

***Eciton burchellii* WESTWOOD, 1842 (HYMENOPTERA: FORMICIDAE: DORYLINAE):
PLAGA DE LOS APIARIOS Y ALTERNATIVAS DE MANEJO¹**

***Rubén D. Collantes G.²; Ruth J. Del Cid A.³;
Luisa D. Reina P.⁴; Alonso Santos-Murgas⁵***

RESUMEN

Las hormigas legionarias, soldado o marabunta, son los nombres comunes con los cuales se les conoce a varias especies de la Subfamilia Dorylinae (Hymenoptera: Formicidae), destacando la especie *Eciton burchellii* Westwood, 1842. Existen múltiples reportes en América sobre afectaciones que estas hormigas ocasionan en los apiarios. En Panamá, productores beneficiarios del Proyecto de Investigación e Innovación Apícola (PIIAP), reportaron ataques causados por estos insectos. El propósito del presente trabajo es desarrollar una revisión sistemática sobre aspectos relevantes de *E. burchellii*, como los daños que ocasiona en las colmenas y las alternativas de manejo disponibles. Para ello, se consultaron 53 fuentes literarias, abordando aspectos fundamentales como la clasificación taxonómica, biología, ecología, daños que ocasiona, manejo del apiario, entre otros. Los resultados reflejaron que *E. burchellii* está presente desde México hasta Suramérica y en Panamá se le ha encontrado en varias localidades donde interviene el PIIAP. El comportamiento legionario de esta hormiga ocurre frecuentemente en época lluviosa y es una adaptación para depredar en grupo; pudiendo darse casos en los cuales se module dicha actividad en función de la depredación especializada. Son insectos voraces, capaces de acabar con una colmena en muy poco tiempo. Entre las alternativas de manejo se tienen el uso de plantas repelentes como neem e interrumpir los caminos por los cuales transitan las hormigas. Como recomendación, debe inspeccionarse periódicamente el apiario y evitar derramar miel durante la cosecha, para no atraer estas y otras posibles plagas.

Palabras claves: Apicultura, *Eciton*, hormigas soldado, marabunta, plantas repelentes.

¹Recepción: 18 de julio de 2023. Aceptación: 31 de agosto de 2023. Proyecto IDIAP: Investigación e Innovación Apícola en Panamá.

²Instituto de Innovación Agropecuaria de Panamá (IDIAP), Estación Experimental de Cerro Punta, Chiriquí, Panamá. Ph.D. Agricultura Sustentable. e-mail: rdcg31@hotmail.com; ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-6094-5458>

³IDIAP, Subcentro de Ollas Arriba, Panamá Oeste, Panamá. M.Sc. Ciencias Ambientales. e-mail: ruthdelcida07@gmail.com; ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-7917-7663>

⁴IDIAP, Subcentro de Buena Vista, Colón, Panamá. Licenciada en Administración de Empresas Agropecuarias. e-mail: luisa16.lpa@gmail.com

⁵Universidad de Panamá, Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología, Panamá. Ph.D. Biología. e-mail: santosmurgasa@gmail.com; ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0001-9339-486X>



Este trabajo está licenciado bajo una [licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

***Eciton burchellii* WESTWOOD, 1842 (HYMENOPTERA: FORMICIDAE: DORYLINAЕ): PEST OF APIARIES AND MANAGEMENT ALTERNATIVES**

ABSTRACT

Legionary ants, soldier ants or marabunta, are the common names by which several species of the Dorylinae Subfamily (Hymenoptera: Formicidae) are known, highlighting the species *Eciton burchellii* Westwood, 1842. There are multiple reports in America about the effects of these ants they occur in apiaries. In Panama, beneficiary beekeepers of the Apiculture Research and Innovation Project (PIIAP) reported attacks caused by these insects. The purpose of this work is to develop a systematic review on relevant aspects of *E. burchellii*, such as the damage it causes in hives and the management alternatives available. For this, 53 literary sources were consulted, addressing fundamental aspects such as taxonomic classification, biology, ecology, damage caused, apiary management, among others. The results showed that *E. burchellii* is present from Mexico to South America and in Panama it has been found in various locations where the PIIAP intervenes. The legionary behavior of this ant occurs frequently in the rainy season and is an adaptation to prey in groups; There may be cases in which said activity is modulated based on specialized predation. They are voracious insects, capable of ending a hive in a very short time. Management alternatives include the use of repellent plants such as neem and interrupting the paths through which ants travel. As a recommendation, the apiary should be inspected periodically and avoid spilling honey during the harvest, so as not to attract these and other possible pests.

Keywords: Beekeeping, *Eciton*, marabunta, repellent plants, soldier ants.

INTRODUCCIÓN

La apicultura es una actividad que puede contribuir de manera significativa con la sostenibilidad de los agroecosistemas productivos, en la medida en que exista un intercambio enriquecedor y participativo entre el conocimiento tradicional-local y la ciencia; a fin de que se constituyan mecanismos institucionalizados y formales (Wolff y Gomes, 2015; Collantes et al., 2023a). Según cifras del Ministerio de Desarrollo Agropecuario (MIDA), se cuenta con unos 400 apiarios en Panamá (Lara, 2023). Por su parte, el Instituto de Innovación Agropecuaria de Panamá (IDIAP), sitúa las necesidades y demandas de los productores y la sociedad, como norte de los esfuerzos a ejecutar en materia investigativa; como es el caso del Proyecto de Investigación e Innovación Apícola de Panamá (PIIAP)



Este trabajo está licenciado bajo una [licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

(Instituto de Innovación Agropecuaria de Panamá [IDIAP], 2022a) y el Proyecto de Innovación Agropecuaria Sostenible e Incluyente (PIASI) (IDIAP, 2022b).

