

PRESAS DE ESCORPIONES (ARACHNIDA: SCORPIONES) DE PANAMÁ, CON OBSERVACIONES SOBRE EL COMPORTAMIENTO DE DEPREDACIÓN

Roberto J. Miranda^{1,2,3}, Sergio Bermúdez^{1,3}, John Cleghorn^{2,3} & Roberto A. Cambra⁴

¹Departamento de Investigación en Entomología Médica, Instituto Conmemorativo Gorgas de Estudios de la Salud, Panamá.

²Centro de Investigación e Información de Tóxicos y Medicamentos, Universidad de Panamá.

³Grupo de Estudios con Ectoparásitos, Panamá.

⁴Museo de Invertebrados G. B. Fairchild, Escuela de Biología, Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología, Universidad de Panamá, Panamá.

Resumen: Se presenta el primer listado de presas de escorpiones en Panamá. La información está ligada a cinco años de muestreos en 32 localidades a lo largo del país. También se registran observaciones sobre el proceso de depredación en la naturaleza y en el laboratorio. Se identificaron 23 morfoespecies de presas pertenecientes a 12 órdenes de animales: uno de reptiles y 11 de artrópodos (siete de insectos, dos de arácnidos, uno de crustáceos y uno de miriápodos). Estos resultados sirven de base para investigaciones futuras, dirigidas a generar un mejor entendimiento de la ecología de estos arácnidos. Adicionalmente, se presenta un listado de presas de escorpiones en América Latina, compilado a través de una revisión bibliográfica. Finalmente, se incluyen fotografías de campo de los escorpiones en depredación.

Palabras clave: Escorpiones, Buthidae, *Tityus*, *Centruroides*, depredación intragremial, Panamá.

The prey of the scorpions (Arachnida: Scorpiones) of Panama, with observations on their predatory behavior

Abstract: The first list of the prey species of scorpions of Panama is presented. The information is linked to five years of sampling at 32 locations in the country. Comments on the process of predation both in nature and in the laboratory are also recorded. A total of 23 prey morphospecies were identified, belonging to 12 orders: one of reptiles and 11 of arthropods (seven of insects, two of arachnids, one of crustaceans and one of myriapods). These results provide the basis for future research, aimed at generating a better understanding of the ecology of these arachnids. In addition, we present a list of the prey species of the scorpions of Latin America, compiled from bibliographical sources. Finally, pictures of hunting scorpions in the field are included.

Key words: Scorpiones, *Tityus*, *Centruroides*, Buthidae, intraguild predation, Panama.

Introducción

Los escorpiones constituyen uno de los grupos de arácnidos con mayor relevancia en salud pública, lo que es propiciado por el grado de peligrosidad que exhiben las toxinas de algunas especies distribuidas en diferentes partes del mundo, incluyendo a América Central (Chippaux & Goyffon, 2008; Borges *et al.*, 2012). En comparación con los estudios centrados en aspectos biomédicos, existen menos investigaciones sobre su historia natural (Polis, 1990). En el caso del comportamiento depredador en ambientes naturales muchos aspectos han pasado inadvertidos, especialmente lo relacionado a sus estrategias de caza y presas, lo cual podría ser propiciado por sus hábitos nocturnos o por la distribución restringida de algunas especies a áreas boscosas o de difícil acceso.

En América Latina se han realizado numerosos registros sobre presas de escorpiones, especialmente en Las Antillas, de las cuales destacan los reportes de Cuba (Armas, 1976, 1988, 2001; Armas *et al.*, 2013; Barro & Cherva, 2013; Rodríguez-Cabrera *et al.*, 2015; Teruel, 1996a, 1996b; Teruel & Armas, 2012; Teruel & Díaz, 2004; Teruel & Kovarik, 2012; Teruel & Toledo, 2014) y en menor grado de República Dominicana (Armas, 2001; Armas & Abud, 2004; Teruel, 2005; Alayón & Armas, 2010; Armas & Teruel, 2012) y Puerto Rico (Armas, 2001). En América continental se cuentan con observaciones de México (Teruel, 2015), Nicaragua (Armas, 1995), Panamá (Quintero & Miranda, 2007), Colombia (Moreno-González & Hazzi, 2012), Venezuela (Rojas-Runjaic *et al.*, 2008.), Brasil (McCormick & Polis, 1990) y Argentina (Moreno-González & Hazzi, 2012).

De las 16 especies de escorpiones que se han reportado en Panamá (Teruel & Cozijn, 2011; Miranda, 2011; Quintero & Espósito, 2014; Miranda *et al.*, 2014), la mayoría de las publicaciones versan sobre diversidad (Montoya & Armas, 2000; Quintero, 2005; Miranda, 2011), epidemiología asociada a picaduras (Borges *et al.*, 2012), taxonomía y sistemática (Pocock, 1902; Lourenço & Méndez, 1984) o descripción de nuevas especies (Lourenço, 1986; Quintero & Espósito, 2014). En el caso del comportamiento depredador, Quintero & Miranda (2007) reportan a *Tityus cerroazul* depredando una larva de Elateridae, siendo la única observación puntual.

En este trabajo se presenta un primer listado de presas de escorpiones en Panamá, con algunas observaciones sobre su comportamiento de depredación. Esto toma relevancia, debido a que recientemente se ha demostrado que existen diferencias en la composición del veneno de *Tityus serrulatus* Lutz & Mello, 1922, de acuerdo al tipo de presas con que se alimenta (Pucca *et al.*, 2014).

