



Nota científica

Decapitación de milpiés Xystodesmidae (Polydesmida) por escarabajos Phengodidae

Decapitation of Xystodesmidae (Polydesmida) millipedes by Phengodidae beetles

Karina Sánchez-Echeverría¹, Ignacio Castellanos^{1✉}, Santiago Zaragoza-Caballero² y Julián Bueno-Villegas¹

¹Centro de Investigaciones Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Apartado postal 69-1, 42001 Pachuca, Hidalgo, México.

²Departamento de Zoología, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Apartado postal 70-153, 04510 México D. F., México.

✉ ignacioe@uaeh.edu.mx

Resumen. En este trabajo se describe la depredación del milpiés *Rhysodesmus byersi* (Diplopoda: Xystodesmidae) por larvas de escarabajo de la familia Phengodidae, lo cual constituye el primer registro de esta interacción entre estas 2 familias de artrópodos. Una de las larvas depredadoras fue una hembra neoténica. Los coleópteros decapitan a los milpiés para poder alimentarse de sus tejidos internos.

Palabras clave: depredación, Diplopoda, presa, neotenia, Coleoptera.

Abstract. This paper describes predation on the millipede *Rhysodesmus byersi* (Diplopoda: Xystodesmidae) by beetle larvae of the Phengodidae family, which constitutes the first report of this interaction between these 2 arthropod families. One of the predatory larvae was a neotenic female. Beetles decapitate millipedes in order to feed from their internal tissues.

Key words: predation, Diplopoda, prey, neoteny, Coleoptera.

Los milpiés (diplópodos) son artrópodos terrestres que constituyen un grupo diverso con 16 órdenes representados por aproximadamente 12 000 especies descritas y una fauna mundial estimada en 80 000 especies, siendo la tercera clase de artrópodos terrestres con mayor riqueza específica después de las clases Hexapoda y Arachnida (Golovatch et al., 2001; Hoffman et al., 2002). Sin embargo, aun cuando su diversidad y abundancia en los ecosistemas terrestres es muy grande, el conocimiento de su ecología es limitado, particularmente en lo que se refiere a los depredadores de estos organismos. Los registros cuantitativos de depredación a milpiés son escasos, particularmente en campo, incluso la evidencia anecdótica de los depredadores conocidos es rara (Hopkin y Read, 1992; Sierwald y Bond, 2007; Larsen et al., 2009; Forthman y Weirauch, 2012).

Todos los diplópodos, con la excepción de 5 órdenes (Polyzoniida, Sphaerotheriida, Glomerida, Chordeumatida y Siphoniulida), poseen glándulas que producen diversos compuestos químicos de defensa en contra de depredadores (Hopkin y Read, 1992; Sierwald y Bond, 2007). Además,

todos los milpiés poseen defensas morfológicas en forma de un exoesqueleto calcificado y frecuentemente se enrollan para proteger la cabeza y la parte ventral más vulnerable (Dejean et al., 2001; Srinivasa y Mohanraju, 2011). La combinación de defensas químicas y morfológicas ha llevado al planteamiento de que estos organismos son de los artrópodos mejor protegidos en contra de depredadores (Eisner et al., 1978; Eisner et al., 1998). Sin embargo, algunos depredadores logran consumir milpiés empleando comportamientos y estructuras especializadas que les permiten evadir sus defensas. Por ejemplo, los coatís (*Nasua* spp.) utilizan sus patas para hacer rodar a los milpiés en el suelo y estimular la liberación de los compuestos químicos defensivos almacenados en las glándulas, para así poder ingerirlos (Weldon et al., 2006). De forma similar, las obreras de la hormiga *Plectroctena minor* utilizan sus mandíbulas hipertrofiadas para morder y sujetar milpiés en la región ventral intersegmental de los primeros diplosegmentos, los cuales están desprovistos de glándulas defensivas y, posteriormente, los inmovilizan mediante la inyección de un veneno paralizante (Dejean et al., 2001). Algunas especies de milpiés llegan a formar parte de la dieta de vertebrados que acumulan sus compuestos

tóxicos y los utilizan para su propia defensa. Por ejemplo, las ranas venenosas del género *Mantella* utilizan los alcaloides que produce el milpiés *Rhinotus purpureus* (Polyzoniida) para defenderse de sus depredadores (Clark et al., 2005). Las larvas y las hembras de fengódidos son depredadoras, principalmente se alimentan de diplópodos y pequeños artrópodos que habitan en el suelo, entre la hojarasca o debajo de las cortezas, los machos, a pesar de tener mandíbulas falcadas, ya no se alimentan en lo absoluto (Costa y Zaragoza-Caballero, 2010).