Se realizó un diagnóstico participativo de la apicultura en Panamá por Collantes y Del Cid (2022a), identificando como retos a superar la mejora del manejo sanitario, desarrollar más investigación e innovación y generar capacidades. En respuesta a ello, el PIIAP ha generado material divulgativo sobre los principales artrópodos plagas que afectan los apiarios (Collantes y Del Cid, 2022b), segmentos periodísticos para ilustrar a la sociedad panameña sobre la importancia de la apicultura (Mosquera, 2023), entre otros estudios (Collantes et al., en prensa). Adicionalmente, el PIIAP tiene contemplado a futuro desarrollar investigación sobre abejas sin aguijón (Meliponini), grupo del cual su miel es apreciada social, cultural y económicamente (Yaacob et al., 2018).

Otra plaga importante para los apiarios de *Apis mellifera* L. son las hormigas legionarias (Figura 1), también llamadas hormigas soldado o marabunta (Hymenoptera: Formicidae: Dorylinae); de las cuales destaca la especie *Eciton burchellii* Westwood, 1842. Los rasgos de comportamiento y reproductivos (nomadismo, forrajeo colectivo obligado y reinas altamente especializadas), han permitido que estos insectos se conviertan en los principales cazadores de los trópicos, como consecuencia de un proceso evolutivo complejo (Brady, 2003).



Fuente: National Geographic España (2020).

Fuente: El Entomólogo (2018).

Figura 1. *Eciton burchellii*: A) Mandíbulas.; B) Puente de hormigas para atacar panal de *Polistes* sp.



Este trabajo está licenciado bajo una [licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Adicionalmente, la combinación de poliandria y variación genética para la determinación de castas puede haber facilitado la evolución de la diversidad de castas de trabajadores en algunos linajes de insectos sociales como *E. burchellii* (Jaffé et al., 2007). Armadas con mandíbulas fuertes y una picadura dolorosa, a diferencia de otros insectos sociales, sus nidos se desplazan para poder satisfacer el apetito voraz de las larvas, siendo un peligro también para artrópodos (como otros Hymenoptera), anfibios, reptiles y aves (Roberts, 2016; Breed y Moore, 2022). Una posible explicación de esto la dan McKenzie et al. (2021), dado que *E. burchellii* y sus parientes poseen modificaciones en el sistema quimiosensorial que pueden estar involucradas para coordinar el comportamiento y la selección de presas durante la depredación social.

Eciton burchellii, además de ser plaga de los apiarios de *Apis mellifera* L., 1758 también afecta a *Melipona beecheii* Bennett, 1831 (Hymenoptera: Apidae: Meliponini) según Uchin (2021). Nilipour (2016), indicó que la meliponicultura es una práctica ancestral desarrollada por varios grupos indígenas, siendo los mayas los mayores exponentes. La periodista entrevistó a investigadores de Meliponini en Panamá, quienes explicaron cómo la introducción de abejas africanizadas procedentes de Brasil en la década de 1980, la creciente deforestación y el cambio climático son factores que han afectado la apicultura y la supervivencia de polinizadores nativos.

El Smithsonian Tropical Research Institute (STRI, 2023b), reporta otras especies de *Melipona* en Panamá, como *M. fallax* en las provincias de Colón y Coclé, de *M. insularis* en Isla Coiba y *M. fasciata* en la Isla Barro Colorado; Collantes et al. (2023b), encontraron el género *Tetragona* en Bocas del Toro. Adicionalmente, algunos apicultores están desarrollando de manera incipiente la meliponicultura, en complemento con la crianza de *A. mellifera*, porque conocen los beneficios para la salud que brinda el consumo de esta miel. Sin embargo, se han recibido reportes de las áreas de intervención del PIIAP (Figura 2), sobre afectaciones por hormigas legionarias, por lo que el objetivo del presente trabajo fue desarrollar una revisión sistemática sobre *E. burchellii*, abordando aspectos como los daños que ocasionan en las colmenas y las alternativas de manejo disponibles.



Este trabajo está licenciado bajo una [licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

