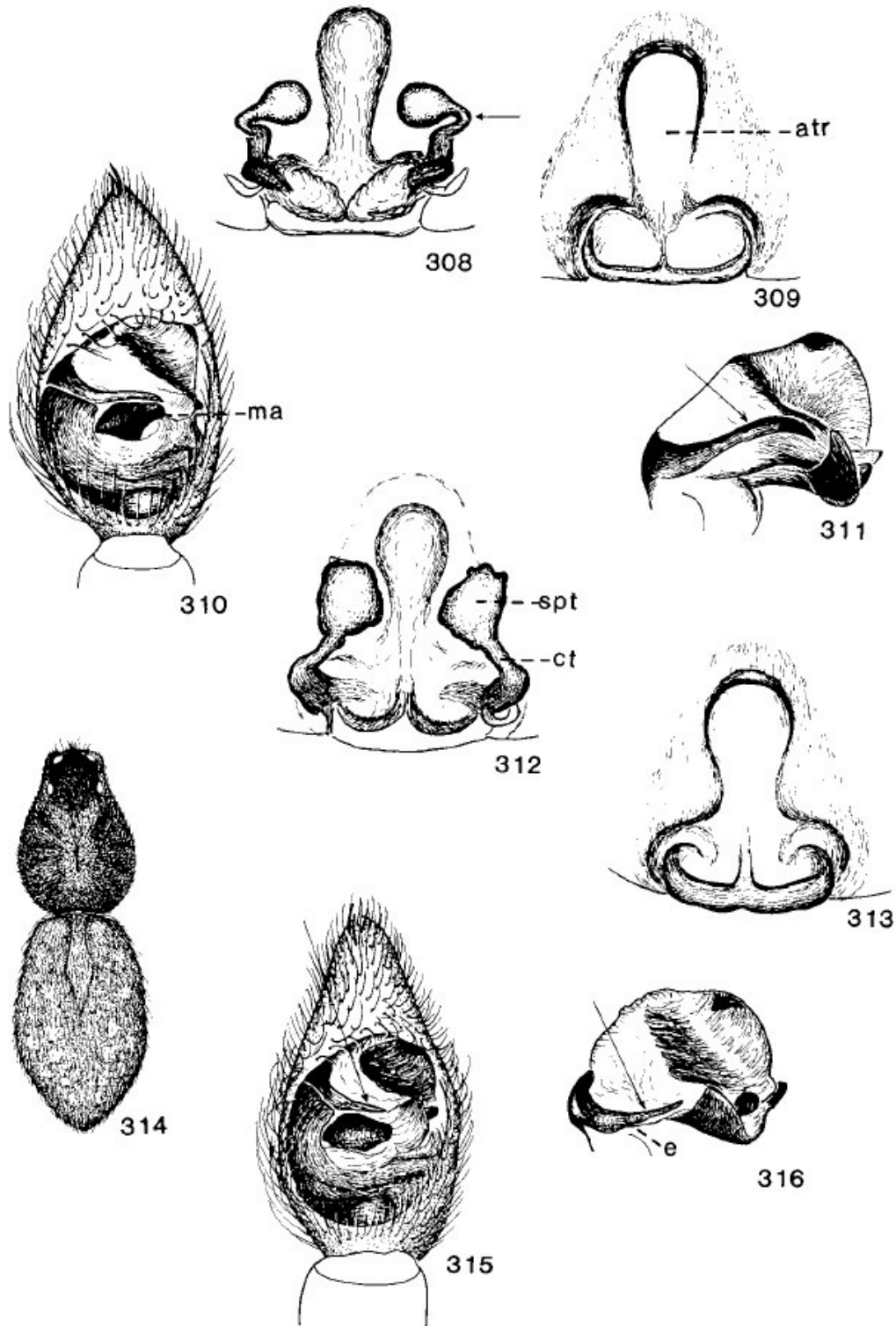
Figures 30–35.—Epigyna of *Pardosa*, *lapidicina* group. 30. *P. valens*. 31. *P. vadosa*. 32. *P. sierra*. 33. *P. steva*. 34. *P. lapidicina*. 35. *P. mercurialis*.

(Vogel, 2004).



Figures 36–41.—Palpi of *Pardosa*, lapidicina group. 36. *P. valens*. 37. *P. vadosa*. 38. *P. sierra*. 39. *P. steva*. 40. *P. lapidicina*. 41. *P. mercurialis*. c, conductor. t, terminal apophysis.

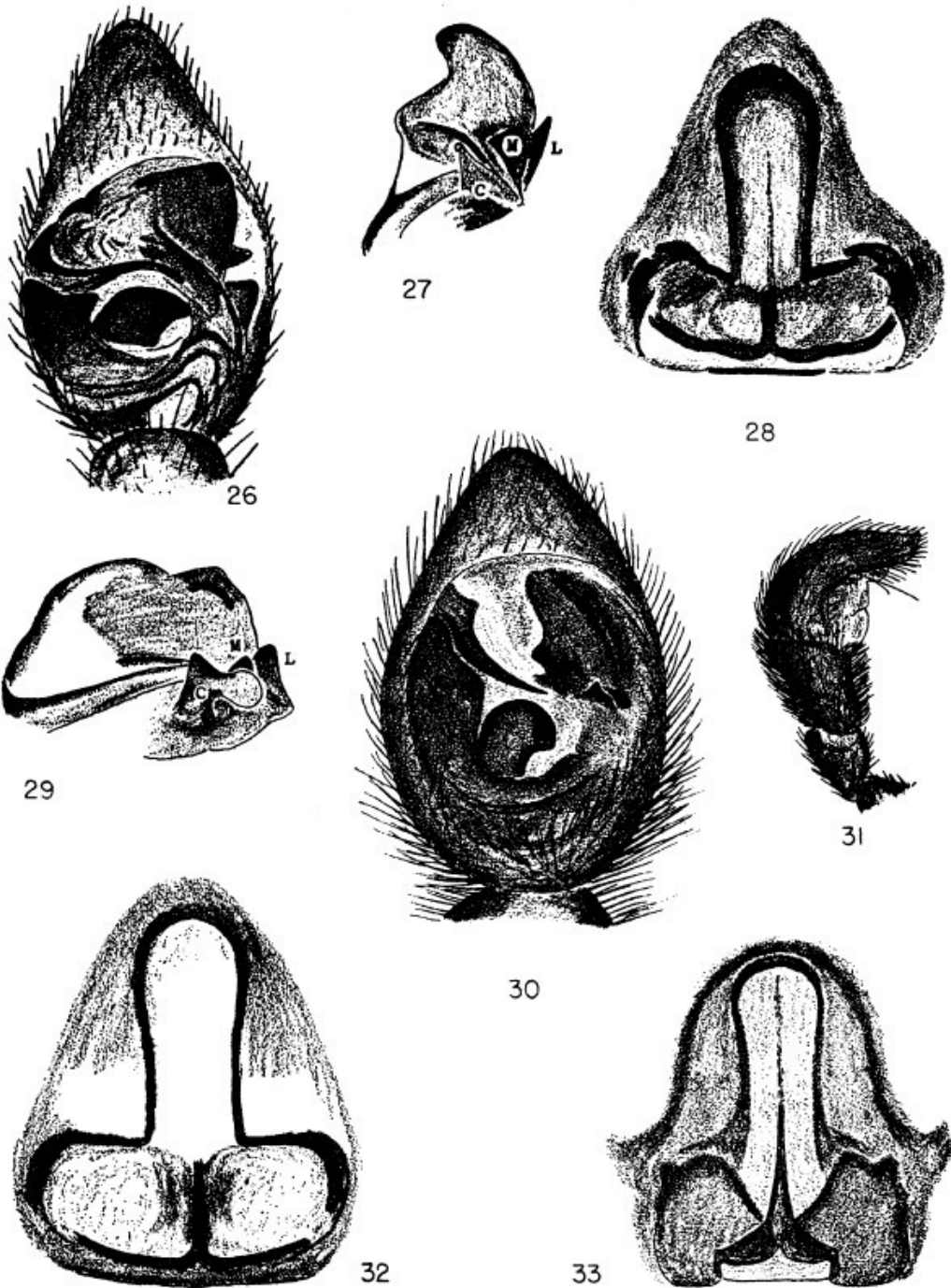
(Vogel, 2004).



Figs. 308–316. Structures of *Pardosa* spp. 308–311, *P. steva*. 308, spermathecae, dorsal view; 309, epigynum, ventral view; 310, 311, palpus of male: 310, ventral view; 311, apical division, ventral view. 312–316, *P. lapidicina*. 312, spermathecae, dorsal view; 313, epigynum, ventral view; 314, body of female, dorsal view; 315, 316, palpus of male: 315, ventral view; 316, apical division, ventral view. *atr*, atrium; *ct*, copulatory tube; *e*, embolus; *ma*, median apophysis; *spt*, spermatheca.

(Dondale y Redner, 1990).





FIGS. 26-28. *Pardosa steva* Lowrie and Gertsch. 26. Left male palpus, ventral view. 27. Upper part of expanded left male palpus. 28. Epigynum.

FIGS. 29-31. *Pardosa valens*, new species. 29. Upper part of expanded left male palpus. 30. Left male palpus, ventral view. 31. Tibia and tarsus of left male palpus, lateral view.

FIG. 32. *Pardosa steva* Lowrie and Gertsch, epigynum of another female.

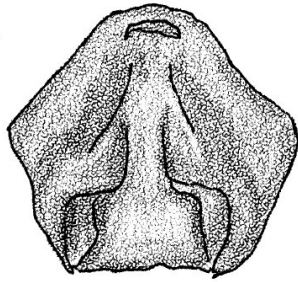
FIG. 33. *Pardosa valens*, new species, epigynum of another female.

Abbreviations: C, conductor; L, lateral accessory process; M, median accessory process.

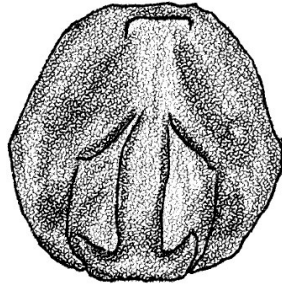
(Barnes, 1959).

*Pardosa sternalis*

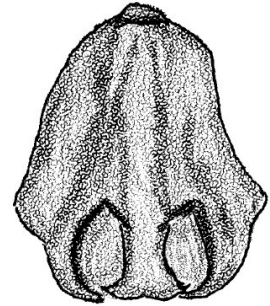




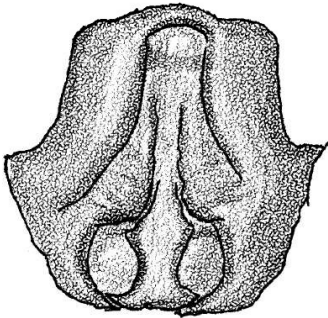
120



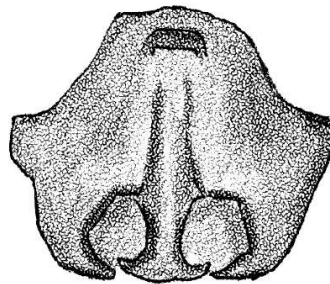
121



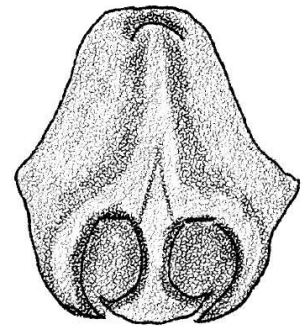
122



123



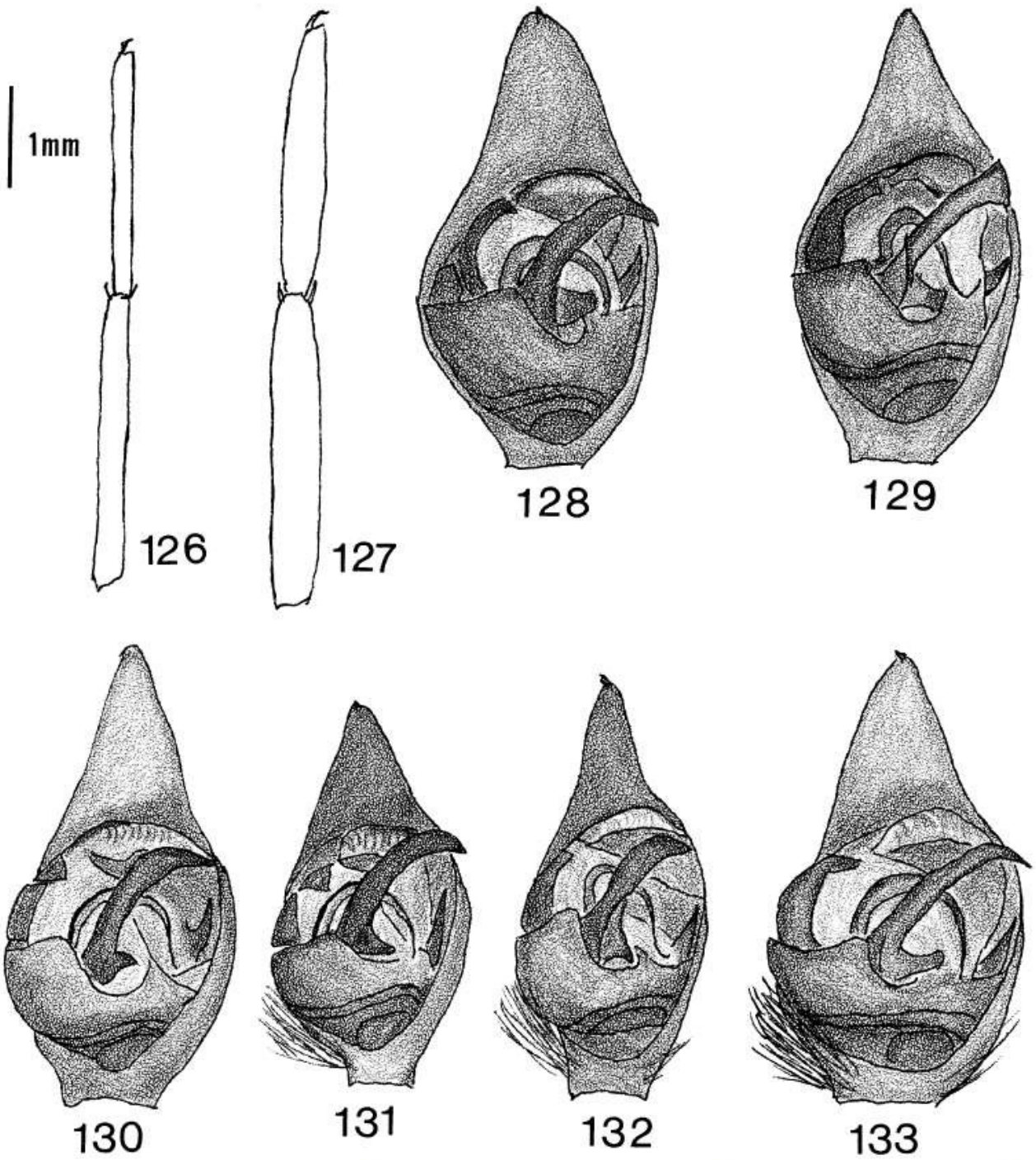
124



125

Figures 120–125.—Epigyna of *Pardosa*, sternalis group. 120. *P. tuoba*. 121. *P. orthodox*. 122. *P. ramulosa*. 123. *P. vancouveri*. 124. *P. altamontis*. 125. *P. sternalis*.

(Vogel, 2004).

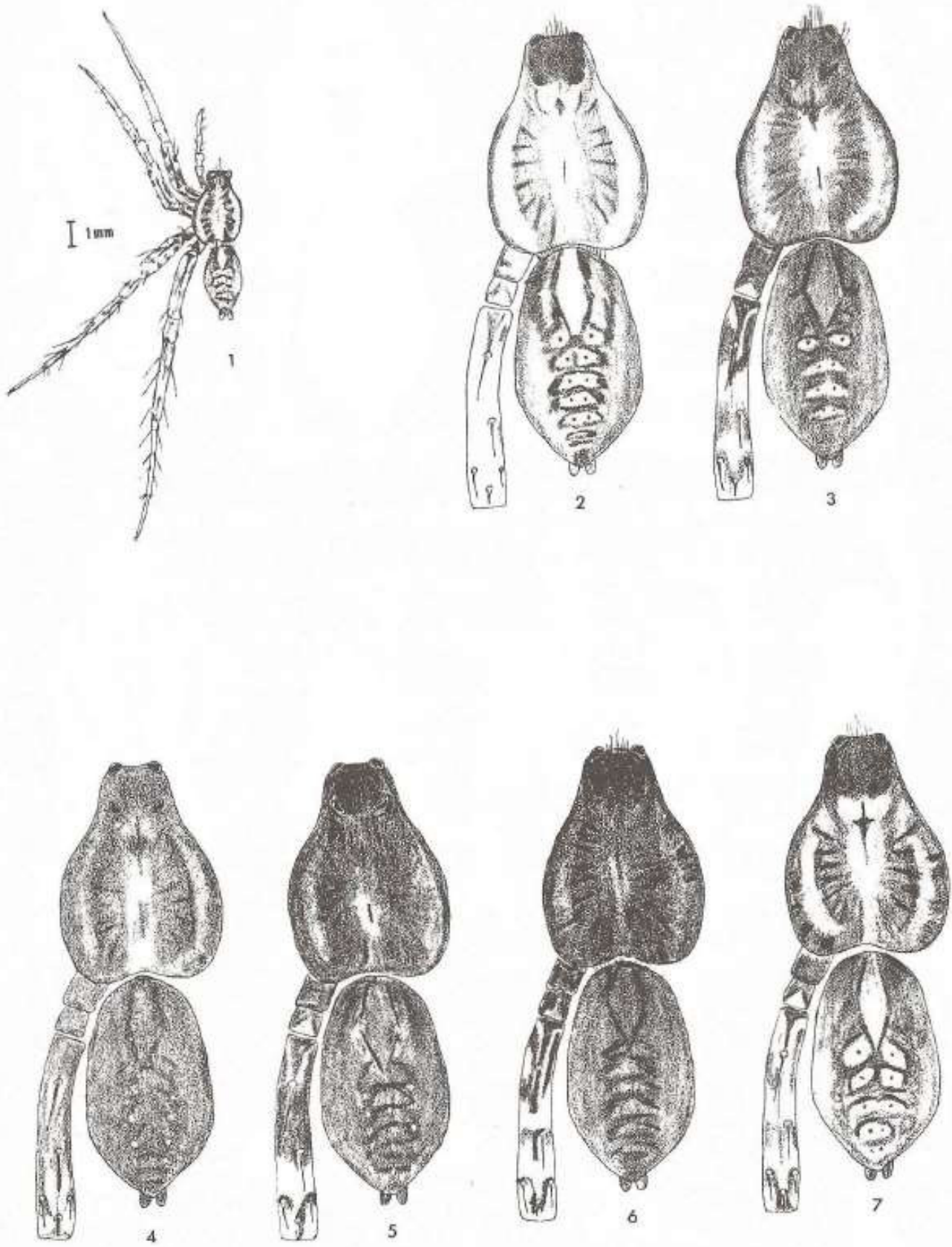


Figures 126–133.—Males of *Pardosa*, *sternalis* group. 126. *P. sternalis*, tarsus and metatarsus I. 127. *P. vancouveri*, tarsus and metatarsus I. Figs. 128–133. Palpi. 128. *P. vancouveri*. 129. *P. orthodox*. 130. *P. sternalis*. 131. *P. altamontis*. 132. *P. ramulosa*. 133. *P. tuoba*.

(Vogel, 2004).

- Fig. 1. P. sternalis, ♀. Dorsal view. Colo., Boulder Co.
2. P. sternalis, ♀. Dorsal view, "typical" color pattern. Colo., Boulder Co.
3. P. sternalis, ♂. Dorsal view, "typical" color pattern. Colo., Boulder Co.
4. P. sternalis, ♂. Dorsal view, "bald" color pattern. Idaho, Payette Co.
5. P. sternalis, ♂. Dorsal view, "bald" color pattern. Utah, Iron Co.
6. P. altamontis, ♂. Dorsal view. Wyo., Yellowstone Nat. Park.
7. P. altamontis, ♀. Dorsal view. Wyo., Yellowstone Nat. Park.

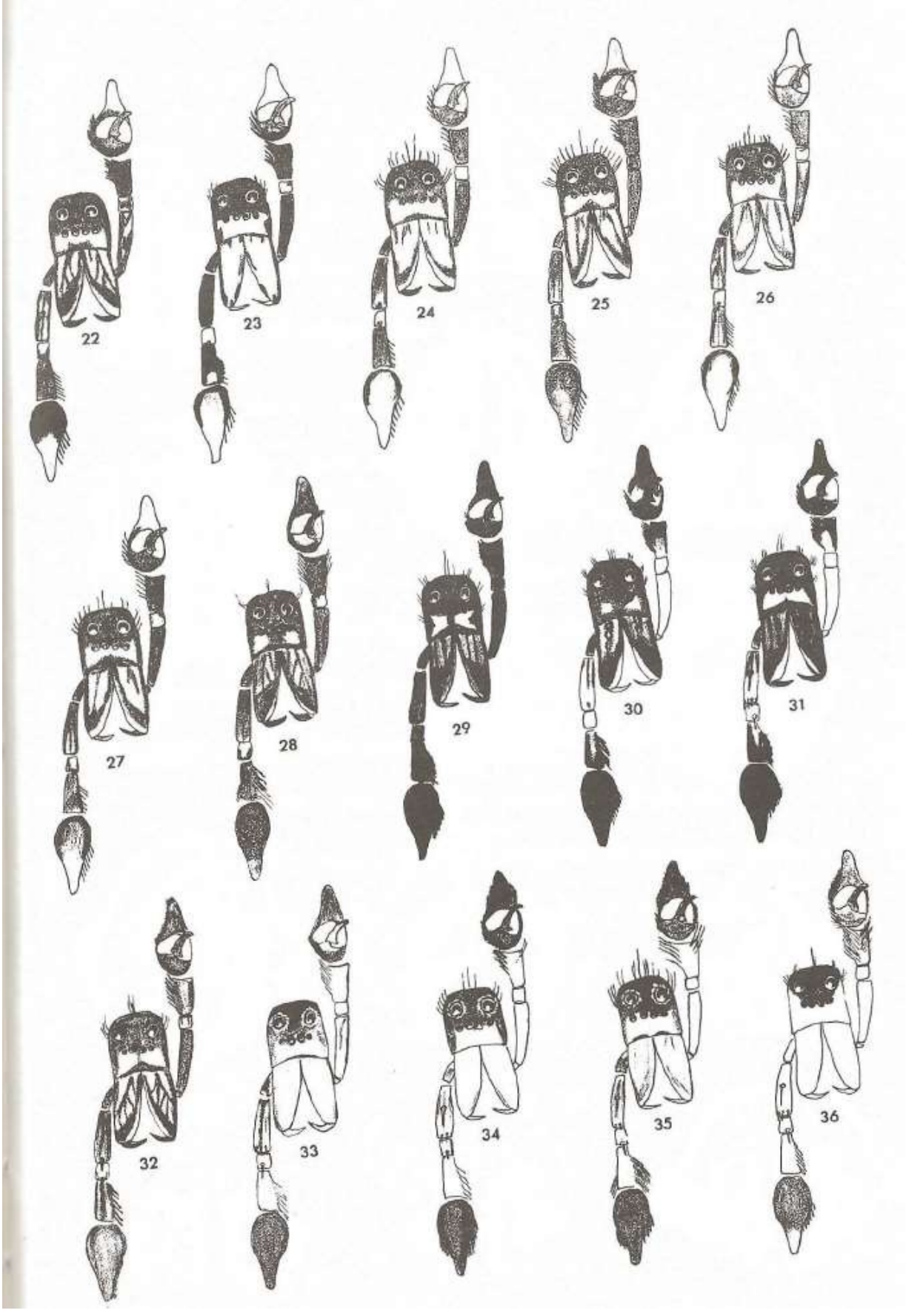
(Vogel, 1970).



(Vogel, 1970).

- Fig. 22. *P. sternalis*, ♂. Face. Texas, Brewster Co.
23. *P. sternalis*, ♂. Face of "toyah" pattern. Texas, Reeves Co.
24. *P. sternalis*, ♂. Face. Ariz., Cochise Co., Lake Cienega.
25. *P. sternalis*, ♂. Face. Ariz., Cochise Co., SWRS.
26. *P. sternalis*, ♂. Face. Ariz., Cochise Co., Astin Spring.
27. *P. sternalis*, ♂. Face. Ariz., Cochise Co., 2 mi. N. Apache.
28. *P. vancouveri*, ♂. Face. Ore., Lane Co.
29. *P. vancouveri*, ♂. Face. Wash., Grey's Harbor Co.
30. *P. altamontis*, ♂. Face. Wyo., Yellowstone Nat. Park.
31. *P. altamontis*, ♂. Face. Wash., Douglas Co.
32. *P. tuoba*, ♂. Face. Calif., Santa Clara Co.
33. *P. ramulosa*, ♂. Paratype of *P. peninsulana* Banks. Face. Baja Calif.
34. *P. ramulosa*, ♂. Face. Calif., Tuolumne Co.
35. *P. ramulosa*, ♂. Face. Utah, Washington Co.
36. *P. ramulosa*, ♂. Face. Utah, Washington Co.

(Vogel, 1970).

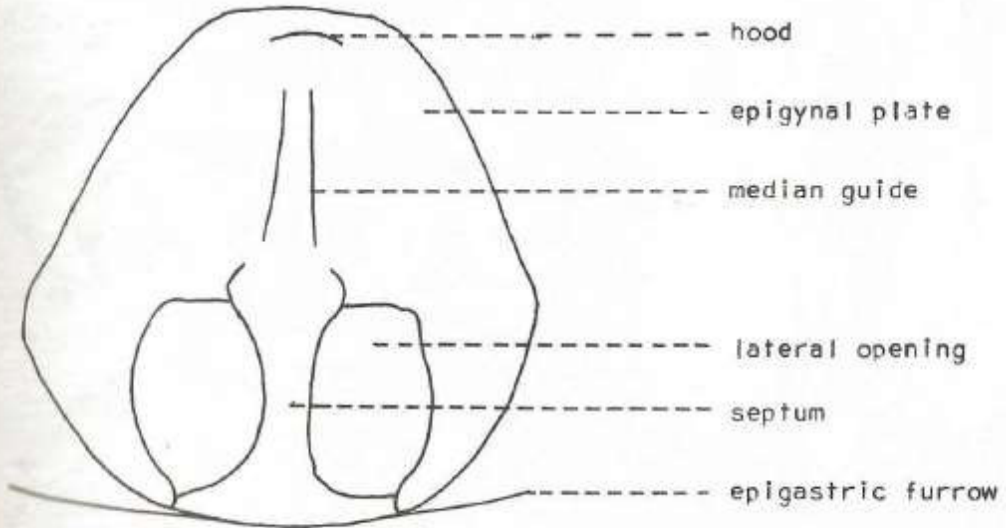




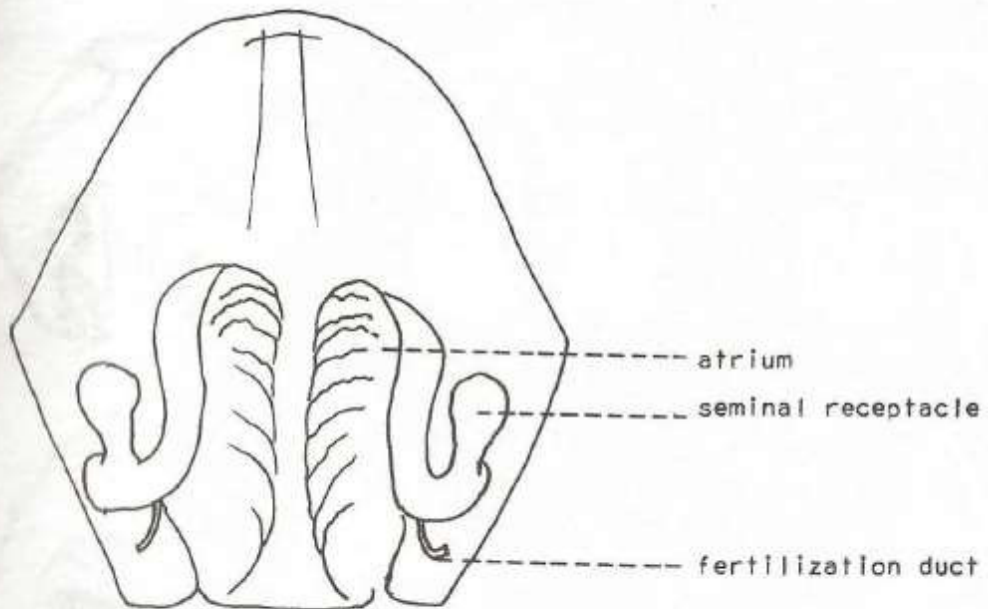
(Vogel, 1970).

Fig. 77

Pardosa sternalis group, Epigynum, diagrammatic



External or ventral view



Internal or dorsal view

(Vogel, 1970).

Fig. 78  
*Pardosa sternalis*  
 Unexpanded bulb of ♂ palp without cymbium

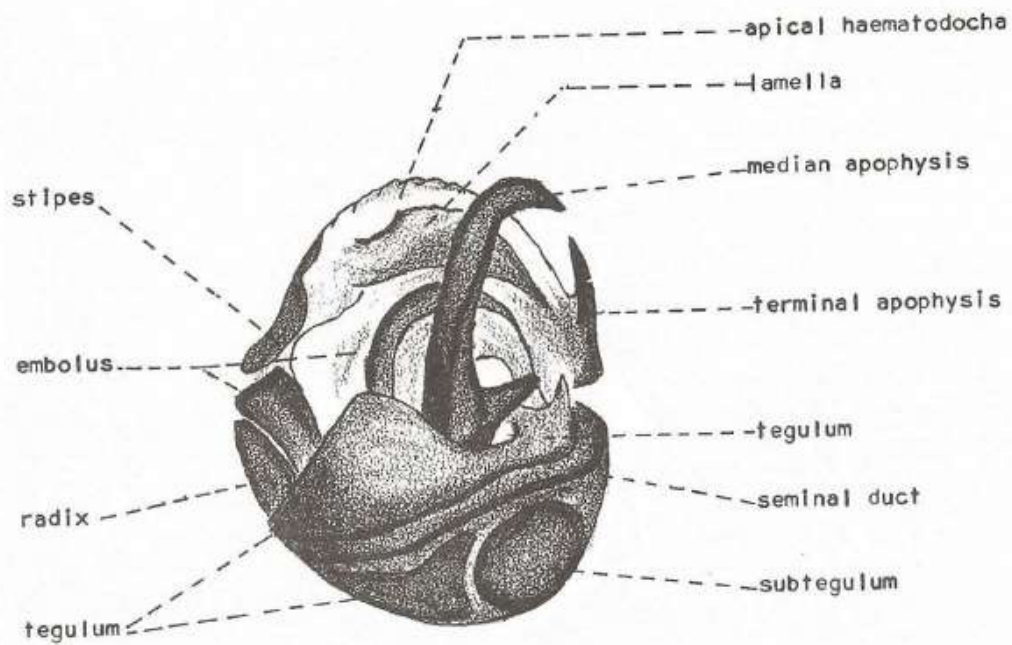
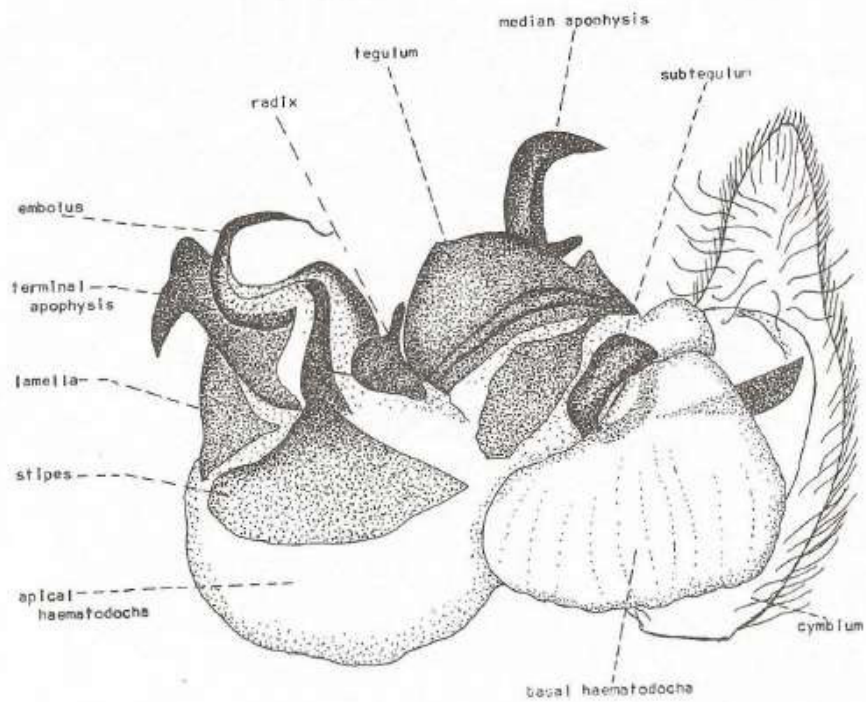
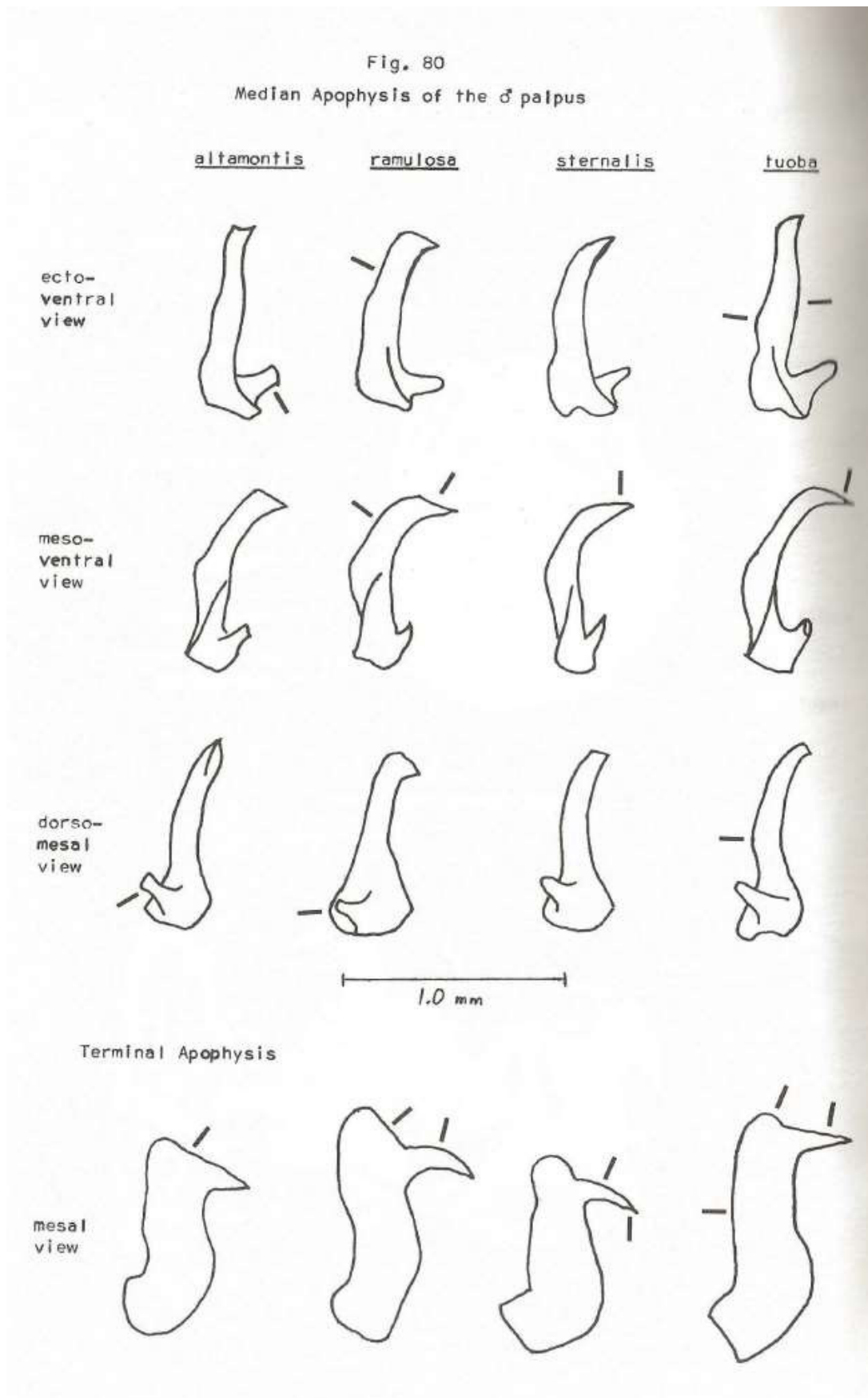


Fig. 79  
*Pardosa sternalis*, ♂ palp expanded



(Vogel, 1970).