Materiales y métodos

Las observaciones y capturas se realizaron entre enero 2009 y junio 2015, durante giras de recolecta de escorpiones de diferentes proyectos (ver agradecimientos), lo que abarcó 32 localidades en distintas zonas del país (Fig. 1). La mayor parte de las localidades están ubicadas dentro del sistema de áreas protegidas (Parques Nacionales, bosques protectores y reservas privadas) del país, y unas pocas en áreas rurales destina-

Tabla I. Listado de presas de escorpiones de Panamá observadas entre enero 2009-junio 2015.

A = adulto, inm = Inmaduro, L= larva.

Escorpión	Especie presa	Familia	Orden
<i>Centruroides bicolor</i> (Pocock, 1898)	<i>Gryllus</i> sp.	Gryllidae	Orthoptera
	<i>Rifargira distinguenda</i> (Walker, 1856), (A)	Notodontidae	Lepidoptera
	<i>Liotyphlops albirostris</i> (Peters, 1857)	Anomalepididae	Squamata
<i>Centruroides granosus</i> (Thorell, 1876)	<i>Stagmomantis</i> sp. (A)	Mantidae	Mantodea
	<i>Philophyllia</i> sp. (A)	Tettigoniidae	Orthoptera
	<i>Atta sexdens</i> (L., 1758) (forma alada)	Formicidae	Hymenoptera
	<i>Atta</i> sp.	Formicidae	Hymenoptera
	<i>Camponotus</i> sp.	Formicidae	Hymenoptera
	<i>Phyllophaga</i> sp. (A)	Scarabaeidae	Coleoptera
	<i>Geniates flaviventris</i> Frey, 1976 (A)	Scarabaeidae	Coleoptera
	<i>Megacephala huberi</i> Johnson, 1911 (A)	Carabidae	Coleoptera
	No identificada	Lepismatidae	Thysanura
	<i>Scolopendra</i> sp.	Scolopendridae	Chilopoda
	<i>Phoneutria boliviensis</i> (F. O. P. Cambridge, 1897)	Ctenidae	Araneae
	<i>Ananteris platnicki</i> Lourenço, 1993(A)	Buthidae	Scorpiones
	<i>Centruroides limbatus</i> (Pocock, 1898)	<i>Tityus pachyurus</i> Pocock, 1897 (inm.)	Buthidae
<i>Centruroides panamensis</i> Quintero y Espósito, 2014	No identificada	No Identificada	Blattodea
<i>Centruroides</i> sp.	No identificada (L)	Geometridae	Lepidoptera
<i>Centruroides</i> sp.	<i>Ananteris</i> sp. (A)	Buthidae	Scorpiones
<i>Tityus asthenes</i> Pocock, 1893	No identificada	No identificada	Blattodea
<i>Tityus cerroazul</i> Lourenço, 1986	<i>Patrera</i> sp. (inm.)	Anyphaenidae	Araneae
	No identificada	Gryllidae	Orthoptera
	No identificada	Gryllidae	Orthoptera
	No identificada	No identificada	Isopoda
	<i>Tityus pachyurus</i> (A)	Buthidae	Scorpiones
	<i>Nahublattela</i> sp. (A)	Blattellidae	Blattodea
	<i>Tityus festae</i> Borelli, 1899	No identificado	No Identificada
<i>Tityus ocelote</i> Francke y Stockwell, 1987	<i>Ancylometes</i> sp. (A)	Ctenidae	Araneae
	No identificada	Tettigoniidae	Orthoptera
<i>Tityus pachyurus</i> Pocock, 1897	<i>Cocconotus</i> sp. (A)	Tettigoniidae	Orthoptera
	<i>Anabropsis rentzi</i> Cadena-Castañeda & Cortés-Torres, 2013 (A.)	Anostostomatidae	Orthoptera
	<i>Tityus tayrona</i> Lourenço, 1991 (A, inm.)	Buthidae	Scorpiones
	<i>Tityus pachyurus</i> (A, inm.)	Buthidae	Scorpiones
<i>Opisthacanthus elatus</i> (Gervais, 1844)	<i>Basiliscus basiliscus</i> L., 1758	Corytophanidae	Squamata
<i>Chactas exsul</i> (Werner, 1939)	No identificada	Tettigoniidae	Orthoptera

das a la ganadería. En forma general, la búsqueda de escorpiones se realizaba durante la noche (7:30 p.m.-10:30 p.m.) y se utilizaron lámparas de luz ultravioleta para determinar su presencia. Una vez localizados los escorpiones se capturaban con pinzas de metal de 12 pulgadas y se colocaban en recipientes plásticos para su transporte al Escorpionario de la Universidad de Panamá. De encontrarse escorpiones con presas, éstas se preservaban en etanol 70%. Los insectos fueron enviados al Museo de Invertebrados de la Universidad de Panamá para su identificación, mientras que los arácnidos presas se identificaron en el Departamento de Investigación en Entomología Médica del Instituto Conmemorativo Gorgas de Estudios de la Salud. Para las identificaciones, se utilizaron claves de identificación y comparación de ejemplares.

Adicionalmente, para escoger la dieta de los escorpiones en cautiverio se les ofrecieron: grillos *Acheta domesticus* (Linnaeus, 1758) y *Gryllus assimilis* (Fabricius, 1775), cucarachas *Blaberus discoidalis* (Serville, 1839) y *Periplaneta americana* Linnaeus, 1758, larvas de los escarabajos *Tenebrio molitor* Linnaeus, 1758 y *Zophobas morio* Fabricius, 1776 y larvas de la polilla *Galleria mellonella* (Linnaeus, 1758).

El registro fotográfico se realizó utilizando las cámaras digitales Canon PowerShot SX 30 IS, y Panasonic Lumix DMC-G2 con lentes de 18-55 mm y 45-200 mm.

