

## Hormigas (Hymenoptera: Formicidae) asociadas a *Lecythis minor* j. (Ericales: Lecythidaceae) en un relicto de bosque seco tropical, Santa Marta, Colombia

### Associated ants (Hymenoptera: Formicidae) to *Lecythis minor* j. (Ericales: Lecythidaceae) in a relict of tropical dry forest, Santa Marta, Colombia

Hubert Andrés Sierra-Chamorro\* , Michelle Vanesa Soto-Avenidaño  y Aldair de Jesús Castrillo Miranda 

Programa de Biología, Facultad de Ciencias Básicas, Universidad del Magdalena, Santa Marta, Colombia

#### Resumen

El bosque seco es uno de los ecosistemas estratégicos en Colombia por su alta biodiversidad y los múltiples servicios ecosistémicos que brinda. En estos ambientes se destacan especies de plantas como *Lecythis minor*, una lecitidácea que se distingue por su fruto en forma de olla. Estas plantas pueden establecer interacciones complejas con organismos como las hormigas, grupo de insectos que se caracteriza por sus diversidades taxonómica y funcional y por su éxito ecológico. Asimismo, estas asociaciones permiten entender procesos de coevolución complementarios a niveles ecológico y funcional. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo fue determinar la comunidad de hormigas asociadas a la olla de mono, sus grupos funcionales y las posibles interacciones en un relicto de bosque seco tropical en la Universidad del Magdalena. Para ello, se muestrearon ocho individuos en el relicto de bosque seco tropical en los que se registraron 11 especies de hormigas y cinco de sus grupos funcionales. La comunidad estuvo representada en su mayoría por formicinas generalistas y myrmecinas arbóreas; las cuales se registraron aprovechando recursos como néctar, mucilago y sitios para nidificar. Los grupos funcionales de las depredadoras epigeas y arbóreas solo estuvieron representadas por una especie. Algunas hormigas como *Crematogaster* y *Pseudomyrmex* presentan la capacidad de brindar protección a la planta; otras, como *Cephalotes*, se asocian a procesos de polinización, mientras que la planta ofrece alimento y sitios para nidificar. Por su parte, las generalistas como *Camponotus* y *Brachymyrmex* aprovechan recursos de la planta sin brindar un beneficio aparente a esta. Este primer acercamiento a la comunidad de hormigas asociadas a *L. minor* y sus interacciones sugiere la posible mirmecofilia de la planta. Sin embargo, es necesario llevar estudios en zonas más conservadas que permitan ampliar el conocimiento de las especies de hormigas asociadas a la olla de mono.

**Palabras clave:** interacción hormiga-planta; olla de mono; mirmecofilia

#### Abstract

The dry forest is one of the strategic ecosystems in Colombia due to its high biodiversity and the multiple ecosystemic services it provides. Plant species such as *Lecythis minor*, a lecythidaceous distinguished by its pot-shaped fruit, stand out in these environments. These plants can establish complex interactions with organisms such as ants, a group of insects characterized by their taxonomic and functional diversity and ecological success. Likewise, these associations allow us to understand complementary coevolutionary processes at ecological and functional levels. Therefore, the objective of this work was to specify the community of ants associated with the monkey pot, their functional groups, and possible interactions in a relict of a tropical dry forest at the University of Magdalena. For this, eight individuals were sampled in the relict of tropical dry forest in which 11 ant species and five of their functional groups were recorded. Generalist formycins and arboreal myrmecins predominantly represented the community and were recorded taking advantage of resources such as nectar, mucilage, and nesting sites. The functional groups of epigeal and arboreal predators were only represented by one species. Some ants, such as *Crematogaster* and *Pseudomyrmex*, can protect the plant; others, like *Cephalotes*, are associated with pollination processes, while the plant offers food and nesting sites. For their part, generalists such as *Camponotus* and *Brachymyrmex* take advantage of plant resources without providing it with any apparent benefit. This first approach to the community of ants associated with *L. minor* and their interactions suggests the plant's potential myrmecophily. However, it is necessary to carry out studies in more conserved areas to broaden the knowledge of the ant species associated with the monkey pot.

**Key words:** ant-plant interaction; olla de mono; myrmecophily

\*Autor de correspondencia: [hubertsierra@unimagdalena.edu.co](mailto:hubertsierra@unimagdalena.edu.co)

Editora: María Cristina Gallego Roperio

Recibido: 04 de agosto de 2022

Aceptado: 02 de febrero de 2023

Publicación en línea: 04 de mayo 2023

Citar como: Sierra-Chamorro, H.A., Soto-Avenidaño, M. V. y Castrillo-Miranda A. J. (2023). Hormigas (Hymenoptera: Formicidae) asociadas a *Lecythis minor* j. (Ericales: Lecythidaceae) en un relicto de bosque seco tropical, Santa Marta, Colombia. *Intropica*, (18),79-85.