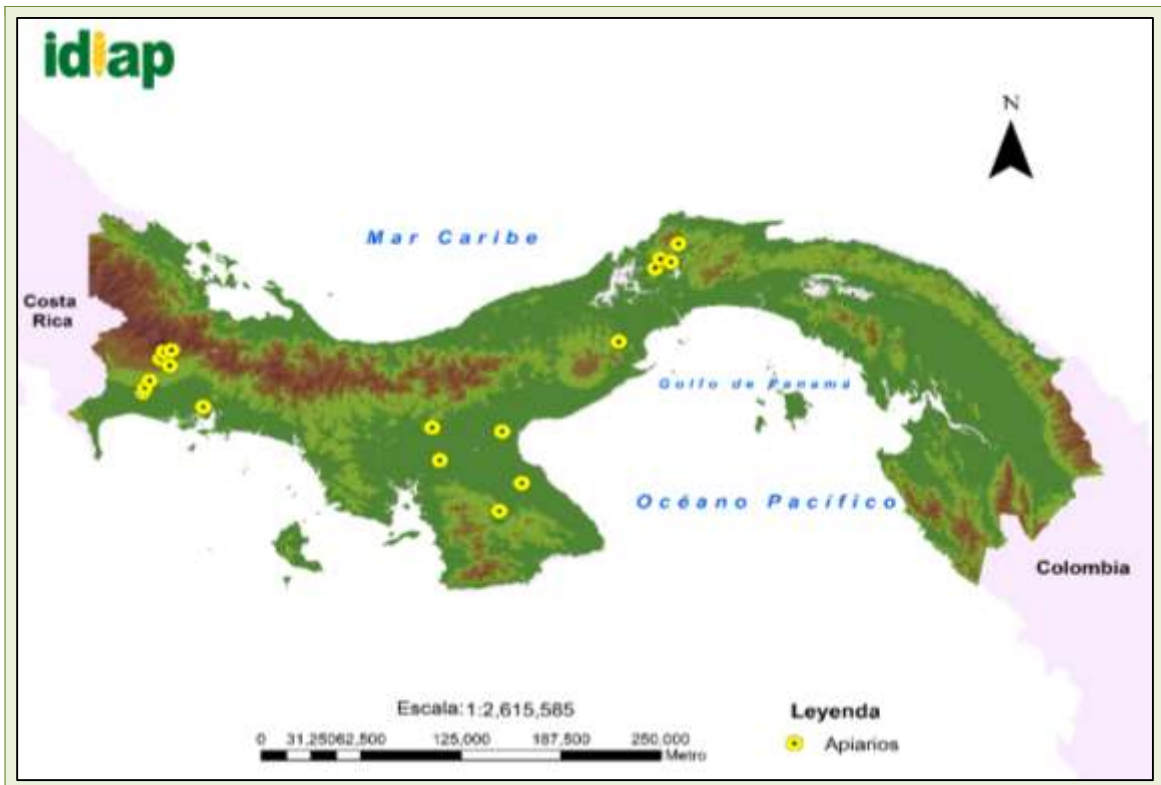


Figura 2. Reportes de ataques por hormigas legionarias en Panamá.

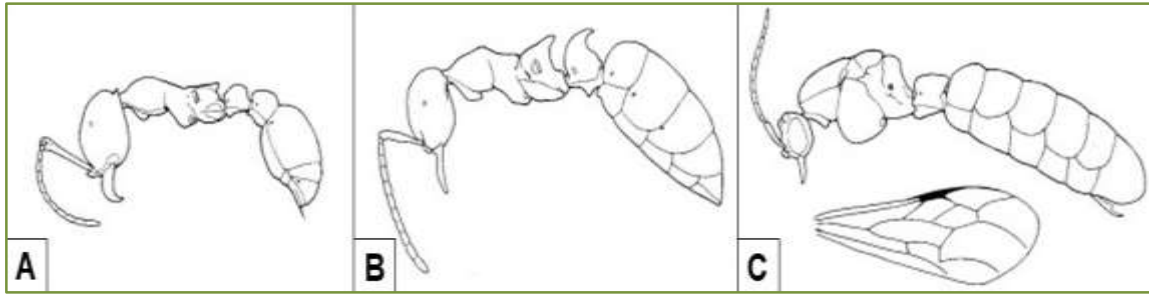
DESARROLLO

Distribución, taxonomía, morfología, biología y ecología de *Eciton burchellii*

Se tienen 27 géneros y 756 especies descritas de Dorylinae (Borowiec, 2016; Bolton, 2023), pero se estima que deben existir en el mundo cerca de 1000 especies, siendo diversas también en hábitos de depredación y anidación (arbórea o terrestre). Estas hormigas legionarias son un grupo monofilético de depredadores que ocurren en las regiones tropicales y subtropicales, siendo en muchos casos depredadoras de otras especies de insectos sociales como abejas, avispas, hormigas y termitas, así como de Collembola; generando impactos considerables en la biota funcional por su agresividad y capacidad de invadir nichos, destacando la tribu Ecitonini (Silvestre et al., 2003; Borowiec, 2016), en la cual como en otros insectos sociales, se tienen castas diferenciadas (Figura 3).



Este trabajo está licenciado bajo una [licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)



Fuente: Bolton et al. (2003).

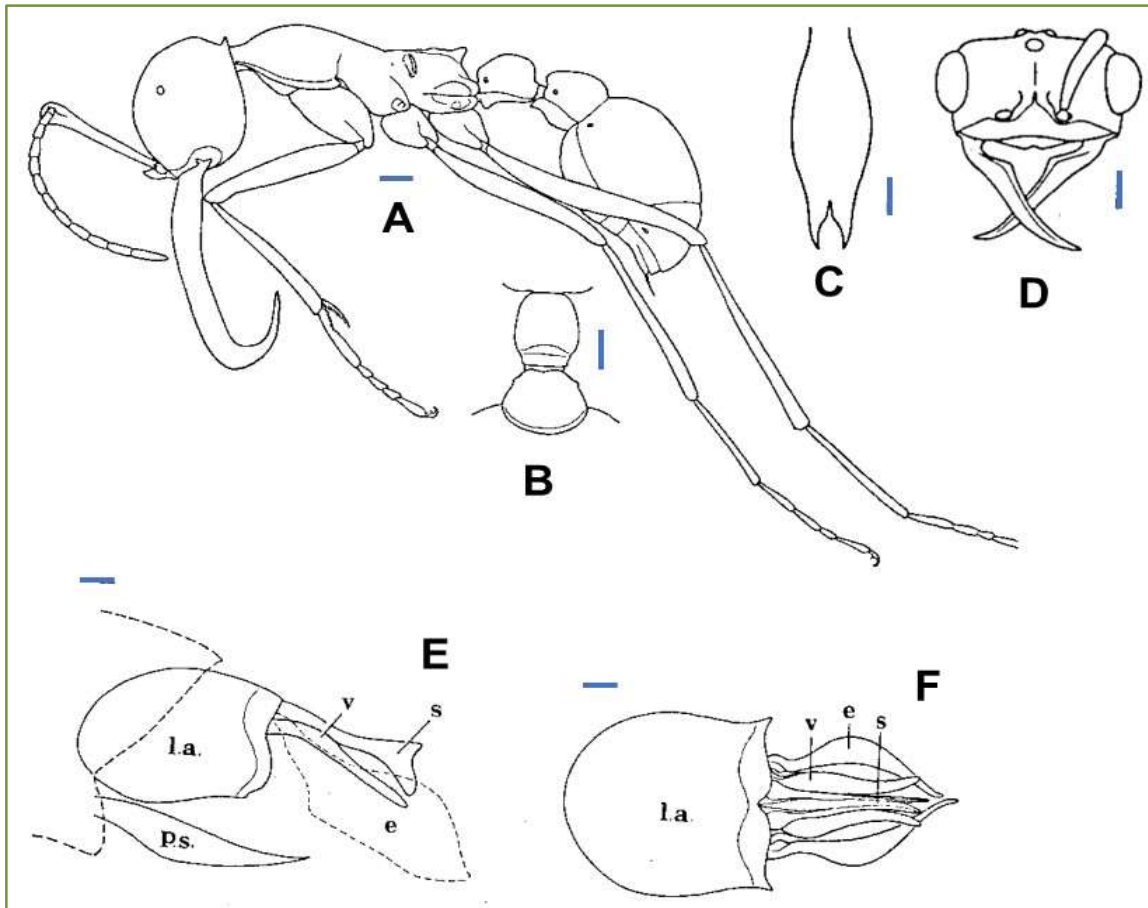
Figura 3. Hábitos de Eciton: A) Obrera; B) Hembra; C) Macho y ala.