Finalmente, se presenta un listado de las presas de escorpiones en América Latina, compilado a partir de referencias bibliográficas disponibles.

Resultados

En el campo se obtuvieron registros de presas para 11 de las 15 especies de escorpiones de Panamá. La mayor parte de los registros corresponden a Buthidae de los géneros *Centruroides* y *Tityus*. Se identificaron 23 morfoespecies de presas pertenecientes a 12 órdenes de animales: uno de reptiles (Fig. 2-3), siete de insectos (Fig. 4-20), dos de arácnidos (Fig. 21-28), un miriápodo (Fig. 29) y un crustáceo (Fig. 30). De éstas se identificaron 11 a nivel de especie, doce a nivel de género, mientras que el resto fue reconocido a nivel de familia o de orden debido a que los escorpiones habían consumido gran parte del cuerpo (Tabla I). De las observaciones realizadas, 3,5% correspondió a canibalismo y 96,5% a depredación interespecifica, destacando 14% clasificadas como depredación intragremial (datos no tabulados).

En ambiente natural se observaron dos casos de canibalismo que incluyen a *T. pachyurus*. En el primero, un macho depredó a otro (Fig. 26); en el segundo, un macho depredó a un juvenil. En el laboratorio el canibalismo entre crías de las especies de *Tityus* se registró de forma frecuente, sobre todo en aquellas que se mantuvieron por más de 20 días juntas.

A pesar de que nuestros datos fueron tomados en diferentes meses del año, una población de *Centruroides granosus* (aproximadamente 200 individuos ubicados en 400 m de cercas periféricas de áreas destinadas a la ganadería) aprovechó la emergencia de numerosos escarabajos *Phyllophaga*

y de hormigas *Atta* y *Camponotus* (20 registros) después de una fuerte lluvia en el mes de junio de 2013 (Fig. 15-18).

En el caso de observaciones en laboratorio, en forma general se notó que los escorpiones cautivos aceptaban mejor a los Gryllidae *A. domestica* y *G. assimilis*, seguidos de *B. discoidalis* y *P. americana*, y en menor grado las larvas de *T. molitor*, *Z. morio* y *G. mellonella*. También en el laboratorio, se observaron crías de *Opisthacanthus elatus* (Gervais, 1844) que compartían un espécimen de *A. domestica* (Fig. 31). Este comportamiento no se observó en crías de ninguna de las especies de Buthidae, ya que una vez sujeta la presa, se mostraban agresivas ante la presencia de otras crías. Por otra parte, fue notorio que los Buthidae iniciaban el consumo por la cabeza de sus presas (Fig. 32).

En la Tabla II se presentan los registros encontrados de presas de escorpiones en América Latina, incluyendo dos trabajos compilatorios (Tabla II).

Discusión

En nuestro estudio se observó que las especies de Buthidae sujetaban e inoculaban veneno a la presa, para luego consumirla; mientras que *Chactas exsul* (Werner, 1939) y *O. elatus* sujetaban a las presas e iniciaban el consumo sin necesidad de inoculación de veneno. Por otra parte, los Buthidae parecen ser más propensos a depredar en solitario y de manera expuesta sobre la vegetación o suelo. Contrariamente, la estrategia de depredación de *O. elatus* está restringida a sus refugios, los cuales pueden ser compartidos por varios individuos. De esta manera, el consumo de las presas ocurre dentro de los refugios, lo cual influyó en un menor número de presas registradas en este estudio para esta especie.

Estas diferencias entre los comportamientos de depredación pudieran explicar los hallazgos de vertebrados depredados, resaltando a un adulto de *O. elatus* que sujetaba a un juvenil del lagarto *Basiliscus basiliscus* Linnaeus, 1758 desde la hendidura de un tronco, y una hembra de *Centruroides bicolor* (Pocock, 1898) que consumía a una serpiente Anomalepididae *Liotyphlops albirostris* (Peters, 1857) sobre la corteza de un árbol (Fig. 2 y 3). Previos reportes de McCormick y Polis (1990) enlistan unas 10 especies de vertebrados como presas de varias especies de escorpiones, incluyendo “pequeños roedores”. En las Antillas, Armas (2001) hace referencia a varias especies de vertebrados de sangre fría depredados por escorpiones Buthidae (Tabla II).

Por otro lado, también destaca la caza de artrópodos depredadores, tanto venenosos [*Scolopendra* sp., *Phoneutria boliviensis* (F. O. Pickard-Cambridge, 1897) y otros escorpiones], como no venenosos (*Stagmomantis* sp.) (Fig. 21-30), capturados por especies de *Tityus* y *Centruroides*. Este hecho podría ser facilitado por la toxicidad del veneno de dichos escorpiones, lo que les permitiría un breve tiempo de exposición ante la defensa de estos artrópodos.

Nuestros datos sobre escorpiones que cazan a otras especies de escorpiones aportan más información sobre depredación intragremial en la región. Este tipo de depredación se define como matar y comer a miembros de otras especies que utilizan recursos similares y potencialmente limitantes (Polis & McCormick, 1987). La gran mayoría de los datos conocidos provienen de trabajos con especies de Vaejovidae y Caraboctonidae de ambientes desérticos de California (Estados Unidos) y Baja California (México) (Polis & McCormick, 1987; McCormick & Polis, 1990). En el Neotrópico existen

datos de Nicaragua (Armas, 1995), Cuba (Teruel, 1996a; Teruel & Armas, 2012), Venezuela (Rojas-Runjaic *et al.*, 2008), Argentina y Colombia (Moreno-González & Hazzi, 2012).