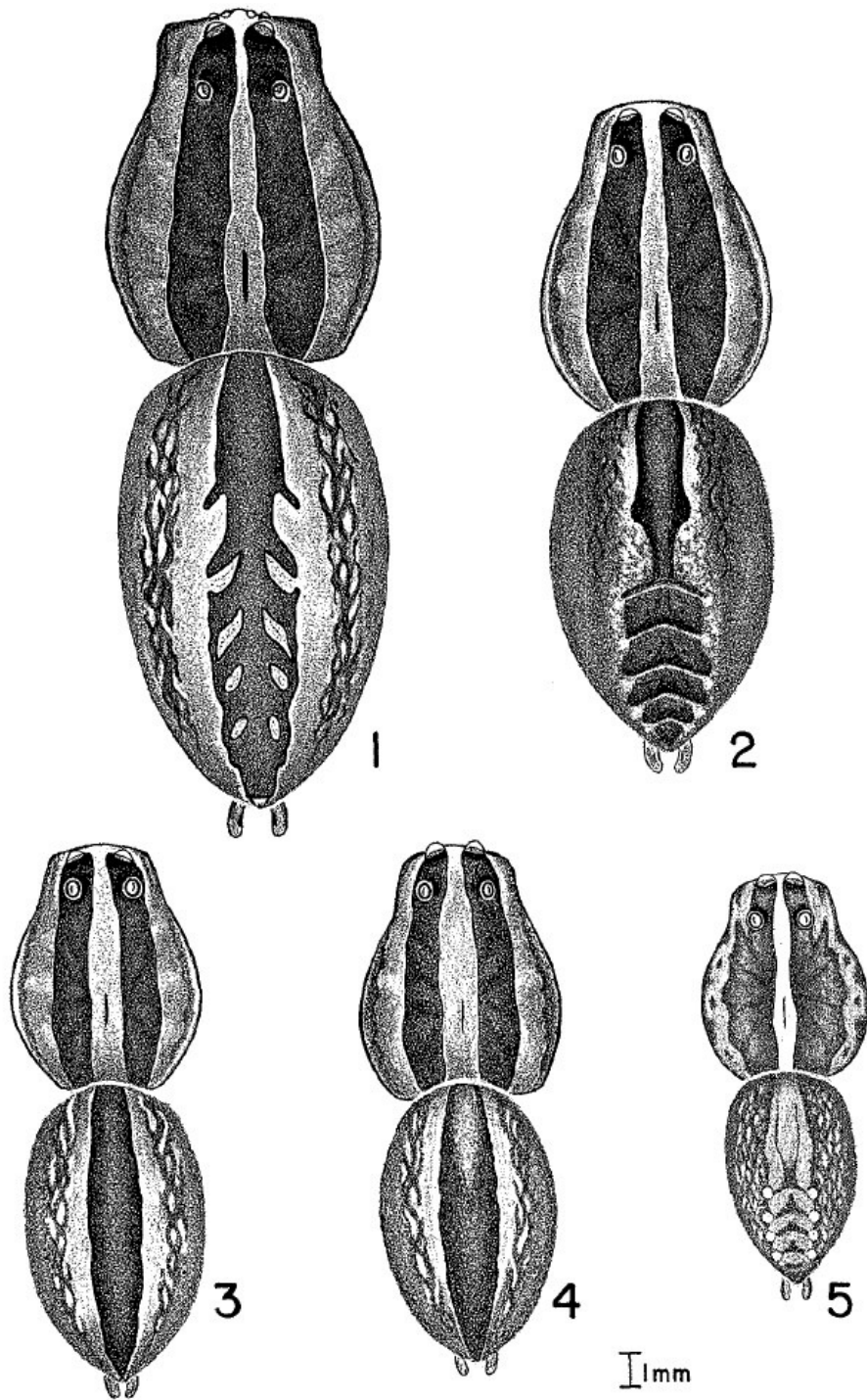
(Vogel, 1970).

*Rabidosa punctulata*



*Rabidosa santrita*

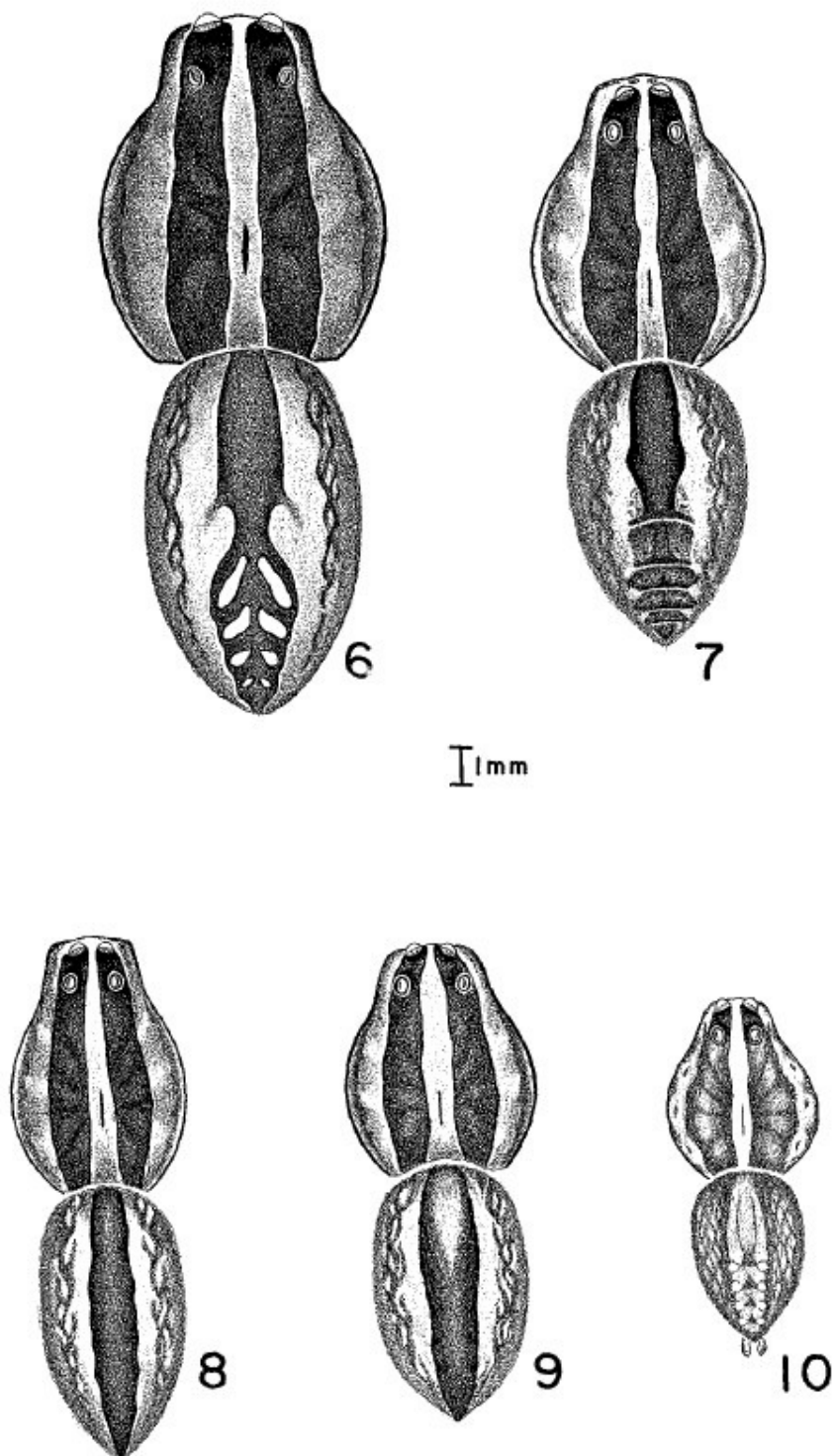




Figures 1-5.—Dorsal views of female *Rabidosa*: 1. *R. rabida* (Walckenaer), Sherman, Grayson Co., Texas, 25 July 1963; 2. *R. sanrita* (Chamberlin and Ivie), Madera Canyon, Santa Rita Mtns., Santa Cruz Co., Arizona, 9 Sept. 1941; 3. *R. punctulata* (Hentz), New Canaan, Fairfield Co., Connecticut, Sept. 1955; 4. *R. carrana*, Tybee Island, Chatham Co., Georgia, 5 Dec. 1962; 5. *R. hentzi* (Banks), Gainesville, Alachua Co., Florida, 14 June 1935.

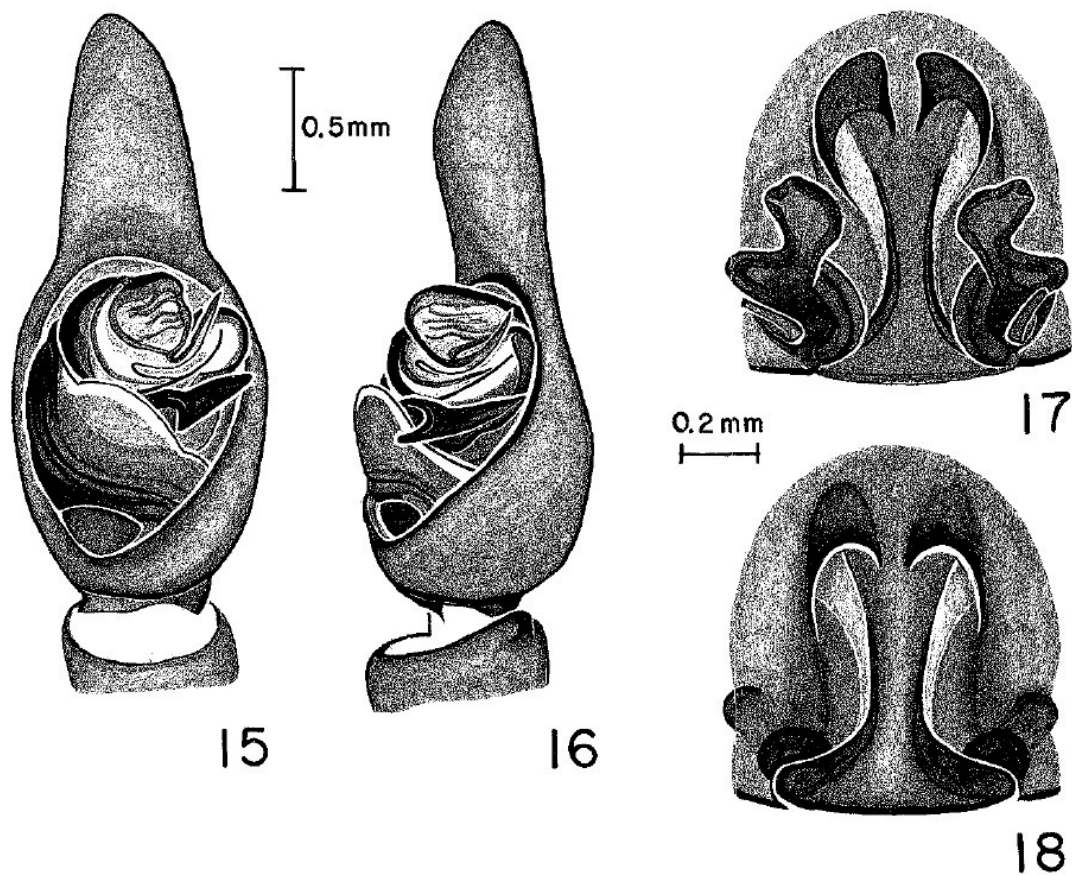
(Brady y McKinley, 1994)





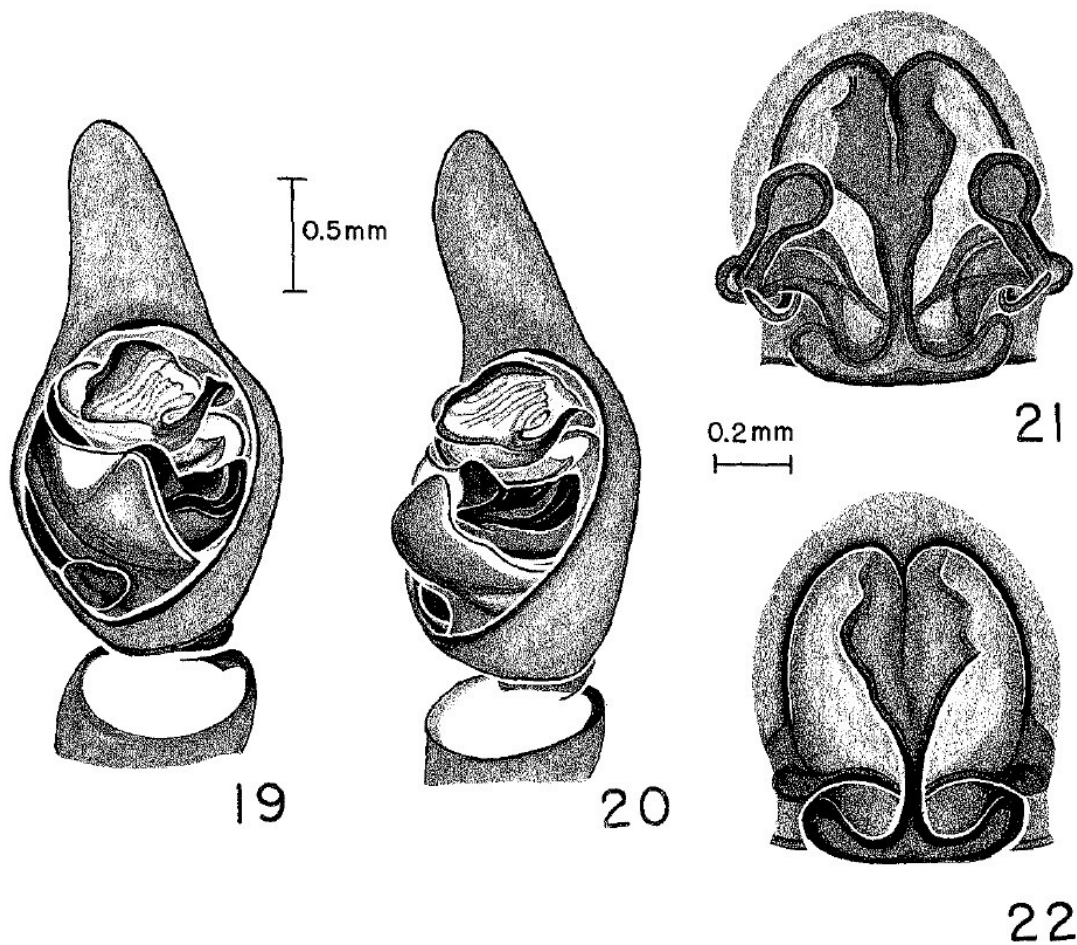
Figures 6–10.—Dorsal views of *Rabidosa* males: 6. *R. rabida* (Walckenaer), Sherman, Grayson Co., Texas; 25 July 1963; 7. *R. sanrita* (Chamberlin and Ivie), Madera Canyon, Santa Rita Mtns., Santa Cruz Co., Arizona, 9 Sept. 1941; 8. *R. punctulata* (Hentz), New Canaan, Fairfield Co., Connecticut, Sept. 1955; 9. *R. carrana* (Bryant), Tybee Island, Chatham Co., Georgia, 5 Dec. 1962; 10. *R. hentzi* (Banks), Umatilla, Lake Co., Florida, 14 June 1935.

(Brady y McKinley, 1994)



Figures 15–18.—*Rabidosa santrita* (Chamberlin and Ivie), Madera Canyon, Santa Rita Mtns., Santa Cruz Co., Arizona, 9 Sept. 1941. 15. left palp, ventral view; 16. same, retrolateral view; 17. internal genitalia, dorsal view; 18. epigynum, ventral view.

(Brady y McKinley, 1994)



Figures 19–22.—*Rabidosa punctulata* (Hentz), New Canaan, Fairfield Co., Connecticut, Sept. 1955. 19. left palp, ventral view; 20. same, retrolateral view; 21. internal genitalia, dorsal view; 22. epigynum, ventral view.

(Brady y McKinley, 1994)

**FAMILIA: MITURGIDAE**

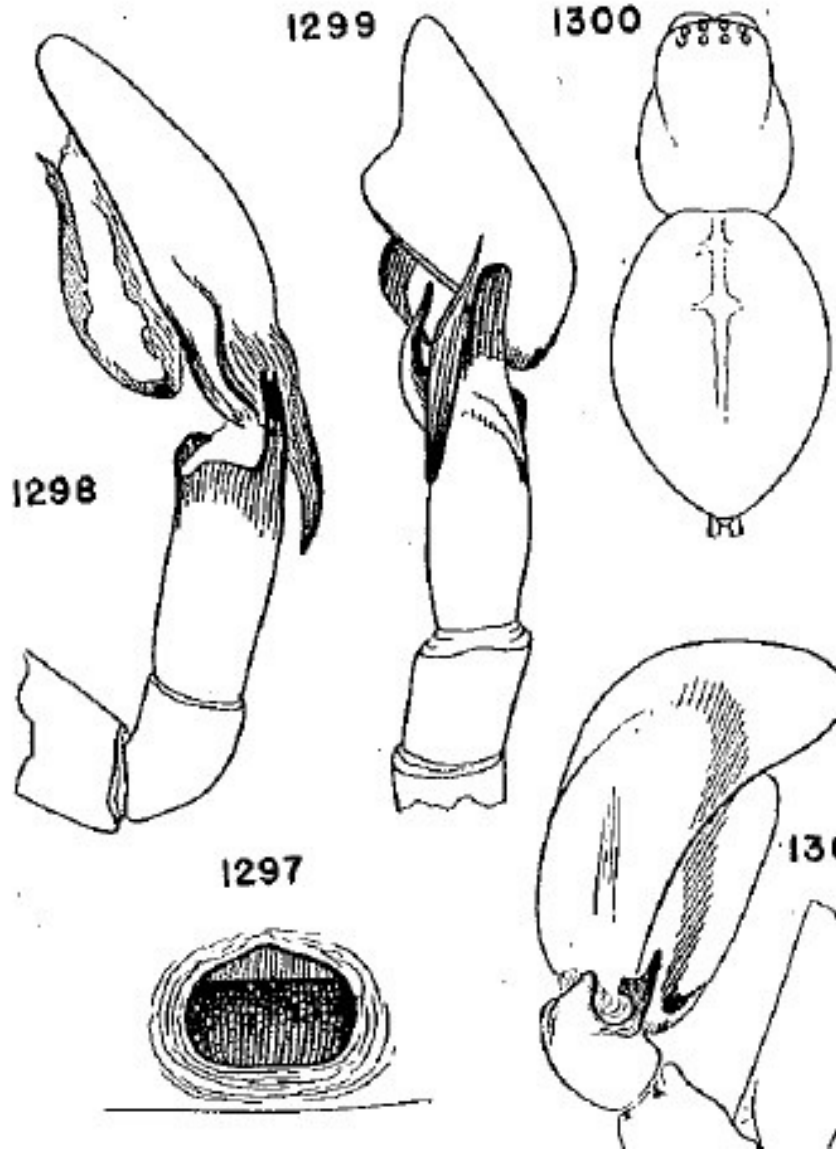
*Cheiracanthium inclusum*



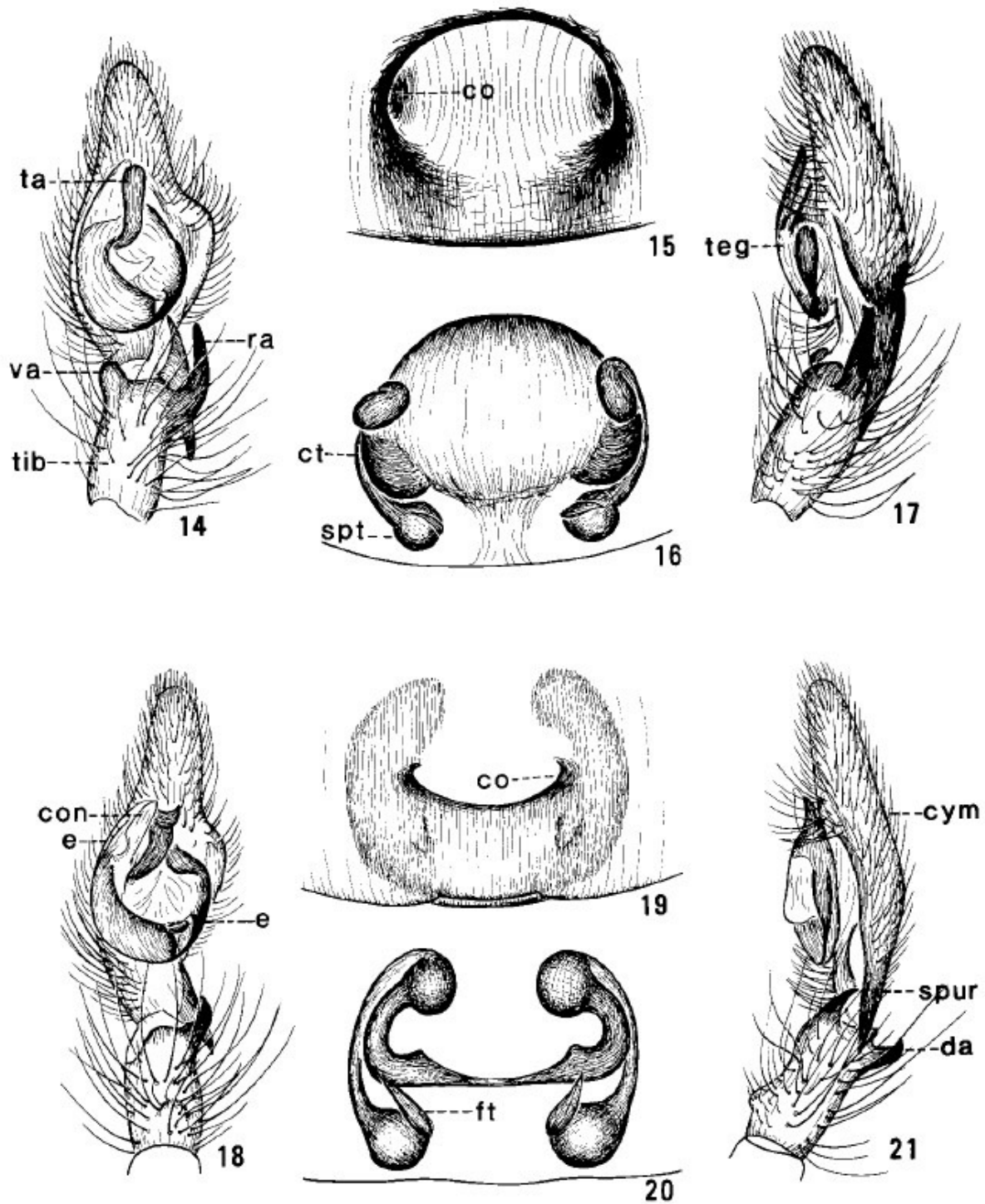
PLATE LXIX

*Chiracanthium inclusum*

- Fig. 1297. Epigynum. (E)  
1298. Lateral aspect of palp. (E)  
1299. Dorsal aspect of palp. (E)  
1300. Body of female from above. (E)



(Kaston, 1948).



Figs. 14–21. Genitalia of *Cheiracanthium* spp. 14–17, *C. inclusum*. 14, Palpus of male, ventral view; 15, Epigynum; 16, Spermathecae, dorsal view; 17, Palpus of male, retrolateral view. 18–21, *C. mildei*. 18, Palpus of male, ventral view; 19, Epigynum; 20, Spermathecae, dorsal view; 21, Palpus of male, retrolateral view. *co*, copulatory opening; *con*, conductor; *ct*, copulatory tube; *cym*, cymbium; *da*, dorsal apophysis; *e*, embolus; *ft*, fertilization tube; *ra*, retrolateral apophysis; *spt*, spermatheca; *ta*, tegular apophysis; *teg*, tegulum; *tib*, tibia; *va*, ventral apophysis.

(Dondale y Redner, 1982).

**FAMILIA: OXYOPIDAE**

*Hamataliwa grisea*



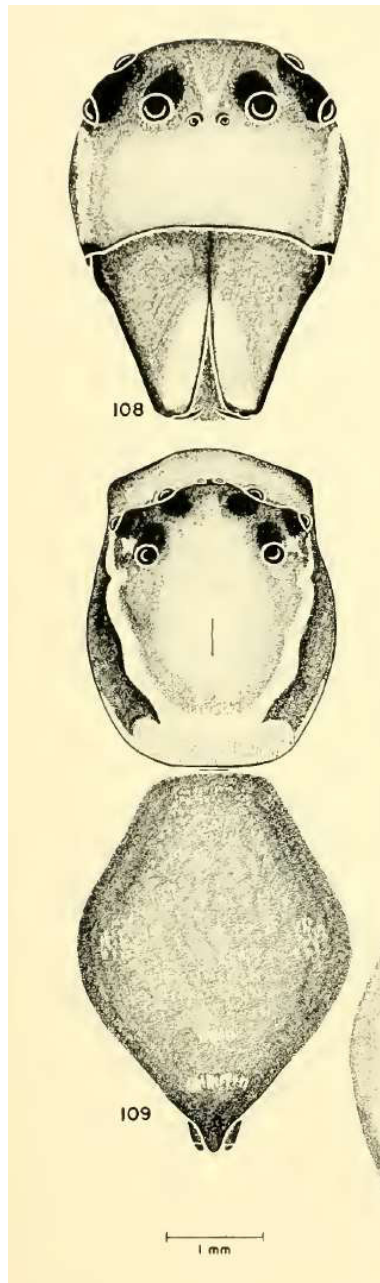


PLATE XIV

FIGS. 108-109. *Hamataliwa grisca* Keyserling, female from 8 mi. SE of Rodeo, Hidalgo Co., New Mexico, 30 June 1955. 108. Face view. 109. Dorsal view.

(Brady, 1964).

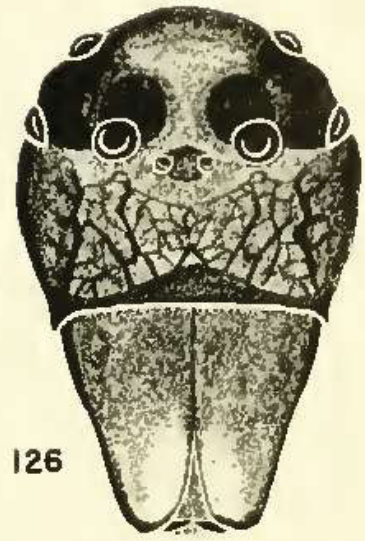




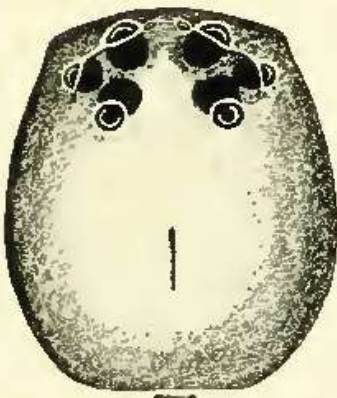
122



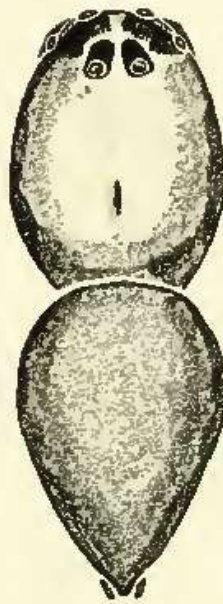
124



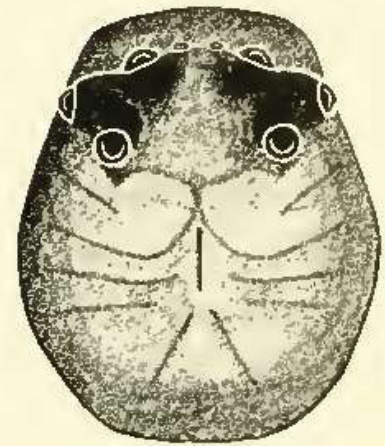
126



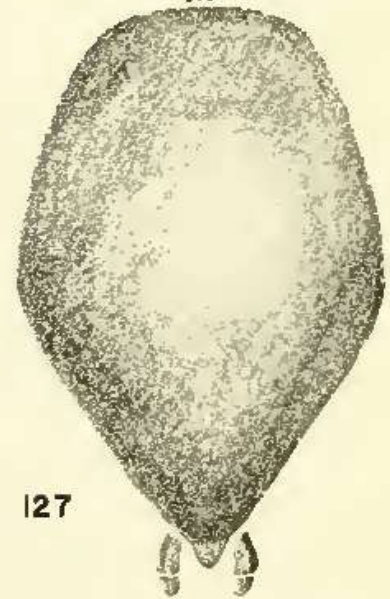
123



125



127



## PLATE XVI

FIGS. 122-123. *Hamataliwa unca* sp. n., male holotype from Edinburg, Hidalgo Co., Texas, Sept.-Dec. 1933. 122. Face view. 123. Dorsal view.

FIGS. 124-125. *Hamataliwa helia* (Chamberlin), male from Torreya St. Pk., Liberty Co., Florida, 23 June 1962. 124. Face view. 125. Dorsal view.

FIGS. 126-127. *Hamataliwa grisea* Keyserling, male from 8 mi. SE of Rodeo, Hidalgo Co., New Mexico, 30 June 1955. 126. Face view. 127. Dorsal view.

Scale is for dorsal view only. The face view is enlarged slightly more.

(Brady, 1964).

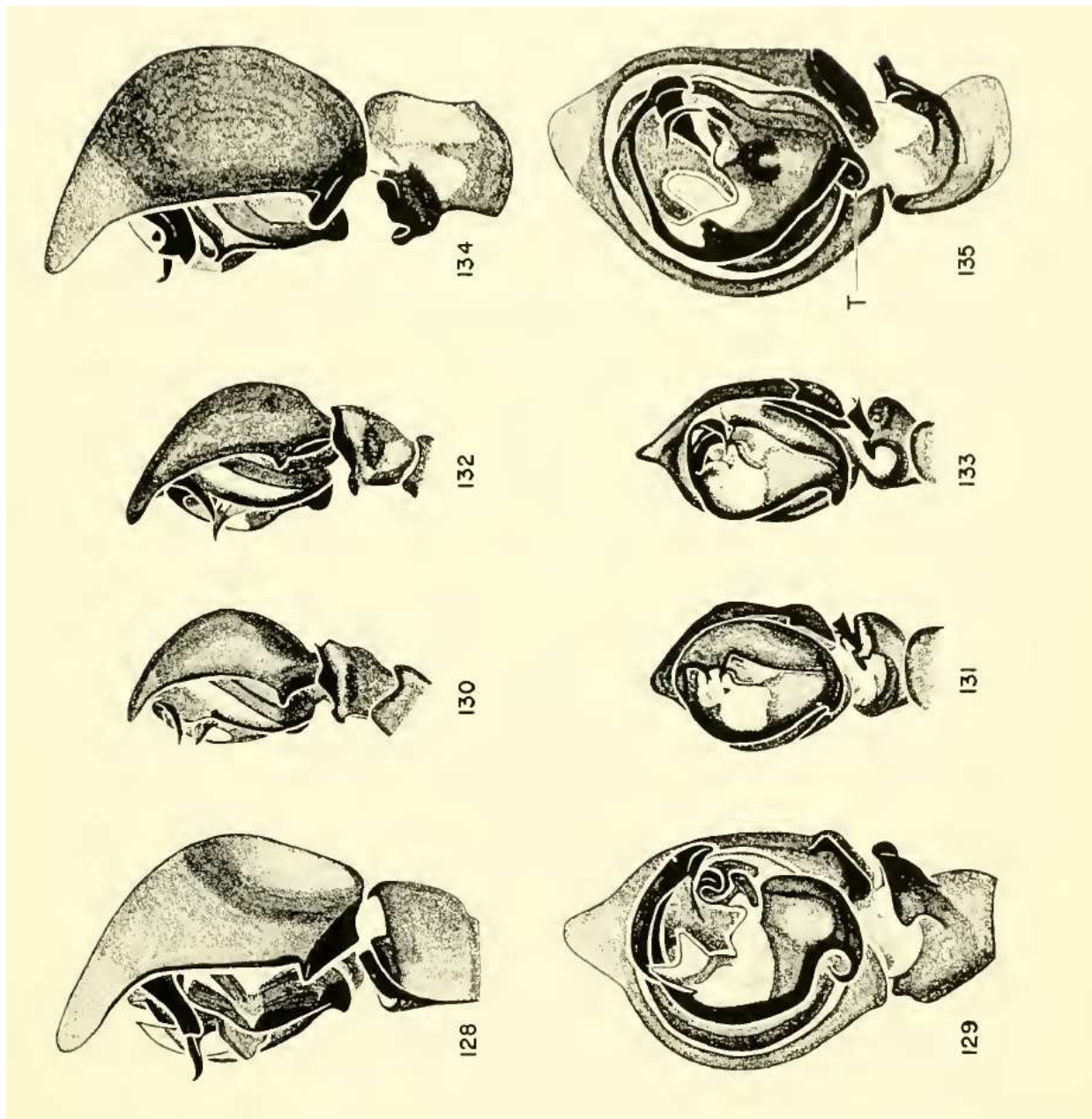


PLATE XVII

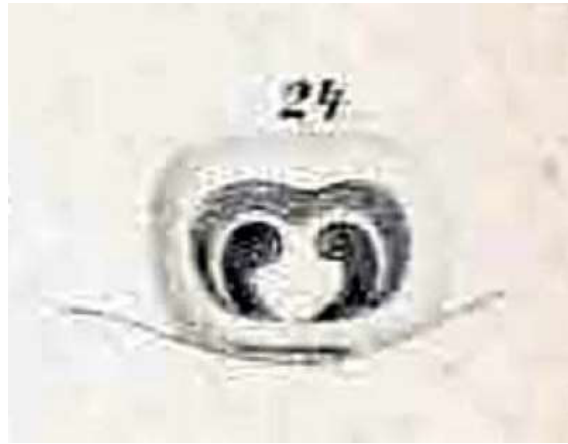
FIGS. 128-129. *Hamataliwa unca* sp. n., male holotype from Edinburg, Hidalgo Co., Texas, Sept.-Dec., 1933. 128. Left palpus, retrolateral view. 129. Left palpus, ventral view.