Las hormigas legionarias se encontraban clasificadas en las subfamilias Aenictinae (con más de 50 especies en la región Indo-australiana y algunas especies en África y Europa), Dorylinae (con un número similar de especies en África y algunos países de Asia y Europa) y Ecitoninae (presentes en el neotrópico con cinco géneros y más de 150 especies); todas estas ubicadas en la sección Dorylina, como parte del complejo Poneroidae, de acuerdo con Palacio (1999). Por su parte, Fernández y Palacio (2003), compendieron algunas de las sinapomorfías que separaban a Ecitoninae de otras subfamilias como Dorylinae y Aenictinae; sin embargo, Borowiec (2016), desarrolló una revisión completa de Dorylinae, situando a todos estos taxa, en la misma subfamilia; incluyendo al género *Eciton*, del cual destaca la especie *E. burchellii* Westwood, 1842 (Figura 4), ampliamente distribuida en América.

Si bien en otros grupos de hormigas se pueden observar comportamientos como nomadismo y depredación en grupo, lo que llama la atención de las hormigas legionarias es cómo alternan estas etapas durante su ciclo de vida; además de que factores como las feromonas, la precipitación y la temperatura pueden (en cierta medida), influenciar en el desplazamiento y desarrollo físico del insecto (Califano y Chaves-Campos, 2011; Baudier y O'Donnell, 2018). Palacio (1999), ilustró este aspecto en detalle (Figura 5), para el caso de *E. burchellii*, una de las especies de hormiga legionaria más estudiada (Holldöbler y Wilson, 1990), junto con *E. hamatum*.



Este trabajo está licenciado bajo una [licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)



e = estipe; la = lámina anularis; ps = placa subgenital; s = ságita; v = volsela. Escala = 0,5 mm.

Fuente: Adaptado de Palacio (1999).

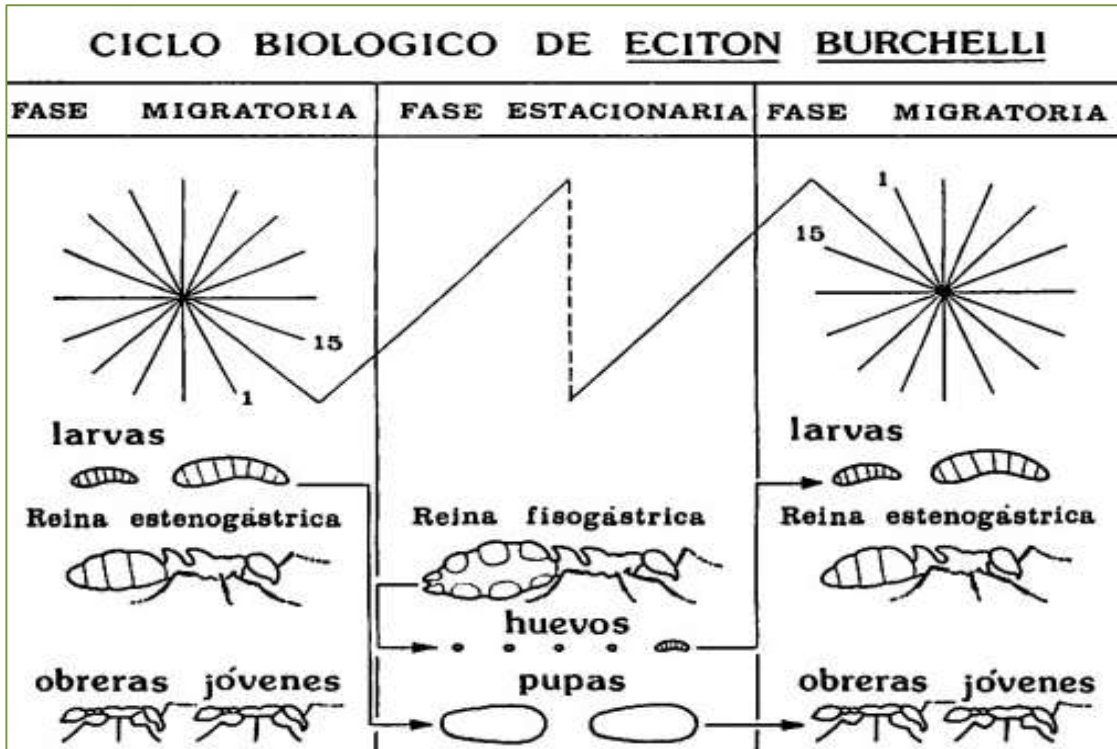
Figura 4. *Eciton burchellii*: A) Hábito de obrera; B) Pedicelo de soldado; C) Placa subgenital del macho; D) Cabeza en vista frontal; E) Genitalia del macho en vista lateral; F) Genitalia del macho en vista dorsal.

La fase migratoria inicia con la emergencia de obreras jóvenes, periodo que puede durar aproximadamente dos semanas, y en el cual, la reina contrae su abdomen (estenogástrica) para facilitar su movilización, y entre 25 y 100 mil nuevas obreras satisfacen las necesidades de alimento y recién apoyan con la cacería de presas a partir de la segunda mitad de la fase migratoria. En la fase estacionaria, que dura casi tres semanas, la reina expande su abdomen (fisogástrica), para hacer crecer la colonia hasta más de 200 mil individuos (Powell y Franks, 2007), pero como la mayoría están en etapa de pupa, las incursiones en búsqueda de alimento son a corta distancia. Lo anterior es



Este trabajo está licenciado bajo una [licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

posible porque la reina en esta etapa coloca hasta 30 mil huevos por día (Pestnet, 2022); razón por la cual es necesario desarrollar métodos confiables que permitan estimar la densidad de las colonias (Vidal-Riggs y Chaves-Campos, 2007).