En el caso de las especies de Panamá, las observaciones incluyen a individuos grandes de *Centruroides* y *Tityus* (80-100 mm) que depredaban a inmaduros de otros escorpiones o adultos de especies pequeñas (20-40 mm) como *Ananteris platnicki* Lourenço, 1993 o *Tityus (Archaeotityus) tayrona* Lourenço, 1991 (Fig. 26-27). Sin embargo, llama la atención un macho de *Tityus cerroazul* Lourenço, 1986 que depredó una hembra de *Tityus pachyurus* Pocock, 1897 (fig. 29), ambas especies dotadas de toxinas capaces de provocar severos daños a organismos tan grandes como seres humanos (Borges *et al.*, 2012).

En el laboratorio se observaron crías de *O. elatus* que consumían en común un espécimen de *A. domestica* (Fig. 31). Algunos autores aseguran que el comportamiento subsocial en escorpiones se origina a partir de una ruta familiar, lo cual puede involucrar individuos relacionados de distintas generaciones, y ha sido observado en juveniles de la especie relacionada *Opisthacanthus cayaporum* (Vellard, 1932) en Brasil (Polis, 1990; Polis & Lourenço, 1986). Adicionalmente, se observaron crías de *O. elatus* que se alimentaban de patas de ortópteros que no lograban matar. En el campo este hecho fue evidente también al observarse un individuo de *C. exsul* que depredaba el fémur de un Tettigoniidae. El consumo de segmentos de artrópodos en la naturaleza no ha sido reportado anteriormente; sin embargo, Armas (1975) reportó que bajo condiciones de laboratorio, escorpiones del género *Centruroides* eran capaces de alimentarse de carcasas de varias especies de artrópodos, lo que demuestra adaptaciones distintas a la depredación.

Finalmente, aún cuando este trabajo representa un primer acercamiento al conocimiento de la ecología de los escorpiones en Panamá, focalizado en depredación, no pretende ser un estudio definitivo, sino la base para futuras investigaciones. Esto iría dirigido a generar un mejor entendimiento de la ecología de estos temidos arácnidos en Panamá, siendo que este país presenta uno de los más altos índices de escorpionismo en Latinoamérica (Borges *et al.*, 2012).

Agradecimiento

A Adolfo Borges, Hildaura Acosta de Patiño de la Universidad de Panamá y Gloria González del Instituto Conmemorativo Gorgas de Estudios de la Salud, coordinadores de los Proyectos de investigación: “Análisis Toxinológico de poblaciones de Escorpiones de los Géneros *Tityus* y *Centruroides* que habitan áreas endémicas de Costa Rica, Colombia y Panamá empleando Técnicas Moleculares e Inmunológicas” y “Descubrimiento de los genes asociados a la toxicidad de los escorpiones de Panamá empleando Pirosecuenciación”, ambos financiados por la Secretaría Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SENACYT). Al Ministerio de Ambiente de Panamá, por dar los permisos pertinentes para la realización del estudio. A Indalecio Valoy, Ingrid Murgas, Karla Mendoza, Angélica Castro, Stephany Arizala, Anayansi Valde-rama, Sahir Dutary y Dennisse Murgas por su apoyo en el trabajo de campo y laboratorio. A Guido Berguido e Iñaki Ruiz por permitir los estudios con escorpiones de Panamá en las Reservas Naturales privadas Chucantí y Burbayar, respectivamente. A J. Miller por la determinación taxonómica de *Rifargira distinguenda*. A Oscar Cadena-Castañeda por la identificación de *Anabropsis rentzi*. A Cesar Jaramillo por la identificación de la serpiente

Tabla II. Reportes de presas de escorpiones neotropicales.