FIGS. 130-133. *Hamataliwa helia* (Chamberlin), males from Torreya St. Pk., Liberty Co., Florida, 23 June 1962. 130. Palpus, retrolateral view, tip of embolus not resting on conductor. 131. Palpus, ventral view, embolus not resting on conductor. 132. Palpus, retrolateral view, tip of embolus resting normally against conductor. 133. Palpus, ventral view, tip of embolus resting normally against conductor.

FIGS. 134-135. *Hamataliwa grisea* Keyserling, male from 8 mi. SE of Rodeo, Hidalgo Co., New Mexico, 30 June 1955. 134. Palpus, retrolateral view. 135. Palpus, ventral view.

Abbreviation. T, twist of embolus.

(Brady, 1964).

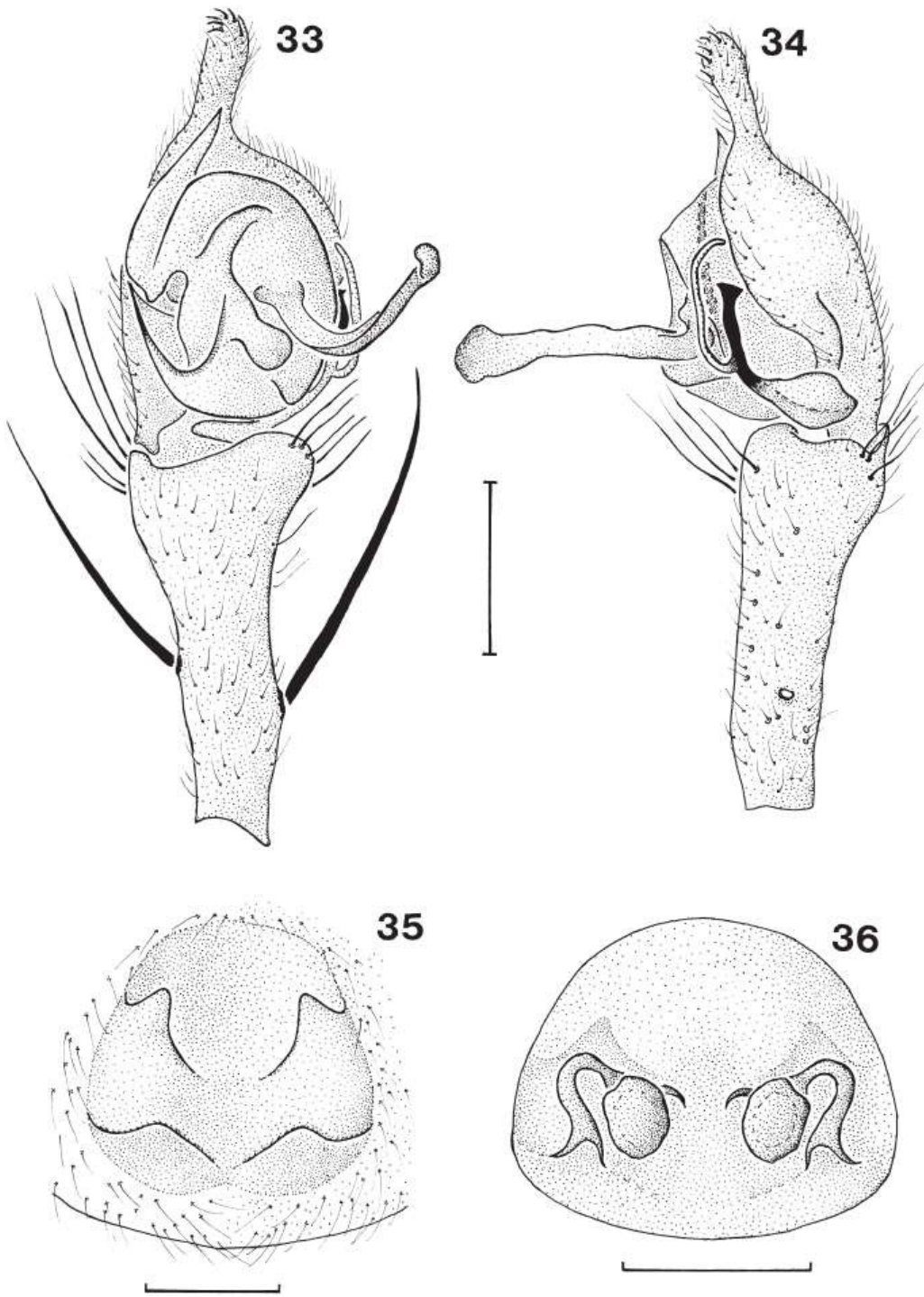


24. *Hamataliva grisea* n. sp., Epigyne .

(Keyserling, 1887).

*Peucetia viridans*





Figures 33-36. *Peucetia viridans* (Hentz): (33) male palp, ventral; (34) lateral; (35) female epigynum, ventral; (36) dorsal. Scale bars 0.5 mm.

(Santos y Brescovit, 2003).

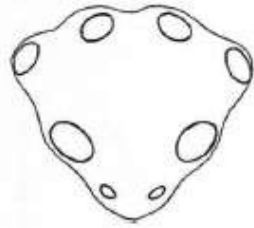


FIGURE 89. *Peucetia viridans* (Hentz). Eyegroup, clypeus and base of chelicerae of female.

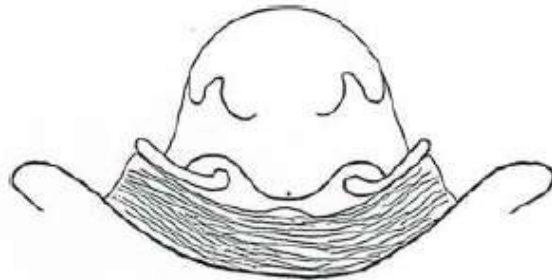


FIGURE 90. *Peucetia viridans* (Hentz). Epigynum.



FIGURE 91. *Peucetia viridans* (Hentz). Retrolateral view of right palp of male.

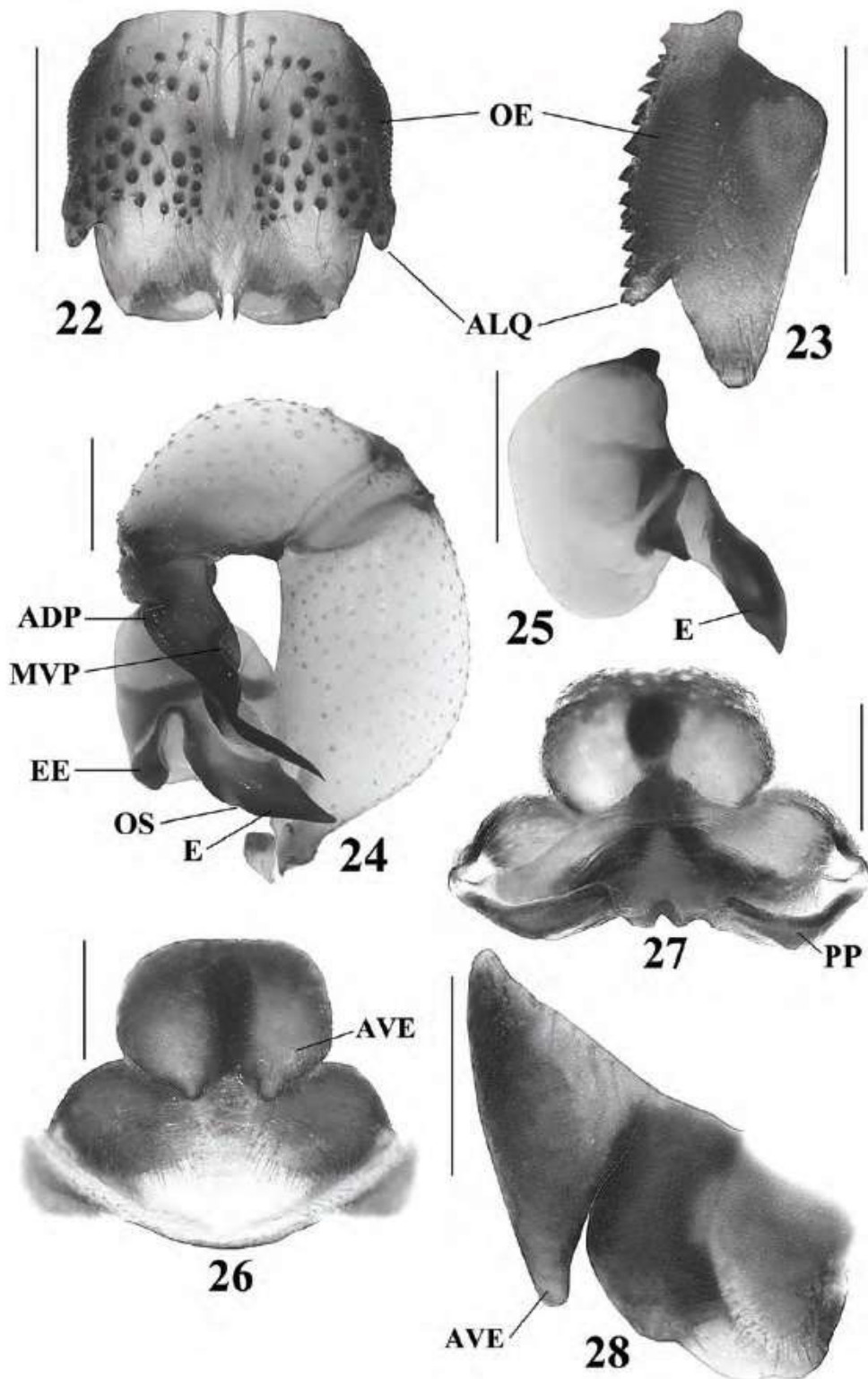
(Petrunkevitch, 1929).

**FAMILIA: PHOLCIDAE**

*Physocyclus dugesi*

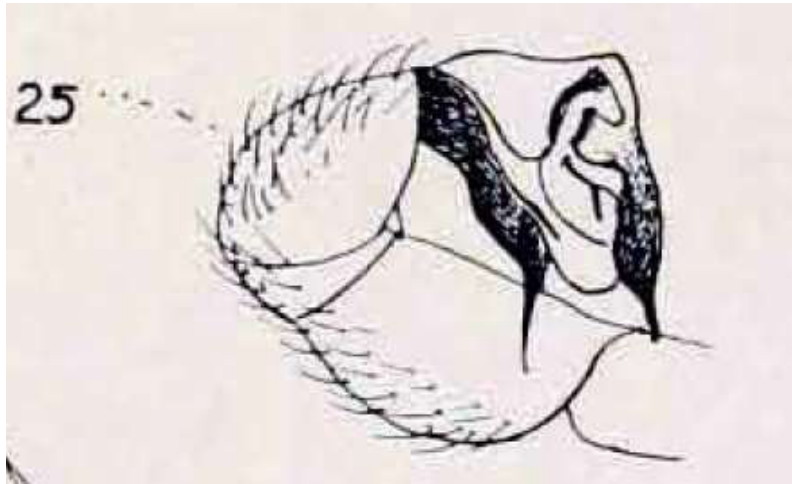






**Figuras 22-28:** *Physocyclus dugesi* Simon, 1893. Macho: 22, vista frontal de queliceros. 23, vista retrolateral del quelicero izquierdo. 24, vista retrolateral del pedipalpo izquierdo. 25, vista dorsal del bulbo del pedipalpo izquierdo. Hembra: 26, vista ventral del epiginio. 27, vista dorsal del epiginio. 28, vista lateral izquierda del epiginio. Escalas= 0.5 mm. *Abreviaturas:* ADP, apófisis dorsal del procrurus. ALQ, apófisis laterales de queliceros. AVE, apófisis ventrales del epiginio. E, émbolo. EE, escleritos embólicos. MVP, muesca ventral del procrurus. OE, órganos estridulatorios. OS, opérculo espermático. PP, placas porosas.

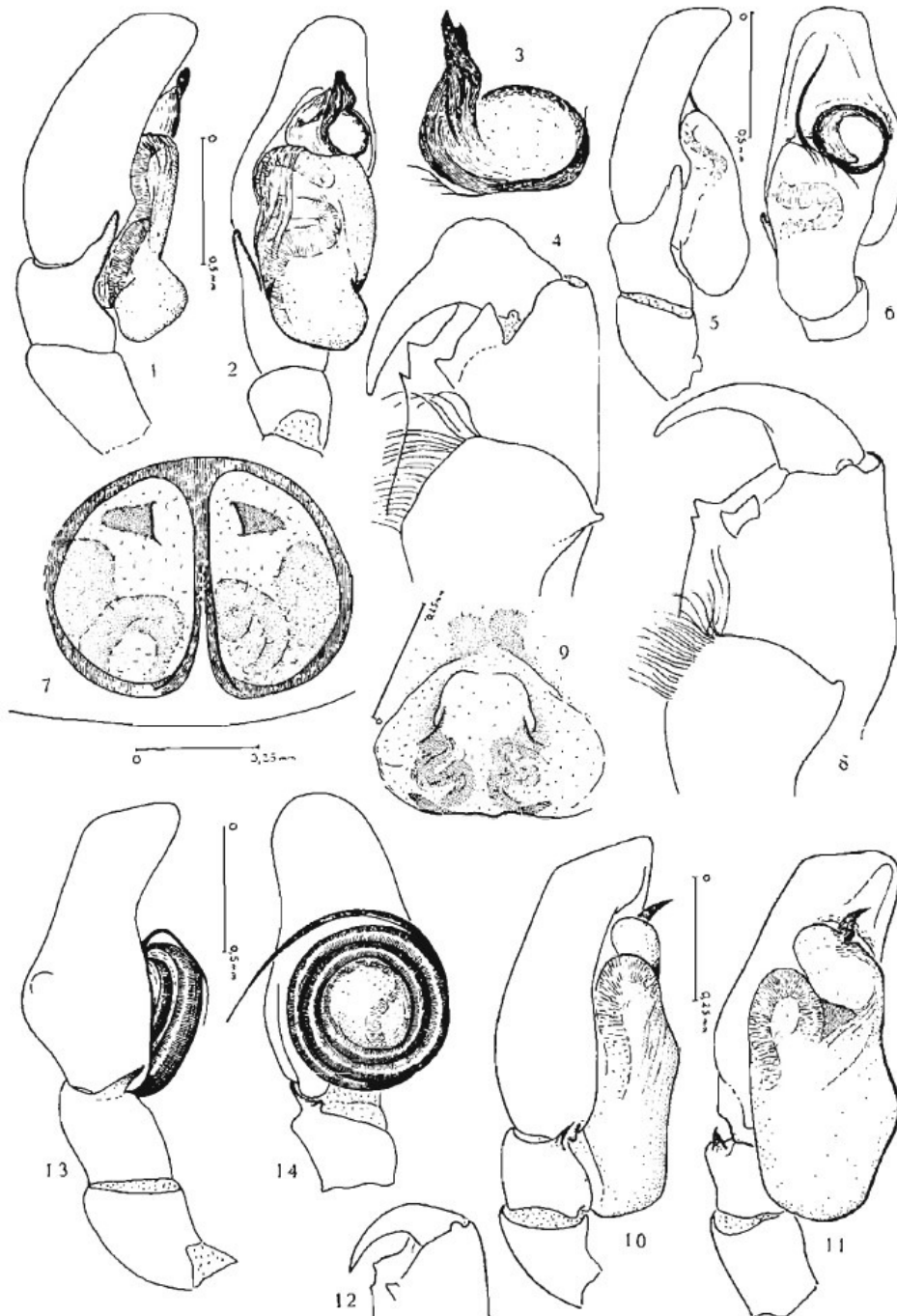
(Valdez-Mondragón, 2010).



25. Palpo de *Physocyclus dugesi*.  
(Banks, 1913).

# FAMILIA: SALTICIDAE

## *Ashtabula glauca*



LÁM. VIII. — *Asaphobelis physonychus*: 1, palpo, retrolateral; 2, ventral; 3, estilo; 4, quelícero y lámina. *A. fascioventris*: 5, palpo, retrolateral; 6, ventral; 7, epiginio; 8, quelícero y lámina del ♂. *Asaracus rufociliatus*: 13, palpo, retrolateral; 14, ventral. *Ashtabula glauca*: 9, epiginio; 10, palpo, retrolateral; 11, ventral; 12, quelícero.

(Galiano, 1963).

*Phidippus arizonensis*



Figura 11, 12. *Phidippus arizonensis* hembras (Edwards, 2004).

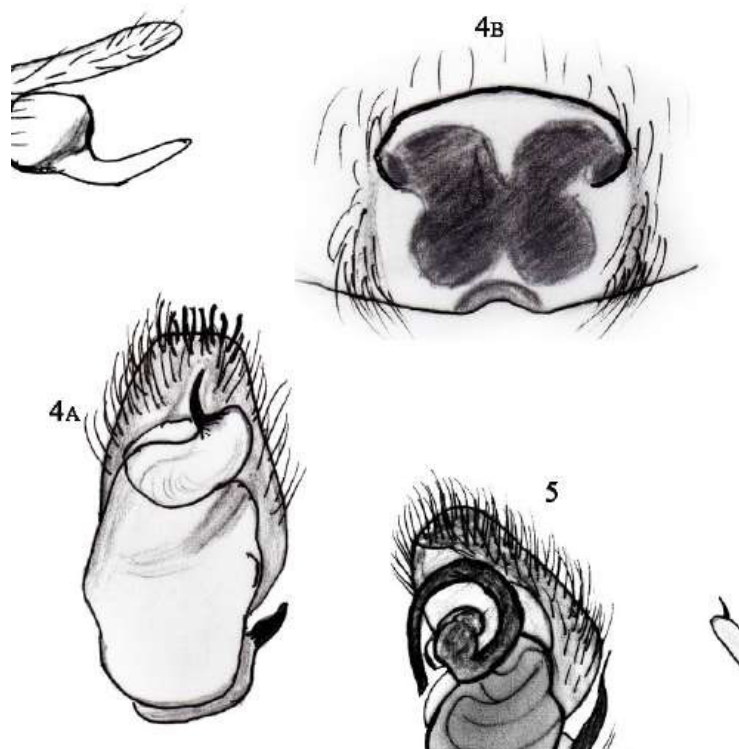


Figura 4. *Phidippus arizonensis* (A. pedipalpo, B. epiginio).

(Gómez-Rodríguez y Salazar, 2012).

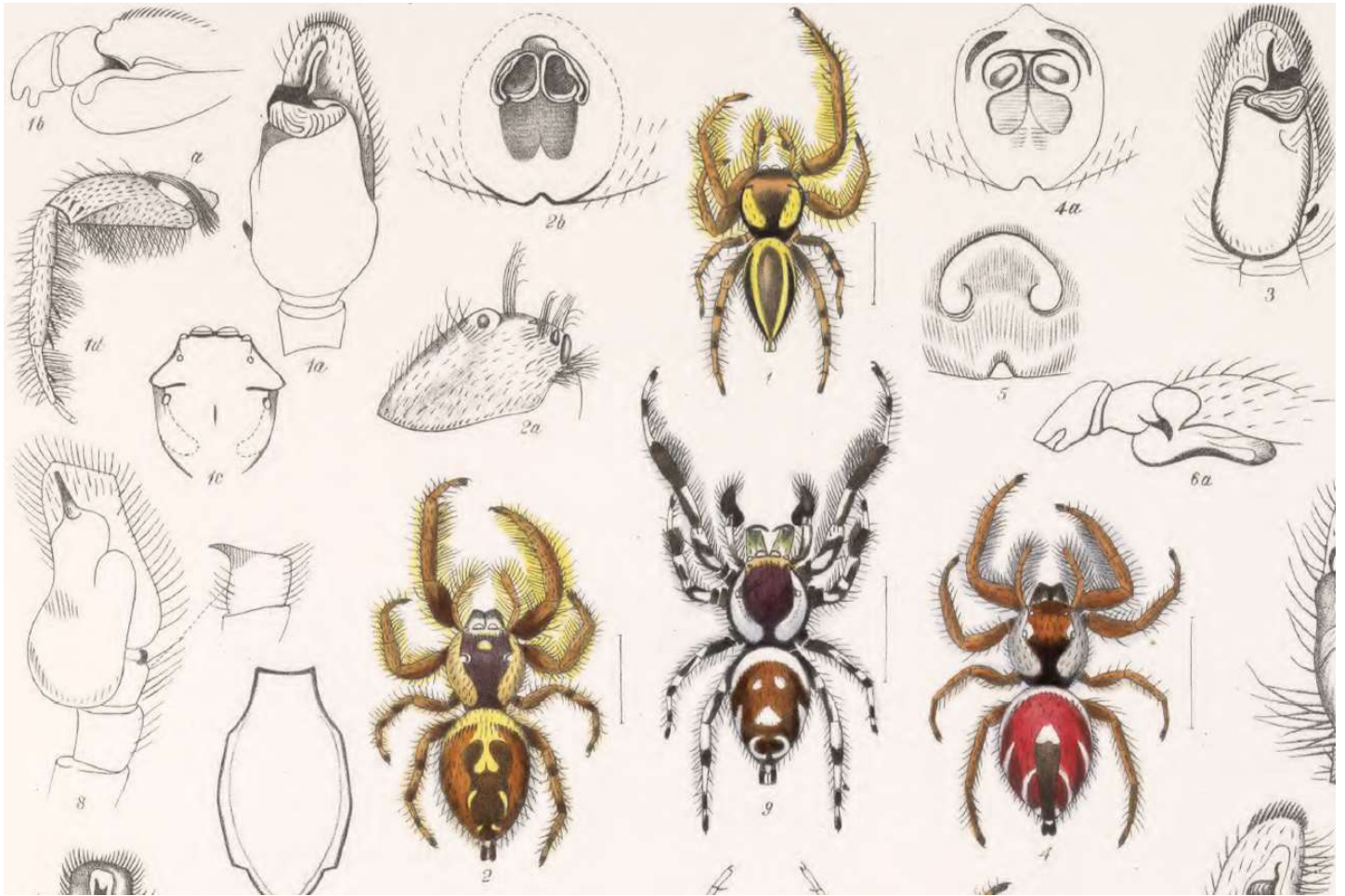


PLATE XXVII.

- Fig. 1. *Phidippus tuberculatus*, ♂ : 1 a, palpus from beneath ; 1 b, ditto from the outer side ;  
1 c, carapace from above ; 1 d, leg i. from in front.  
2. *Phidippus tuberculatus*, ♀ : 2 a, carapace, lateral view ; 2 b, vulva.  
3. *Phidippus arizonensis*, ♂, palpus from beneath. (After Emerton.)

(Pickard-Cambridge, 1901).

***PHIDIPPUS ARIZONENSIS* Peckham.**

Plate I, figure 10. Plate II, figure 10.

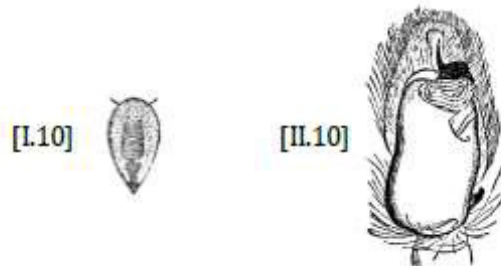


Plate I. 10. *Phidippus arizonensis*, ♂. Plate II. 10. *Phidippus arizonensis*, ♂ palpus.

<i>Syn.:</i> 1883. <i>Attus arizonensis</i>	P., Descr. new or little known Attidae of U. S., p. 13.
---	---

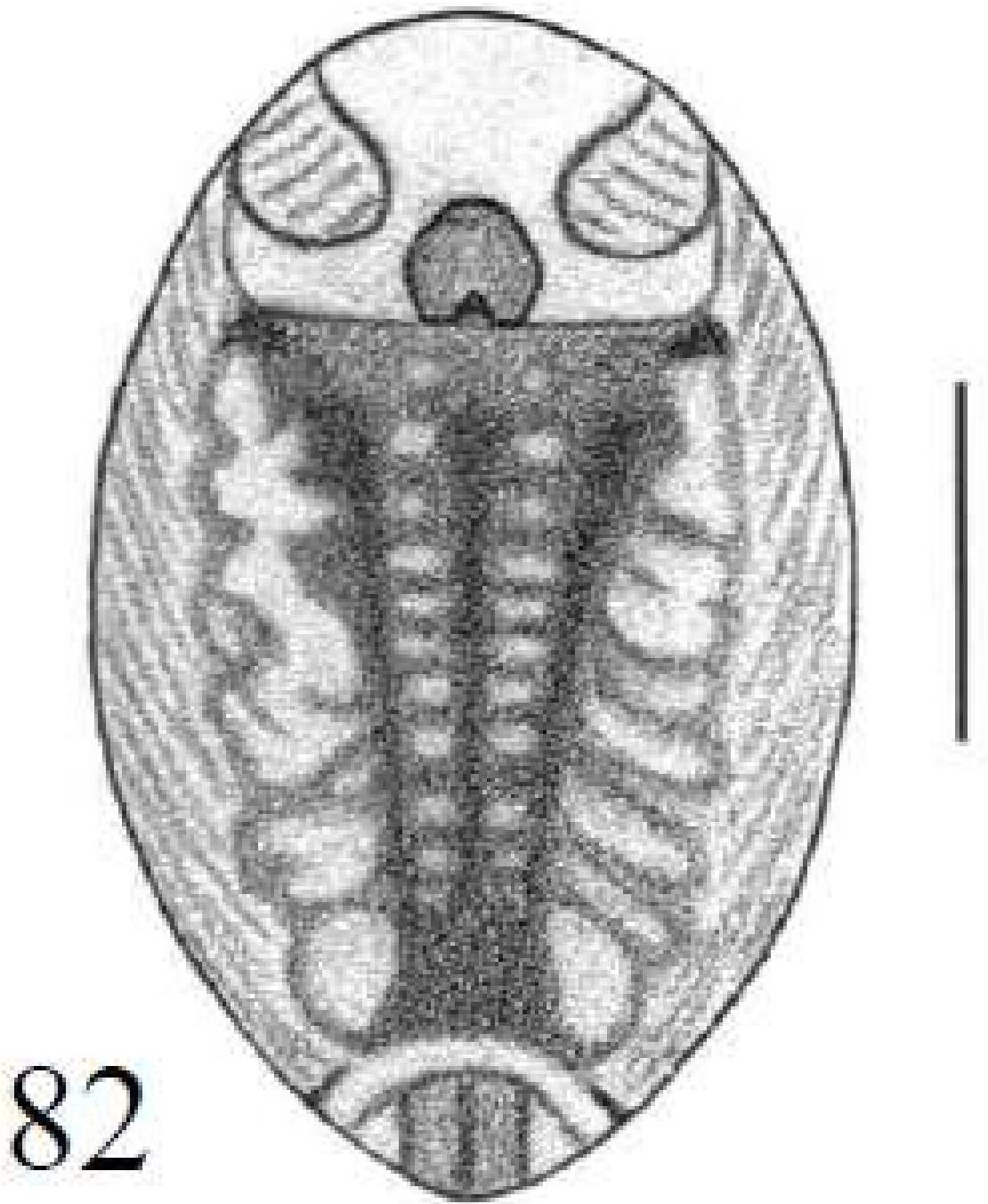
♂. Total length 11 mm. Width of abdomen 3 mm.

Cephalothorax: length 4.9; width 4.2; height 2.

Legs 11.4, 9.9, 9.9, 10.3; patella and tibia of the first 4.9; patella and tibia of the third 3.6; patella and tibia of the fourth 4.1; metarsus and tarsus of the fourth 3.

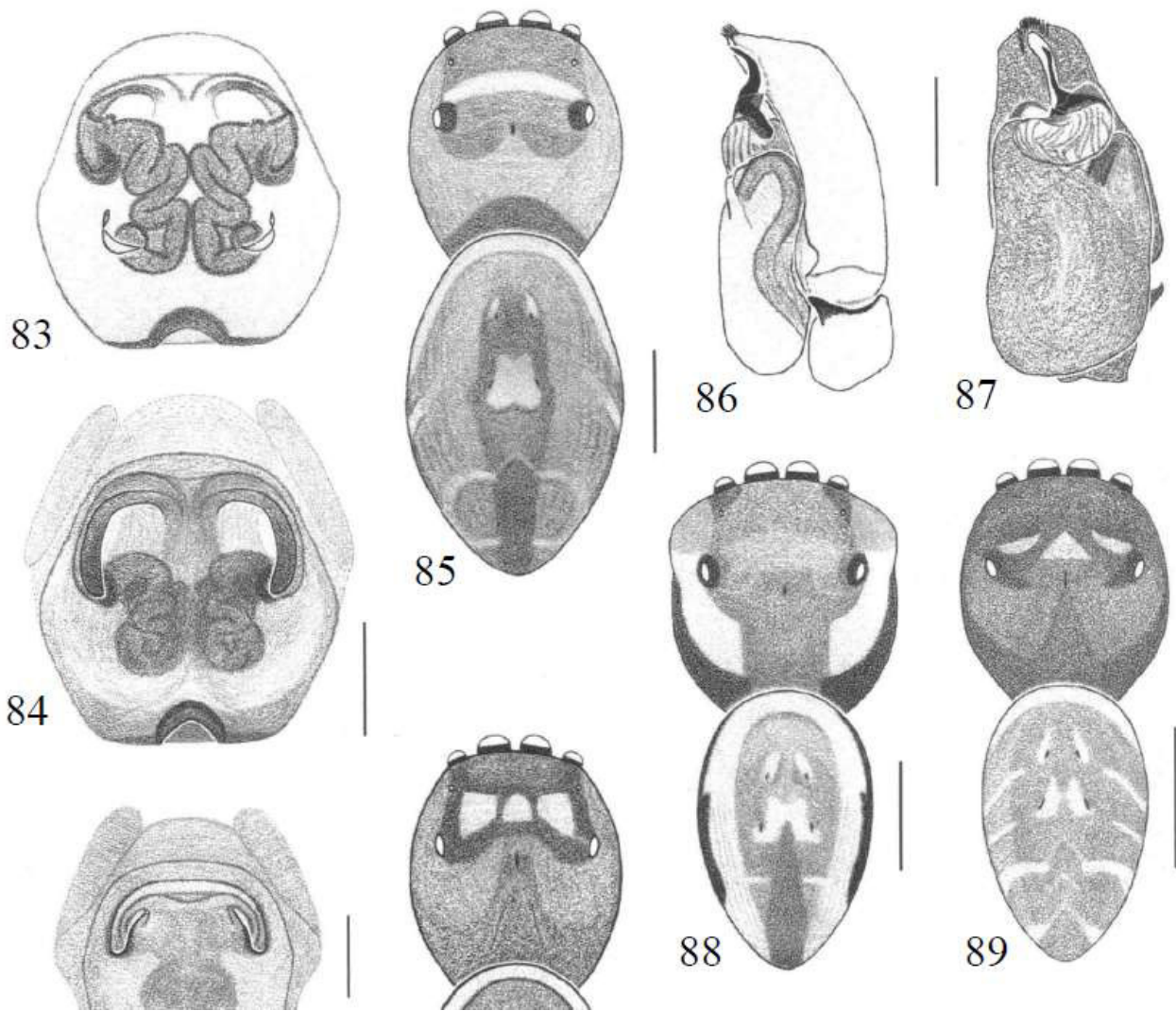
Cephalic part with sides very widely rounded.

(Peckham y Peckham, 1888).



82

Figura 82. *Phidippus arizonensis* (Peckham & Peckham). Female:  
82. Abdominal venter. (Edwards, 2020).



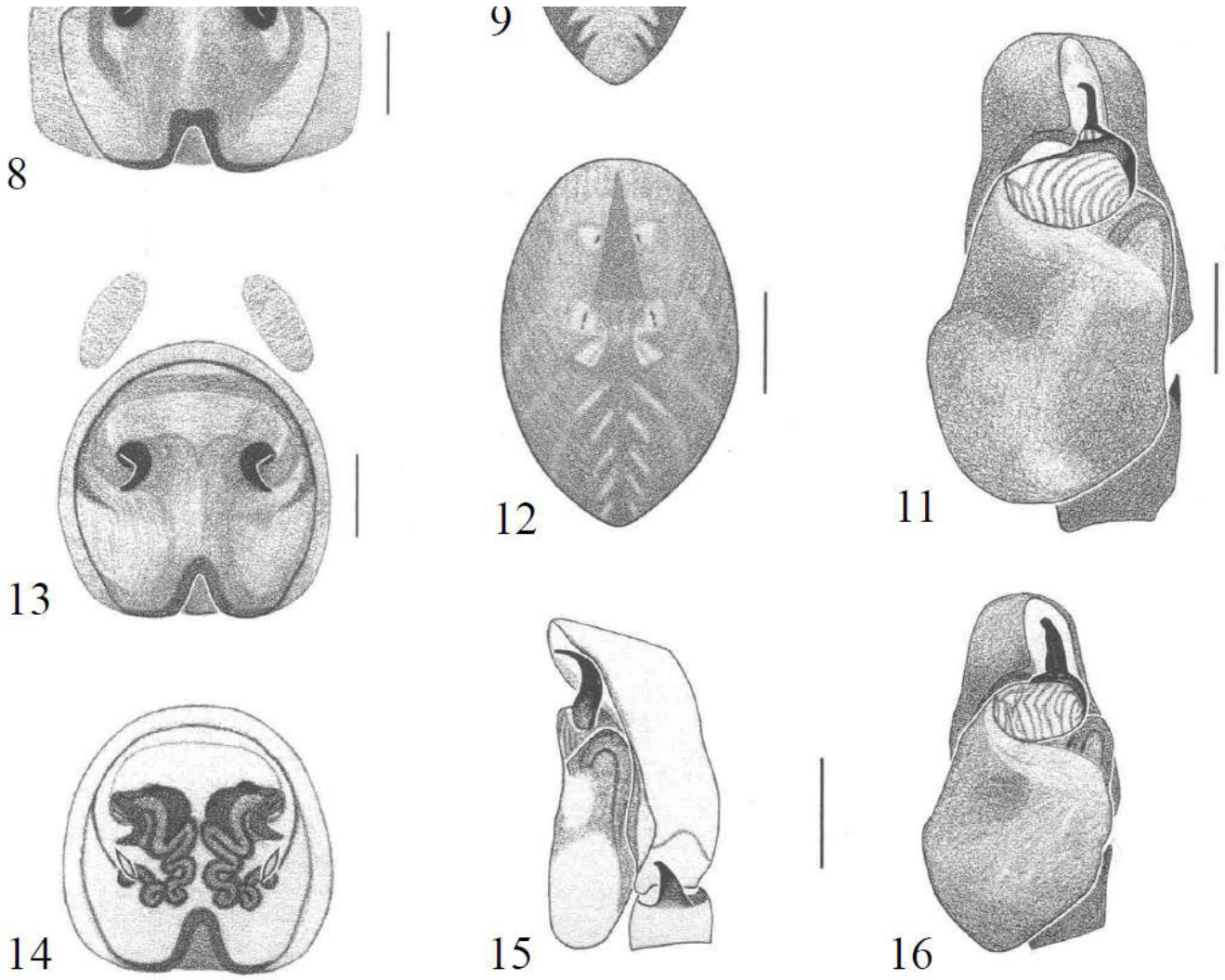
Figs. 83-88. *Phidippus arizonensis* (Peckham & Peckham). Female: 83-84. epigynum: 83. dorsal view, 84. ventral view. 85. habitus. Male: 86-87. palp: 86. retrolateral view, 87. ventral view. 88. habitus.