Fuente: Palacio (1999).

Figura 5. Ciclo de vida de *Eciton burchellii*, en el cual las fases migratorias y estacionarias se alternan con mucha precisión.

En cuanto a la cópula, Kronauer et al. (2006), encontraron que, si bien las reinas de *E. burchellii* tienen una frecuencia de apareamiento alta (mayor que en otros Hymenoptera sociales), la acumulación inicial de espermatozoides en el órgano de almacenamiento de esperma de la reina es más determinante que las inseminaciones repetidas.

Respecto a enemigos naturales de *E. burchellii*, *Pheidole megacephala* (Fabricius, 1793), es una especie africana introducida en América, la cual es agresiva y ha logrado contrarrestar a las legiones de *E. burchellii*, dado que ambas especies no formaron parte de un proceso coevolutivo, correspondiendo a un tipo de subproducto debido a su



Este trabajo está licenciado bajo una [licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

agresividad durante la defensa de las colonias (Dejean y Corbara, 2014). Adicionalmente, Maes y McKay (s.f.), indicaron que las especies *Euxenister wheeleri* Mann, 1925 y *Pulvinister nevermanni* Reichensperger, 1933 (Coleoptera: Histeridae), están reportados como enemigos naturales de *E. hamatum*; por lo cual también podrían ser enemigos naturales de otros Ecitonini. Por otro lado, muchos organismos utilizan productos químicos para disuadir a los enemigos, como las arañas del género *Nephila* (presentes en los trópicos), las cuales modifican la composición de la telaraña para evitar que hormigas depredadoras trepen por las mismas (Knowlton y Kamath, 2018).

Impactos que ocasiona *Eciton burchellii*

Entre las especies de hormigas, conocidas también como Xulab en la península de Yucatán, que atacan con frecuencia a las abejas, está *E. burchellii*, la cual, al ser atraída por la miel, es capaz de devorar larvas y pupas de las abejas, pudiendo destruir la colmena en poco tiempo (Ramos-Díaz et al., 2016; Uchin, 2021). Según la base de datos de STRI (2023a), *E. burchellii* está presente en Panamá, en las provincias de Darién, Panamá, Panamá Oeste, Colón, Coclé y Chiriquí; siendo las cuatro últimas zonas importantes donde se desarrolla la apicultura.

Por otro lado, Riquett (2023), entrevistó al Dr. Fernando Fernández, Mirmecólogo colombiano que explicó que el nombre del género *Eciton* es un tributo a los periodistas (porque la etimología se originó de leer *notice* al revés). Además, el especialista precisó que estas hormigas también desempeñan un rol importante en el control biológico natural de plagas, razón por la cual son apreciadas en las comunidades indígenas. Riquett (2023), presentó como beneficios adicionales de las hormigas en general la aireación del suelo, dispersión de semillas, servir de alimento para otros animales como osos hormigueros y aves (Sainz-Borgo, 2015), establecen excelentes relaciones mutualistas con otros organismos animales y vegetales (Palacio, 1999; Rettenmeyer et al., 2011; Atencio-Valdespino et al., 2022) e influyen significativamente en la dinámica ecológica de los entornos boscosos. Sobre esto último, Soare et al. (2014; 2019), señalaron que el paisaje tiene un efecto importante en la dispersión y flujo genético de *E. burchelli*, por lo que se recomienda preservar la conectividad entre zonas boscosas (para evitar una dispersión de sexos sesgada), mediante corredores sombreados (Meisel, 2006). Por su parte, O'Donnell



Este trabajo está licenciado bajo una [licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

y Baudier (2023), indicaron que las diferencias en comportamiento y fisiología entre las colonias de insectos sociales como *E. burchellii* brindan oportunidades para respuestas evolutivas a la selección ambiental.

Alternativas de manejo de las hormigas legionarias

Lo primero a tomar en consideración en este apartado es el monitoreo constante y mantener las condiciones higiénicas en las colmenas. De acuerdo con Uchin (2021), se debe evitar derramar miel durante la cosecha, porque puede atraer tanto a las hormigas legionarias como a otros insectos no deseados como cucarachas. Esta misma recomendación aplicaría al momento de utilizar jarabe como suplemento dietético.

Por tanto, un manejo deficiente del apiario predispone el surgimiento de este y otros problemas sanitarios, afectando la nutrición de la colmena y alterando la capacidad de regulación de la temperatura y humedad (Servicio Agrícola y Ganadero [SAG], 2018). Adicionalmente, las alteraciones climáticas impactan en la oferta floral disponible y, por ende, en el comportamiento de las abejas; razón por la cual otra estrategia de manejo sería la selección de colmenas más robustas. Esto concuerda con lo propuesto por Airahuacho y Rubina (2021), quienes indicaron que como estrategia para el manejo de plagas como *Varroa destructor* Anderson y Trueman, 2000 (Acari: Varroidae), la selección de colmenas con buen comportamiento higiénico que, mediante acciones específicas reducen afectaciones por plagas.

Generalmente para el control de *E. burchellii* y otras hormigas agresivas se tienen cebos tóxicos, los cuales son ingeridos y transportados hacia la colmena (Blades of Green, 2021). Otra práctica que ha dado resultados es interrumpir el camino por donde transitan las hormigas removiendo suelo y quemando ramas como antorchas; sin embargo, una alternativa más amigable con los usuarios y con el ambiente es el uso de plantas repelentes, como Chaka (*Bursera simaruba*), Guayaba (*Psidium guajava*), Neem (*Azadirachta indica*), Nabanché (*Elaphrium graveolens*), Tok'aban' (*Pluchea odorata*) y Ruda (*Ruta chalapensis*), las cuales, debido a su particular olor, pueden disimular el de la miel de abeja (Uchin, 2021).