Escorpión	Especie presa	Taxón de presa	País	Cita
INVERTEBRADOS PRESAS				
Buthidae				
<i>Alayotitus nanus</i>	No identificada	Isopoda	Cuba	Armas, 1988
<i>Alayotitus nanus</i>	<i>Microtityus</i> sp.	Buthidae	Cuba	Teruel, 1996a.
<i>Alayotityus nanus</i>	No identificada	Diplopoda	Cuba	Teruel, 1996b.
<i>Alayotityus nanus</i>	<i>Odontomachus</i> sp.	Formicidae	Cuba	Teruel, 1996b.
<i>Alayotityus sierramaestrae</i>	<i>Phrynus damonidaensis</i>	Phryniidae	Cuba	Armas et al. 2013
<i>Centruroides anchorellus</i>	<i>Centruroides anchorellus</i>	Buthidae	Cuba	Teruel, 1996a.
<i>Centruroides anchorellus</i>	No identificada	Blattaria	Cuba	Teruel y Kovarik, 2012
<i>Centruroides arctimanus</i>	No identificada	Blattidae	Cuba	Teruel, 1996b.
<i>Centruroides balsasensis</i>	No identificada	Ammotrechiidae	México	Teruel, 2015
<i>Centruroides edwardsii</i>	<i>Didymocentrus krausi</i>	Scorpionidae	Nicaragua	Armas, 1995
<i>Centruroides edwardsii</i> *	<i>Phrynus whitei</i>	Phryniidae	Nicaragua	Armas, 1995
<i>Centruroides gracilis</i>	<i>Scolopendra</i> sp.	Scolopendridae	Cuba	Armas, 1988
<i>Centruroides gracilis</i>	<i>Phyllophaga</i> sp.	Coleoptera	Cuba	Armas, 1988
<i>Centruroides gracilis</i>	No identificada	Gryllidae	Cuba	Armas, 1988
<i>Centruroides nitidus</i>	<i>Liguus virgineus</i>	Gastropoda	República Dominicana	Alayón & Armas, 2010
<i>Microtityus solegladi</i> **	<i>Trichopelma</i> sp.	Barychelidae***	República Dominicana	Armas & Teruel, 2012
<i>Rhopalurus junceus</i>	<i>Cazierius gundlachi</i>	Scorpionidae	Cuba	Teruel y Kovarik, 2012
<i>Rhopalurus junceus</i>	No identificada	Mygalomorpha	Cuba	Teruel, 1996b.
<i>Rhopalurus junceus</i>	<i>Lycosa</i> sp.	Lycosidae	Cuba	Teruel & Armas, 2012
<i>Rhopalurus junceus</i>	<i>Cazierius gundlachi</i>	Scorpionidae	Cuba	Teruel & Armas, 2012
<i>Rhopalurus junceus</i>	<i>Byrsotria</i> sp.	Blaberidae	Cuba	Teruel & Armas, 2012
<i>Rhopalurus junceus</i>	<i>Acheta assimilis</i>	Gryllidae	Cuba	Teruel & Armas, 2012
<i>Rhopalurus junceus</i>	<i>Periplaneta australasiae</i>	Blattidae	Cuba	Teruel & Armas, 2012
<i>Rhopalurus junceus</i>	<i>Amphiacusta</i> sp.	Gryllidae	Cuba	Teruel & Armas, 2012
<i>Rhopalurus junceus</i>	<i>Eurycotis taurus</i>	Blattidae	Cuba	Teruel & Armas, 2012
<i>Rhopalurus junceus</i>	<i>Scolopendra alternans</i>	Scolopendridae	Cuba	Barro y Cherva, 2013
<i>Rhopalurus junceus</i>	<i>Scolopocryptops ferrugineus</i>	Scolopocryptopidae	Cuba	Rodríguez-Cabrera et al 2015
<i>Rhopalurus junceus</i>	<i>Phrynus pinarensis</i>	Phryniidae	Cuba	Teruel & Toledo, 2014
<i>Tityus cerroazul</i>	No identificada	Elateridae	Panamá	Quintero y Miranda, 2007
<i>Tityus fasciolatus</i>	No identificada	Dipluridae	Brasil	McCormick y Polis, 1990 (compilado)
<i>Tityus fasciolatus</i>	No identificada	Lycosidae	Brasil	McCormick y Polis, 1990 (compilado)
<i>Tityus fasciolatus</i>	<i>Pamphobeteus</i> sp.	Theraphosidae	Brasil	McCormick y Polis, 1990 (compilado)
<i>Tityus fasciolatus</i>	No identificada	Blattidae	Brasil	McCormick y Polis, 1990 (compilado)
<i>Tityus fasciolatus</i>	No identificada	Isoptera	Brasil	McCormick y Polis, 1990 (compilado)
<i>Tityus forcipula</i>	<i>Chactas varbenedeni</i>	Chactidae	Colombia	Moreno-González y Hazzi, 2012
<i>Tityus matogrossensis</i>	No identificada	Araneae	Brasil	McCormick y Polis, 1990 (compilado)
<i>Tityus matogrossensis</i>	No identificada	Blattidae	Brasil	McCormick y Polis, 1990 (compilado)
<i>Tityus matogrossensis</i>	No identificada	Isoptera	Brasil	McCormick y Polis, 1990 (compilado)
<i>Tityus septentrionalis</i>	No identificada	Scolopendromorpha	República Dominicana	Armas & Abud, 2004
Bothriuridae				
<i>Brachistosternus multidentatus</i>	<i>Vachonia martinezi</i>	Bothriuridae	Argentina	Moreno-González y Hazzi, 2012
<i>Bothriurus araguayae</i>	<i>Armitermes</i> sp.	Isoptera	Brasil	McCormick y Polis, 1990 (compilado)
Hormuridae				
<i>Opisthacanthus brevicauda</i>	<i>Chactas yupai</i>	Chactidae	Venezuela	Rojas-Runjaic et al., 2008.
Scorpionidae				
<i>Didymocentrus krausi</i>	No identificada	Polydesmida	Nicaragua	Armas, 1995
<i>Didymocentrus sanfelipensis</i>	<i>Solenopsis geminata</i>	Formicidae	Cuba	Armas, 1976
<i>Heteronebo nibujon</i>	No identificada	Coleoptera	Cuba	Teruel & Díaz, 2004
<i>Heteronebo nibujon</i>	No identificada	Diplopoda	Cuba	Teruel & Díaz, 2004
VERTEBRADOS PRESAS				
<i>Tityus obtusus</i>	<i>Eleutherodactylus coqui</i>	Eleutherodactylidae	Puerto Rico	Armas, 2001 (compilado)
<i>Tityus quisqueyanus</i>	<i>Eleutherodactylus patriciae</i>	Eleutherodactylidae	Puerto Rico	Armas, 2001 (compilado)
<i>Tityus crassimanus</i>	<i>Ameiva</i> sp.	Teiidae	República Dominicana	Teruel, 2005
<i>Centruroides gracilis</i>	<i>Anolis porcatius</i>	Dactyloidae	Cuba	Armas, 2001 (compilado)
<i>Rhopalurus princeps</i>	<i>Ameiva lineolata</i>	Teiidae	República Dominicana	Armas, 2001 (compilado)
<i>Rhopalurus junceus</i>	<i>Sphaerodactylus elegans</i>	Sphaerodactylidae	Cuba	Armas, 2001 (compilado)
<i>Rhopalurus junceus</i>	<i>Sphaerodactylus torrei</i>	Gekkonidae	Cuba	Teruel & Armas, 2012

Notas:

* (citada como *C. margaritatus*);

** (citada como *M. consuelo* por Armas & Marcano Fondeur, 1992);

*** (citada como "migalomorfa" por Armas & Marcano Fondeur, 1992).

Anomalepididae. A Maykell Morales por la fotografía del *Opisthacanthus elatus* depredando a *Basiliscus basiliscus*. A Luis F. de Armas (La Habana, Cuba) por la revisión del manuscrito, útiles sugerencias y comentarios, y por facilitar una invaluable cantidad de referencias bibliográficas.