(Edwards, 2004).



*Phidippus georgii*

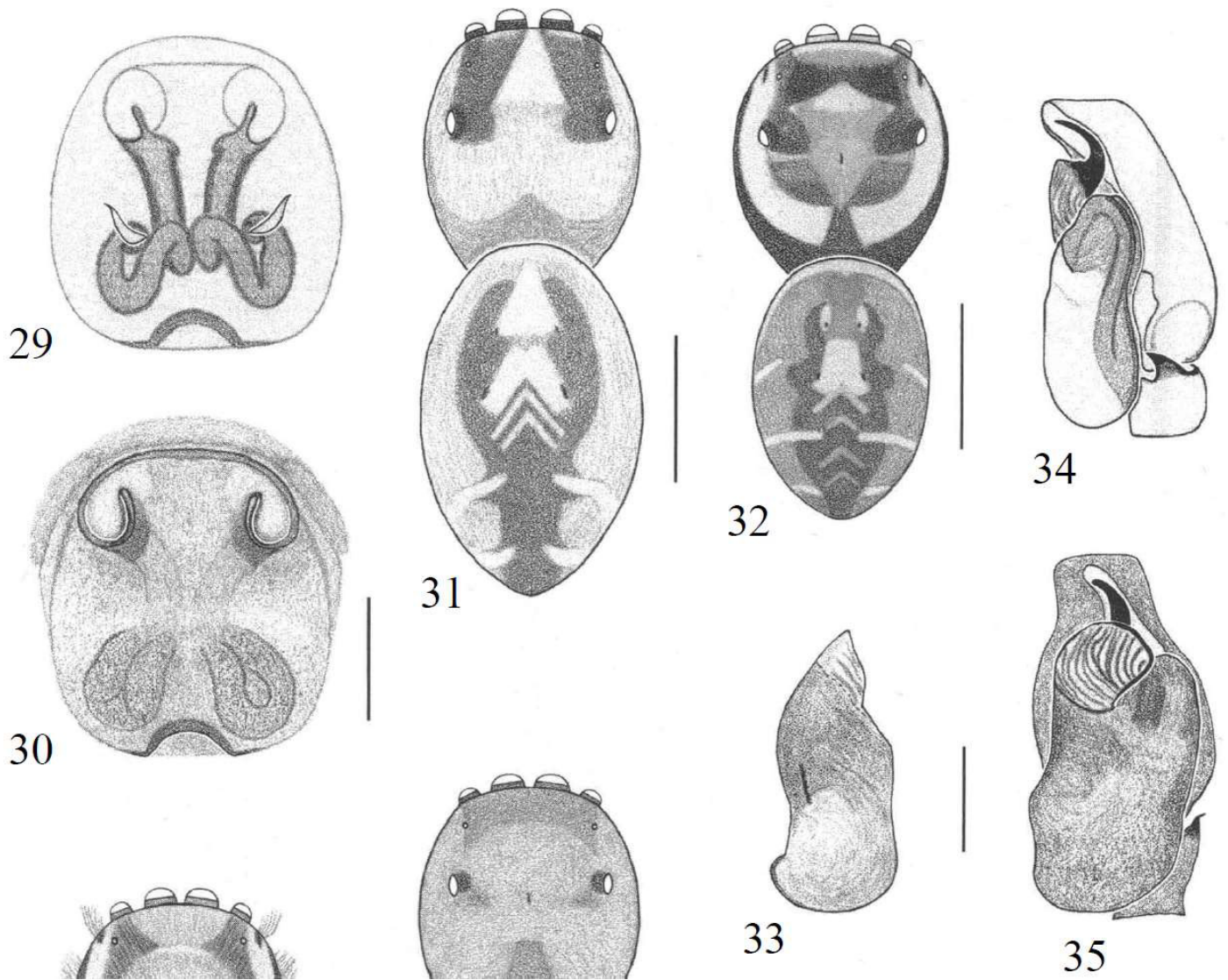




Figs. 12-16. *Phidippus georgii* Peckham & Peckham. Female: 12. abdominal dorsum. 13-14. epigynum: 13. ventral view, 14. dorsal view. Male: 15-16. palp: 15. retrolateral view, 16. ventral view.

(Edwards, 2004).

*Phidippus comatus*



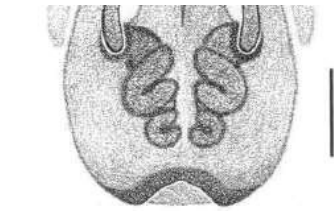
Figs. 29-35. *Phidippus comatus* Peckham & Peckham. Female: 29-30. epigynum: 29. dorsal view, 30. ventral view. 31. habitus (Sonora). Male: 32. habitus (New Mexico). 33-35. palp: 33. tegulum prolateral view, 34. retrolateral view, 35. ventral view.

(Edwards, 2004).

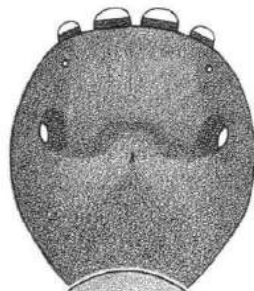
*Phidippus pompatus*



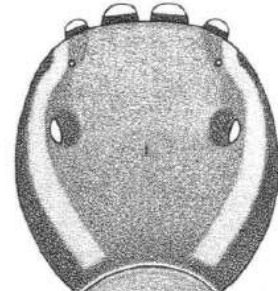
Figura 7. *Phidippus. Comatus* hembra (Edwards, 2004).



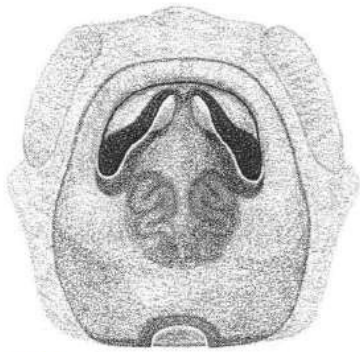
128



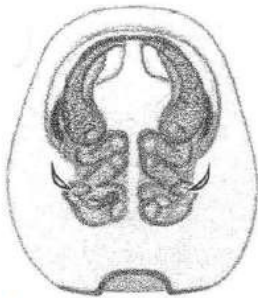
131



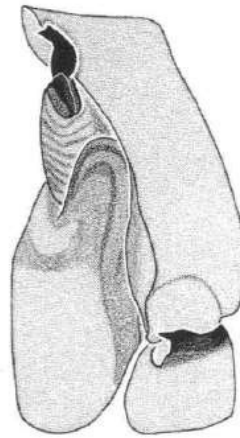
132



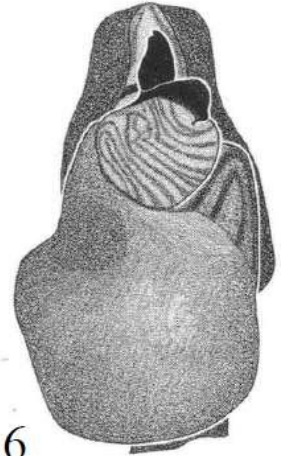
133



134



135



136

Figs. 132-136. *Phidippus pompatus* Edwards. Female: 133-134. epigynum: 133. ventral view, 134. dorsal view. Male: 132. habitus. 135-136. palp: 135. retrolateral view, 136. ventral view.

(Edwards, 2004).

*Sassacus papenhoei*



**S** *Sassacus papenhoei*

(Proszynski, 2017).



Figures 1, 2.—*Sassacus papenhoei*. Female from New México, USA.

(Richman, 2008).

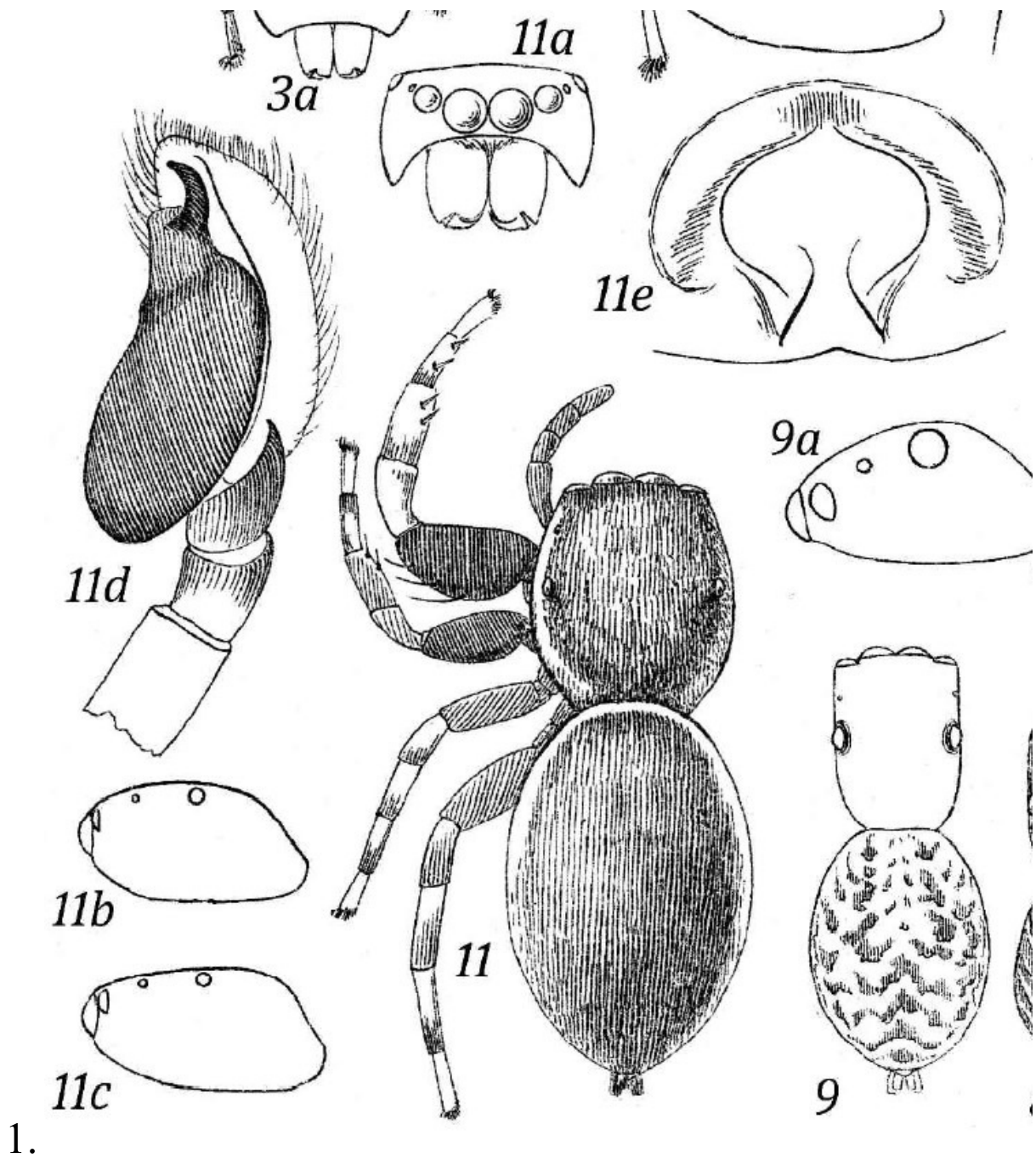


Fig. 11, *Sassacus papenhoei*, dorsal view of female, x 8; 11a, face and falces; 11b, side view of cephalothorax of female; 11c, side view of cephalothorax of male; 11d, male palpus; 11e, epigynum.

(Peckham y Peckham, 1909).

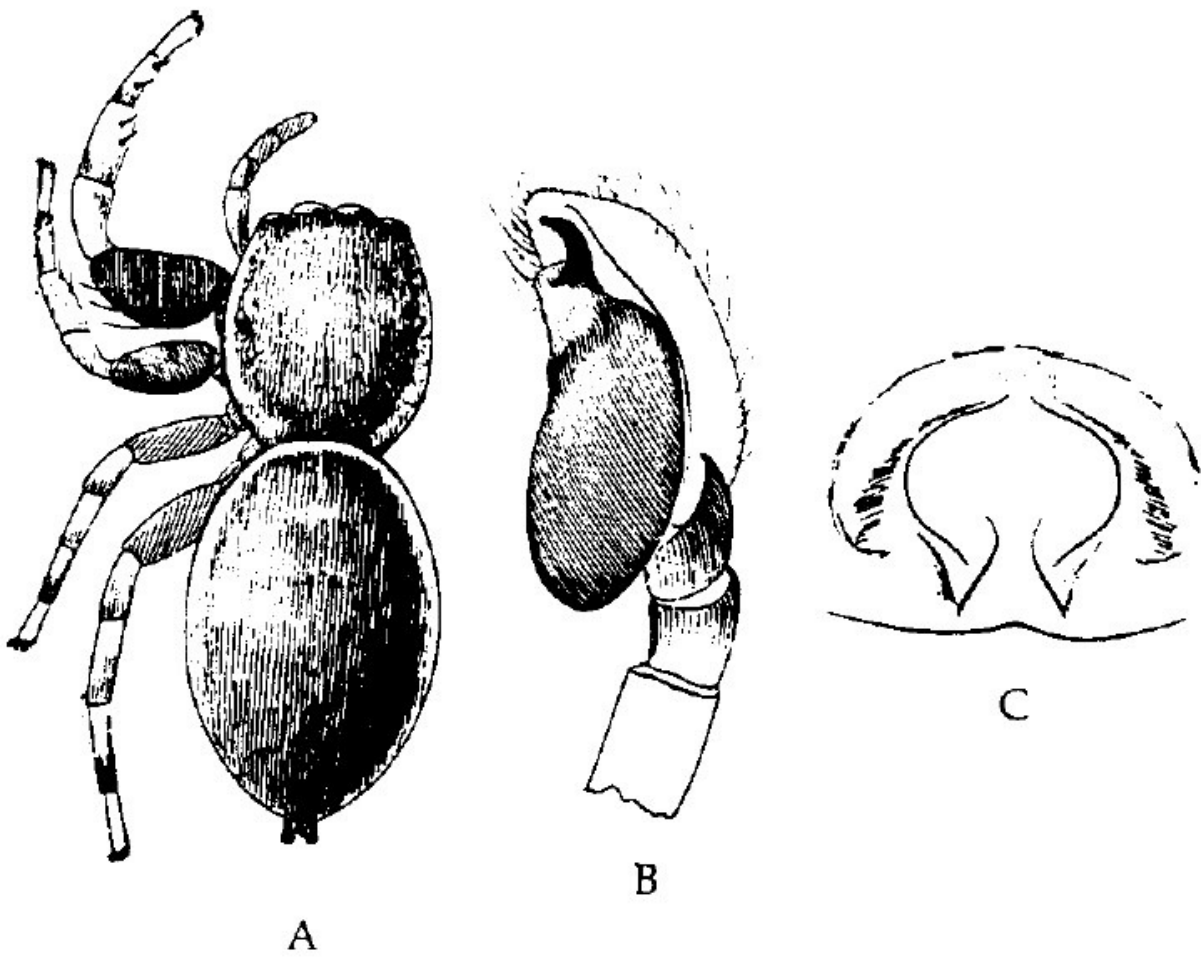
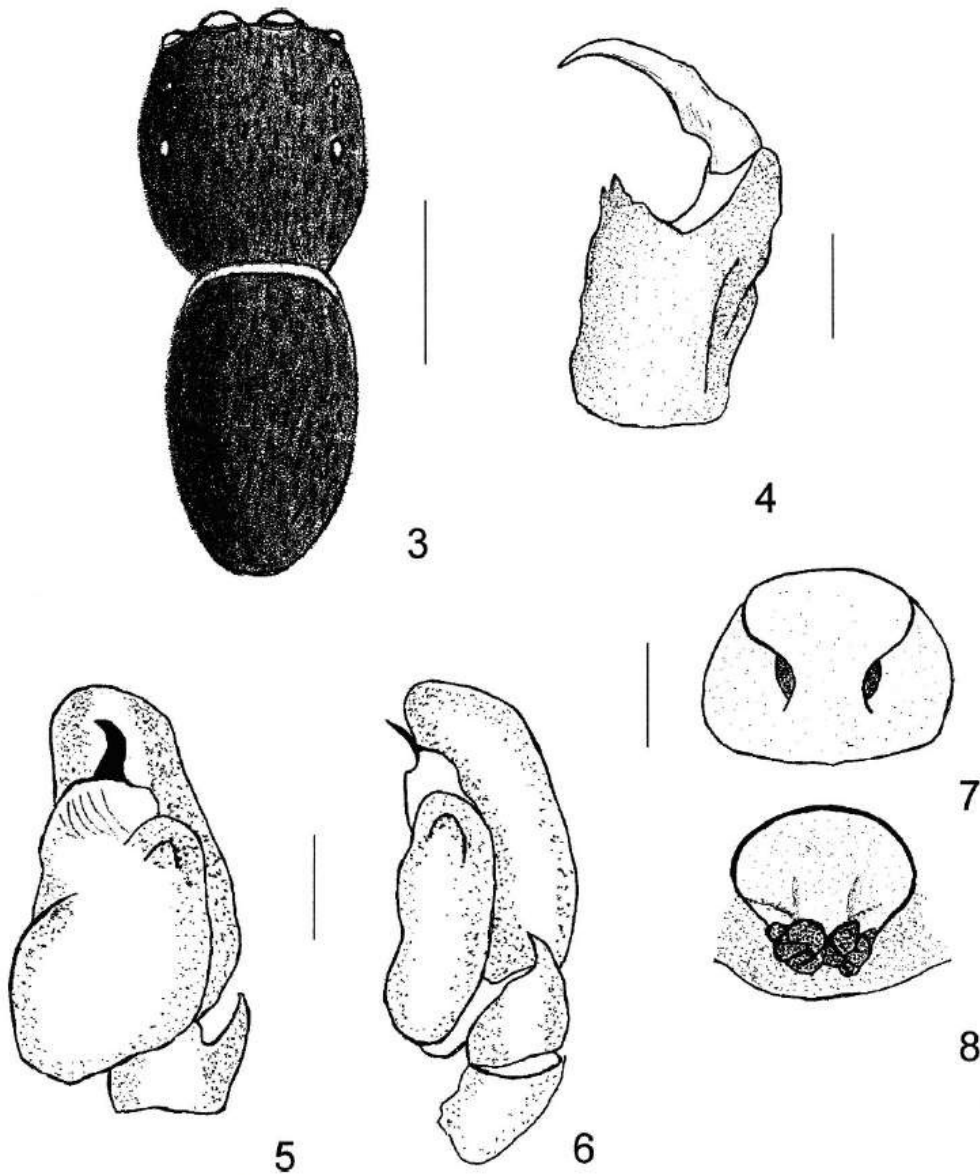


Figure 49. *Sassacus papenhoei* (G & E. Peckham); A: dorsum, B: palp (retrolateral view), C: epigynum.

(Breene *et al.*, 1993).





Figures 3-8.—*Sassacus papenhoei*. 3. Male from New Mexico, dorsal view. 4-6. Male from Utah: 4. Chelicera, ventral view; 5. Left palpus, ventral view; 6. Left palpus, retrolateral view. 7, 8. Female from Utah: 7. Epigynum, ventral view; 8. Vulva, dorsal view. Scale line 1 mm (Fig. 3), 0.25 mm (Fig. 4), 0.1 mm (Figs. 5-8).

(Richman, 2008).

*Sassacus barbipes*

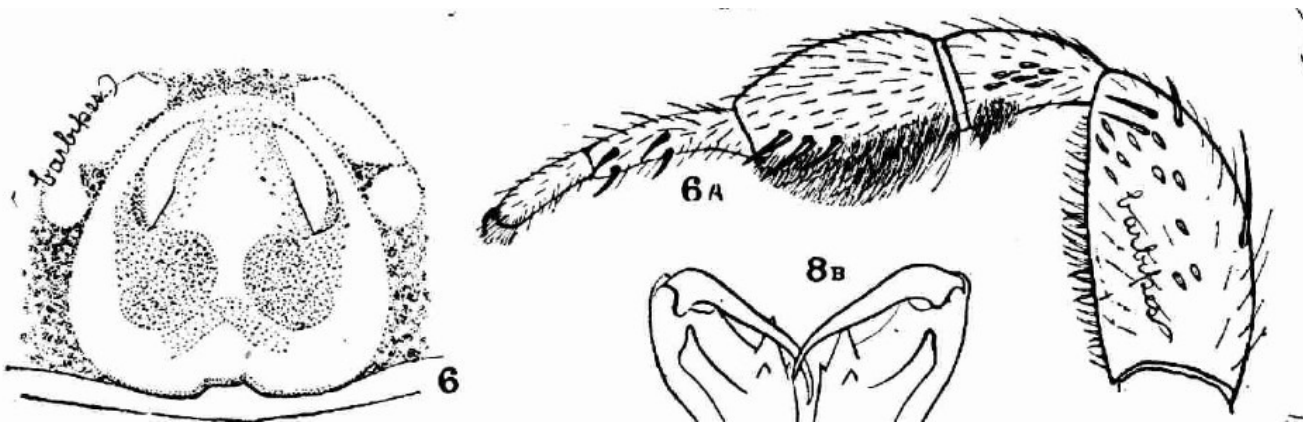


Fig. 6, *Sassacus barbipes*, epigynum; 6a, first leg of female.

(Peckham y Peckham, 1909).

*ERIS (?) BARBIPES* Nov. Sp.

Plate IV, figures 38, 38a.

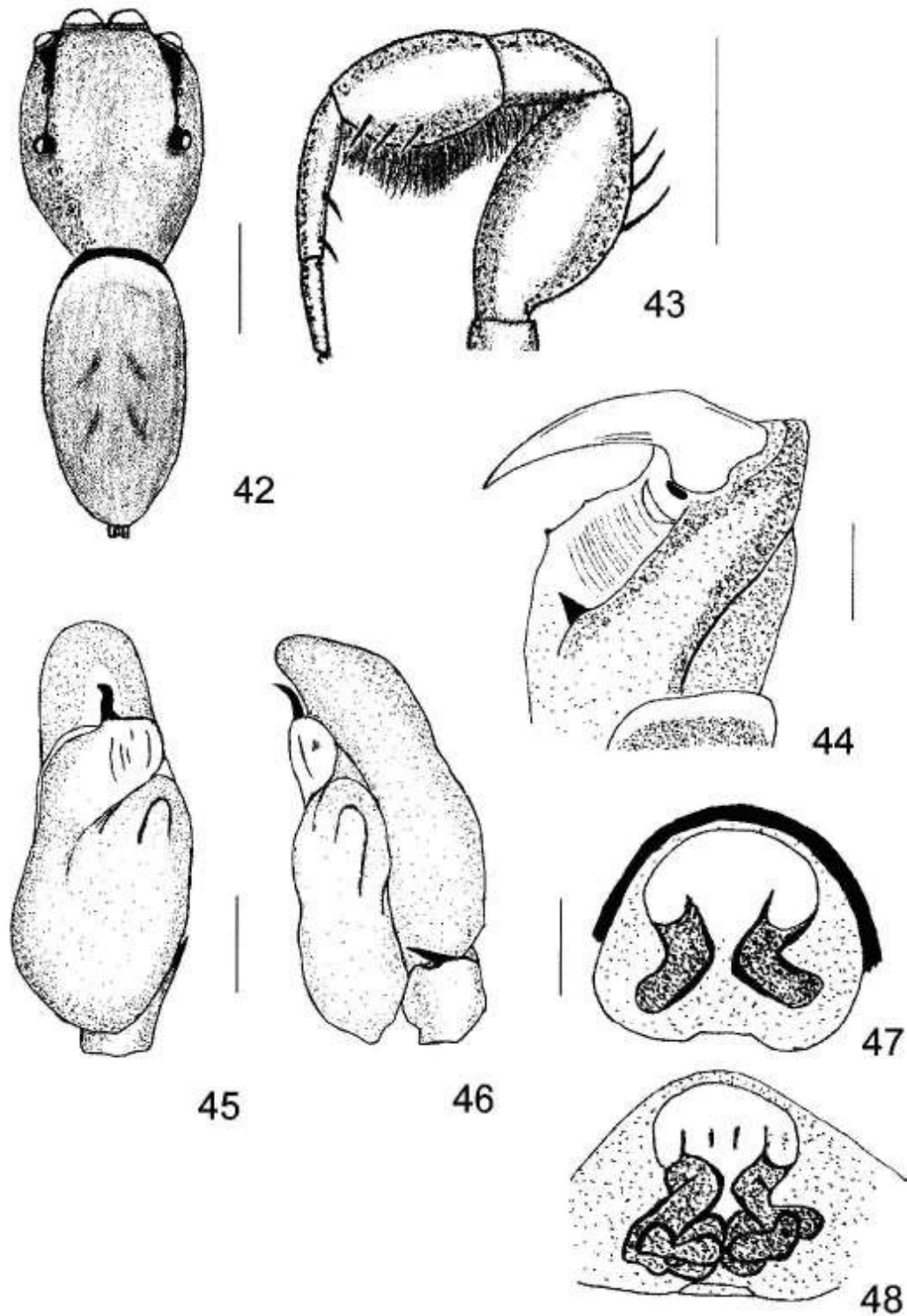


Plate IV. 38. *Eris barbipes*, epigynum; 38a, first leg of ♀.

♀. Total length 6.8 mm. Width of abdomen 2.7 mm.

Cephalothorax: length, 2.4; width, 1.9; height 1.2.

(Peckham y Peckham, 1888).

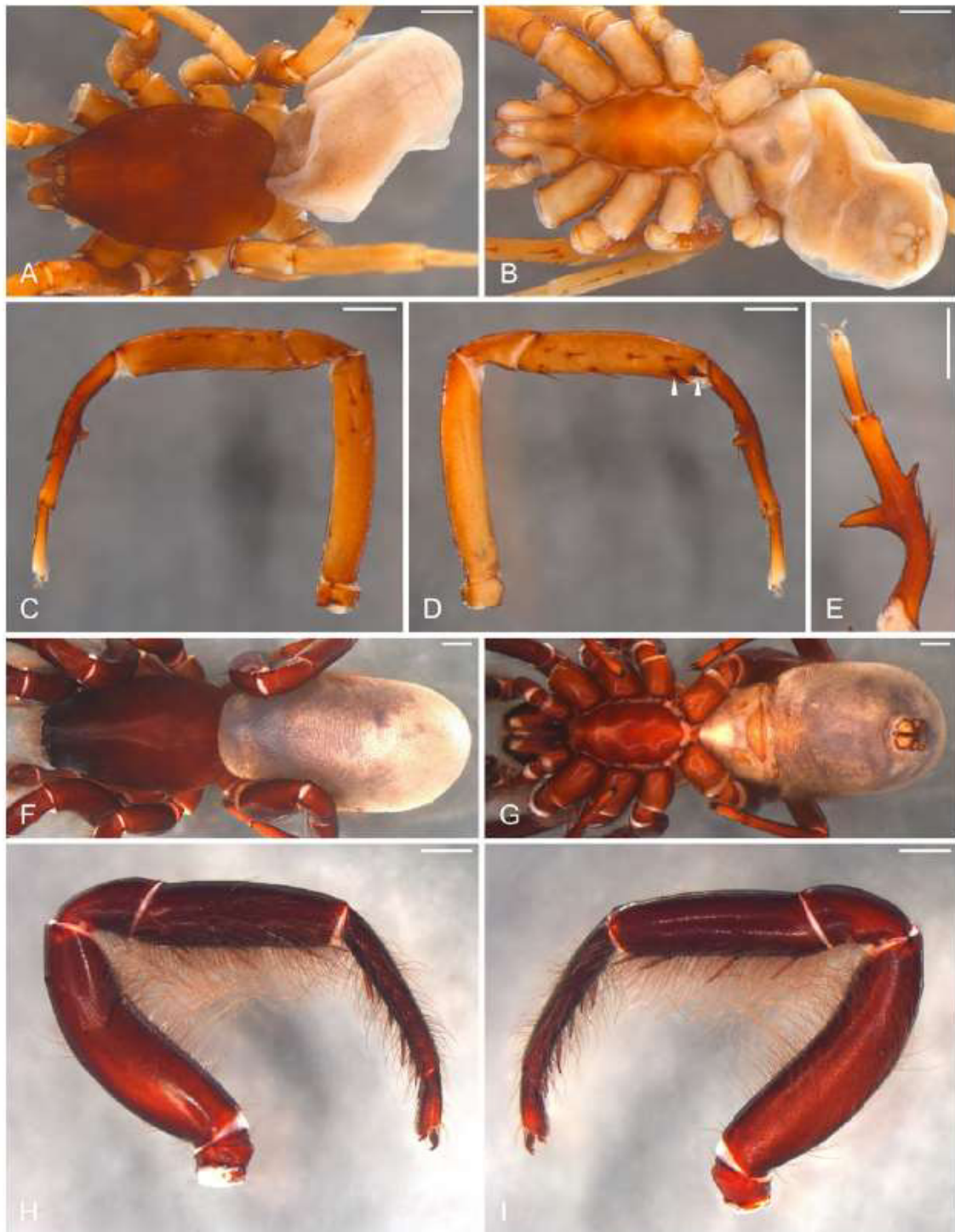


Figures 42–48.—*Sassacus barbipex* 42. Male from Nayarit, dorsal view; 43. Female from Nayarit, leg I prolateral view, 44, 45, 46. Male from Nayarit: 44. Chelicera, ventral view; 45. Left palpus, ventral view; 46. Left palpus, retrolateral view. 47, 48. Female from Nayarit: 47. Epigynum, ventral view; 48. Vulva dorsal view. Scale line 1 mm (Figs. 42–43), 0.1 mm (Figs. 44–48).

(Richman, 2008).

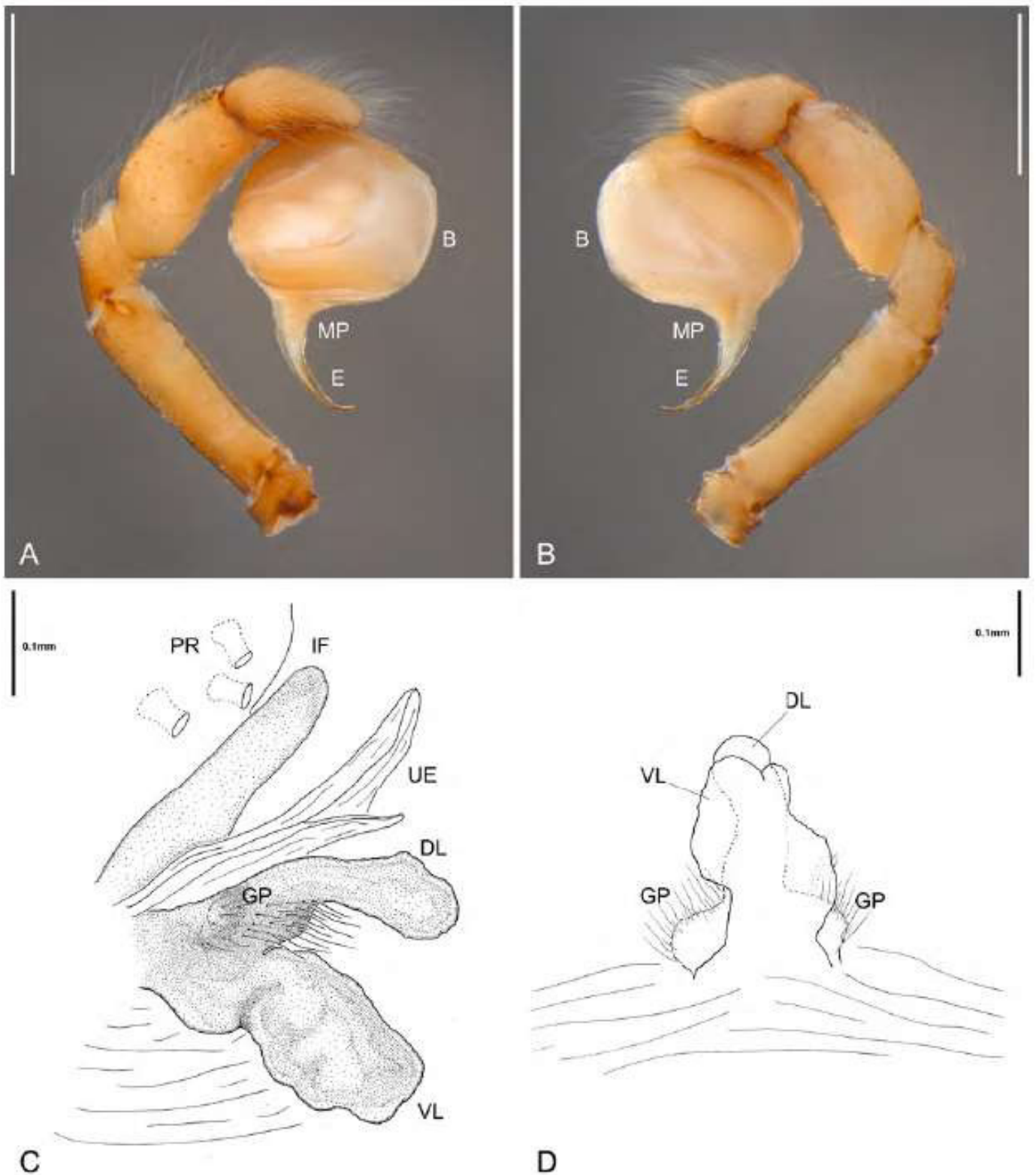
## FAMILIA: SEGESTRIDAE

### *Ariadna pilifera*



**FIGURE 27.** *Ariadna pilifera* O. P.-Cambridge, 1898. Male from Guanajuato (MNHNP-AR 14381) (A–E): Habitus, dorsal (A) and ventral view (B); Right leg I, prolateral (C) and retrolateral view (D), arrowheads = lanceolated macrosetae; Right metatarsus I, ventral view (E). Female from 15 mi W. Yecora (CAS 9039541) (F–I): Habitus, dorsal (F) and ventral view (G); Left leg I, prolateral (H) and retrolateral view (I). Scale bar: 1 mm.

(Giroti y Brescovit, 2018).



**FIGURE 28.** *Ariadna pilifera* O. P.-Cambridge, 1898. Male from Guanajuato (MNHNP-AR 14381) (A–B): Left palp, prolateral (A) and retrolateral view (B). Female from Mexico (MNHNP-AR 7047) (C–D): internal genitalia, lateral view (C); Anterior receptaculum, ventral view (D). Scale bar: 1mm.