En este trabajo describimos la depredación del milpiés *Rhysodesmus byersi* Loomis, 1966 (Polydesmida: Xystodesmidae) (Fig. 1A) por larvas y hembras neoténicas de escarabajos de la familia Phengodidae (Figs. 1B, D), lo cual constituye el primer registro de esta interacción entre estas 2 familias de artrópodos. Además, éste es el primer registro de una hembra de Phengodidae en México. Tanto los milpiés como los escarabajos fueron encontrados bajo excretas de ganado vacuno, en un pastizal aledaño a un bosque de pino-encino a 2 km de la localidad El Hiloche, en el municipio de Real del Monte, Hidalgo, México, ubicado entre las coordenadas geográficas 20°09'07.95" N, 98°41'18.92" O y los 20°09'08.81" N, 98° 41'24.56" O, a una altitud de 2 800 m.

En septiembre de 2012 y 2013, se observó en campo a 2 individuos de *R. byersi*, siendo enrollados por una larva de Phengodidae y en 9 ocasiones más se encontraron los cuerpos de milpiés decapitados con la cabeza junto a ellos (Fig. 1C), y a unos pocos centímetros se observó una larva de Phengodidae, por lo que se decidió examinar si éstas estaban depredando a *R. byersi*. Se capturaron 6 milpiés adultos de *R. byersi* y 6 de las larvas del escarabajo que se encontraban junto a un milpiés decapitado y fueron llevados al laboratorio para observar si estos coleópteros se alimentaban de los diplópodos y, si era el caso, observar cómo se llevaba a cabo la depredación. También se examinaron las larvas para su identificación taxonómica.

En el laboratorio se realizaron 6 observaciones de la interacción entre una larva de escarabajo y un milpiés adulto. Cada una de las observaciones se realizó bajo muy poca luz, debido a la sensibilidad de los escarabajos a la luz (Sánchez-Echeverría, obs. pers.). Se observó que efectivamente el escarabajo se alimenta del milpiés *R. byersi* mediante la siguiente secuencia de comportamientos: 1) el escarabajo muerde a su presa en una de sus antenas hasta cortársela, posiblemente para insensibilizarla y/o la muerde en la parte ventral del cuerpo del milpiés, lo cual la inmoviliza; en 2 ocasiones se observó que las larvas de escarabajo no inmovilizaron a los milpiés; 2) una vez que el milpiés se queda desorientado o inmóvil, el depredador lo sujeta por la parte ventral del collum; primer segmento después de la cabeza; mediante el uso de sus mandíbulas y

lo levanta, en seguida lo rodea con su cuerpo (Fig. 1E); 3) posteriormente, lo comienza a morder por la parte ventral entre la cabeza y el collum, haciendo uso de su mandíbula en forma de hoz, hasta decapitarlo y 4) el orificio resultante de la decapitación permite la penetración del coleóptero al cuerpo del milpiés y la alimentación (Fig. 1F), dejando únicamente el exoesqueleto de estos artrópodos (Fig. 1G).

Cada evento de depredación, desde que el escarabajo mordió al milpiés hasta que terminó de alimentarse de éste, tuvo una duración de aproximadamente 8 h. Se observó que el escarabajo permaneció inactivo, siempre y cuando no tenía la necesidad de alimentarse, aun con la presencia del milpiés, incluso el milpiés puede caminar sobre la larva sin que esta última realice movimiento alguno. Se observó que después de consumir un milpiés, la hembra pasó más de 10 días sin alimentarse, antes de mostrar interés y atacar a un nuevo individuo.