Bibliografía

(*) Referencias disponibles en www.sea-entomologia.org

ALAYÓN GARCÍA, G & L. F. DE ARMAS 2010. *Liguus virgineus* (Gastropoda: Orthalicidae) depredado por *Centruroides nitidus* (Scorpiones: Buthidae). *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa*, **46**: 394(*).

- ARMAS, L. F. DE 1975. Un notable caso alimentario en los escorpiones (Arachnida: Scorpionida). *Miscelánea Zoológica*, Academia de Ciencias de Cuba, **1**: 2-3.
- ARMAS, L. F. DE 1976. Escorpiones del archipiélago cubano. VI. Familia Diplocentridae (Arachnida: Scorpionida). *Poeyana*, **147**:1-35.
- ARMAS, L. F. DE 1988. *Sinopsis de los escorpiones antillanos*. Editorial Científico-Técnica, La Habana, 102 pp.
- ARMAS, L. F. DE 1995. Breve crónica de una expedición aracnológica a Nicaragua. *Cocuyo*, **4**: 2-3.
- ARMAS, L. F. DE 2001. Frogs and lizards as prey of some Greater Antillean arachnids. *Revista Ibérica de Aracnología*, **3**: 87-88(*).
- ARMAS, L. F. DE & A. J. ABUD 2004. Adiciones al género *Tityus* C. L. Koch, 1836 en República Dominicana, con la descripción de dos especies nuevas (Scorpiones: Buthidae). *Revista Ibérica de Aracnología*, **10**: 53-64(*).
- ARMAS, L. F. DE, T. M. RODRÍGUEZ-CABRERA & R. TERUEL 2013. Depredación de *Phrynus damonidaensis* (Amblypygi: Phryniidae) por *Alayotityus sierramaestrae* (Scorpiones: Buthidae) y lista de los enemigos naturales de los amblypigios. *Revista Ibérica de Aracnología*, **22**: 107-108(*).
- ARMAS, L. F. DE & R. TERUEL 2012. Revisión del género *Microtityus* Kjellesvig-Waering, 1966 (Scorpiones: Buthidae) en República Dominicana. *Revista Ibérica de Aracnología*, **21**: 69-88(*).
- BARRO, A. & T. CHERVA 2013. Depredación de *Scolopendra alternans* (Chilopoda: Scolopendromorpha) por *Rhopalurus junceus* (Scorpiones: Buthidae). *Revista Cubana de Ciencias Biológicas*, **2**: 77-78.
- BORGES, A., R. J. MIRANDA & J. M. PASCALE 2012. Scorpionism in Central America, with special reference to the case of Panama. *Journal of Venomous Animals and Toxins including Tropical Diseases*, **18**: 130-143.
- CHIPPAUX, J. P. & M. GOYFFON 2008. Epidemiology of scorpionism: a global appraisal. *Acta Tropica*, **107**(2): 71-79.
- LOURENÇO, W. R. & E. MÉNDEZ 1984. Inventario preliminar sobre la fauna de escorpiones de Panamá, con algunas consideraciones taxonómicas y bio-geográficas. *Revista de Biología Tropical*, **32**(1): 85-93.
- LOURENÇO, W. R. 1986. *Tityus cerroazul*, a nouvelle espèce de scorpion de Panama (Scorpiones, Buthidae). *Bulletin du Museum National d'histoire Naturelle*, Paris, 4^e série, section A, **8**: 637-641.
- MCCORMICK, S. J. & G. A. POLIS 1990. Prey, Predators, and Parasites. In: Polis, G. A. (ed.) *The Biology of Scorpions*, Stanford, California: Stanford University Press. 145-157 pp.
- MIRANDA, R. 2011. Aspectos biológicos. En Borges, A. (editor). *Los escorpiones y el escorpionismo en Panamá*, volumen I. Panamá: Editora NovoArt.; 13-20 pp.
- MIRANDA, R. J., D. MURGAS, I. MURGAS & L. F. DE ARMAS 2014. Sobre la presencia de *Centruroides margaritatus* e *Isometrus maculatus* en Panamá (Scorpiones: Buthidae). *Revista Ibérica de Aracnología*, **25**: 15-19(*).
- MORENO-GÓNZALEZ, J. A. & N. A. HAZZI 2012. Intraguild predation case: *Tityus forcipula* Gervais, 1843 (Scorpiones, Buthidae) feeding on *Chactas vanbenedeni* Gervais, 1843 (Scorpiones, Chactidae) in Colombia. *Revista Ibérica de Aracnología*, **20**: 117-120(*).
- POCOCK, R. I. 1902. Arachnida. Scorpiones, Pedipalpi, and Solifugae. En *Biologia Centrali-Americana*. London: Taylor & Francis, 71 pp., 10 plates.