**(Giroti y Brescovit, 2018).**

and Griswold *et al.* (2005). Abbreviations: AC–aciniform gland spigot; ALS–anterior lateral spinnerets; AR–anterior receptaculum; B–bulb; Bl–book-lung; d–dorsal; DL–dorsal lobe; E–embolus; Es–esophagus; GD–glandular ducts plate; IF–interpumonary fold; Ld–labrum duct of the labrum plate; Lp–labial plate; LS–less sclerotized portion of the sperm duct; mAP–minor ampulate gland spigot; MAP–major ampulate gland spigot; MP–mid-portion; p–prolateral; Ph–pharynx; PI–piriform gland spigot; PLS–posterior lateral spinnerets; PMS–posterior median spinnerets; PR–posterior receptaculum; r–retrolateral; SL–single lobe; Sp–spermatic duct; St–sucking stomach chitinous base; T–tracheal trunk; Tr–tracheoles; UE–uterus externus; v–ventral; VL–ventral lobe; vp–ventro-prolateral; vr–ventro-retrolateral.

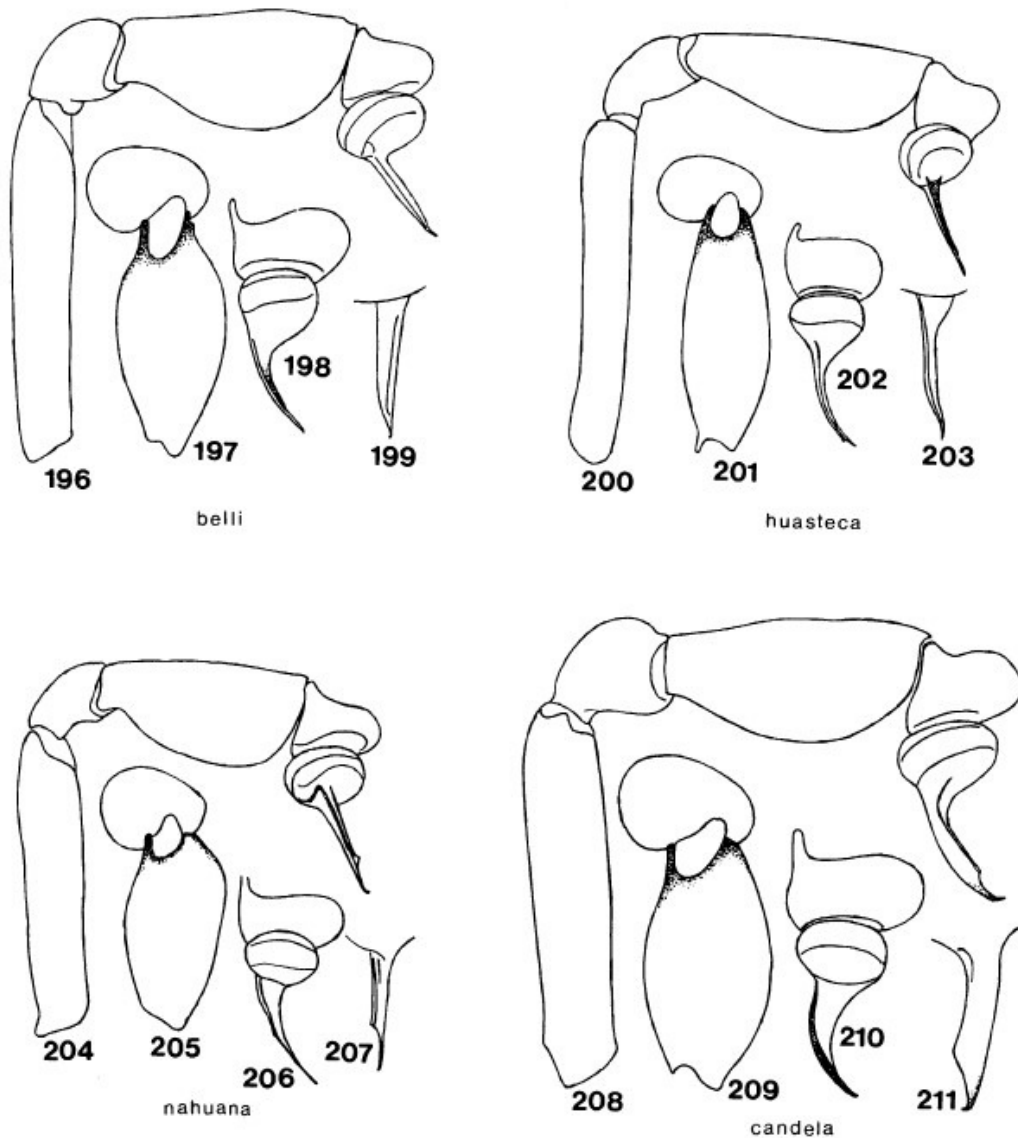
**(Giroti y Brescovit, 2018).**

**FAMILIA: SICARIIDAE**

*Loxosceles huasteca*







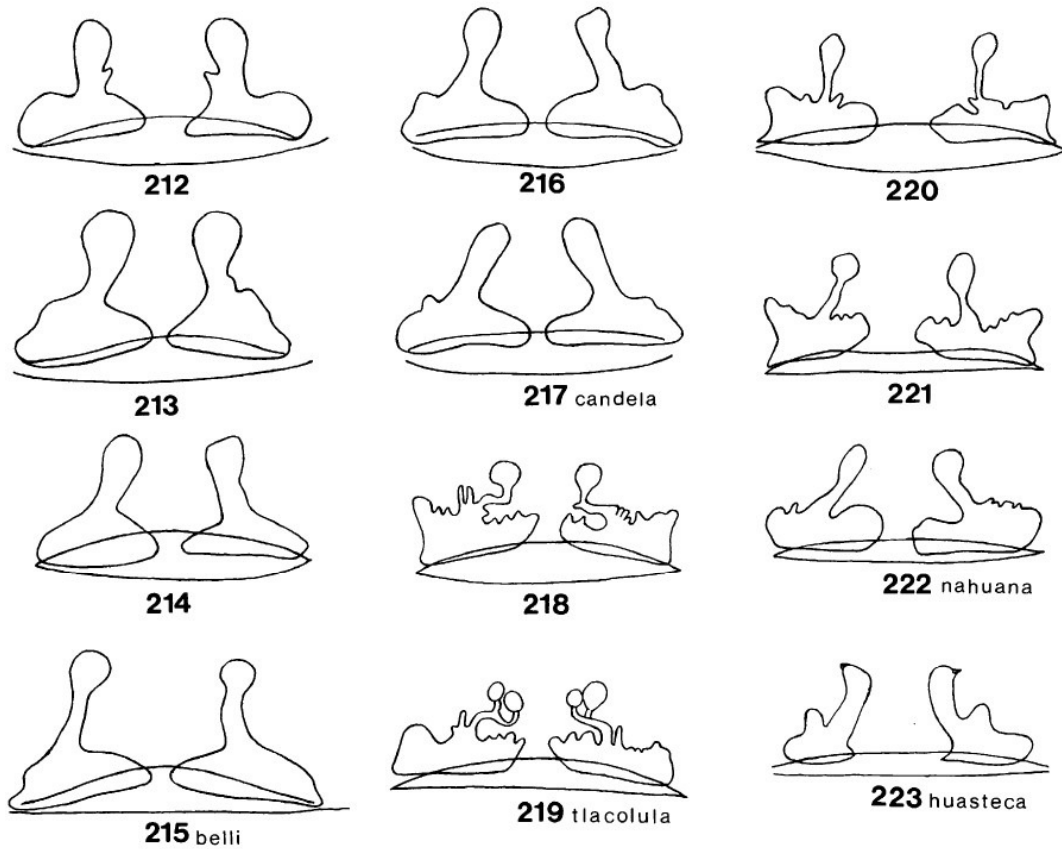
FIGS. 196–199. *Loxosceles belli* Gertsch (Saltillo, Coahuila), right male palpus. 196. Retrolateral view. 197. Tibia and tarsus, dorsal view. 198. Tarsus and bulb, apical view. 199. Embolus, prolateral view.

FIGS. 200–203. *Loxosceles huasteca*, new species (70 mi. W Valles, San Luis Potosí), right male palpus. 200. Retrolateral view. 201. Tibia and tarsus, dorsal view. 202. Tarsus and bulb, apical view. 203. Embolus, prolateral view.

FIGS. 204–207. *Loxosceles nahuana* Gertsch (Taxquillo, Hidalgo), right male palpus. 204. Retrolateral view. 205. Tibia and tarsus, dorsal view. 206. Tarsus and bulb, apical view. 207. Embolus, prolateral view.

FIGS. 208–211. *Loxosceles candela*, new species (Cueva del Carrizal, Nuevo León), right male palpus. 208. Retrolateral view. 209. Tibia and tarsus, dorsal view. 210. Tarsus and bulb, apical view. 211. Embolus, prolateral view.

(Gertsch y Ennik, 1983).



FIGS. 212–215. *Loxosceles belli* Gertsch, epigyna. Coahuila: 212, 214. Saltillo. 213. S San Pedro. 215. Cueva de las Animas.  
 FIGS. 216–217. *Loxosceles candela*, new species, epigyna (Cueva del Carrizal, Nuevo León).  
 FIGS. 218–219. *Loxosceles tlacolula*, new species, epigyna (Tlacolula, Oaxaca).  
 FIGS. 220–222. *Loxosceles nahuana* Gertsch, epigyna. Hidalgo: 220. Tarquillo. 221. 7 mi. SE Zimapan. 222. Barranca Tolivar, nr. Zimapan.  
 FIG. 223. *Loxosceles huasteca*, new species, epigynum (70 mi. W Valles, San Luis Potosí).

(Gertsch y Ennik, 1983).

# FAMILIA: TETRAGNATHIDAE

## *Tetragnatha nitens*

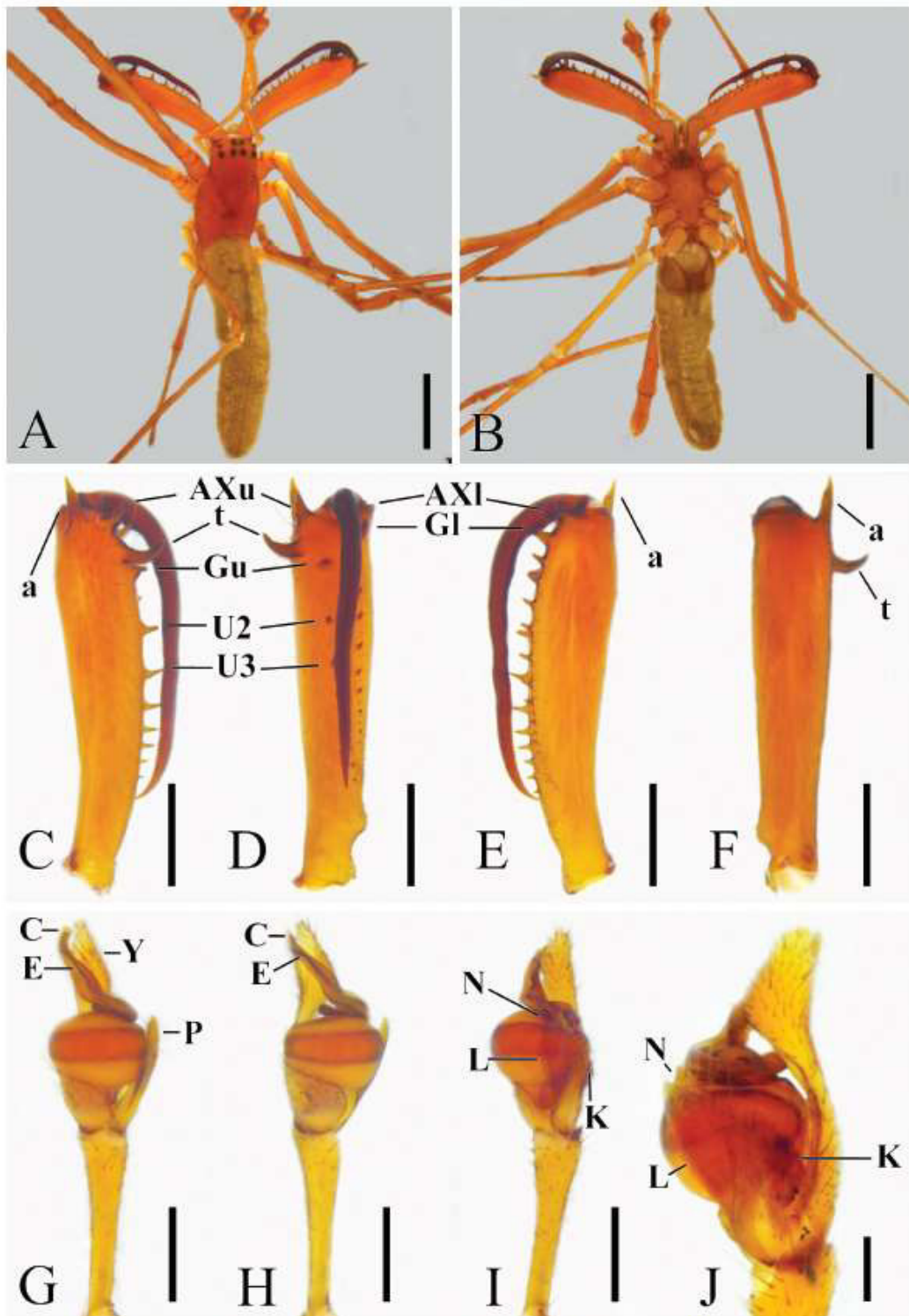


Figure 14. *Tetragnatha nitens* (Audouin, 1826), male (MCTP 1426). A. Dorsal habitus; B. Ventral habitus; C–F. Left chelicera: C. Upper view; D. Inner view; E. Lower view; F. Outer view; G–J. Left male palp: G. Mesal view; H. Dorsal view; I. Ventral view (paracymbium); J. Paracymbium detail, ventral view. Scale bars, 2 mm (A, B); 1 mm (C, D, E, F); 0.5 mm (G, H, I); 0.2 mm (J).

(Castanheira, 2019).

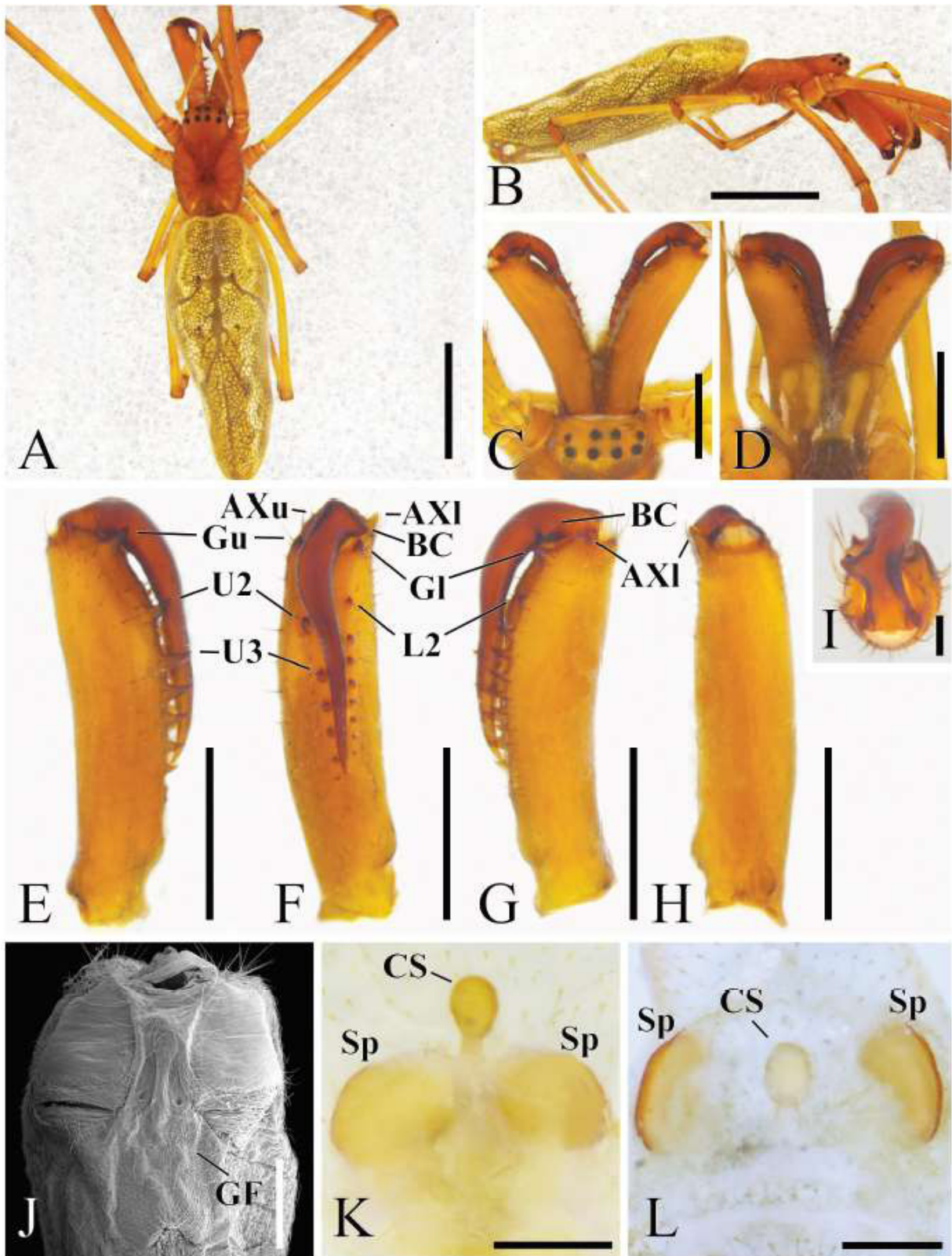


Figure 15. *Tetragnatha nitens* (Audouin, 1826), female. A. Dorsal habitus (UFRJ 1528); B. lateral habitus (UFRJ 1528); C. Chelicerae upper row and eyes (UFRJ 1528); D. Chelicerae lower row and maxilla (UFRJ 1528); E–I. Left chelicera (UFRJ 1528): E. Upper view. F. Inner view. G. Lower view. H. Outer view. I. Basal cusp detail, distal view; J–L. Genital area: J. SEM of genital fold, ventral view (MCTP 11555); K. Internal genitalia, cleared, ventral view (MCTP 43323 ex 7313); L. Internal genitalia variation, cleared, ventral view (UFRJ 1528). Scale bars: 2 mm (A, B); 1 mm (C, D, E, F, G, H, J); 0.2 mm (I, K, L).

(Castanheira, 2019).

*Aphonopelma crinita*



**Abb. 78 - *Aphonopelma crinitum***

(Peters, 2000).



**17**

17) *Aphonopelma crinitum* (♀ Temascalcingo), Espermateca en vista dorsal.

(Estrada-Alvarez, 2014).

*Aphonopelma caniceps*



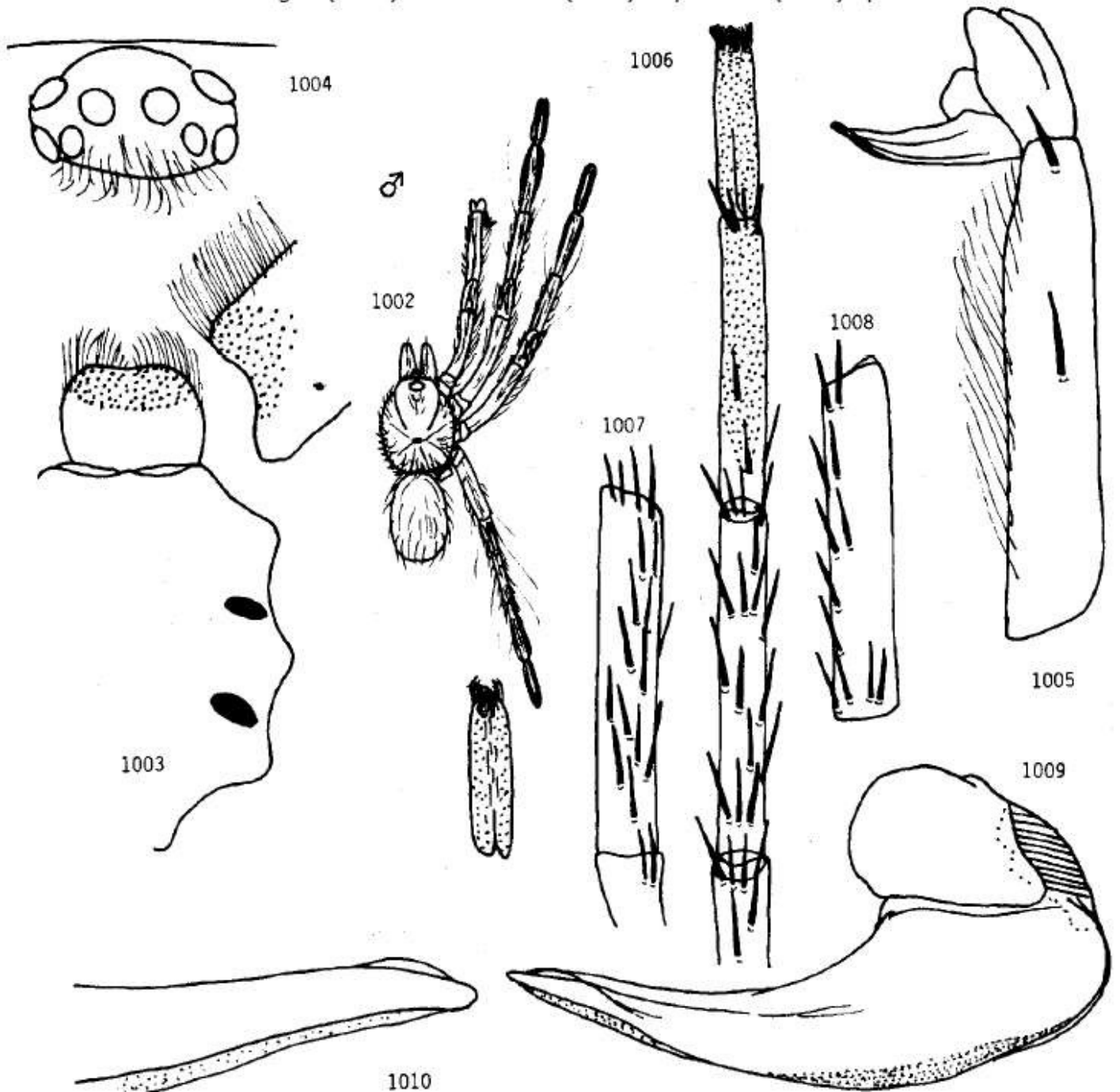
**Abb. 62 - *Aphonopelma caniceps***

(Peters, 2000).



*Metriopelma breyeri*

(Figs. 1002-1010) *Crypsidromus breyeri*. Male. (1002) Dorsal surface, drawn to scale. (1003) Labium/sternum/maxilla . (1004) Ocular tubercle/clypeus. (1005) Palpal spines. Tibia, cymbium, palpal bulb of pedipalp. (1006) Tibial spines of leg 1. Patella, tibia, metatarsus, tarsus of leg 1. (1007) Anterior face of tibia of leg 1. (1008) Posterior face. (1009) Palpal bulb. (1010) Apex of embolus.



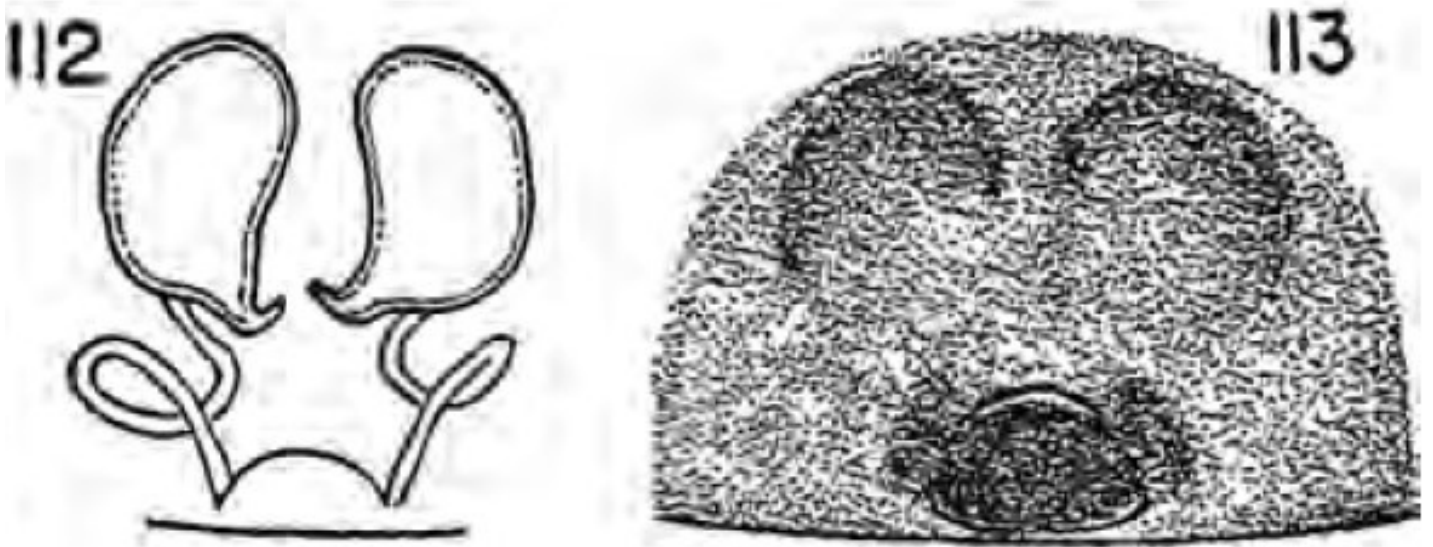
(Smith, 1995).



**FAMILIA: THERIDIIDAE**

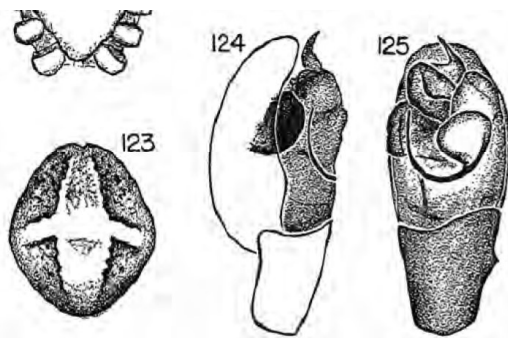
*Theridion dilutum*





FIGS. 112, 113. *Theridion dilutum*, new species. 112. Female genitalia, dorsal view. 113. Epigynum.

(Levi, 1957).

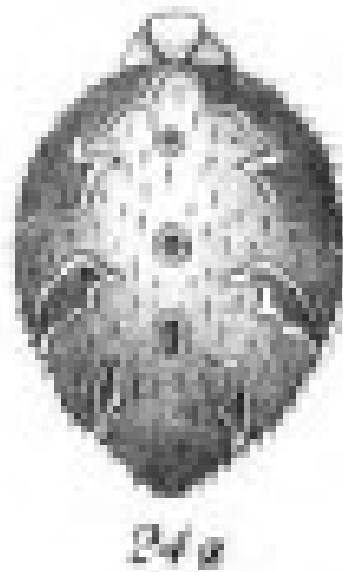
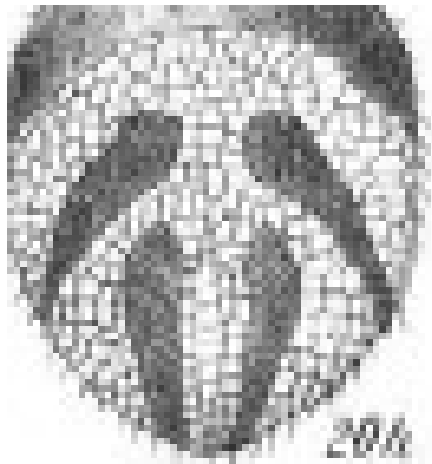


FIGS. 123-125. *Theridion dilutum*, new species. 123. Abdomen of female, dorsal view. 124. Palpus, mesal view. 125. Palpus, ventral view.

(Levi, 1957).

*Latrodectus geometricus*





23. \**Latrodectus geometricus*, ♂, eyes from above.

24. \**Latrodectus geometricus*, ♀, dorsal view, legs removed ; 24 a, ditto, dark variety.

---

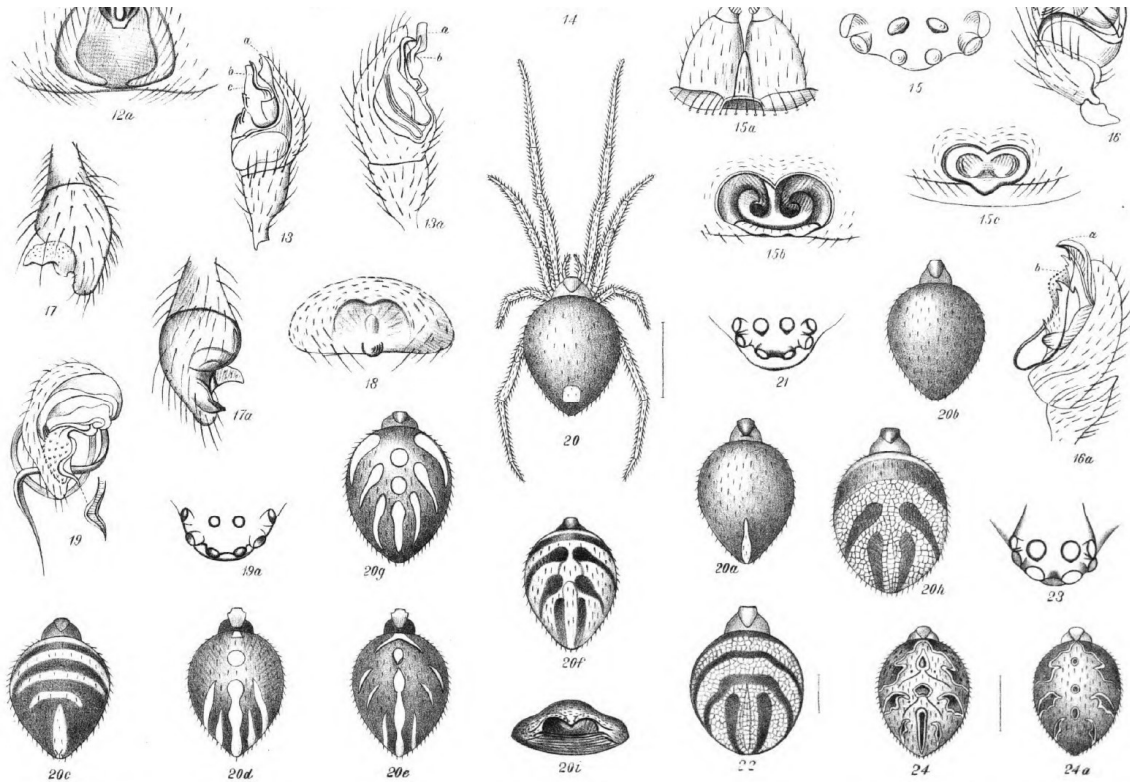
\* Figures 21-24 are inserted for comparison ; they are taken from specimens from Santarem.

---

(Pickard-Cambridge, 1901).

*Latrodectus mactans*





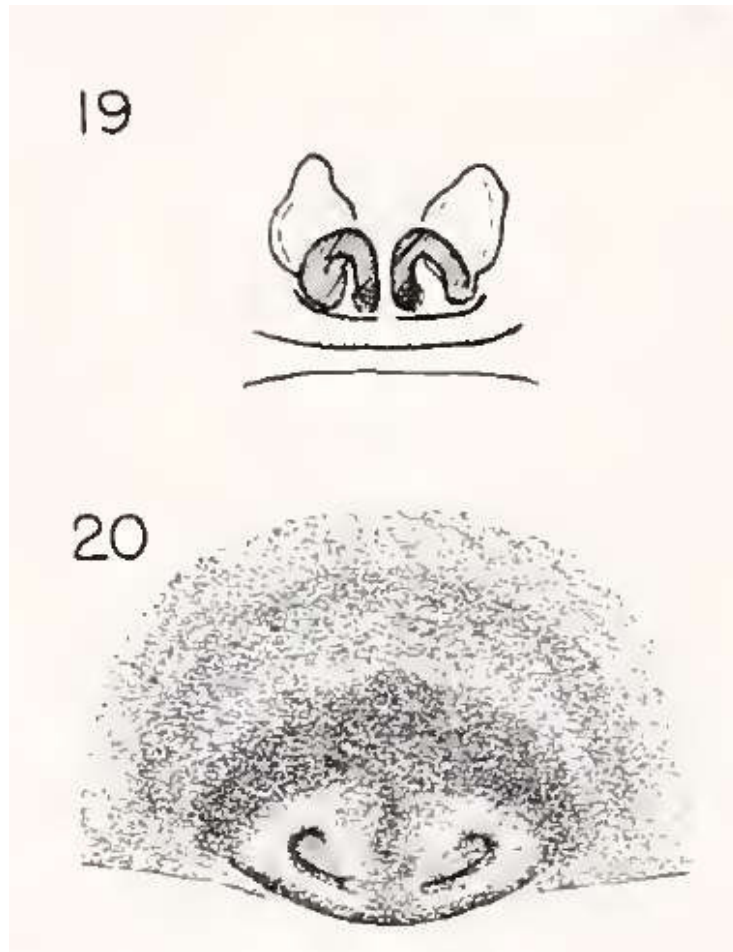
19. *Latrodectus mactans*, ♂, bulb of palpus, showing embolus; 19 a, eyes from above.
20. *Latrodectus mactans*, ♀, dorsal view; 20 a, ditto, variety, dorsal view, legs removed; 20 b, ditto, variety; 20 c, ditto, variety; 20 d, ditto, variety; 20 e, ditto, variety; 20 f, ditto, immature example; 20 g, ditto, immature example; 20 h, ditto, variety tending towards *L. geographicus*; 20 i, vulva.

(Pickard-Cambridge, 1901).