Un individuo del escarabajo fue disecado y se determinó que se trataba de una hembra neoténica que presentó órganos reproductivos maduros no fertilizados. Sin embargo, no fue posible identificar el género y la especie a la que pertenecen, ya que no se logró recolectar ejemplares machos, los cuales son necesarios para la identificación.

La estrategia de depredación de milpiés mediante parálisis, decapitación y posterior penetración en sus cuerpos por escarabajos de la familia Phengodidae, solamente había sido descrita para milpiés del orden Spirobolida en EUA: la larva *Zarhipis integripennis* y el milpiés *Atopetholus michelbacheri* en California (Tiemann, 1967), la larva *Phengodes* sp. y el milpiés *Narceus* sp. en Indiana (Miller, 1997) y la larva *Phengodid laticollis* y el milpiés *Floridobolus penneri* en Florida (Eisner et al., 1998). Eisner et al. (1998) documentan que la parálisis del milpiés por *P. laticollis* ocurre por medio de la inyección de sustancias paralizantes que, además, impiden que los químicos defensivos de *F. penneri* sean liberados de sus glándulas. Actualmente desconocemos si los escarabajos de Phengodidae también inmovilizan a *R. byersi* mediante alguna sustancia paralizante y si los químicos defensivos son liberados o no. Se logró observar que las larvas rodean el cuerpo de *R. byersi* en los primeros segmentos del cuerpo (Fig. 1E), probablemente para evitar el contacto con sus glándulas, las cuales están localizadas en los segmentos 5, 7, 9, 10, 12, 13 y 15- 19 (Bueno-Villegas, obs. pers.).

El micro ambiente en donde fueron observados los escarabajos atacando a *R. byersi*, bajo excretas de ganado vacuno, es muy poco común para Phengodidae, ya que éstos comúnmente se encuentran entre la hojarasca y debajo de la corteza de los árboles (Zaragoza-Caballero, obs. pers.), lo cual sugiere que los escarabajos están llegando a estos