- POLIS, G. A. 1990. Ecology. Pp. 123-144, In: Polis, G. A. (ed.) *The Biology of Scorpions*, Stanford, California: Stanford University Press, 587 pp.
- POLIS, G. A. & S. J. MCCORMICK 1987. Intraguild predation and competition among desert scorpions. *Ecology*, **68**: 332-343.
- PUCCA, M. B., F. G. AMORIM, F. A. CERNI, K. C. F. BORDON, I. A. CARDOSO, F. A. PINO & E. C. ARANTES 2014. Influence of post-starvation extraction time and prey-specific diet in *Tityus serrulatus* scorpion venom composition and hyaluronidase activity. *Toxicon*, **90**: 326-336.
- QUINTERO, D. 2005. Preliminary biodiversity assessment and notes on the biology of the arachnids (Arachnida: Scorpiones, Amblypygi and Araneae) of Bahía Honda region (Veraguas, Panama). Pp. 363-491. En Castroviejo, S. y A. Ibáñez (eds.), *Studies on the Biodiversity of the Bahía Honda Region (Veraguas, Panama)*. Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas.
- QUINTERO, D. A. & L. A. ESPÓSITO 2014. A new species of *Centruroides* Marx (Scorpiones: Buthidae) from Panama and new distribution records for *Centruroides bicolor* (Pocock, 1898) and *Centruroides granosus* (Thorell, 1876). *Zootaxa*, **3795**: 373-382.
- QUINTERO, D. A. & R. J. MIRANDA 2007. *Tityus cerroazul* Lourenço (Scorpiones: Buthidae): nueva sinonimia, notas sobre su biología, nuevos registros de distribución en Panamá, descripción del macho previamente desconocido y picadura mortal de un niño. *Tecnociencia*, **9**: 121-135.
- RODRÍGUEZ-CABRERA, T. M., C. A. MARTÍNEZ-MUÑOZ & R. TERUEL 2015. Predation by the scorpion *Rhopalurus junceus* (Scorpiones: Buthidae) on the centipede *Scolopocryptops ferrugineus* (Scolopendromorpha: Scolopocryptopidae). *Revista Ibérica de Aracnología*, **26**: 85-86(*).
- ROJAS-RUNAJAIC, F. J. M., A. BORGES & L. F. DE ARMAS 2008. Nueva especie de *Opisthacanthus* Peters, 1861 (Scorpiones, Hemiscorpiidae) de la Sierra de Perijá, Venezuela, basada en criterios morfológicos y moleculares. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa*, **43**: 49-59(*).
- TERUEL, R. 1996a. Enemigos naturales de los escorpiones cubanos. I. *Garciana*, **24-25**: 13-14.
- TERUEL, R. 1996b. Presas naturales de los escorpiones cubanos. I. *Garciana*, **24-25**: 14-15.
- TERUEL, R. 2005. Nuevos datos sobre la taxonomía, distribución geográfica y ecología de los escorpiones de la República Dominicana (Scorpiones: Liochelidae, Scorpionidae, Buthidae). *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa*, **36**: 165-176(*).
- TERUEL, R. 2015. A scorpion predating upon a solifuge in Mexico (Arachnida: Scorpiones, Solifugae). *Revista Ibérica de Aracnología*, **26**: 93-94(*).
- TERUEL, R. & L. F. DE ARMAS 2012. Redescipción de *Rhopalurus junceus* (Herbst, 1800) (Scorpiones: Buthidae). *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa*, **50**: 153-174(*).
- TERUEL, R. & M. A. C. COZIIN 2011. A checklist of the scorpions (Arachnida: Scorpiones) of Panama, with two new records. *Euscorpius*, **133**: 1-6.
- TERUEL, R. & D. DÍAZ 2004. La subfamilia Diplocentrinae (Scorpiones: Scorpionidae) en Cuba. Primera parte: *Heteronebo nibujon* Armas 1984 y descripción de una especie nueva del género *Cazierius* Francke, 1978. *Revista Ibérica de Aracnología*, **9**: 191-203(*).
- TERUEL, R. & F. KOVAŘIK 2012. *Scorpions of Cuba*. Clairon Production, Prague, 232 pp.
- TERUEL, R. & A. TOLEDO 2014. Yet another case of scorpions preying upon amblypygids in nature (Scorpiones, Amblypygi). *Revista Ibérica de Aracnología*, **24**: 111-112(*).