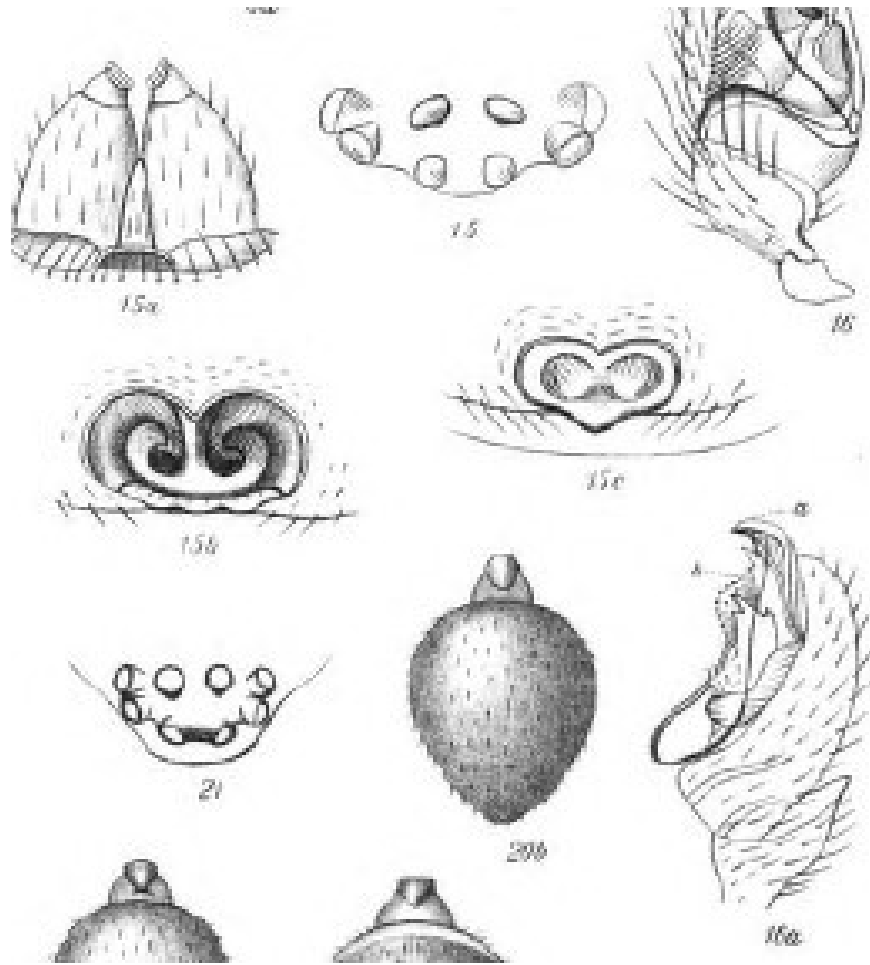
*Steatoda saltensis*





Figs. 19, 20. *S. saltensis*, new species. 19. Female genitalia, ventral view. 20. Epigynum.

(Levy, 1957).



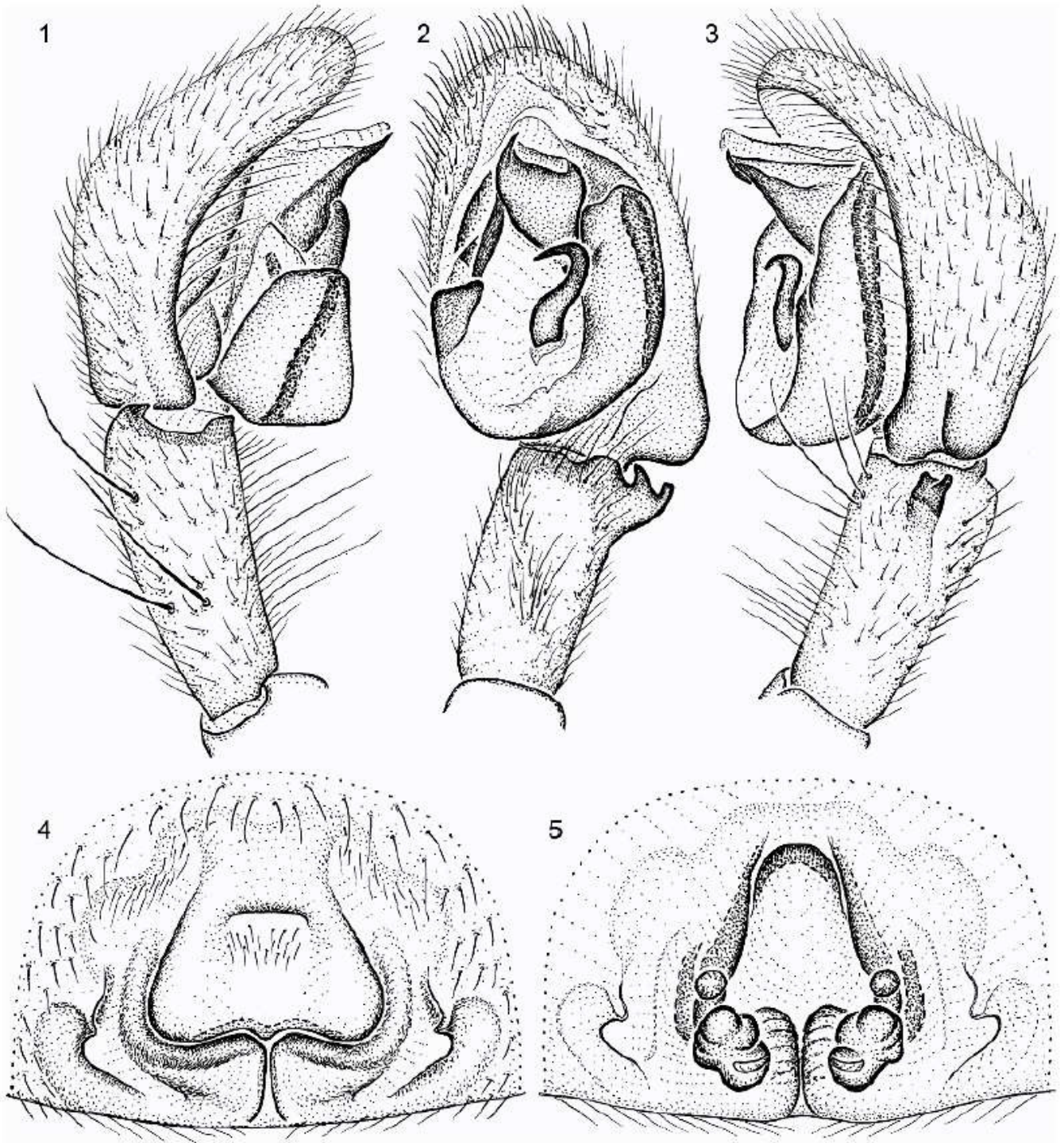
15. *Lithyphantes lugubris*, ♀, eyes from in front ; 15 a, spinners from beneath, showing colulus ;  
 15 b, vulva ; 15 c, ditto, from an immature specimen.

(Pickard-Cambridge, 1901).

**FAMILIA: ZOROCRATIDAE**

*Zorocrates fuscus*



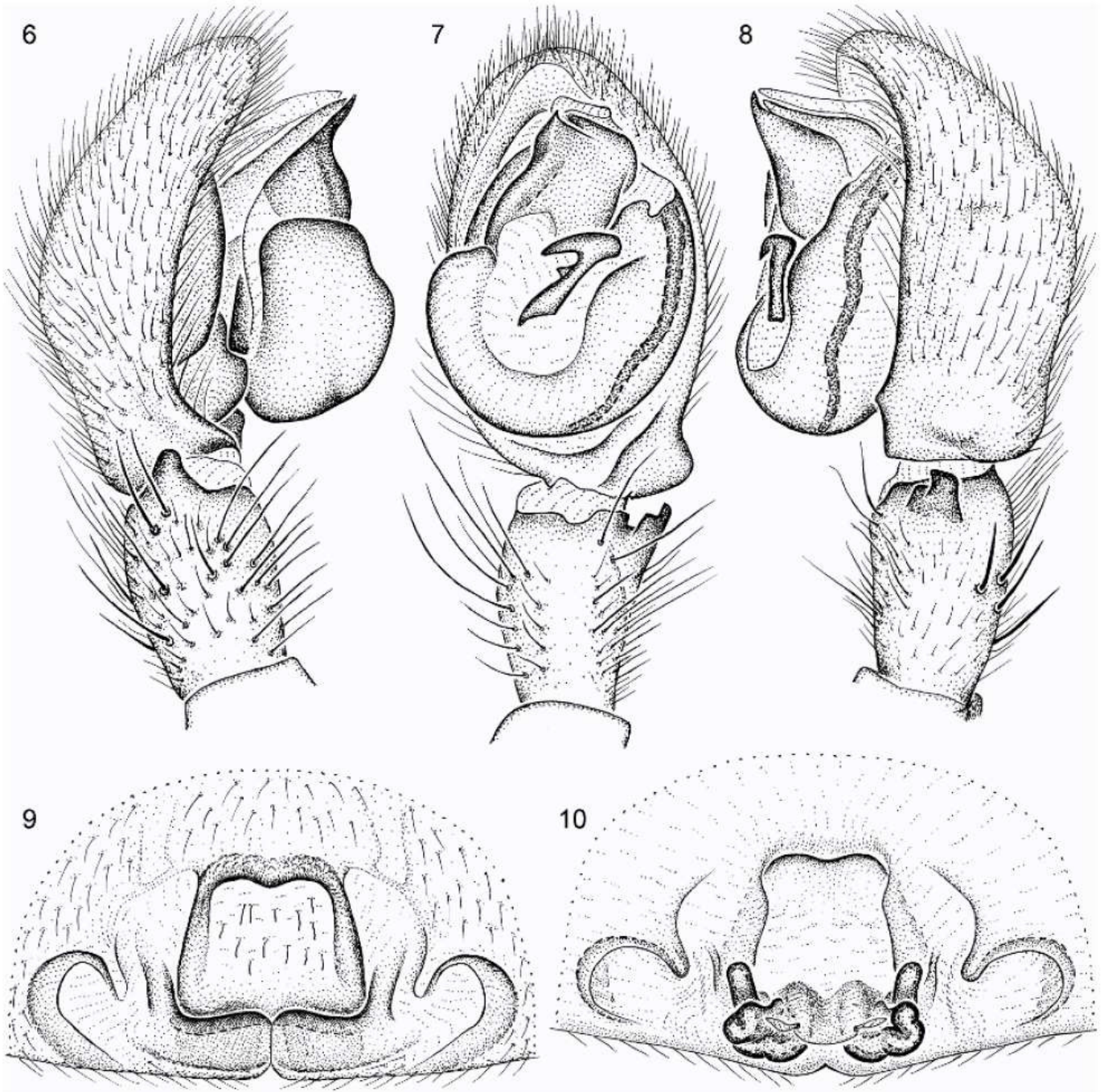


Figs. 1–5. *Zorocrates fuscus* Simon. 1. Left male palp, prolateral view. 2. Same, ventral view. 3. Same, retrolateral view. 4. Epigynum, ventral view. 5. Same, dorsal view.

(Platnick y Ubick, 2007).

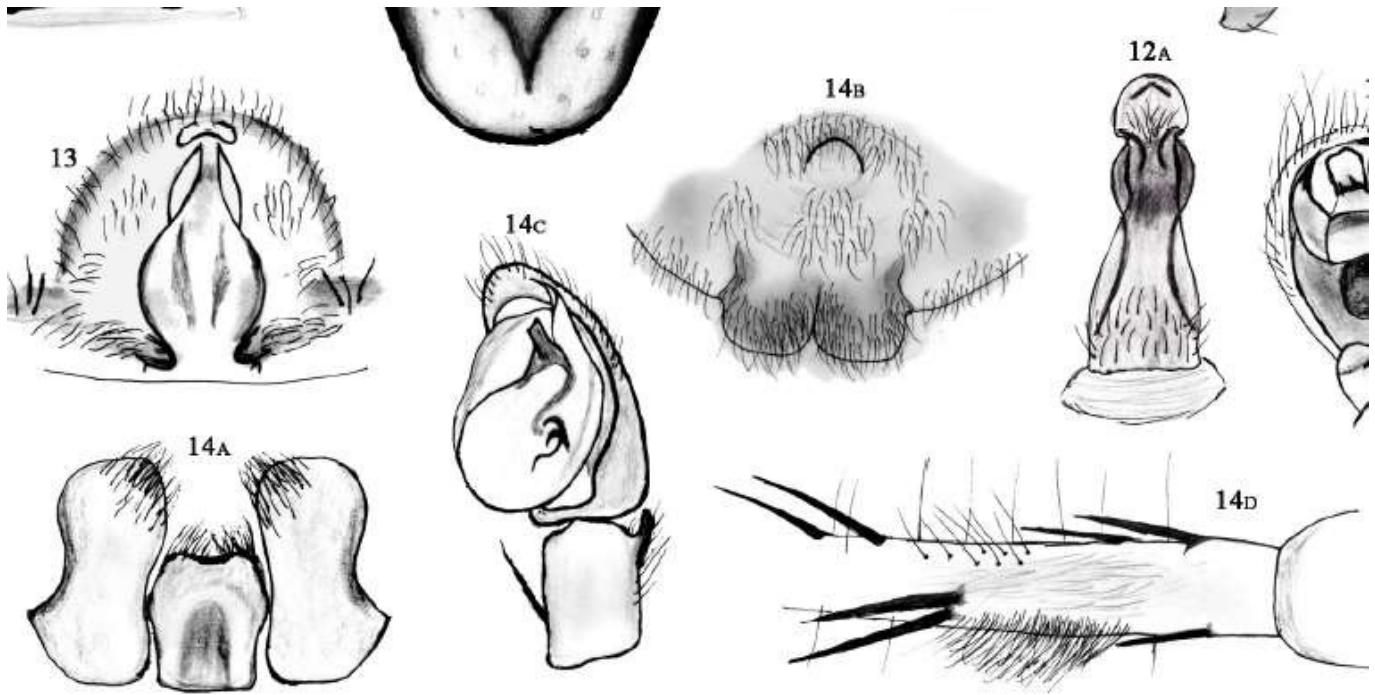
*Zorocrates unicolor*





Figs. 6–10. *Zorocrates unicolor* (Banks). 6. Left male palp, prolateral view. 7. Same, ventral view. 8. Same, retrolateral view. 9. Epigynum, ventral view. 10. Same, dorsal view.

(Platnick y Ubick, 2007).



14. *Zorocrates concolor* (A. Enditos y labio, B. epiginio, C. palpo, D. IV metatarso).

(Gómez-Rodríguez y Salazar, 2012).



## Referencias:

- Alvarez-Padilla, F., y Hormiga, G. (2011). Morphological and phylogenetic atlas of the orb-weaving spider family Tetragnathidae (Araneae: Araneoidea). *Zoological Journal of the Linnean Society*, 162(4), 713-879.
- Banks, N. (1913). Notes on the types of some American spiders in European collections. *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia*, 65: 177-188.
- Barnes, R. D. (1959). The lapidicina group of the wolf spider genus *Pardosa* (Araneae, Lycosidae). *American Museum Novitates*, 1960: 1-20.
- Becker, L. (1879). Diagnoses de nouvelles aranéides américaines. *Annales de la Société Entomologique de Belgique*, 22: 77-86.
- Berman, J. D. y Levi, H. W. (1971). The orb weaver genus *Neoscona* in North America (Araneae: Araneidae). *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology*, 141: 465-500.
- Bond, J. E. y Opell, B. D. (1997). Systematics of the spider genera *Mallos* and *Mexitlia* (Araneae, Dictynidae). *Zoological Journal of the Linnean Society*, 119(4): 389-445. doi:10.1111/j.1096-3642.1997.tb00141.x
- Brady, A. R. (1964). The lynx spiders of North America, north of Mexico (Araneae: Oxyopidae). *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology*, 131: 429-518.
- Brady, A. R. (2012). Nearctic species of the new genus *Tigrosa* (Araneae: Lycosidae). *Journal of Arachnology*, 40: 182-208.
- Brady, A.R. y McKinley, K.S. (1994). Nearctic species of the wolf spider genus *Rabidosa* (Araneae: Lycosidae). *Journal of Arachnology*, 22: 138-160.
- Breene, R. G., Dean, D. A., Nyffeler, M. y Edwards, G. B. (1993). *Biology, Predation Ecology, and Significance of Spiders in Texas Cotton Ecosystems with a Key to Species*. Texas Agriculture Experiment Station, College Station, 115 pp.
- Brescovit, A.D. y Lise, A.A. (1989). Redescription of *Anyphaena simonii* Becker, 1878 from *Pectorosa* group (Araneae, Anyphaenidae). *Iheringia (Zool.)*, 69: 97-100.
- Castanheira, P. de S., Baptista, R. L. C., Pizzetti, D. D. P. y Teixeira, R. A. (2019). Contributions to the taxonomy of the long-jawed orb-weaving spider genus *Tetragnatha* (Araneae, Tetragnathidae) in the Neotropical region, with comments on

- the morphology of the chelicerae. *Zoosystematics and Evolution*, 95(2): 465-505.  
doi:10.3897/zse.95.36762
- Chamberlin, R. V. y Gertsch, W. J. (1958). The spider family Dictynidae in America north of Mexico. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 116: 1-152.
- De Luna, M., Solís-Rojas, C., García-Barrios, R. y Millán, A. B. (2021). New data on *Cyclocosmia loricata* (C.L. Koch, 1842) (Aranei: Halonoproctidae) with first description of the male palp. *Arthropoda Selecta* 30(1): 89-93.
- Dondale, C. D. y Redner, J. H. (1982). The insects and arachnids of Canada, Part 9. The sac spiders of Canada and Alaska, Araneae: Clubionidae and Anyphaenidae. *Research Branch Agriculture Canada Publication*, 1724: 1-194.
- Dondale, C. D. y Redner, J. H. (1990). The insects and arachnids of Canada, Part 17. The wolf spiders, nurseryweb spiders, and lynx spiders of Canada and Alaska, Araneae: Lycosidae, Pisauridae, and Oxyopidae, *Research Branch Agriculture Canada Publication*, 1856: 1-383.
- Dondale, C. D., Redner, J. H., Paquin, P. y Levi, H. W. (2003). *The insects and arachnids of Canada. Part 23. The orb-weaving spiders of Canada and Alaska (Araneae: Uloboridae, Tetragnathidae, Araneidae, Theridiosomatidae)*. NRC Research Press, Ottawa, 371 pp.
- Edwards, G. B. (2004). Revision of the jumping spiders of the genus *Phidippus* (Araneae: Salticidae). *Occasional Papers of the Florida State Collection of Arthropods* 11: 1-156.
- Estrada-Alvarez, J. C. (2014). New data from mygalomorph spiders (Araneae: Mygalomorphae) of Estado de Mexico, with taxonomic comments about the genus *Davus* O. Pickard-Cambridge, 1892. *Dugesiana* 21(1): 55-66.
- Galiano, M. E. (1963). Las especies americanas de arañas de la familia Salticidae descritas por Eugène Simon: Redescripciones basadas en los ejemplares típicos. *Physis, Revista de la Sociedad Argentina de Ciencias Naturales*, 23: 273-470.
- Gertsch, W. J. y Ennik, F. (1983). The spider genus *Loxosceles* in North America, Central America, and the West Indies (Araneae, Loxoscelidae). *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 175: 264-360.

- Giroti, A. M. y Brescovit, A. D. (2018). The taxonomy of the American *Ariadna* Audouin (Araneae: Synspermiata: Segestriidae). *Zootaxa*, 4400(1): 1-114. [incl. Erratum: 4438(3): 600] doi:10.11646/zootaxa.4400.1.1
- Gómez-Rodríguez, J. F. y Salazar O., C. A. (2012). Arañas de la región montañosa de Miquihuana, Tamaulipas: listado faunístico y registros nuevos. *Dugesiana* 19: 1-7.
- Hentz, N.M. (1850). Descriptions and figures of the araneides of the United States. *Boston Journal of Natural History*, 6: 18-35, 271-295.
- Kaston, B. J. (1948). Spiders of Connecticut. *Bulletin of the Connecticut State Geological and Natural History Survey*, 70: 1-874.
- Kaston, B. J. (1948). Spiders of Connecticut. *Bulletin of the Connecticut State Geological and Natural History Survey*, 70: 1-874.
- Keyserling, E. (1887). Neue Spinnen aus America. VII. Verhandlungen der Kaiserlich-Königlichen *Zoologisch-Botanischen Gesellschaft in Wien*, 37: 421-490.
- Levi, H. W. (1957). The spider genera *Crustulina* and *Steatoda* in North America, Central America, and the West Indies (Araneae, Theridiidae). *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology*, 117: 367-424.
- Levi, H. W. (1971). The ravilla group of the orbweaver genus *Eriophora* in North America (Araneae: Araneidae). *Psyche, Cambridge*, 77(3): 280-302.
- Levi, H.W. (1991). The Neotropical and Mexican species of the orb-weaver genera *Araneus*, *Dubipeira*, and *Aculepeira* (Araneae: Araneidae). *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology*, 152: 167-315.
- Levi, H. W. (1999). The Neotropical and Mexican Orb Weavers of the genera *Cyclosa* and *Alloccyclosa* (Araneae: Araneidae). *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology*, 155: 299-379.
- Lucio-Palacio, C. R., Arenas, M. J. C. y García, B. C. M. (2013). ¿Qué sabemos de las arañas de Guanajuato? *Investigaciones Geográficas*, 38, 69-83.
- Peckham, G. W. y Peckham, E. G. (1883). Descriptions of new or little known spiders of the family Attidae from various parts of the United States of North America. *Milwaukee*, pp. 1-35.
- Peckham, G. W. y Peckham, E. G. (1888). Attidae of North America. Transactions of the Wisconsin Academy of Sciences, *Arts and Letters*, 7: 1-104.

- Peckham, G. W. y Peckham, E. G. (1909). Revision of the Attidae of North America. *Transactions of the Wisconsin Academy of Sciences, Arts and Letters*, 16(1): 355-655.
- Peters, H.-J. (2000). Tarantulas of the world: *Kleiner Atlas der Vogelspinnen* - Band 1. Published by the author, 148 pp.
- Petrunkévitch, A. (1929). The spiders of Porto Rico. Part one. *Transactions of the Connecticut Academy of Arts and Sciences*, 30: 1-158.
- Petrunkévitch, A. (1930). The Spiders of Porto Rico. Part two. *Transactions of the Connecticut Academy of Arts and Sciences*, 30: 159-356.
- Pickard-Cambridge, F. O. (1901). Arachnida - Araneida and Opiliones. In: *Biologia Centrali-Americana, Zoology*. London 2, 193-312.
- Pickard-Cambridge, F. O. (1903). Arachnida - Araneida and Opiliones. In: *Biologia Centrali-Americana, Zoology*. London 2, 425-464.
- Piel, W. H. (2001). The systematics of Neotropical orb-weaving spiders in the genus *Metepeira* (Araneae: Araneidae). *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology* 157: 1-92.
- Platnick, N. I. y Ubick, D. (2007b). A revision of the spider genus *Zorocrates* Simon (Araneae, Zorocratidae). *American Museum Novitates*, 3579: 1-44. doi:10.1206/0003-0082(2007)3579[1:AROTSG]2.0.CO;2
- Prószyński, J. (2017). Pragmatic classification of the world's Salticidae (Araneae). *Ecologica Montenegrina*, 12: 1-133. doi:10.37828/em.2017.12.1
- Reiskind, J. (1969). The spider subfamily Castianeirinae of North and Central America (Araneae, Clubionidae). *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology* 138(5): 163-325.
- Reiskind, J. (1974). The Castianeirinae of Mexico. I. *Castianeira dugesi* (Becker) (Araneae: Clubionidae). *Psyche, Cambridge* 81(1): 178-181
- Richman, D. B. (2008). Revision of the jumping spider genus *Sassacus* (Araneae, Salticidae, Dendryphantinae) in North America. *Journal of Arachnology*, 36: 26-48.
- Santos, A. J. y Brescovit, A. D. (2003). A revision of the Neotropical species of the lynx spider genus *Peucetia* Thorell 1869 (Araneae: Oxyopidae). *Insect Systematics & Evolution*, 34(1): 95-116. doi:10.1163/187631203788964863

- Smith, A. M. (1995). *Tarantula Spiders: Tarantulas of the U.S.A. and Mexico*. Fitzgerald Publishing, London, 196 pp.
- Valdez-Mondragón, A. (2010). Revisión taxonómica de *Physocyclus* Simon, 1893 (Araneae: Pholcidae), con la descripción de especies nuevas de México. *Revista Ibérica de Aracnología*, 18: 3-80.
- Vogel, B. R. (1970). Taxonomy and morphology of the sternalis and falcifera species groups of *Pardosa* (Araneida: Lycosidae). *Armadillo Papers*, 3: 1-31.
- Vogel, B. R. (2004). A review of the spider genera *Pardosa* and *Acantholycosa* (Araneae, Lycosidae) of the 48 contiguous United States. *Journal of Arachnology*, 32: 55-108.

## APÉNDICE II

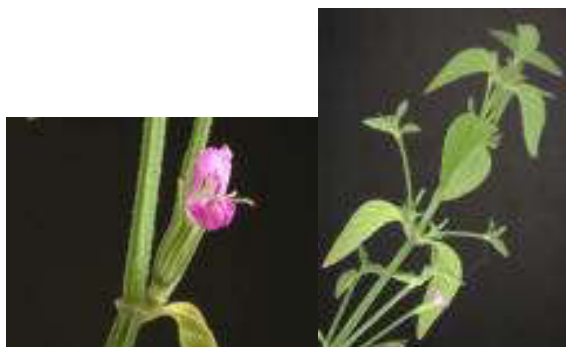
Lista de especies de plantas encontradas en los elementos del paisaje agrícola de El Copal, Irapuato, Gto. Las imágenes de las plantas tienen el propósito de servir como guía visual para su identificación, fueron obtenidas de sitios en internet (indicados al pie de la imagen) dedicados a describir los aspectos taxonómicos y ecológicos más importantes de cada una, por ejemplo, el sitio de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) y Naturalista (sitio dedicado a la divulgación de imágenes validadas por una comunidad científica y aficionada por la vida silvestre) aquellas fotografías que lo indiquen fueron tomadas por Ramos-Patlán F. D. y colaboradores.

### ANGIOSPERMAE

#### DICOTYLENONEAE

##### **Acanthaceae**

*Dicliptera peduncularis* Ness.



<http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/acanthaceae/dicliptera-peduncularis/fichas/pagina1.htm>

*Ruellia* spp. L.



Tomada por Ramos Patlán F. D.

**Amaranthaceae**

*Gomphrena pilosa* (M. Martesn & Galeotti) Moq.



Tomada por Ramos Patlán F. D.

**Anacardiaceae**

*Schinus molle* L.



<https://www.monaconatureencyclopedia.com/schinus-molle/?lang=es>

**Arecaeae**

*Washingtonia robusta* H. Wendl.



<https://www.naturalista.mx/taxa/79521-Washingtonia-robusta>

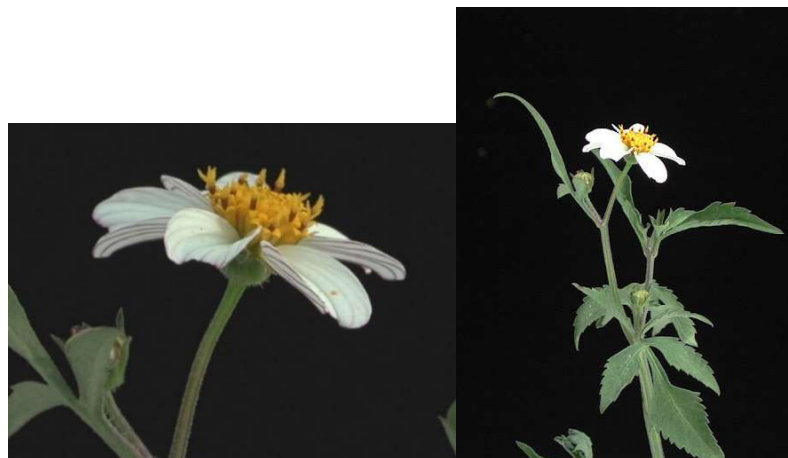
**Asteraceae**

*Adenophyllum porophyllum* Cav.



Tomada por Ramos Patlán F. D.

*Bidens odorata* Cav.





<http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/asteraceae/bidens-odorata/fichas/ficha.htm>

<http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/asteraceae/bidens-odorata/fichas/pagina1.htm>

*Bidens pilosa* L.



<http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/asteraceae/bidens-pilosa/fichas/pagina1.htm>

*Heliopsis annua* Hemsl.



[https://www.naturalista.mx/taxa/288391-Heliopsis-annua/browse\\_photos](https://www.naturalista.mx/taxa/288391-Heliopsis-annua/browse_photos)

*Heterotheca inuloides* Cass.



<http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/asteraceae/heterotheca-inuloides/fichas/ficha.htm>

*Melampodium sericeum* Lag.



<http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/asteraceae/melampodium-sericeum/fichas/ficha.htm>

*Tagetes lunulata* Ort.



<http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/asteraceae/tagetes-lunulata/fichas/ficha.htm>

*Taraxacum officinale* F. H. Wigg.



<https://www.elsevier.es/es-revista-revista-internacional-acupuntura-279-articulo-nutricion-el-diente-leon-13108647>

*Tithonia tubaeformis* (Jacq.) Cass.



<http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/asteraceae/tithonia-tubiformis/fichas/pagina1.htm>

*Tridax trilobata* (Cav.) Hemsl.



<http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/asteraceae/tridax-trilobata/imagenes/habito.jpg>

*Zinnia bicolor* (DC.) Hemsl.



<https://www.naturalista.mx/taxa/288457-Zinnia-bicolor>

**Bignoniaceae**

*Jacaranda mimosifolia* D. Don.



<https://www.naturalista.mx/taxa/77541-Jacaranda-mimosifolia>

**Cactaceae**

*Cylindropuntia imbricata* (Haw.) F. M. Kunth.



Tomada por Ramos Patlán F. D.

*Opuntia streptacantha* Lem.



<http://bdi.conabio.gob.mx/fotoweb/archives/5023-Plantas/Plantas/OTV4829%20Opuntia%20streptacantha.jpg>.infoParthenium  
hysterophorus

**Caryophyllaceae**

*Cerastium nutans* Raf.



[https://www.naturalista.mx/taxa/53308-Cerastium-nutans/browse\\_photos](https://www.naturalista.mx/taxa/53308-Cerastium-nutans/browse_photos)Chloris  
gayana

*Stellaria media* (L.) Cyrillo.



<http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/caryophyllaceae/stellaria-media/fichas/ficha.htm>

**Casuarinaceae**

*Casuarina equisetifolia* L.



<https://www.naturalista.mx/taxa/62888-Casuarina-equisetifolia>

### **Commelinaceae**

*Tinantia erecta* (Jacq.) Schlttdl.



<http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/commelinaceae/tinantia-erecta/fichas/ficha.htm>

### **Convolvulaceae**

*Convolvulus arvensis* L.



<http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/convolvulaceae/convolvulus-arvensis/fichas/ficha.htm>

<https://antropocene.it/es/2020/10/25/convolvulus-arvensis/>

*Convolvulus crenatifolius* Ruíz & Pav.



<http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/convolvulaceae/convolvulus-crenatifolius/fichas/ficha.htm>

*Ipomoea indica* (Burm.) Merr.



<http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/convolvulaceae/ipomoea-indica/fichas/pagina1.htm>

*Ipomoea murucoides* Roem & Schult.



<http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/convolvulaceae/ipomoea-murucoides/fichas/ficha.htm>

## **Cruciferae**

*Brassica rapa* L.



<http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/brassicaceae/brassicarapa/fichas/ficha.htm>

<http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/brassicaceae/brassicanigra/fichas/ficha.htm>

### **Cucurbitaceae**

*Sicyos deppei* G. Donn.



<http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/cucurbitaceae/sicyosdeppei/fichas/ficha.htm>

### **Euphorbiaceae**

*Acalypha mexicana* Müll. Arg.





<http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/euphorbiaceae/acalypha-mexicana/imagenes/rama-con-hojas-y-inflorescencias.jpg>

*Acalypha ostryifolia* Ridd.



<https://herbanwmex.net/portal/taxa/index.php?taxon=122&clid=3813>

*Euphorbia heterophylla* L.



<https://www.naturalista.mx/taxa/162829-Euphorbia-heterophylla>

*Euphorbia graminea* Jacq.



<http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/euphorbiaceae/euphorbia-graminea/fichas/ficha.htm>

*Euphorbia prostrata* Aiton.



<https://www.naturalista.mx/taxa/200053-Euphorbia-prostrata>

*Ricinus communis* L.



<http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/euphorbiaceae/ricinus-communis/fichas/ficha.htm>

## **Fabaceae**

*Crotalaria pumila* Oretega.



<http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/fabaceae/crotalaria-pumila/fichas/pagina1.htm>

*Prosopis laevigata* (Humb. & Bonpl. ex Willd) M. C. Johnston.



<https://www.naturalista.mx/taxa/167456-Prosopis-laevigata>

*Mimosa monancistra* (A. Gray) Small.



<http://bdi.conabio.gob.mx/fotoweb/archives/5023-Plantas/Plantas/2954%20Mimosa%20monancistra.jpg.info>

*Trifolium mexicanum* Hemsl.



<http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/fabaceae/trifolium-mexicanum/fichas/pagina1.htm>

*Vachellia farnesiana* (L.) Willd.



<https://www.naturalista.mx/taxa/79472-Vachellia-farnesiana>

*Vachellia pennatula* (Schtdl. & Cham.) Seigler & Ebinger.



<https://enciclovida.mx/especies/155103-acacia-pennatula>

*Vachellia schaffneri* (S. Watson) F. J. Herm.



<https://www.naturalista.mx/taxa/157878-Acacia-schaffneri>

*Vicia pulchella* H. B. K.



<http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/fabaceae/vicia-pulchella/fichas/ficha.htm>

### **Lamiaceae**

*Condea albida* (Kunth) Harley & J.F.B. Pastore.



Tomada por Ramos Patlán F. D.

### **Loasaceae**

*Mentzelia aspera* L.



<https://www.naturalista.mx/taxa/165303-Mentzelia-aspera>

*Mentzelia hispida* Willd.



<http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/loasaceae/mentzelia-hispida/fichas/ficha.htm>

**Malvaceae**

*Malva parviflora* L.



<http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/malvaceae/malva-parviflora/fichas/ficha.htm>

*Sida abutilifolia* Mill.



<http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/malvaceae/sida-abutilifolia/fichas/ficha.htm>

**Myrtaceae**

*Eucalyptus sp.* L'Hér.



[https://www.researchgate.net/publication/342895576\\_El\\_eucalipto\\_como\\_fuente\\_de\\_materia\\_prima\\_para\\_la\\_extraccion\\_de\\_aceites\\_esenciales/figures?lo=1](https://www.researchgate.net/publication/342895576_El_eucalipto_como_fuente_de_materia_prima_para_la_extraccion_de_aceites_esenciales/figures?lo=1)

### **Papaveraceae**

*Argemone mexicana* L.



<http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/papaveraceae/argemone-mexicana/fichas/ficha.htm>

### **Passifloraceae**

*Passiflora brionioides* H. B. K.



Tomada por Ramos Patlán F. D.

**Polygonaceae**

*Rumex crispus* L.



<http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/polygonaceae/rumex-crispus/fichas/pagina1.htm>

**Portulacaceae**

*Portulaca oleracea* L.



<http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/portulacaceae/portulaca-oleracea/fichas/ficha.htm>

**Primulaceae**

*Anagallis arvensis* L.





<http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/primulaceae/anagallis-arvensis/fichas/ficha.htm>



<https://www.asturnatura.com/especie/anagallis-arvensis.html>

### **Rhamnaceae**

*Condalia velutina* I. M. Johnst.



[https://www.naturalista.mx/taxa/287437-Condalia-velutina/browse\\_photos](https://www.naturalista.mx/taxa/287437-Condalia-velutina/browse_photos)

### **Solanaceae**

*Jaltomata procumbens* (Cav.) J. L. Gentry.



<http://www.plantsoftheworldonline.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:131311-2>

*Physalis cinerascens* Lam.



<http://bdi.conabio.gob.mx/fotoweb/archives/5023-Plantas/Plantas/ORGR0373%20Physalis%20cinerascens.jpg.info>

*Nicotiana Glauca* Graham.



<http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/solanaceae/nicotiana-glauca/fichas/ficha.htm>

**Ulmaceae**

*Celtis pallida* Torr.