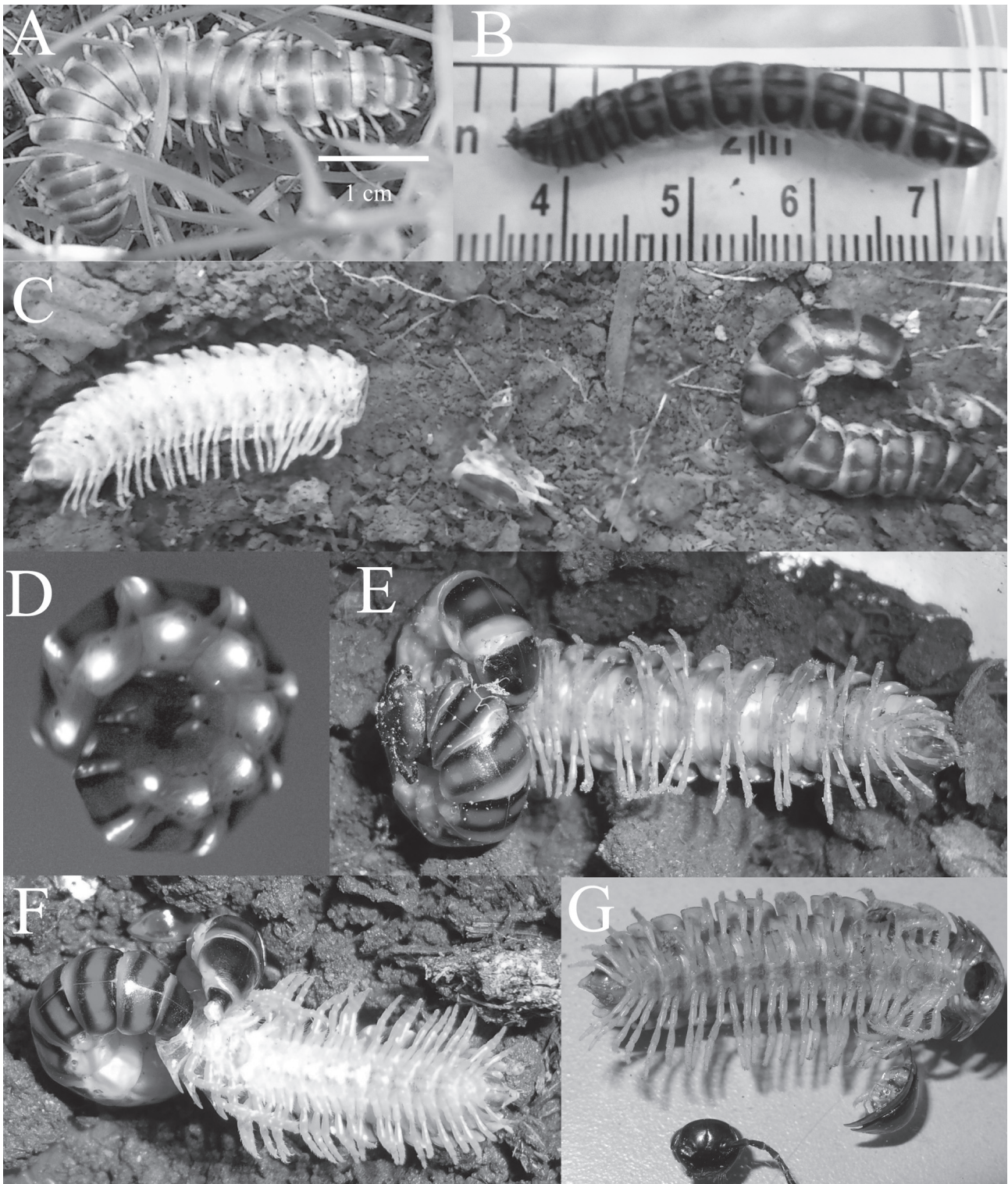


Figura 1. A, milpiés *Rhyisodesmus byersi*; B, larva de escarabajo de la familia Phengodidae; C, *R. byersi* junto a una larva de Phengodidae (imagen tomada en campo); D, bioluminiscencia del escarabajo (foto: Martín L. Zurita); E, larva de Phengodidae enrollando al milpiés con su cuerpo; F, larva de Phengodidae alimentándose de un individuo de *R. byersi*; G, exoesqueleto y cápsula cefálica de *R. byersi*.

sitios, debido a que ahí se encuentran sus presas. Hasta el momento se desconoce cómo los escarabajos de la familia Phengodidae localizan a los milpiés, de los cuales se alimentan. Es necesario realizar estudios futuros para determinar cómo los escarabajos de Phengodidae están localizando a sus presas, así como estudios taxonómicos para identificar las especies involucradas en este tipo de relación. Se ha documentado que las especies de Phengodidae generalmente se alimentan de milpiés (Miller, 1997; Eisner et al., 1998), por lo que es posible que estos escarabajos localicen a sus presas por medio de algún compuesto químico producido por éstas. Por ejemplo, algunos escarabajos copronecrófagos que se alimentan de milpiés del orden Polydesmida, se guían por el aroma de tóxicos que éstos producen para localizarlos (Bedoussac et al., 2007; Scholtz et al., 2009).

La depredación de los polidésmidos Xystodesmidae por larvas y hembras neoténicas de la familia Phengodidae, aquí descrita, constituye el primer registro de esta familia de milpiés dentro de la dieta de Phengodidae. Creemos que una mayor investigación para conocer estas especies y sus interacciones, puede elucidar aspectos ecológicos y taxonómicos importantes para Polydesmida y Phengodidae.

Se agradece al Fondo Mixto-Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Fomix-Conacyt) por el apoyo al proyecto 191908 Diversidad biológica del Estado de Hidalgo (tercera etapa), al Conacyt por el apoyo al proyecto 161702 Mejoramiento y actualización de la infraestructura experimental para proporcionar soporte a los posgrados en Biodiversidad y Conservación de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo y a Jaime Priego-Vargas por la edición de la figura 1. También se agradece a M. E. Favila y a 2 revisores anónimos por sus comentarios al manuscrito.