Este trabajo está licenciado bajo una [licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Entre los métodos que algunos apicultores panameños suelen emplear para el control de las hormigas, se tiene el uso de latas o recipientes plásticos abiertos y rellenos con aceite de motor usado, dentro de los cuales se colocan las patas de las colmenas o en su lugar, también se aplica grasa en las mismas patas, para evitar el tránsito de las hormigas hacia la colmena; similar a lo empleado por apicultores de la Península de Yucatán, México (Ayala, 2001). Sin embargo, lo observado en campo por parte del equipo técnico del PIIAP es similar al ejemplo ilustrado en la Figura 1B, dado que estos insectos son capaces de formar puentes con sus propios cuerpos para facilitar de modo eficiente la obtención de recursos (Brunelle, 2011).

CONCLUSIONES

- Las hormigas legionarias, particularmente la especie *E. burchellii*, son un riesgo potencial para la apicultura y meliponicultura en Panamá; considerando la amplia distribución del insecto, los reportes recibidos durante la realización del estudio en zonas de intervención del PIIAP, las condiciones climáticas cada vez más cambiantes y la necesidad por desarrollar mejores alternativas de manejo apícola.
- Es necesario diseñar y validar sistemas de trampas utilizando insecticidas de origen natural que replacen los típicos productos sintéticos, pero que, mediante una formulación apropiada, logren potenciar la eficacia de estas sustancias y que a la vez sean seguras para los seres humanos y otros animales.
- Se espera continuar apoyando tanto a productores apícolas como a la sociedad en su conjunto, mediante capacitaciones y reforzamiento técnico que facilite la comprensión de estos animales sociales, los cuales son capaces de impactar significativamente en los agroecosistemas. Es menester seguir investigando a nivel nacional y regional sobre este taxón tan interesante, en especial en materia de métodos de manejo sostenibles.



Este trabajo está licenciado bajo una [licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

REFERENCIAS

- Airahuacho, F. y Rubina, S. (2021). *Varroa destructor*: una amenaza mortal para la colmena de *Apis mellifera*. *Peruvian Agricultural Research*, 3(1), 40-51. <https://doi.org/10.51431/par.v3i1.664>
- Atencio-Valdespino, R., Collantes-González, R., Jaén, M. y Aguilera-Cogley, V. (2022). Inventory of arthropods associated with cashew (*Anacardium occidentale* L.) in Panama. *International Journal of Tropical Insect Science*, 42, 3661-3669. <https://doi.org/10.1007/s42690-022-00882-8>
- Ayala, M. (2001). La apicultura de la Península de Yucatán: un acercamiento desde la ecología humana. [Tesis de Maestría, Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del I. P. N. – Mérida, Yucatán, México]. 196 p. <https://www.mda.cinvestav.mx/FTP/EcologiaHumana/maestria/tesis/01TesisAyalaME01.pdf>
- Baudier, K. y O'Donnell, S. (2018). Complex body size differences in thermal tolerance among army ant workers (*Eciton burchellii parvispinum*). *Journal of Thermal Biology*, 78, 277-280. <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2018.10.011>
- Blades of Green. (2021). *How to Identify & Get Rid of Army Ants*. Lawn Care – Pest Control. <https://www.bladesofgreen.com/lawn-care/pests/learn-about-army-ants/>
- Bolton, B. (2023). *Taxonomic history*. En AntWeb v8.91.2., Subfamily: Dorylinae. <https://www.antweb.org/description.do?subfamily=dorylinae&rank=subfamily>
- Bolton, B., Palacio, E. y Fernández, F. (2003). Morfología y glosario. En F. Fernández (ed.), *Introducción a las hormigas de la región Neotropical, Capítulo 14* [pp. 221-231]. <http://repository.humboldt.org.co/bitstream/handle/20.500.11761/32961/978-958-8151-23-6.pdf>



Este trabajo está licenciado bajo una [licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

- Borowiec, M. (2016). Generic revision of the ant subfamily Dorylinae (Hymenoptera, Formicidae). *Zookeys*, (608), 1-280. <https://doi.org/10.3897%2Fzookeys.608.9427>
- Brady, S. (2003). Evolution of the army ant syndrome: The origin and long-term evolutionary stasis of a complex of behavioral and reproductive adaptations. *PNAS*, 100(11), 6575-6579. <https://doi.org/10.1073/pnas.1137809100>
- Breed, M. y Moore, J. (2022). Comparative Social Behavior. En M. Breed y J. Moore (eds.), *Animal Behavior, Third Edition, Chapter 14* [pp. 489-530]. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819558-1.00014-2>
- Brunelle, D. (2011). Bridge building and foraging efficiency in the army ant *Eciton burchellii*. *Tropical Ecology and Conservation [Monteverde Institute]*, 76. https://digitalcommons.usf.edu/tropical_ecology/76
- Califano, D. y Chaves-Campos, J. (2011). Effect of trail pheromones and weather on the moving behaviour of the army ant *Eciton burchellii*. *Insect. Soc.* 58, 309-315. <https://doi.org/10.1007/s00040-010-0140-z>
- Collantes, R. y Del Cid, R. (2022a). *Artrópodos plaga de las abejas (Apis mellifera L.)*. Proyecto de Investigación e Innovación Apícola de Panamá. IDIAP, Centro de Innovación Agropecuaria de Recursos Genéticos, Río Hato. <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.31127.65443>
- Collantes, R. y Del Cid, R. (2022b). Diagnóstico participativo de la apicultura en Panamá. *Peruvian Agricultural Research*, 4(2), 87-92. <http://dx.doi.org/10.51431/par.v4i2.796>
- Collantes, R., Del Cid, R., Reina, L. D. y García, M. (en prensa). Detección preliminar de *Varroa jacobsoni* y su relación con factores climáticos en Panamá. *Peruvian Agricultural Research*, 5(2).