<https://www.naturalista.mx/taxa/160266-Celtis-pallida>

## **Verbenaceae**

*Lantana camara* L.



<http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/verbenaceae/lantana-camara/fichas/ficha.htm>

*Verbena gracilis* Desf.



<http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/verbenaceae/verbena-gracilis/fichas/ficha.htm>

**Zygophyllaceae**

*Kallstroemia rosei* Rydb.



<http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/zygophyllaceae/kallstroemia-rosei/fichas/ficha.htm>

MONOCOTYLEDONEAE

**Poaceae**

*Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr.



<https://swbiodiversity.org/seinet/taxa/index.php?taxon=635&clid=4266>

*Bouteloua gracilis* (H. B. K.) Lag. Ex Steud.



<http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/poaceae/bouteloua-gracilis/fichas/ficha.htm>

*Cenchrus echinatus* L.



<http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/poaceae/cenchrus-echinatus/fichas/pagina1.htm>

*Chloris gayana* Kunth.



<http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/poaceae/chloris-gayana/fichas/ficha.htm>

*Cynodon dactylon* L. (Pers.).



<http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/poaceae/cynodon-dactylon/fichas/ficha.htm>

*Digitaria ternata* (Hochst. Ex A. Rich.) Stapf.



<http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/poaceae/digitaria-ternata/fichas/ficha.htm>

*Eleusine indica* (L.) Gaertn.



<http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/poaceae/eleusine-indica/fichas/ficha.htm>

*Eragrostis* spp.



<https://www.naturalista.mx/taxa/76854-Eragrostis-mexicana>

*Pennisetum clandestinum* Hochst. ex. Chiov.



<http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/poaceae/pennisetum-clandestinum/fichas/ficha.htm>

*Pennisetum crinitum* (H. B. K.) Spreng.



<http://bdi.conabio.gob.mx/fotoweb/archives/5023-Plantas/Plantas/2728%20Pennisetum%20crinitum.jpg.info>

*Pennisetum setaceum* (Forssk.) Chiov.



<https://herbanwmex.net/portal/taxa/index.php?taxon=3190&clid=31>

*Melinis repens* (Willd.) Zizka.



<http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/poaceae/rhynchelytrum-repens/fichas/ficha.htm>

*Setaria adhaerens* (Forssk.) Chiov.





<https://www.naturalista.mx/taxa/79066-Setaria-adhaerens>

*Sorghum halepense* (L.) Pers.



<https://herbanwmex.net/portal/imagelib/imgdetails.php?imgid=504399>

## APÉNDICE III

Tabla de familias y especies identificadas en el paisaje agrícola de El Copal, asociadas a su Hábito, forma de vida, ruta fotosintética, estrategias de nutrición destacable, rasgos funcionales asociados, hábitat y distribución, usos y estatus en México.

Familia	Especie	Hábito.	Forma de vida.	Ruta fotosintética.	Estrategia de nutrición.	Rasgo funcional.	Hábitat y distribución.	Uso.	Estatus en México.
Acanthaceae	<i>Dicliptera peduncularis</i> Ness	Arbustivo	Terófito	C4	Sin estrategia aparente	Ruderal	Matorrales, pastizal, bosque de encino y galería, ruderal	Ninguno	Nativa
	<i>Ruellia lactea</i> Cav.	Arbustivo a decumbente	Fanerofita	C3	Sin estrategia aparente	Riparia	América central y del sur	Polinización	Nativa
Amaranthaceae	<i>Amaranthus hybridus</i> L.	Arbustivo	Terófito	C4	Sin estrategia aparente	Arvense y ruderal	Regiones templadas y tropicales del hemisferio occidental	Alimenticio y forraje	Nativa
	<i>Gomphrena pilosa</i> (M. Martens & Galeotti) Moq.	Arbustivo	Terófito	C3	Sin estrategia aparente	Ruderal y arvense	Norte de América	Medicinal	Nativa
Anacardiaceae	<i>Schinus molle</i> L.	Arbóreo	Fanerofita	C3	Sin estrategia aparente	Forestal	Zonas tropicales y subtropicales de América	Melífera, medicinal, ornamental, materiales	Nativa
Arecaceae	<i>Washingtonia robusta</i> H. Wendl	Palma	Fanerofita	C3	Sin estrategia aparente	Polinización	Nativa del noreste de México	Ornamental	Nativa
Asteraceae	<i>Adenophyllum porophyllum</i> Cav.	Arbustivo	Terófito	C4	Sin estrategia aparente	Arvense y ruderal	Desde cetro hasta Norteamérica	Ninguno	Nativa
	<i>Bidens odorata</i> Cav.	Arbustivo	Terófito	C4	Sin estrategia aparente	Arvense y ruderal	Bosque de pino-encino, bosque mesófilo, selva baja caducifolia y pastizales	Medicinal, comestible, forraje, melífera, biomasa	Nativa

	<i>Bidens pilosa</i> L.	Arbustivo	Terófito	C4	Sin estrategia aparente	Arvense y ruderal	Bosque de pino-encino, bosque mesófilo, selva baja caducifolia y pastizales		Nativa
	<i>Heliopsis annua</i> Hemsl	Arbustivo	Terófito	C3	Sin estrategia aparente	Ruderal	Pastizales		Nativa
	<i>Heterotheca inuloides</i> Cass.	Arbustivo erecto	Fanerofita	C3	Sin estrategia aparente	Ruderal y arvense	Bosque de pino-encino, pastizales, bosque tropical caducifolio	Medicinal	Nativa
	<i>Melampodium sericeum</i> Lag.	Arbustivo	Terófito	C3	Sin estrategia aparente	Arvense	Bosque tropical decíduo, matorral xerófilo. Ocasionalmente bosque de pino-encino		Nativa
	<i>Parthenium hysterophorus</i> L.	Arbustivo	Terófito	C4	Sin estrategia aparente	Arvense y ruderal	Bosque tropical decíduo o subdecíduo	Medicinal	Nativa
	<i>Tagetes lunulata</i> Ort.	Arbustivo	Terófito	C4	Sin estrategia aparente	Arvense y ruderal	Pastizales, matorrales, bosques de <i>Quercus</i> y de <i>Juniperus</i>	Medicinal y ornamental	Nativa
	<i>Taraxacum officinale</i> F. H. Wigg.	Arbustivo	Camefito	C4	Sin estrategia aparente	Arvense y ruderal	Bosque de pino-encino, pastizal y regiones templadas del mundo	Comestible, medicinal, forrajera	Exótica
	<i>Tithonia tubaeformis</i> (Jacq.) Cass.	Erecto frondoso	Terófito	C4	Sin estrategia aparente	Arvense y ruderal	Bosque de pino-encino, selva baja caducifolia	Forraje, medicinal, ceremonial	Nativa
	<i>Tridax trilobata</i> (Cav.) Hemsl.	Arbustivo	Terófito	C4	Sin estrategia aparente	Arvense y ruderal	América del norte	Ornamental	Nativa
	<i>Zinnia bicolor</i> (D.C.) Hemsl.	Herbácea	Camefito	C3	Sin estrategia aparente	Polinización	América del norte, originaria de México	Ornamental	Nativa
	<i>Zinnia peruviana</i> (L.) L.	Herbácea	Camefito	C3	Sin estrategia aparente	Polinización	América del sur	Ornamental	Nativa
Bignoniaceae	<i>Jacaranda mimosifolia</i> D. Don	Árboreo	Fanerofita	C3	Sin estrategia aparente	Forestal	Sur de América (amazonas)	Ornamental, medicinal	Exótica

Brassicaceae	<i>Brassica rapa</i> L.	Arbustivo	Terófito	C3	Sin estrategia aparente	Arvense y ruderal	Zonas templadas de México, bosque de pino-encino y bosque mesófilo	Comestible	Exótica
Cactaceae	<i>Cylindropuntia imbricata</i> (Haw.) F. M. Kunth.	Suculenta larga	Fanerofita	CAM	Sin estrategia aparente	Forestal	Matorrales xerófilos	Ninguno	Nativa
	<i>Opuntia streptacantha</i> Lem.	Suculenta en cladodios	Fanerofita	CAM	Sin estrategia aparente	Forestal	Hemisferio occidental	Alimenticio y forraje	Nativa
Cannabaceae	<i>Celtis pallida</i> Torr.	Arbóreo	Fanerofita	C3	Sin estrategia aparente	Forestal	Matorrales xerófilos	Comestible	Nativa
Caryophyllaceae	<i>Cerastium nutans</i> Raf.	Arbustivo, débilmente erecta a decumbente	Terófito	C3	Sin estrategia aparente	Ruderal	Bosques de <i>Abies</i> , <i>Cupressus Pinnus</i> y <i>Quercus</i>	Ornamental	Nativa
	<i>Stellaria media</i> (L.) Cyrillo	Arbustivo	Terófito	C4	Sin estrategia aparente	Ruderal y arvense	Regiones templadas del mundo	Comestible	Exótica
Casuarinaceae	<i>Casuarina equisetifolia</i> L.	Arbóreo	Fanerófito	C3	Fijadora de Nitrógeno	Forestal	Regiones tropicales y subtropicales del mundo	Barreras cortaviento	Exótica
Commelinaceae	<i>Tinantia erecta</i> (Jacq.) Schldtl.	Arbustivo	Terófito	C3	Sin estrategia aparente	Arvense y ruderal	Vegetación secundaria, cultivos principalmente maíz	Melífera	Nativa
Convolvulaceae	<i>Convolvulus arvensis</i> L.	Restrero y trepador	Camefito	C3	Sin estrategia aparente	Arvense muy seria, ruderal, vector de fitopatógenos	Regiones templadas del mundo	Ninguno	Exótica
	<i>Convolvulus crenatifolius</i> Ruiz & Pav.	Rastrero y trepador	Camefito	C3	Sin estrategia aparente	Arvense muy seria, ruderal, vector de fitopatógenos	Regiones templadas del mundo	Ninguno	Exótica
	<i>Ipomoea indica</i> (Burm.) Merr.	Trepadora	Terófito	C3	Sin estrategia aparente	Ruderal	Norte de América	Ninguno	Norte América, invasora en otras regiones

	<i>Ipomoea murucoides</i> Roem & Schult.	Árboreo	Fanerófita	C3	Sin estrategia aparente	Forestal	Selva baja caducifolia, bosque de pino-encino	Medicinal, materiales	Nativa
Cucurbitaceae	<i>Sicyos deppei</i> G. Donn.	Arbustivo	Terófita	CAM	Sin estrategia aparente	Arvense y ruderal	Matorrales secundarios, terrenos cultivados	Ninguno	Endémica
Euphorbiaceae	<i>Acalypha ostryifolia</i> Ridd.	Arbustivo	Terófita	C4	Sin estrategia aparente	Arvense y ruderal	Desde cetro hasta Norteamérica	Ninguno	Nativa
	<i>Euphorbia graminea</i> Jacq.	Arbustivo	Terófita	C4	Sin estrategia aparente	Ruderal y arvense	Norte de América	Forraje	Nativa
	<i>Euphorbia heterophylla</i> L.	Arbustivo	Terófita	C4	Sin estrategia aparente	Ruderal y arvense	Norte de América	Forraje	Nativa
	<i>Euphorbia prostrata</i> Aiton	Arbustivo	Terófita	C4	Sin estrategia aparente	Ruderal y arvense	Norte de América	Forraje	Nativa
	<i>Ricinus communis</i> L.	Arbustivo	Terófita	C4	Sin estrategia aparente	Ruderal	Trópicos	Medicinal, biomasa	Exótica
Fabaceae	<i>Crotalaria pumila</i> Oretega	Arbustivo	Camefita	C3	Fijadora de Nitrógeno	Arvense y ruderal	Pastizal, bosque de pino-encino y bosque tropical perennifolio	Comestible	Nativa
	<i>Mimosa monancistra</i> (A. Gray) Small	Arbustivo	Fanerofita	C3	Fijadora de Nitrógeno	Ruderal	Vegetación secundaria de bosque tropical caducifolio	Setos, recuperación y retención de suelo,	Nativa
	<i>Prosopis laevigata</i> (Humb. & Bonpl. Ex Willd) M C. Johnston.	Árboreo	Fanerofita	C3	Fijadora de Nitrógeno	Forestal	Hemisferio occidental	Melífera, ornamental, forraje, maderable, biomasa, retención de suelo	Nativa
	<i>Trifolium mexicanum</i> Hemsl.	Arbustivo	Hemicriptófita	C3	Fijadora de Nitrógeno	Arvense y ruderal	Ruderal y cultivos forrajeros	Forraje	Nativa
	<i>Vachellia farnesiana</i> (L.) Willd	Árboreo	Fanerofita	C3	Fijadora de Nitrógeno	Arvense y forestal	Zonas áridas, selva tropical caducifolia, matorrales	Ornamental	Nativa

	<i>Vachellia pennatula</i> (Schltdl. & Cham.) Seigler & Ebinger	Arbóreo	Fanerofita	C3	Fijadora de Nitrógeno	Arvense y forestal	Zonas áridas, selva tropical caducifolia, matorrales	Ornamental	Nativa
	<i>Vachellia schaffneri</i> (S. Watson) F. J. Herm	Arbóreo	Fanerofita	C3	Fijadora de Nitrógeno	Arvense y forestal	Zonas áridas, selva tropical caducifolia, matorrales	Ornamental	Nativa
	<i>Vicia pulchella</i> H. B. K.	Arbustivo	Terófito	C3	Fijadora de Nitrógeno	Arvense y ruderal	Regiones templadas del mundo	Forraje	Exótica
Lamiaceae	<i>Condea albida</i> (Kunth) Harley & J.F.B. Pastore	Arbustivo	Fanerofita	CAM	Sin estrategia aparente	Arvense	Hemisferio occidental	Melífera, medicinal	Nativa
Loasaceae	<i>Mentzelia aspera</i> L.	Arbustivo	Camefita	C3	Sin estrategia aparente	Ruderal	Matorral xerófilo, pastizal, bosque de pino o encino y selva baja caducifolia	Medicinal	Nativa
	<i>Mentzelia hispida</i> Willd	Arbustivo	Camefita	C3	Sin estrategia aparente	Ruderal	Matorral xerófilo, pastizal, bosque de pino o encino y selva baja caducifolia	Medicinal	Nativa
Malvaceae	<i>Malva parviflora</i> L.	Arbustivo	Terófito	C3	Sin estrategia aparente	Arvense y ruderal	Bosque de pino-encino, bosque tropical caducifolia, matorral subtropical	Medicinal	Exótica
	<i>Sida abutilifolia</i> Mill.	Arbustiva erecta a veces decumbente	Terófito	C3	Sin estrategia aparente	Regiones tropicales y subtropicales, selvas, bosques ribereños, también es ruderal	América	Medicinal	Nativa

Myrtaceae	<i>Eucalyptus spp.</i> L'Hér.	Arbóreo	Fanerofita	C3	Ectomicorriza	Forestal	Origen de Oceanía, introducida a regiones templadas del mundo	Barreras cortaviento, medicinal, ornamental, materiales	Exótica
Papaveraceae	<i>Argemone mexicana</i> L.	Arbustivo	Terófito	C3	Sin estrategia aparente	Arvense y ruderal	Selva baja caducifolia, zonas áridas, común en cultivos, pastizales y orillas de caminos y carreteras	Medicinal	Nativa
Passifloraceae	<i>Passiflora brionioides</i> H. B. K.	Trepadora	Terófito	C3	Sin estrategia aparente	Ruderal	bosque tropical decíduo, matorral xerófito y pastizales	Medicinal	Nativa
Poaceae	<i>Bouteloua curtipendula</i> (Michx.) Torr.	Mata	Terófito	C4	Sin estrategia aparente	Arvense y ruderal	Hemisferio occidental	Forraje, ornamental, retención de suelo	Nativa
	<i>Bouteloua gracilis</i> (H. B. K.) Lag. Ex Steud.	Mata	Terófito	C4	Sin estrategia aparente	Arvense y ruderal	Hemisferio occidental	Forraje, ornamental, retención de suelo	Nativa
	<i>Cenchrus equinatus</i> L.	Arbustivo	Terófito	C4	Sin estrategia aparente	Arvense y ruderal	Selva baja caducifolia, matorral espinoso y matorral subtropical	Forraje, medicinal	Nativa
	<i>Chloris gayana</i> Kunth.	Arbustivo	Hemicriptófito	C4	Sin estrategia aparente	Arvense y ruderal	Regiones tropicales de América	Forraje	Exótica
	<i>Cynodon dactylon</i> L. (Pers.).	Arbustivo	Hemicriptófito	C4	Sin estrategia aparente	Arvense y ruderal	Ampliamente distribuida	Forraje	Exótica
	<i>Digitaria ternata</i> (Hochst. Ex A. Rich.) Stapf.	Herbácea	Terófito	C4	Sin estrategia aparente	Ruderal	Oeste de México	Forraje	Exótica

	<i>Eleusine indica</i> (L.) Gaertn.	Mata	Terófito	C4	Sin estrategia aparente	Arvense y ruderal	Regiones tropicales del mundo	Ninguno	Exótica
	<i>Eragrotis mexicana</i> (Hornem.) Link	Mata	Terófito	C4	Sin estrategia aparente	Arvense y ruderal	Pastizal, sitios perturbados	Ninguno	Nativa
	<i>Pennisetum clandestinum</i> Hochst. ex. Chiov.	Mata	Hemicriptófito	C4	Sin estrategia aparente	Arvense y ruderal	Selva baja caducifolia, pastizales, zonas áridas	Forraje	Exótica
	<i>Pennisetum crinitum</i> (H. B. K.) Spreng.	Mata	Hemicriptófito	C4	Sin estrategia aparente	Arvense y ruderal	Selva baja caducifolia, pastizales, zonas áridas	Forraje	Exótica
	<i>Pennisetum setaceum</i> (Forssk.) Chiov.	Mata	Hemicriptófito	C4	Sin estrategia aparente	Arvense y ruderal	Selva baja caducifolia, pastizales, zonas áridas	Forraje	Exótica
	<i>Rhynchelytrum repens</i> (Willd.) Zizka.	Mata	Terófito	C3	Sin estrategia aparente	Arvense y ruderal	Ruderal y en cultivos	Forraje, antinemátodo y ornamental	Exótica (naturalizada)
	<i>Setaria adhaerens</i> (Forssk.) Chiov.	Mata	Terófito	C4	Sin estrategia aparente	Arvense y ruderal	Regiones tropicales y subtropicales	Forraje	Exótica
	<i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers.	Arbustivo	Hemicriptófito	C4	Sin estrategia aparente	Arvense	Regiones tropicales y subtropicales del mundo	Forraje excepto en sequías	Exótica
	<i>Zea mays</i>	Arbustivo	Terófito	C4	Sin estrategia aparente	Cultivo	Cultivable	Comestible, biomasa	Nativa
Polemoniaceae	<i>Loeselia mexicana</i> (Lam.) Brand	Arbustivo erecto	Terófito	C3	Sin estrategia aparente	Ruderal y arvense	Matorrales y zacatales, bosques tropicales caducifolios y de Juniperus	Medicinal, saponificable	Nativa
Polygonaceae	<i>Rumex crispus</i> L.	Arbustivo	Camefito	C4	Sin estrategia aparente	Arvense y ruderal	Regiones templadas y tropicales del mundo	Medicinal, comestible, forraje, uso veterinario	Exótica
Portulacaceae	<i>Portulaca oleracea</i> L.	Arbustivo	Terófito	CAM	Sin estrategia aparente	Arvense y ruderal	Regiones templadas y tropicales del mundo	Comestible	Nativa



Primulaceae	<i>Anagallis arvensis</i> L.	Arbustivo	Camefita	C3	Sin estrategia aparente	Arvense y ruderal	Selva baja caducifolia, cultivos y muchos lugares del mundo	Forraje, ornamental, medicinal	Exótica
Solanaceae	<i>Jaltomata procumbens</i> (Cav.) J. L. Gentry.	Arbustivo	Terófito	C3	Sin estrategia aparente	Arvense y ruderal	Bosque de pino-encino, selva baja caducifolia, matorral xerófilo	Comestible	Nativa
	<i>Nicotiana glauca</i> Graham	Arbusto	Fanerofita	C3	Sin estrategia aparente	Halófila, ruderal, xerófito y muy riparia	América del sur, climas subtropicales y templados	Medicinal, ceremonial	Invasora
	<i>Physalis cinerascens</i> (Dunal) Hitchc.	Herbácea	Fanerofita	C3	Sin estrategia aparente		bosque tropical, subtropical y matorrales	Comestible	Nativa
Verbenaceae	<i>Lantana camara</i> L.	Arbustivo	Fanerofita	C4	Sin estrategia aparente	Ruderal y arvense	Regiones semi-áridas y tropicales de México	Melífera, ornamental	Nativa
	<i>Verbena gracilis</i> Desf.	Arbustivo	Hemicriptófito	C4	Sin estrategia aparente	Ruderal	Pastizal y matorral xerófilo	Melífera	Nativa
Zygophyllaceae	<i>Kallstroemia rosei</i> Rydb.	Decumbente	Fanerofita	C3	Sin estrategia aparente	Ruderal	Matorral xerófilo, pastizal, bosque de pino o encino y selva baja caducifolia	Ninguno	Nativa

## APÉNDICE IV

Fichas técnicas de plantas herborizadas y depositadas en el herbario de la División de Ciencias de la vida, Departamento de Agronomía.

<p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO. DIVISIÓN DE CIENCIAS DE LA VIDA, DEPARTAMENTO DE AGRONOMÍA. EX-HACIENDA EL COPAL, IRAPUATO, GTO.</p> <p style="text-align: center;"><i>Euphorbia graminea</i> Jacq.</p> <p><b>Familia:</b> Euphorbiaceae. <b>Nombre común:</b> Lechilla. <b>Localidad:</b> Sitio con elementos de matorral espinoso principalmente <i>Mimosa monancistra</i>, entre las postas de la universidad de Guanajuato y el centro paralímpico nacional. El Copal, Irapuato, Gto. <b>Observaciones:</b> Planta ruderal, rastrera, ascendente, erecta, fruto dehiscente en cápsulas trilobadas.</p> <p style="text-align: center;"><b>Fecha:</b> 03-IX-2021. <b>Colector:</b> Ramos Patlán Francisco Daniel <i>et al.</i> <b>Determinó:</b> Ramos Patlán F.D. <i>et al.</i></p> <p><b>Proyecto:</b> Diversidad taxonómica y funcional de insectos plantas en un paisaje agrícola de El Copal Irapuato, Gto. <b># 001.</b></p>	<p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO. DIVISIÓN DE CIENCIAS DE LA VIDA, DEPARTAMENTO DE AGRONOMÍA. EX-HACIENDA EL COPAL, IRAPUATO, GTO.</p> <p style="text-align: center;"><i>Euphorbia graminea</i> Jacq.</p> <p><b>Familia:</b> Euphorbiaceae. <b>Nombre común:</b> Lechilla. <b>Localidad:</b> Terreno de cultivo (maíz) al lado de la carretera de cuota León-Salamanca Km 136 Rumbo a salamanca después del paso inferior vehicular de El Copal hacia las postas. <b>Observaciones:</b> Planta ruderal, rastrera, ascendente, erecta, fruto dehiscente en cápsulas trilobadas.</p> <p style="text-align: center;"><b>Fecha:</b> 27-VIII-2019. <b>Colector:</b> Ramos Patlán Francisco Daniel <i>et al.</i> <b>Determinó:</b> Ramos Patlán F.D. <i>et al.</i></p> <p><b>Proyecto:</b> Diversidad taxonómica y funcional de insectos plantas en un paisaje agrícola de El Copal Irapuato, Gto. <b># 002.</b></p>
<p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO. DIVISIÓN DE CIENCIAS DE LA VIDA, DEPARTAMENTO DE AGRONOMÍA. EX-HACIENDA EL COPAL, IRAPUATO, GTO.</p> <p style="text-align: center;"><i>Vicia pulchella spp. mexicana</i> (Hemsl.) C. R. Gunn.</p> <p><b>Familia:</b> Fabaceae. <b>Nombre común:</b> Arveja de trébol dulce. <b>Localidad:</b> En un cultivo de maíz al lado de bordos de contención de agua de las postas de la universidad de Guanajuato entre un seto de zacate Johnson y un seto de <i>Tithonia tubaeformis</i>. <b>Observaciones:</b> Planta herbácea, flores violetas dispuestas en racimos largos, con pétalos desiguales el más largo de color blanco.</p> <p style="text-align: center;"><b>Fecha:</b> 27-V-2019. <b>Colector:</b> Ramos Patlán Francisco Daniel <i>et al.</i> <b>Determinó:</b> Ramos Patlán F.D. <i>et al.</i></p> <p><b>Proyecto:</b> Diversidad taxonómica y funcional de insectos plantas en un paisaje agrícola de El Copal Irapuato, Gto. <b># 003.</b></p>	<p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO. DIVISIÓN DE CIENCIAS DE LA VIDA, DEPARTAMENTO DE AGRONOMÍA. EX-HACIENDA EL COPAL, IRAPUATO, GTO.</p> <p style="text-align: center;"><i>Sida abutifolia</i> Mill.</p> <p><b>Familia:</b> Malvaceae. <b>Nombre común:</b> Arrastradilla, yerba de la viejita, hierba del buen día, huinare. <b>Localidad:</b> Sitio con elementos de matorral espinoso, entre las postas de la universidad de Guanajuato y el centro paralímpico nacional. El Copal, Irapuato, Gto. <b>Observaciones:</b> planta ruderal, pequeña, recostada en el suelo, flores solitarias en las axilas de las hojas con 5 pétalos color rosado.</p> <p style="text-align: center;"><b>Fecha:</b> 03-IX-2021. <b>Colector:</b> Ramos Patlán Francisco Daniel <i>et al.</i> <b>Determinó:</b> Ramos Patlán F.D. <i>et al.</i></p> <p><b>Proyecto:</b> Diversidad taxonómica y funcional de insectos plantas en un paisaje agrícola de El Copal Irapuato, Gto. <b># 004.</b></p>

<p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO. DIVISIÓN DE CIENCIAS DE LA VIDA, DEPARTAMENTO DE AGRONOMÍA.</p> <p style="text-align: center;">EX-HACIENDA EL COPAL, IRAPUATO, GTO.</p> <p style="text-align: center;"><i>Gomphrena pilosa</i> (M. Martens &amp; Galeotti) Moq.</p> <p><b>Familia:</b> Amaranthaceae. <b>Nombre común:</b> Siempre viva silvestre, amor seco. <b>Localidad:</b> Sitio con elementos de matorral espinoso principalmente <i>Mimosa monancistra</i>, entre las postas de la universidad de Guanajuato y el centro paralímpico nacional. El Copal, Irapuato, Gto. <b>Observaciones:</b> Flor bisexual en el ápice del tallo, tallo erecto y con tricomas.</p> <p style="text-align: center;"><b>Fecha:</b> 03-IX-2021. <b>Colector:</b> Ramos Patlán Francisco Daniel <i>et al.</i> <b>Determinó:</b> Ramos Patlán F.D. <i>et al.</i></p> <p><b>Proyecto:</b> Diversidad taxonómica y funcional de insectos plantas en un paisaje agrícola de El Copal Irapuato, Gto. <b># 005.</b></p>	<p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO. DIVISIÓN DE CIENCIAS DE LA VIDA, DEPARTAMENTO DE AGRONOMÍA.</p> <p style="text-align: center;">EX-HACIENDA EL COPAL, IRAPUATO, GTO.</p> <p style="text-align: center;"><i>Zinnia bicolor</i> (D.C.) Hemsl.</p> <p><b>Familia:</b> Asteraceae. <b>Nombre común:</b> Juanita. <b>Localidad:</b> Sitio con elementos de matorral espinoso principalmente <i>Mimosa monancistra</i>, entre las postas de la universidad de Guanajuato y el centro paralímpico nacional. El Copal, Irapuato, Gto. <b>Observaciones:</b> Planta herbácea ramificada en la base, flor amarilla,</p> <p style="text-align: center;"><b>Fecha:</b> 03-IX-2021. <b>Colector:</b> Ramos Patlán Francisco Daniel <i>et al.</i> <b>Determinó:</b> Ramos Patlán F.D. <i>et al.</i></p> <p><b>Proyecto:</b> Diversidad taxonómica y funcional de insectos plantas en un paisaje agrícola de El Copal Irapuato, Gto. <b># 006.</b></p>
<p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO. DIVISIÓN DE CIENCIAS DE LA VIDA, DEPARTAMENTO DE AGRONOMÍA.</p> <p style="text-align: center;">EX-HACIENDA EL COPAL, IRAPUATO, GTO.</p> <p style="text-align: center;"><i>Zinnia peruviana</i> (L.) L.</p> <p><b>Familia:</b> Asteraceae. <b>Nombre común:</b> Gallito de monte. <b>Localidad:</b> Sitio con elementos de matorral espinoso principalmente <i>Mimosa monancistra</i>, entre las postas de la universidad de Guanajuato y el centro paralímpico nacional. El Copal, Irapuato, Gto. <b>Observaciones:</b> pedúnculo largo de hasta 7 cm pubescentes, flor ligulada 6 a 15 lámina flabeliforme, rojo oscuro.</p> <p style="text-align: center;"><b>Fecha:</b> 03-IX-2021. <b>Colector:</b> Ramos Patlán Francisco Daniel <i>et al.</i> <b>Determinó:</b> Ramos Patlán F.D. <i>et al.</i></p> <p><b>Proyecto:</b> Diversidad taxonómica y funcional de insectos plantas en un paisaje agrícola de El Copal Irapuato, Gto. <b># 007.</b></p>	<p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO. DIVISIÓN DE CIENCIAS DE LA VIDA, DEPARTAMENTO DE AGRONOMÍA.</p> <p style="text-align: center;">EX-HACIENDA EL COPAL, IRAPUATO, GTO.</p> <p style="text-align: center;"><i>Kallstroemia rosei</i> Rydb.</p> <p><b>Familia:</b> Zygophyllaceae. <b>Nombre común:</b> Verdolaga de campo <b>Localidad:</b> Sitio con elementos de matorral espinoso principalmente <i>Mimosa monancistra</i>, entre las postas de la universidad de Guanajuato y el centro paralímpico nacional en El Copal, Irapuato, Gto. <b>Observaciones:</b> Panta ruderal, flor solitaria, pétalos blancos, rastrera.</p> <p style="text-align: center;"><b>Fecha:</b> 03-IX-2021. <b>Colector:</b> Ramos Patlán Francisco Daniel <i>et al.</i> <b>Determinó:</b> Ramos Patlán F.D. <i>et al.</i></p> <p><b>Proyecto:</b> Diversidad taxonómica y funcional de insectos plantas en un paisaje agrícola de El Copal Irapuato, Gto. <b># 008.</b></p>

<p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO.</p> <p style="text-align: center;"><b>DIVISIÓN DE CIENCIAS DE LA VIDA, DEPARTAMENTO DE AGRONOMÍA.</b></p> <p style="text-align: center;">EX-HACIENDA EL COPAL, IRAPUATO, GTO.</p> <p style="text-align: center;"><i>Melampodium sericeum</i> Lag.</p> <p><b>Familia:</b> Asteraceae.  <b>Nombre común:</b> Adán chino.  <b>Localidad:</b> Sitio con elementos de matorral espinoso principalmente <i>Mimosa monancistra</i>, entre las postas de la universidad de Guanajuato y el centro paralímpico nacional. El Copal, Irapuato, Gto.  <b>Observaciones:</b> Planta arvense, brácteas amarillas liguladas.  <b>Fecha:</b> 03-IX-2021. <b>Colector:</b> Ramos Patlán Francisco Daniel <i>et al.</i>  <b>Determinó:</b> Ramos Patlán F.D. <i>et al.</i>  <b>Proyecto:</b> Diversidad taxonómica y funcional de insectos plantas en un paisaje agrícola de El Copal Irapuato, Gto.  <b># 009.</b></p>	<p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO.</p> <p style="text-align: center;"><b>DIVISIÓN DE CIENCIAS DE LA VIDA, DEPARTAMENTO DE AGRONOMÍA.</b></p> <p style="text-align: center;">EX-HACIENDA EL COPAL, IRAPUATO, GTO.</p> <p style="text-align: center;"><i>Euphorbia heterophylla</i> L.</p> <p><b>Familia:</b> Euphorbiaceae.  <b>Nombre común:</b> Lecherillo.  <b>Localidad:</b> Sitio con elementos de matorral espinoso principalmente <i>Mimosa monancistra</i>, entre las postas de la universidad de Guanajuato y el centro paralímpico nacional. El Copal, Irapuato, Gto.  <b>Observaciones:</b> Herbácea erecta, tallo acanalado.  <b>Fecha:</b> 03-IX-2021. <b>Colector:</b> Ramos Patlán Francisco Daniel <i>et al.</i>  <b>Determinó:</b> Ramos Patlán F.D. <i>et al.</i>  <b>Proyecto:</b> Diversidad taxonómica y funcional de insectos plantas en un paisaje agrícola de El Copal Irapuato, Gto.  <b># 010.</b></p>
<p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO.</p> <p style="text-align: center;"><b>DIVISIÓN DE CIENCIAS DE LA VIDA, DEPARTAMENTO DE AGRONOMÍA.</b></p> <p style="text-align: center;">EX-HACIENDA EL COPAL, IRAPUATO, GTO.</p> <p style="text-align: center;"><i>Heteroteca inuloides</i> Cass.</p> <p><b>Familia:</b> Asteraceae.  <b>Nombre común:</b> Árnica.  <b>Localidad:</b> Sitio de vegetación riparia o ribereña por ser un cauce de desfogue pluvial y barrera de viento del campo agrícola del Departamento de Agronomía de la división de ciencias de la vida (El Copal, Irapuato, Gto.)  <b>Observaciones:</b> Planta medicinal, herbácea erecta no muy ramificado. Brácteas +/- 80 lineares, pilosa flor amarilla.  <b>Fecha:</b> 08-VI-2021. <b>Colector:</b> Ramos Patlán Francisco Daniel <i>et al.</i>  <b>Determinó:</b> Ramos Patlán F.D. <i>et al.</i>  <b>Proyecto:</b> Diversidad taxonómica y funcional de insectos plantas en un paisaje agrícola de El Copal Irapuato, Gto.  <b># 011.</b></p>	<p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO.</p> <p style="text-align: center;"><b>DIVISIÓN DE CIENCIAS DE LA VIDA, DEPARTAMENTO DE AGRONOMÍA.</b></p> <p style="text-align: center;">EX-HACIENDA EL COPAL, IRAPUATO, GTO.</p> <p style="text-align: center;"><i>Ruellia spp.</i></p> <p><b>Familia:</b> Acanthaceae.  <b>Nombre común:</b> Té negro.  <b>Localidad:</b> Sitio de vegetación riparia o ribereña por ser un cauce de desfogue pluvial y barrera de viento del campo agrícola del Departamento de Agronomía de la división de ciencias de la vida (El Copal, Irapuato, Gto.)  <b>Observaciones:</b> Flor morada, planta pequeña.  <b>Fecha:</b> 08-VI-2021. <b>Colector:</b> Ramos Patlán Francisco Daniel <i>et al.</i>  <b>Determinó:</b> Ramos Patlán F.D. <i>et al.</i>  <b>Proyecto:</b> Diversidad taxonómica y funcional de insectos plantas en un paisaje agrícola de El Copal Irapuato, Gto.  <b># 012.</b></p>