Literatura citada

- Bedoussac, L., M. E. Favila y R. M. López. 2007. Defensive volatile secretions of two diplopod species attract the carrion ball roller scarab *Canthon morsei* (Coleoptera: Scarabaeidae). *Chemoecology* 17:163-167.
- Clark, V. C., C. J. Raxworthy, V. Rakotomalala, P. Sierwald y B. L. Fisher. 2005. Convergent evolution of chemical defense in poison frogs and arthropod prey between Madagascar and the Neotropics. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 102:11617-11622.
- Costa, C. y S. Zaragoza-Caballero. 2010. Phengodidae Le Conte. 1861. *In Handbook of zoology, Coleoptera, beetles morphology and systematics (Elateroidea, Bostrichiformia, Cucujiformia partim)*, R. A. B. Leschen, R. G. Beutel y J. F. Lawrence (eds.). Walter de Gruyter GmbH & KG, Berlín y Nueva York. p. 126-135.
- Dejean, A., J. P. Suzzoni y B. Schatz. 2001. Behavioral adaptations of an African ponerine ant in the capture of millipedes. *Behaviour* 138:981-996.
- Eisner, T., D. Alsop, K. Hicks y J. Meinwald. 1978. Defensive secretions of millipedes. *In Arthropod Venoms*, S. Bettini (ed.). Springer, Berlín. p. 41-72.
- Eisner, T., M. Eisner, A. Attygalle, M. Deyrup y J. Meinwald. 1998. Rendering the inedible edible: circumvention of a millipede's chemical defense by a predaceous beetle larva (Phengodidae). *Proceeding of the National Academy of Sciences* 95:1108-1113.
- Forthman, M. y C. Weirauch. 2012. Toxic associations: a review of the predatory behaviors of millipede assassin bugs (Hemiptera: Reduviidae: Ectrichodiinae). *European Journal of Entomology* 109:147-153.
- Golovatch, S. I., R. L. Hoffman, S. Knapinski y J. Adis. 2001. Review of the millipede genus *Cylindrodesmus* Pocock, 1889 (Diplopoda: Polydesmida: Haplodesmidae). *Fragmenta Faunistica* 44:179-202.
- Hoffman, R. L., S. I. Golovatch, J. Adis y J. W. De Morais. 2002. Diplopoda. *In Amazonian arachnida and myriapoda*, J. Adis (ed.). Pensoft Publishers, Sofía y Moscú. p. 505-533.
- Hopkin, S. P y H. J. Read. 1992. *The biology of millipedes*. Oxford University Press, Oxford. 233 p.
- Larsen, T. H., A. Lopera, A. Forsyth y F. Génier. 2009. From coprophagy to predation: a dung beetle that kills millipedes. *Biology Letters* 5:152-155.
- Miller, R. S. 1997. Female *Phengodes* feeding and an associated risk (Coleoptera: Phengodidae). *Entomological News* 108:213-214.
- Scholtz, C. H., A. L. V. Davis y U. Kryger. 2009. *Evolutionary biology and conservation of dung beetles*. Pensoft Publishers, Sofía y Moscú. 567 p.
- Sierwald, P. y J. F. Bond. 2007. Current status of the myriapod class Diplopoda (millipedes): taxonomic diversity and phylogeny. *Annual Review of Entomology* 52:401-420.
- Srinivasa, Y. B. y J. Mohanraju. 2011. To coil, or not to-activity associated ambiguity in defense responses of millipedes. *Journal of Insect Behavior* 24:488-496.
- Tiemann, D. L. 1967. Observations on the natural history of the western banded glowworm *Zarhipis integripennis* (Le Conte) (Coleoptera: Phengodidae). *Proceedings of the California Academy of Sciences* 35:235-264.
- Weldon, P. J., C. F. Cranmore y J. A. Chatfield. 2006. Prey-rolling behavior of coatis (*Nasua* spp.) is elicited by benzoquinones from millipedes. *Naturwissenschaften* 93:14-16.