Este trabajo está licenciado bajo una [licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Collantes, R., Del Cid, R., Santos-Murgas, A. y Atencio, R. (2023a). Importancia de los insectos polinizadores en la sostenibilidad de los agroecosistemas productivos. *Revista Semilla del Este*, 3(2), 8-26. https://revistas.up.ac.pa/index.php/semilla_este/article/view/3755

Collantes, R., Ramos, D., Muñoz, J., Quintero, N. y Santos-Murgas, A. (2023b). Artrópodos asociados a Musáceas en la Región Occidental de Panamá. *Ciencia Agropecuaria*, (37), 160-176. <http://www.revistacienciaagropecuaria.ac.pa/index.php/ciencia-agropecuaria/article/view/621>

Dejean, A. y Corbara, B. (2014). Reactions by army ant workers to nestmates having had contact with sympatric ant species. *Comptes Rendus Biologies*, 337, 642-645. <http://dx.doi.org/10.1016/j.crv.2014.05.004>

El Entomólogo. (11 de agosto 2018). WHATOP. *Ataque de hormigas legionarias a un panal de avispas*. ENTOMOLOGÍA. [Archivo de Video] Youtube. <https://www.youtube.com/watch?v=WpKxmPFsUnY>

Fernández, F. y Palacio, E. (2003). Sistemática y filogenia de las hormigas: breve repaso a propuestas. En F. Fernández (ed.), *Introducción a las hormigas de la región Neotropical, Capítulo 1* [pp. 29-44]. <http://repository.humboldt.org.co/bitstream/handle/20.500.11761/32961/978-958-8151-23-6.pdf>

Hölldöbler, B. y Wilson, E. O. (1990). *The Ants*. Harvard University Press, Cambridge. <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-662-10306-7>

Instituto de Innovación Agropecuaria de Panamá. (2022a). *Investigación e Innovación apícola en Panamá. Iniciativas y Proyectos*. <https://proyectos.idiap.gob.pa/proyectos/investigacion-innovacion-apicola-panama/es>



Este trabajo está licenciado bajo una [licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Instituto de Innovación Agropecuaria de Panamá. (2022b). *Proyecto de Innovación Agropecuaria Sostenible e Incluyente. Iniciativas y Proyectos*. https://proyectos.idiap.gob.pa/proyectos/innovacion_productiva_sostenible_sistema_s_produccion_agricultura_familiar_panama/es

Jaffé, R., Kronauer, D. J. C, Bernhard, K. F., Boomsma, J. J. y Moritz, R. F. A. (2007). Worker caste determination in the army ant *Eciton burchellii*. *Biol. Lett.*, 3513-516. <https://doi.org/10.1098/rsbl.2007.0257>

Knowlton, E. y Kamath, A. (2018). Ants Do Not Traverse the Silk of Adult Female *Nephila clavipes* (Linnaeus) Webs. *Neotrop Entomol*, 47, 780-785. <https://doi.org/10.1007/s13744-018-0631-6>

Kronauer, D. J. C., Berghoff, S. M., Powell, S., Denny, A. J., Edwards, K. J., Franks, N. R. y Boomsma, J. J. (2006). A reassessment of the mating system characteristics of the army ant *Eciton burchellii*. *Naturwissenschaften* 93, 402-406. <https://doi.org/10.1007/s00114-006-0121-2>

Lara, K. (2023). *Diagnostican limitantes del rubro apícola local*. Panamá América. <https://www.panamaamerica.com.pa/economia/diagnostican-limitantes-del-rubro-apicola-local-1217828>

Maes, J. M. y Mackay, W. (s.f.). *Familia Formicidae*. Fauna Entomológica de Nicaragua. <http://www.bio-nica.info/Ento/Hymeno/FORMICIDAE.htm>

Meisel, J. (2006). Thermal Ecology of the Neotropical Army Ant *Eciton Burchellii*. *Ecological Applications*, 16(3), 913-922. [https://doi.org/10.1890/1051-0761\(2006\)016\[0913:TEOTNA\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/1051-0761(2006)016[0913:TEOTNA]2.0.CO;2)

McKenzie, S. K., Winston, M. E., Grewe, F., Vargas Asensio, G., Rodríguez-Hernández, N., Rubin, B. E. R., Murillo-Cruz, C., von Beeren, C., Moreau, C. S., Suen, G., Pinto-Tomás, A. A. y Kronauer, D. J. C. (2021). The genomic basis of army ant



Este trabajo está licenciado bajo una [licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

chemosensory adaptations. *Molecular ecology*, 30(24), 6627-6641.
<https://doi.org/10.1111/mec.16198>

Mosquera, J. (7 de julio 2023). Las abejas, héroes polinizadores. Mundo Verde. TVN Noticias. https://www.tvn-2.com/mundo-verde/video-mundo-verde-abejas-heroes-polinizadores_8_2064423.html

National Geographic España. (2020). *Las hormigas guerreras comen de todo* | National Geographic en Español. Youtube. <https://www.youtube.com/watch?v=EkJYMXqx2ac>

Nilipour, L. (2016). *La miel de palo, práctica ancestral que se extingue*. La Estrella de Panamá. https://www.laestrella.com.pa/cafe-estrella/cultura/161225/miel-palo-practica-extingue-ancestral#google_vignette

O'Donnell, S. y Baudier, K. (2023). Significant colony differences in thermal tolerances and decoupling of high and low critical temperatures in the army ant *Eciton burchellii parvispinum*. *Ecological Entomology*, 1-5. <https://doi.org/10.1111/een.13258>

Palacio, E. (1999). Hormigas Legionarias (Hymenoptera: Formicidae: Ecitoninae) de Colombia. En G. Amat, M. Andrade y F. Fernández (eds.), *Insectos de Colombia, Volumen II, Capítulo V* [pp. 117-189. <http://accefyn-repositorio.metabiblioteca.org/handle/001/43>