<p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO.</p> <p style="text-align: center;"><b>DIVISIÓN DE CIENCIAS DE LA VIDA, DEPARTAMENTO DE AGRONOMÍA.</b></p> <p style="text-align: center;">EX-HACIENDA EL COPAL, IRAPUATO, GTO.</p> <p style="text-align: center;"><u><i>Heliopsis annua</i></u> Hemsl.</p> <p><b>Familia:</b> Asteraceae.  <b>Nombre común:</b> Hierbita amarilla, hierbita cabezona.  <b>Localidad:</b> Ladera de vegetación semiconservada con elementos de bosque espinoso principalmente cazahuates a la altura del km 135 carr. León-Salamanca.  <b>Observaciones:</b> herbácea, ruderal, brácteas amarillas, hojas pubescentes.</p> <p style="text-align: center;"><b>Fecha:</b> 03-IX-2019. <b>Colector:</b> Ramos Patlán Francisco Daniel <i>et al.</i>  <b>Determinó:</b> Ramos Patlán F.D. <i>et al.</i></p> <p><b>Proyecto:</b> Diversidad taxonómica y funcional de insectos plantas en un paisaje agrícola de El Copal Irapuato, Gto.  <b># 013.</b></p>	<p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO.</p> <p style="text-align: center;"><b>DIVISIÓN DE CIENCIAS DE LA VIDA, DEPARTAMENTO DE AGRONOMÍA.</b></p> <p style="text-align: center;">EX-HACIENDA EL COPAL, IRAPUATO, GTO.</p> <p style="text-align: center;"><u><i>Passiflora brionioides</i></u> H. B K.</p> <p><b>Familia:</b> Passifloraceae.  <b>Nombre común:</b> Pasiflora.  <b>Localidad:</b> Sitio de vegetación riparia o ribereña por ser un cauce de desfogue pluvial y barrera de viento del campo agrícola del Departamento de Agronomía de la división de ciencias de la vida (El Copal, Irapuato, Gto.)  <b>Observaciones:</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Fecha:</b> 19-IX-2019. <b>Colector:</b> Ramos Patlán Francisco Daniel <i>et al.</i>  <b>Determinó:</b> Ramos Patlán F.D. <i>et al.</i></p> <p><b>Proyecto:</b> Diversidad taxonómica y funcional de insectos plantas en un paisaje agrícola de El Copal Irapuato, Gto.  <b># 014.</b></p>
<p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO.</p> <p style="text-align: center;"><b>DIVISIÓN DE CIENCIAS DE LA VIDA, DEPARTAMENTO DE AGRONOMÍA.</b></p> <p style="text-align: center;">EX-HACIENDA EL COPAL, IRAPUATO, GTO.</p> <p style="text-align: center;"><u><i>Mentzelia asperara</i></u> L.</p> <p><b>Familia:</b> Loasaceae.  <b>Nombre común:</b> Pegarropa.  <b>Localidad:</b> Sitio de vegetación riparia o ribereña por ser un cauce de desfogue pluvial y barrera de viento del campo agrícola del Departamento de Agronomía de la división de ciencias de la vida (El Copal, Irapuato, Gto.)  <b>Observaciones:</b> hierba anual erecta muy ramificada, flor anaranjada.</p> <p style="text-align: center;"><b>Fecha:</b> 19-IX-2019. <b>Colector:</b> Ramos Patlán Francisco Daniel <i>et al.</i>  <b>Determinó:</b> Ramos Patlán F.D. <i>et al.</i></p> <p><b>Proyecto:</b> Diversidad taxonómica y funcional de insectos plantas en un paisaje agrícola de El Copal Irapuato, Gto.  <b># 015.</b></p>	<p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO.</p> <p style="text-align: center;"><b>DIVISIÓN DE CIENCIAS DE LA VIDA, DEPARTAMENTO DE AGRONOMÍA.</b></p> <p style="text-align: center;">EX-HACIENDA EL COPAL, IRAPUATO, GTO.</p> <p style="text-align: center;"><u><i>Vicia pulchella</i></u> H.B.K.</p> <p><b>Familia:</b> Leguminosae.  <b>Nombre común:</b> Arbeja.  <b>Localidad:</b> Sitio de vegetación riparia o ribereña por ser un cauce de desfogue pluvial y barrera de viento del campo agrícola del Departamento de Agronomía de la división de ciencias de la vida (El Copal, Irapuato, Gto.)  <b>Observaciones:</b> herbácea, pétalos desiguales.</p> <p style="text-align: center;"><b>Fecha:</b> 19-IX-2019. <b>Colector:</b> Ramos Patlán Francisco Daniel <i>et al.</i>  <b>Determinó:</b> Ramos Patlán F.D. <i>et al.</i></p> <p><b>Proyecto:</b> Diversidad taxonómica y funcional de insectos plantas en un paisaje agrícola de El Copal Irapuato, Gto.  <b># 016.</b></p>

<p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO.</p> <p style="text-align: center;"><b>DIVISIÓN DE CIENCIAS DE LA VIDA, DEPARTAMENTO DE AGRONOMÍA.</b></p> <p style="text-align: center;">EX-HACIENDA EL COPAL, IRAPUATO, GTO.</p> <p style="text-align: center;"><i>Heliopsis annua</i> Hemsl.</p> <p><b>Familia:</b> Asteraceae.</p> <p><b>Nombre común:</b> Hierba cabeza, hierbita amarilla.</p> <p><b>Localidad:</b> Sitio de vegetación riparia o ribereña por ser un cauce de desfogue pluvial y barrera de viento del campo agrícola del Departamento de Agronomía de la división de ciencias de la vida (El Copal, Irapuato, Gto).</p> <p><b>Observaciones:</b> herbácea, ruderal, brácteas amarillas, hojas pubescentes.</p> <p style="text-align: center;"><b>Fecha:</b> 19-IX-2019. <b>Colector:</b> Ramos Patlán Francisco Daniel <i>et al.</i></p> <p style="text-align: center;"><b>Determinó:</b> Ramos Patlán F.D. <i>et al.</i></p> <p><b>Proyecto:</b> Diversidad taxonómica y funcional de insectos plantas en un paisaje agrícola de El Copal Irapuato, Gto.</p> <p><b># 017.</b></p>	<p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO.</p> <p style="text-align: center;"><b>DIVISIÓN DE CIENCIAS DE LA VIDA, DEPARTAMENTO DE AGRONOMÍA.</b></p> <p style="text-align: center;">EX-HACIENDA EL COPAL, IRAPUATO, GTO.</p> <p style="text-align: center;"><i>Cenchrus durus</i> (Beal)</p> <p style="text-align: center;">Synm: <i>Pennisetum crinitum</i> (H. B. K.) Spreng.</p> <p><b>Familia:</b> Poaceae.</p> <p><b>Nombre común:</b> Zacate.</p> <p><b>Localidad:</b> Terreno de cultivo (maíz) al lado de la carretera de cuota León-Salamanca Km 136 Rumbo a salamanca después del paso inferior vehicular de El Copal hacia las postas.</p> <p><b>Observaciones:</b> planta perenne cespitosa, lígulas pestañosas, pedúnculos cilíndricos, panoja espiciforme axilar.</p> <p style="text-align: center;"><b>Fecha:</b> 27-VIII-2019. <b>Colector:</b> Ramos Patlán Francisco Daniel <i>et al.</i></p> <p style="text-align: center;"><b>Determinó:</b> Ramos Patlán F.D. <i>et al.</i></p> <p><b>Proyecto:</b> Diversidad taxonómica y funcional de insectos plantas en un paisaje agrícola de El Copal Irapuato, Gto.</p> <p><b># 018.</b></p>
<p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO.</p> <p style="text-align: center;"><b>DIVISIÓN DE CIENCIAS DE LA VIDA, DEPARTAMENTO DE AGRONOMÍA.</b></p> <p style="text-align: center;">EX-HACIENDA EL COPAL, IRAPUATO, GTO.</p> <p style="text-align: center;"><i>Malva parviflora</i> L.</p> <p><b>Familia:</b> Malvaceae.</p> <p><b>Nombre común:</b> Quesitos.</p> <p><b>Localidad:</b> Terreno de cultivo (maíz) al lado de la carretera de cuota León-Salamanca Km 136 Rumbo a salamanca después del paso inferior vehicular de El Copal hacia las postas.</p> <p><b>Observaciones:</b> flor en forma de cáliz color lila o blanco.</p> <p style="text-align: center;"><b>Fecha:</b> 27-VIII-2019. <b>Colector:</b> Ramos Patlán Francisco Daniel <i>et al.</i></p> <p style="text-align: center;"><b>Determinó:</b> Ramos Patlán F.D. <i>et al.</i></p> <p><b>Proyecto:</b> Diversidad taxonómica y funcional de insectos plantas en un paisaje agrícola de El Copal Irapuato, Gto.</p> <p><b># 019.</b></p>	<p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO.</p> <p style="text-align: center;"><b>DIVISIÓN DE CIENCIAS DE LA VIDA, DEPARTAMENTO DE AGRONOMÍA.</b></p> <p style="text-align: center;">EX-HACIENDA EL COPAL, IRAPUATO, GTO.</p> <p style="text-align: center;"><i>Euphorbia graminea</i> Jacq.</p> <p><b>Familia:</b> Euphorbiaceae.</p> <p><b>Nombre común:</b> Lechilla.</p> <p><b>Localidad:</b> : Terreno de cultivo (maíz) al lado de la carretera de cuota León-Salamanca Km 136 Rumbo a salamanca después del paso inferior vehicular de El Copal hacia las postas.</p> <p><b>Observaciones:</b> Planta ruderal, rastrera, ascendente, erecta, fruto dehiscente en cápsulas trilobadas.</p> <p style="text-align: center;"><b>Fecha:</b> 27-VIII-2019. <b>Colector:</b> Ramos Patlán Francisco Daniel <i>et al.</i></p> <p style="text-align: center;"><b>Determinó:</b> Ramos Patlán F.D. <i>et al.</i></p> <p><b>Proyecto:</b> Diversidad taxonómica y funcional de insectos plantas en un paisaje agrícola de El Copal Irapuato, Gto.</p> <p><b># 020.</b></p>

<p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO.</p> <p style="text-align: center;"><b>DIVISIÓN DE CIENCIAS DE LA VIDA, DEPARTAMENTO DE AGRONOMÍA.</b> EX-HACIENDA EL COPAL, IRAPUATO, GTO.</p> <p style="text-align: center;"><i>Eragrotis mexicana</i> (Hornem.) Link.</p> <p><b>Familia:</b> Poaceae. <b>Nombre común:</b> Zacate casamiento. <b>Localidad:</b> : Terreno de cultivo (maíz) al lado de la carretera de cuota León-Salamanca Km 136 Rumbo a salamanca después del paso inferior vehicular de El Copal hacia las postas. <b>Observaciones:</b> Cariopsis oblonga truncada en ambos extremos con un surco longitudinal ancho en la cara ventral <b>Fecha:</b> 29-VIII-2019. <b>Colector:</b> Ramos Patlán Francisco Daniel <i>et al.</i> <b>Determinó:</b> Ramos Patlán F.D. <i>et al.</i> <b>Proyecto:</b> Diversidad taxonómica y funcional de insectos plantas en un paisaje agrícola de El Copal Irapuato, Gto. <b># 021</b></p>	<p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO.</p> <p style="text-align: center;"><b>DIVISIÓN DE CIENCIAS DE LA VIDA, DEPARTAMENTO DE AGRONOMÍA.</b> EX-HACIENDA EL COPAL, IRAPUATO, GTO.</p> <p style="text-align: center;"><i>Digitaria ternata</i> (Hochst. Ex a. Rich.) Stapf.</p> <p><b>Familia:</b> Poaceae. <b>Nombre común:</b> Pasto cangrejo africano. <b>Localidad:</b> : Terreno de cultivo (maíz) al lado de la carretera de cuota León-Salamanca Km 136 Rumbo a salamanca después del paso inferior vehicular de El Copal hacia las postas. <b>Observaciones:</b> Panícula en la punta del tallo, espiguillas en grupos de tres oblongo elípticas. <b>Fecha:</b> 29-VIII-2019. <b>Colector:</b> Ramos Patlán Francisco Daniel <i>et al.</i> <b>Determinó:</b> Ramos Patlán F.D. <i>et al.</i> <b>Proyecto:</b> Diversidad taxonómica y funcional de insectos plantas en un paisaje agrícola de El Copal Irapuato, Gto. <b># 022.</b></p>
<p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO.</p> <p style="text-align: center;"><b>DIVISIÓN DE CIENCIAS DE LA VIDA, DEPARTAMENTO DE AGRONOMÍA.</b> EX-HACIENDA EL COPAL, IRAPUATO, GTO.</p> <p style="text-align: center;"><i>Cenchrus equinatus</i> L.</p> <p><b>Familia:</b> Poaceae. <b>Nombre común:</b> Zacate cadillo. <b>Localidad:</b> Terreno de cultivo (maíz) al lado de la carretera de cuota León-Salamanca Km 136 Rumbo a salamanca después del paso inferior vehicular de El Copal hacia las postas. <b>Observaciones:</b> Racimo denso espiciforme de 3 a 10 cm de largo. <b>Fecha:</b> 27-VIII-2019. <b>Colector:</b> Ramos Patlán Francisco Daniel <i>et al.</i> <b>Determinó:</b> Ramos Patlán F.D. <i>et al.</i> <b>Proyecto:</b> Diversidad taxonómica y funcional de insectos plantas en un paisaje agrícola de El Copal Irapuato, Gto. <b># 023.</b></p>	<p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO.</p> <p style="text-align: center;"><b>DIVISIÓN DE CIENCIAS DE LA VIDA, DEPARTAMENTO DE AGRONOMÍA.</b> EX-HACIENDA EL COPAL, IRAPUATO, GTO.</p> <p style="text-align: center;"><i>Physalis cinerascens</i> (Dunal) Hitchc.</p> <p><b>Familia:</b> Solanaceae. <b>Nombre común:</b> Tomatillo <b>Localidad:</b> Terreno de cultivo (maíz) al lado de la carretera de cuota León-Salamanca Km 136 Rumbo a salamanca después del paso inferior vehicular de El Copal hacia las postas. <b>Observaciones:</b> herbácea pubescente, fruto acrescente, flor amarilla. <b>Fecha:</b> 27-VIII-2019. <b>Colector:</b> Ramos Patlán Francisco Daniel <i>et al.</i> <b>Determinó:</b> Ramos Patlán F.D. <i>et al.</i> <b>Proyecto:</b> Diversidad taxonómica y funcional de insectos plantas en un paisaje agrícola de El Copal Irapuato, Gto. <b># 024.</b></p>



<p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO. DIVISIÓN DE CIENCIAS DE LA VIDA, DEPARTAMENTO DE AGRONOMÍA. EX-HACIENDA EL COPAL, IRAPUATO, GTO. <i>Eleusine indica</i> (L.) Gaertn.</p> <p><b>Familia:</b> Poaceae. <b>Nombre común:</b> Pata de gallina. <b>Localidad:</b> Terreno de cultivo (maíz) al lado de la carretera de cuota León-Salamanca Km 136 Rumbo a salamanca después del paso inferior vehicular de El Copal hacia las postas. <b>Observaciones:</b> Inflorescencia en forma digitada. <b>Fecha:</b> 27-VIII-2019. <b>Colector:</b> Ramos Patlán Francisco Daniel <i>et al.</i> <b>Determinó:</b> Ramos Patlán F.D. <i>et al.</i> <b>Proyecto:</b> Diversidad taxonómica y funcional de insectos plantas en un paisaje agrícola de El Copal Irapuato, Gto. <b># 025.</b></p>	<p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO. DIVISIÓN DE CIENCIAS DE LA VIDA, DEPARTAMENTO DE AGRONOMÍA. EX-HACIENDA EL COPAL, IRAPUATO, GTO. <i>Acalypha ostryifolia</i> Ridd.</p> <p><b>Familia:</b> Euphorbiaceae. <b>Nombre común:</b> Hoja de cobre. <b>Localidad:</b> Terreno de cultivo (maíz) al lado de la carretera de cuota León-Salamanca Km 136 Rumbo a salamanca después del paso inferior vehicular de El Copal hacia las postas. <b>Observaciones:</b> herbácea, tallo erguido, hojas alternadas. <b>Fecha:</b> 29-VIII-2019. <b>Colector:</b> Ramos Patlán Francisco Daniel <i>et al.</i> <b>Determinó:</b> Ramos Patlán F.D. <i>et al.</i> <b>Proyecto:</b> Diversidad taxonómica y funcional de insectos plantas en un paisaje agrícola de El Copal Irapuato, Gto. <b># 026.</b></p>
<p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO. DIVISIÓN DE CIENCIAS DE LA VIDA, DEPARTAMENTO DE AGRONOMÍA. EX-HACIENDA EL COPAL, IRAPUATO, GTO. <i>Zinnia peruviana</i> (L.) L.</p> <p><b>Familia:</b> Asteraceae. <b>Nombre común:</b> Mal de ojo. <b>Localidad:</b> Terreno de cultivo (maíz) al lado de la carretera de cuota León-Salamanca Km 136 Rumbo a salamanca después del paso inferior vehicular de El Copal hacia las postas. <b>Observaciones:</b> cabezuelas terminales sobre pedúnculos, involucre campanulado. <b>Fecha:</b> 29-VIII-2019. <b>Colector:</b> Ramos Patlán Francisco Daniel <i>et al.</i> <b>Determinó:</b> Ramos Patlán F.D. <i>et al.</i> <b>Proyecto:</b> Diversidad taxonómica y funcional de insectos plantas en un paisaje agrícola de El Copal Irapuato, Gto. <b># 027.</b></p>	<p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO. DIVISIÓN DE CIENCIAS DE LA VIDA, DEPARTAMENTO DE AGRONOMÍA. EX-HACIENDA EL COPAL, IRAPUATO, GTO. <i>Tithonia tubaeformis</i> (Jacq.) Cass.</p> <p><b>Familia:</b> Asteraceae. <b>Nombre común:</b> Lampote, palocote. <b>Localidad:</b> Ladera de vegetación semiconservada con elementos de bosque espinoso principalmente cazahuates a la altura del km 135 carr. León-Salamanca. <b>Observaciones:</b> Flor ligulada corola amarilla, involucre anchamente campanulado, plantas de hasta 4 m de alto, anual. <b>Fecha:</b> 27-08-2019. <b>Colector:</b> Ramos Patlán Francisco Daniel <i>et al.</i> <b>Determinó:</b> Ramos Patlán F.D. <i>et al.</i> <b>Proyecto:</b> Diversidad taxonómica y funcional de insectos plantas en un paisaje agrícola de El Copal Irapuato, Gto. <b># 028.</b></p>

<p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO.</p> <p style="text-align: center;"><b>DIVISIÓN DE CIENCIAS DE LA VIDA, DEPARTAMENTO DE AGRONOMÍA.</b></p> <p style="text-align: center;">EX-HACIENDA EL COPAL, IRAPUATO, GTO.</p> <p style="text-align: center;"><i>Ipomoea indica</i> (Burm.) Merr.</p> <p><b>Familia:</b> Convolvulaceae.  <b>Nombre común:</b> flor azul de la mañana.  <b>Localidad:</b> Ladera de vegetación semiconservada con elementos de bosque espinoso principalmente cazahuates a la altura del km 135 carr. León-Salamanca.  <b>Observaciones:</b> trepadora, corola infundibuliforme, tubo blanquecino, limbo azul violáceo, glabra.  <b>Fecha:</b> 29-VIII-2019. <b>Colector:</b> Ramos Patlán Francisco Daniel <i>et al.</i>  <b>Determinó:</b> Ramos Patlán F.D. <i>et al.</i>  <b>Proyecto:</b> Diversidad taxonómica y funcional de insectos plantas en un paisaje agrícola de El Copal Irapuato, Gto.  <b># 029.</b></p>	<p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO.</p> <p style="text-align: center;"><b>DIVISIÓN DE CIENCIAS DE LA VIDA, DEPARTAMENTO DE AGRONOMÍA.</b></p> <p style="text-align: center;">EX-HACIENDA EL COPAL, IRAPUATO, GTO.</p> <p style="text-align: center;"><i>Adenophyllum porophyllum</i> Cav.</p> <p><b>Familia:</b> Asteraceae.  <b>Nombre común:</b> Árnica.  <b>Localidad:</b> Ladera de vegetación semiconservada con elementos de bosque espinoso principalmente cazahuates a la altura del km 135 carr. León-Salamanca.  <b>Observaciones:</b> herbácea, erecta, brácteas anaranjadas.  <b>Fecha:</b> 28-VIII-2019. <b>Colector:</b> Ramos Patlán Francisco Daniel <i>et al.</i>  <b>Determinó:</b> Ramos Patlán F.D. <i>et al.</i>  <b>Proyecto:</b> Diversidad taxonómica y funcional de insectos plantas en un paisaje agrícola de El Copal Irapuato, Gto.  <b># 030.</b></p>
<p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO.</p> <p style="text-align: center;"><b>DIVISIÓN DE CIENCIAS DE LA VIDA, DEPARTAMENTO DE AGRONOMÍA.</b></p> <p style="text-align: center;">EX-HACIENDA EL COPAL, IRAPUATO, GTO.</p> <p style="text-align: center;"><i>Euphorbia graminea</i> Jacq.</p> <p><b>Familia:</b> Euphorbiaceae.  <b>Nombre común:</b> Lechilla.  <b>Localidad:</b> Terreno de cultivo (maíz) al lado de la carretera de cuota León-Salamanca Km 136 Rumbo a salamanca después del paso inferior vehicular de El Copal hacia las postas.  <b>Observaciones:</b> Planta ruderal, rastrera, ascendente, erecta, fruto dehiscente en cápsulas trilobadas.  <b>Fecha:</b> 28-VIII-2019. <b>Colector:</b> Ramos Patlán Francisco Daniel <i>et al.</i>  <b>Determinó:</b> Ramos Patlán F.D. <i>et al.</i>  <b>Proyecto:</b> Diversidad taxonómica y funcional de insectos plantas en un paisaje agrícola de El Copal Irapuato, Gto.  <b># 031.</b></p>	<p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO.</p> <p style="text-align: center;"><b>DIVISIÓN DE CIENCIAS DE LA VIDA, DEPARTAMENTO DE AGRONOMÍA.</b></p> <p style="text-align: center;">EX-HACIENDA EL COPAL, IRAPUATO, GTO.</p> <p style="text-align: center;"><i>Eleusine indica</i> (L.) Gaertn.</p> <p><b>Familia:</b> Poaceae.  <b>Nombre común:</b> Pata de gallina.  <b>Localidad:</b> En un seto de zacate Johnson al lado ce un cultivo de maíz, al lado de bordos de contención de agua de las postas de la Universidad de Guanajuato.  <b>Observaciones:</b> Inflorescencia en forma digitada  <b>Fecha:</b> 15-X-2018. <b>Colector:</b> Ramos Patlán Francisco Daniel <i>et al.</i>  <b>Determinó:</b> Ramos Patlán F.D. <i>et al.</i>  <b>Proyecto:</b> Diversidad taxonómica y funcional de insectos plantas en un paisaje agrícola de El Copal Irapuato, Gto.  <b># 032.</b></p>

<p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO.</p> <p style="text-align: center;"><b>DIVISIÓN DE CIENCIAS DE LA VIDA, DEPARTAMENTO DE AGRONOMÍA.</b></p> <p style="text-align: center;">EX-HACIENDA EL COPAL, IRAPUATO, GTO.</p> <p style="text-align: center;"><u><i>Tinantia erecta</i></u> (Jacq.) Schltldl.</p> <p><b>Familia:</b> Commelinaceae.  <b>Nombre común:</b> Hierba de pollo.  <b>Localidad:</b> En un seto de zacate Johnson al lado de un cultivo de maíz, al lado de bordos de contención de agua de las postas de la Universidad de Guanajuato.  <b>Observaciones:</b> herbácea erecta, menos de 1 m de alto, tres sépalos y tres pétalos azules, anteras globosas.  <b>Fecha:</b> 15-X-2018. <b>Colector:</b> Ramos Patlán Francisco Daniel <i>et al.</i>  <b>Determinó:</b> Ramos Patlán F.D. <i>et al.</i>  <b>Proyecto:</b> Diversidad taxonómica y funcional de insectos plantas en un paisaje agrícola de El Copal Irapuato, Gto.  <b># 033.</b></p>	<p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO.</p> <p style="text-align: center;"><b>DIVISIÓN DE CIENCIAS DE LA VIDA, DEPARTAMENTO DE AGRONOMÍA.</b></p> <p style="text-align: center;">EX-HACIENDA EL COPAL, IRAPUATO, GTO.</p> <p style="text-align: center;"><u><i>Jaltomata procumbens</i></u> (Cav.) J. L. Gentry</p> <p><b>Familia:</b> Solanaceae.  <b>Nombre común:</b> Jaltomate.  <b>Localidad:</b> Terreno de cultivo (maíz) al lado de la carretera de cuota León-Salamanca Km 136 Rumbo a salamanca después del paso inferior vehicular de El Copal hacia las postas.  <b>Observaciones:</b> herbácea decumbente, floración acrescente, corola blanca verdosa, el fruto es una baya, purpúrea o negra.  <b>Fecha:</b> 29-VIII-2019. <b>Colector:</b> Ramos Patlán Francisco Daniel <i>et al.</i>  <b>Determinó:</b> Ramos Patlán F.D. <i>et al.</i>  <b>Proyecto:</b> Diversidad taxonómica y funcional de insectos plantas en un paisaje agrícola de El Copal Irapuato, Gto.  <b># 034.</b></p>
<p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO.</p> <p style="text-align: center;"><b>DIVISIÓN DE CIENCIAS DE LA VIDA, DEPARTAMENTO DE AGRONOMÍA.</b></p> <p style="text-align: center;">EX-HACIENDA EL COPAL, IRAPUATO, GTO.</p> <p style="text-align: center;"><u><i>Malva parviflora</i></u> L.</p> <p><b>Familia:</b> Malvaceae.  <b>Nombre común:</b> Quesitos.  <b>Localidad:</b> Terreno de cultivo (maíz) al lado de la carretera de cuota León-Salamanca Km 136 Rumbo a salamanca después del paso inferior vehicular de El Copal hacia las postas.  <b>Observaciones:</b> flor en forma de cáliz color lila o blanco.  <b>Fecha:</b> 15-X-2018. <b>Colector:</b> Ramos Patlán Francisco Daniel <i>et al.</i>  <b>Determinó:</b> Ramos Patlán F.D. <i>et al.</i>  <b>Proyecto:</b> Diversidad taxonómica y funcional de insectos plantas en un paisaje agrícola de El Copal Irapuato, Gto.  <b># 035.</b></p>	<p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO.</p> <p style="text-align: center;"><b>DIVISIÓN DE CIENCIAS DE LA VIDA, DEPARTAMENTO DE AGRONOMÍA.</b></p> <p style="text-align: center;">EX-HACIENDA EL COPAL, IRAPUATO, GTO.</p> <p style="text-align: center;"><u><i>Euphorbia prostrata</i></u> Aiton</p> <p><b>Familia:</b> Euphorbiaceae.  <b>Nombre común:</b> Golondrina.  <b>Localidad:</b> Terreno de cultivo (maíz) al lado de la carretera de cuota León-Salamanca Km 136 Rumbo a salamanca después del paso inferior vehicular de El Copal hacia las postas.  <b>Observaciones:</b> Planta medicinal, herbácea prostrada o rastrera, ruderal, dioica, con flores masculinas y femeninas.  <b>Fecha:</b> 15-X-2018. <b>Colector:</b> Ramos Patlán Francisco Daniel <i>et al.</i>  <b>Determinó:</b> Ramos Patlán F.D. <i>et al.</i>  <b>Proyecto:</b> Diversidad taxonómica y funcional de insectos plantas en un paisaje agrícola de El Copal Irapuato, Gto.  <b># 036.</b></p>

<p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO.</p> <p style="text-align: center;"><b>DIVISIÓN DE CIENCIAS DE LA VIDA, DEPARTAMENTO DE AGRONOMÍA.</b></p> <p style="text-align: center;">EX-HACIENDA EL COPAL, IRAPUATO, GTO.</p> <p style="text-align: center;"><i>Zinnia peruviana</i> (L.) L.</p> <p><b>Familia:</b> Asteraceae.  <b>Nombre común:</b> Mal de ojo.  <b>Localidad:</b> Ladera de vegetación semiconservada con elementos de bosque espinoso principalmente cazahuates a la altura del km 135 carr. León-Salamanca.  <b>Observaciones:</b> cabezuelas terminales sobre pedúnculos, involucro campanulado.</p> <p style="text-align: center;"><b>Fecha:</b> 07-X-2019. <b>Colector:</b> Ramos Patlán Francisco Daniel <i>et al.</i>  <b>Determinó:</b> Ramos Patlán F.D. <i>et al.</i></p> <p><b>Proyecto:</b> Diversidad taxonómica y funcional de insectos plantas en un paisaje agrícola de El Copal Irapuato, Gto.  <b># 037.</b></p>	<p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO.</p> <p style="text-align: center;"><b>DIVISIÓN DE CIENCIAS DE LA VIDA, DEPARTAMENTO DE AGRONOMÍA.</b></p> <p style="text-align: center;">EX-HACIENDA EL COPAL, IRAPUATO, GTO.</p> <p style="text-align: center;"><i>Physalis cinerascens</i> (Dunal) Hitchc.</p> <p><b>Familia:</b> Solanaceae.  <b>Nombre común:</b> Tomatillo.  <b>Localidad:</b> Sitio con elementos de matorral espinoso principalmente <i>Mimosa monancistra</i>, entre las postas de la universidad de Guanajuato y el centro paralímpico nacional. El Copal, Irapuato, Gto.  <b>Observaciones:</b> herbácea pubescente, fruto acrescente, flor amarilla.</p> <p style="text-align: center;"><b>Fecha:</b> 03-IX-2019. <b>Colector:</b> Ramos Patlán Francisco Daniel <i>et al.</i>  <b>Determinó:</b> Ramos Patlán F.D. <i>et al.</i></p> <p><b>Proyecto:</b> Diversidad taxonómica y funcional de insectos plantas en un paisaje agrícola de El Copal Irapuato, Gto.  <b># 038.</b></p>
<p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO.</p> <p style="text-align: center;"><b>DIVISIÓN DE CIENCIAS DE LA VIDA, DEPARTAMENTO DE AGRONOMÍA.</b></p> <p style="text-align: center;">EX-HACIENDA EL COPAL, IRAPUATO, GTO.</p> <p style="text-align: center;"><i>Mentzelia aspera</i> L.</p> <p><b>Familia:</b> Loasaceae.  <b>Nombre común:</b> Pegarropa, pega pega.  <b>Localidad:</b> Sitio con elementos de matorral espinoso principalmente <i>Mimosa monancistra</i>, entre las postas de la universidad de Guanajuato y el centro paralímpico nacional. El Copal, Irapuato, Gto.  <b>Observaciones:</b> Herbácea, inflorescencia solitaria, anteras amarillas, fruto en cápsula cilíndrica.</p> <p style="text-align: center;"><b>Fecha:</b> 03-IX-2019. <b>Colector:</b> Ramos Patlán Francisco Daniel <i>et al.</i>  <b>Determinó:</b> Ramos Patlán F.D. <i>et al.</i></p> <p><b>Proyecto:</b> Diversidad taxonómica y funcional de insectos plantas en un paisaje agrícola de El Copal Irapuato, Gto.  <b># 039.</b></p>	<p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO.</p> <p style="text-align: center;"><b>DIVISIÓN DE CIENCIAS DE LA VIDA, DEPARTAMENTO DE AGRONOMÍA.</b></p> <p style="text-align: center;">EX-HACIENDA EL COPAL, IRAPUATO, GTO.</p> <p style="text-align: center;"><i>Euphorbia heterophylla</i> L.</p> <p><b>Familia:</b> Euphorbiaceae.  <b>Nombre común:</b> Lecherillo.  <b>Localidad:</b> Sitio con elementos de matorral espinoso principalmente <i>Mimosa monancistra</i>, entre las postas de la universidad de Guanajuato y el centro paralímpico nacional. El Copal, Irapuato, Gto.  <b>Observaciones:</b> Herbácea erecta, tallo acanalado.</p> <p style="text-align: center;"><b>Fecha:</b> 03-IX-2019. <b>Colector:</b> Ramos Patlán Francisco Daniel <i>et al.</i>  <b>Determinó:</b> Ramos Patlán F.D. <i>et al.</i></p> <p><b>Proyecto:</b> Diversidad taxonómica y funcional de insectos plantas en un paisaje agrícola de El Copal Irapuato, Gto.  <b># 040.</b></p>

<p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO.</p> <p style="text-align: center;"><b>DIVISIÓN DE CIENCIAS DE LA VIDA, DEPARTAMENTO DE AGRONOMÍA.</b></p> <p style="text-align: center;">EX-HACIENDA EL COPAL, IRAPUATO, GTO.</p> <p style="text-align: center;"><i>Zinnia peruviana</i> (L.) L.</p> <p><b>Familia:</b> Asteraceae.</p> <p><b>Nombre común:</b> Mal de ojo.</p> <p><b>Localidad:</b> Sitio con elementos de matorral espinoso principalmente <i>Mimosa monancistra</i>, entre las postas de la universidad de Guanajuato y el centro paralímpico nacional. El Copal, Irapuato, Gto.</p> <p><b>Observaciones:</b> Cabezuelas terminales sobre pedúnculos, involucreo campanulado.</p> <p style="text-align: center;"><b>Fecha:</b> 03-IX-2019. <b>Colector:</b> Ramos Patlán Francisco Daniel <i>et al.</i></p> <p style="text-align: center;"><b>Determinó:</b> Ramos Patlán F.D. <i>et al.</i></p> <p><b>Proyecto:</b> Diversidad taxonómica y funcional de insectos plantas en un paisaje agrícola de El Copal Irapuato, Gto.</p> <p><b># 041.</b></p>	<p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO.</p> <p style="text-align: center;"><b>DIVISIÓN DE CIENCIAS DE LA VIDA, DEPARTAMENTO DE AGRONOMÍA.</b></p> <p style="text-align: center;">EX-HACIENDA EL COPAL, IRAPUATO, GTO.</p> <p style="text-align: center;"><i>Heliopsis annua</i> Hemsl.</p> <p><b>Familia:</b> Asteraceae.</p> <p><b>Nombre común:</b> hierbita cabezona, hierbita amarilla.</p> <p><b>Localidad:</b> Ladera de vegetación semiconservada con elementos de bosque espinoso principalmente cazahuates a la altura del km 135 carr. León-Salamanca.</p> <p><b>Observaciones:</b> herbácea, ruderal, brácteas amarillas, hojas pubescentes.</p> <p style="text-align: center;"><b>Fecha:</b> 03-IX-2019. <b>Colector:</b> Ramos Patlán Francisco Daniel <i>et al.</i></p> <p style="text-align: center;"><b>Determinó:</b> Ramos Patlán F.D. <i>et al.</i></p> <p><b>Proyecto:</b> Diversidad taxonómica y funcional de insectos plantas en un paisaje agrícola de El Copal Irapuato, Gto.</p> <p><b># 042.</b></p>
--	---