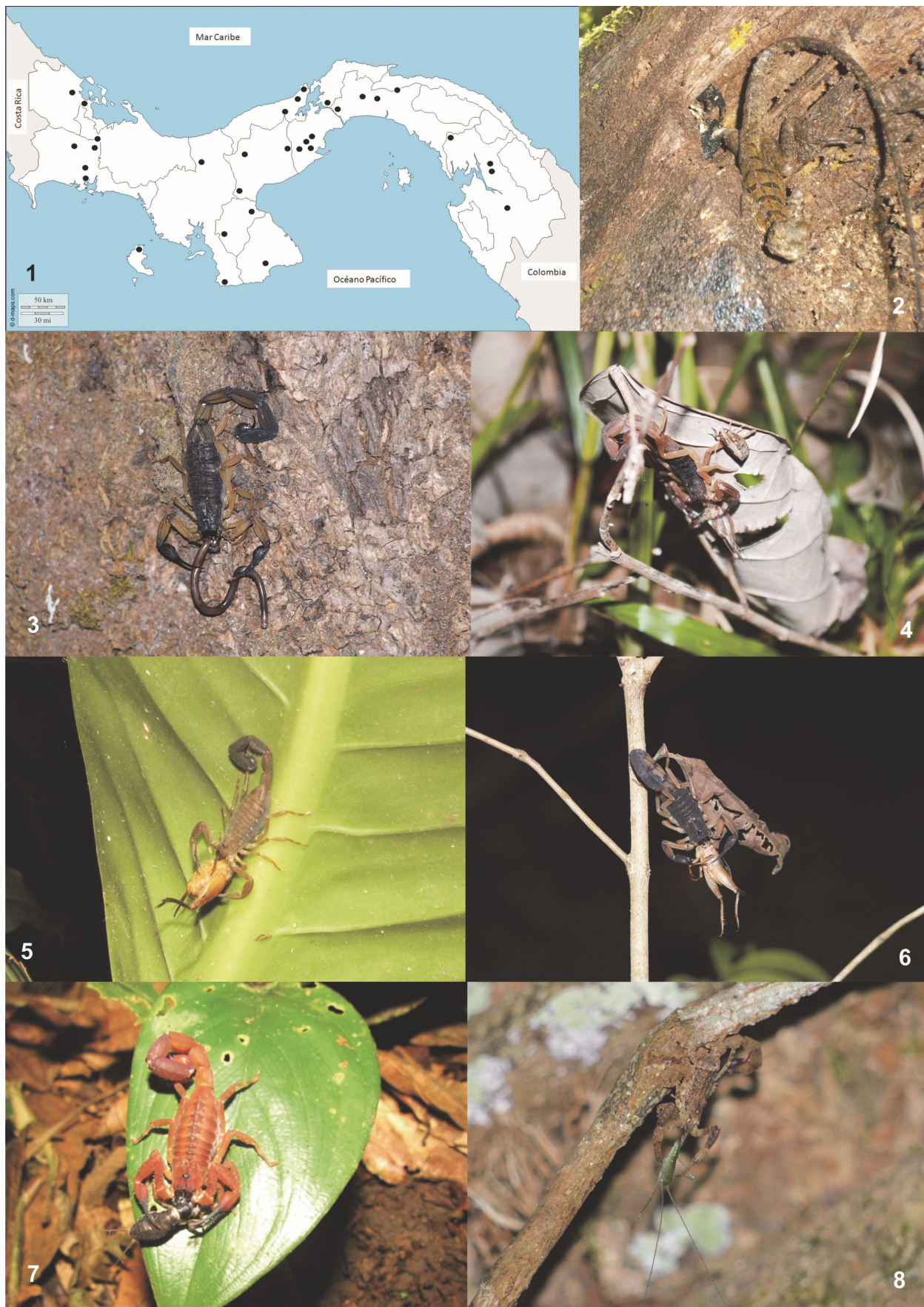


Fig. 1. Mapa de localidades visitadas durante giras de colectas de escorpiones (2009-2015). **Fig. 2-3.** Vertebrados presa de escorpiones de Panamá. **2.** *O. elatus* sujetando a juvenil *Basiliscus basiliscus*. **3.** *Centruroides bicolor* consumiendo una culebra *Liotyphlops albirostris* (Anomalepididae). **Fig. 4-7.** Escorpiones Buthidae depredando ortópteros de la Familia Gryllidae. **4.** *Centruroides granosus* depredando Gryllidae no identificado y *C. bicolor* sobre *Gryllus* sp. **(6).** **5 y 7.** *Tityus festae* y *T. cerroazul* comiendo individuos no identificados. **Fig. 8.** Escorpión Buthidae depredando ortópteros: *Tityus ocelote* sobre inmaduro no identificado de Tettigoniidae.



Fig. 9-11. Escorpiones Buthidae depredando ortópteros. **9.** *C. granosus* sobre *Philophyllia* sp. (Tettigoniidae); **10-11.** *T. pachyurus* depredando a *Anabropsis rentzi* (Anostomatidae) y a *Cocconotus* sp. (Tettigoniidae). **Fig. 12-14.** Escorpiones depredando cucarachas y mantis. **12.** *T. festae* sobre *Nahublattela* sp. (Blatellidae) **13.** *Centruroides panamensis* comiendo cucaracha no identificada. **14.** *C. granosus* sobre *Stagmomantis* sp. (Mantidae). **Fig. 15-16.** *Centruroides granosus* depredando escarabajos *Phyllophaga* sp. (Scarabaeidae).



Fig. 17-18. *Centruroides granosus* depredando hormigas. *Camponotus* sp. y *Atta sexdens*. **Fig. 19-20.** Escorpiones Buthidae depredando larvas de Lepidoptera. **19.** *Centruroides panamensis* sobre Geometridae y **20.** *Tityus festae* comiendo larva de familia no identificada. **Fig. 21-23.** Escorpiones depredando arañas. *Tityus festae* sobre hembra de *Ancylometes* sp. (Ctenidae), *Centruroides granosus* sobre *Phoneutria boliviensis* (Ctenidae) y *Tityus cerroazul* sobre *Patrera* sp. (Anyphaenidae). **Fig. 24.** Escorpión depredando otros escorpiones: *C. limbatus* depredando inmaduro de *T. pachyurus*.



Fig. 25-26. Escorpiones depredando otros escorpiones. **25.** *C. granosus* inmaduro comiendo *A. platnicki* hembra. **26.** Canibalismo entre *T. pachyurus* machos. **Fig. 27-28.** *Tityus cerroazul* macho depredando a *T. pachyurus* hembra. **27.** Bajo luz blanca. **28.** Bajo luz ultravioleta. **Fig. 29-30.** *Centruroides granosus* depredando ciempiés *Scolopendra* sp. (Scolopendridae). **30.** *Tityus cerroazul* sobre isópodo. **Fig. 31-32.** Escorpiones en cautiverio (escorpionario) alimentándose con *Acheta domesticus*. **31.** Cinco crías de *Opisthacanthus elatus* comiendo de un individuo adulto. **32.** *Tityus pachyurus* hembra comiendo la cabeza de un grillo.