Pestnet. (2022). *Army Ants*. <https://www.pestnet.com/ants/army-ants/>

Powell, S. y Franks, N. (2007). How a few help all: living pothole plugs speed prey delivery in the army ant *Eciton burchellii*. *Animal Behaviour*, 73(6), 1067-1076. <https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2006.11.005>

Ramos-Díaz, A., Cano-Sosa, J., Uc-Várquez, A., García-Muñoz, Y. y Koyoc-Canche, A. (2016). Etapas de la producción de miel. En A. Ramos-Díaz y N. Pacheco-López (eds.), *Producción y comercialización de miel y sus derivados en México: desafíos y*



Este trabajo está licenciado bajo una [licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

oportunidades para la exportación, Capítulo II [pp. 42-53]. CIATEJ / CONACYT, Mérida – México. https://ciatej.mx/files/divulgacion/divulgacion_5f243ecb97f89.pdf

Rettenmeyer, C. W., Rettenmeyer, M. E., Joseph, J. y Berghoff, S. M. (2011). The largest animal association centered on one species: the army ant *Eciton burchellii* and its more than 300 associates. *Insect. Soc.* 58, 281-292. <https://doi.org/10.1007/s00040-010-0128-8>

Riquett, S. (2023). *Colonias del tamaño de una casa: lo que no sabía de las hormigas de Colombia*. Colombia Visible. <https://colombiavisible.com/colonias-del-tamano-de-una-casa-lo-que-no-sabia-de-las-hormigas-colombianas/>

Roberts, D. (2016). Two species of tanagers (Passeriformes: Thraupidae) forage on army ant workers (*Eciton burchellii*) carrying immature paper wasps. *The Wilson Journal of Ornithology*, 128(3), 653-656. <http://dx.doi.org/10.1676/1559-4491-128.3.653>

Servicio Agrícola y Ganadero. (2018). Manual de Gestión Productiva-Sanitaria y de Buenas Prácticas Apícolas. Ministerio de Agricultura, Departamento de Sanidad Animal – División de Protección Pecuaria. https://www.sag.gob.cl/sites/default/files/manual_gestion_productiva-sanitaria_apicola-sag-2018.pdf

Sainz-Borgo, C. (2015). Note: Consume of workers of *Eciton burchellii* (Hymenoptera: Formicidae) by several bird species in urban conditions. *Ecotropicos* 28(1-2), 38-42. https://www.researchgate.net/publication/309285408_NOTE_CONSUME_OF_WORKERS_OF_ECITON_BURCHELLII_HYMENOPTERA_FORMICIDAE_BY_SEVERAL_BIRD_SPECIES_IN_URBAN_CONDITIONS

Silvestre, R., Brandão, C. y Da Silva, R. (2003). Grupos funcionales de hormigas: el caso de los gremios del Cerrado. En F. Fernández (ed.), *Introducción a las hormigas de la región Neotropical*, Capítulo 7 [pp. 113-148].



Este trabajo está licenciado bajo una [licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

<http://repository.humboldt.org.co/bitstream/handle/20.500.11761/32961/978-958-8151-23-6.pdf>

Soare, T., Kumar, A., Naish, K. y O'Donnell, S. (2014). Genetic evidence for landscape effects on dispersal in the army ant *Eciton burchellii*. *Molecular Ecology*, 23(1), 96-109. <http://dx.doi.org/10.1111/mec.12573>

Soare, T., Kumar, A., Naish, K. y O'Donnell, S. (2019). Multi-year genetic sampling indicates maternal gene flow via colony emigrations in the army ant *Eciton burchellii parvispinum*. *Insect. Soc.* 67, 155-166. <https://doi.org/10.1007/s00040-019-00739-3>

Smithsonian Tropical Research Institute. (2023a). *Eciton burchellii*. Panama Biota. <https://panamabiota.org/stri/taxa/index.php?tid=48523>

Smithsonian Tropical Research Institute. (2023b). *Melipona*. Panama Biota. <https://panamabiota.org/stri/taxa/index.php?tid=37905&clid=0&pid=1&taxauthid=1>

Uchin, A. (2021). *Manejo tradicional de la abeja de los pueblos mayas (Melipona beecheii)*. The Nature Conservancy Ka Kuxtal Much' Meyaj, México. https://www.tncmx.org/content/dam/tnc/nature/en/documents/mexico/Manejo_tradicional_de_la_abeja_de_los_pueblos_mayas.pdf

Vidal-Riggs, J.M. y Chaves-Campos, J. (2007), Method Review: Estimation of Colony Densities of the Army Ant *Eciton burchellii* in Costa Rica. *Biotropica*, 40, 259-262. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2007.00347.x>

Wolff, L. y Gomes, J. (2015). Beekeeping and Agroecological Systems for Endogenous Sustainable Development. *Agroecology and Sustainable Food Systems*, 39(4), 416-435. <http://dx.doi.org/10.1080/21683565.2014.991056>



Este trabajo está licenciado bajo una [licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Yaacob, M., Rajab, N. F., Shahar, S. y Sharif, R. (2018). Stingless bee honey and its potential value: a systematic review. *Food Research*, 2(2), 124-133. [http://dx.doi.org/10.26656/fr.2017.2\(2\).212](http://dx.doi.org/10.26656/fr.2017.2(2).212)

AGRADECIMIENTOS

A los productores colaboradores y al equipo técnico del PIIAP, por el apoyo brindado en todas las etapas desarrolladas en el proyecto. Al M. Sc. Juan Carlos Di Trani (Universidad Autónoma de Yucatán), al MBA Hans Hammerschlag (Advanced Biocontrollers, S. A.), a la M. Sc. Charoline Gutiérrez (MIDA), al Ingeniero Rafael González (Cítricos, S. A.) y al Técnico Apícola Carlos Candanedo (Universidad de Panamá), por atender las consultas realizadas sobre la materia. A la Alta Gerencia del IDIAP, por el respaldo genuino y constante a las iniciativas desarrolladas en el marco del PIIAP.



Este trabajo está licenciado bajo una [licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)