<https://doi.org/10.21676/23897864.4750>



## Introducción

El bosque seco tropical (bs-t) es considerado uno de los ecosistemas con una gran diversidad de fauna y flora adaptada a un clima seco con altos niveles de estrés hídrico. Además, presta múltiples servicios ecosistémicos como la retención de suelos y la captura de carbono (Pizano *et al.*, 2016). En el Caribe colombiano, el bs-t se distribuye en los departamentos del Magdalena, La Guajira, Atlántico, Cesar, Sucre y las islas de San Andrés, Providencia y Santa Catalina (Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt [IAvH], 2014). Sin embargo, dada la intensificación y transformación de este ecosistema, en la actualidad queda aproximadamente el 3 % de su cobertura original en Colombia (Ortega-Echeverría *et al.*, 2019).

Dentro de los bosques secos se destaca la familia Lecythidaceae, considerada como indicador de zonas poco perturbadas (Mori *et al.*, 2007). Esta se divide en tres subfamilias: Foetidioideae, Planchonioideae, y Lecythioidae (Mori, 1995). En esta última se encuentra el género *Lecythis* Loefl con 27 especies descritas, entre las cuales *Lecythis minor* (olla de mono) se destaca como una especie distintiva. Esta última se caracteriza por ser un árbol leñoso que puede alcanzar más de 25 m de altura o crecer como un arbusto y, produce grandes cantidades de flores llamativas que presentan discos nectaríferos y frutos con semillas carnosas por un periodo de más de cuatro meses, lo que puede considerarse como fuente de recurso alimenticio para diversos organismos (Dugand, 1947; Mori y Kallunki, 1976). A pesar de esto, diferentes aspectos biológicos o ecológicos como las interacciones planta-animal han sido poco estudiados tanto en Lecythidaceae como en *L. minor* puesto que la mayoría se enfocan en inventarios taxonómicos y aspectos sobre la polinización (Gamboa, 1997) (CBD) (Ángeles *et al.*, 2014).

Por otra parte, las hormigas son uno de los grupos de insectos más comunes y diversos en los ecosistemas terrestres de todo el mundo (Chacón de Ulloa y Abadía, 2014). Aspectos ecológicos como su capacidad para aprovechar gran variedad de recursos y establecer diversas relaciones con animales y plantas las convierten en uno de los grupos de artrópodos más exitosos (Fernández *et al.*, 2019). En los trópicos, estas pueden llegar a representar hasta la mitad del total de la biomasa de artrópodos en un ecosistema determinado y más del 90 % de los individuos presentes en un árbol (Corbara *et al.*, 2019). Asimismo, desempeñan funciones como la regulación de las poblaciones de otros artrópodos o la dispersión de semillas y participan en procesos de recirculación de nutrientes, indispensables para el funcionamiento de los ecosistemas

(Brandão *et al.*, 2012). De esta manera, conocer los grupos funcionales permite dilucidar aspectos sobre el papel que desempeñan las especies en una comunidad, sus implicaciones ecológicas y sus relaciones tróficas (Branstetter *et al.*, 2017).

Dentro de las relaciones planta-hormigas, estas últimas pueden actuar como polinizadoras, herbívoras, defensoras etc., mientras que las plantas proporcionan alimentos y sitios para nidificar (Holldobler y Wilson 1990; Huzley y Cutler, 1991). En los casos donde esta relación es benéfica para ambas partes se conocen como mutualismo (Ibarra-Manríquez y Dirzo, 1990), y, específicamente, se denominan como mirmecofilia cuando las plantas brindan estructuras para alimentar a las hormigas. En muchos casos, estas interacciones son el resultado de procesos coevolutivos de complementariedad ecológica y funcional (Corbara *et al.*, 2019). De esta manera, comprender las relaciones planta-hormiga, permite dilucidar los procesos subyacentes de coevolución. Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue determinar la riqueza, la composición y los grupos funcionales de hormigas asociadas a *L. minor*, así como sus posibles interacciones en un relicto de bs-t de la ciudad de Santa Marta, Colombia.

## Materiales y métodos

El estudio se realizó en el remanente de bs-t ubicado en la sede principal de la Universidad del Magdalena durante marzo y abril del 2022 (figura 1), una formación vegetal de aproximadamente tres hectáreas, que hace parte de la matriz urbana de la ciudad de Santa Marta, y que está conformada principalmente por plantas de las familias Fabaceae, Euphorbiaceae y Poaceae. Este relicto presenta una altitud de 21 m (Barranco-Pérez *et al.*, 2016), un promedio anual de temperatura de 27 °C y una precipitación de 608,8 mm (Rangel y Carvajal-Cogollo, 2012).

Para la localización de los individuos de *L. minor*, se revisó el Plan Decenal de Manejo del Bosque Seco en el campus de la Universidad del Magdalena, donde se provee la ubicación de los individuos previamente censados (Barranco *et al.*, 2015). Para complementar el número de individuos de *L. minor* muestreados, se realizaron búsquedas activas en las zonas restantes del relicto no contempladas en dicho plan. Además, con el fin de conocer la comunidad de hormigas que se encuentra asociada a *L. minor*, se realizó la búsqueda en la base del vástago principal hasta aproximadamente 2 m de la altura de los individuos en estado arbóreo incluyendo la superficie de las ramas vivas, las flores, las hojas y el interior de ramas muertas. Esta búsqueda de las hormigas finalizó, una vez revisadas todas las estructuras encontradas en este intervalo de altura.

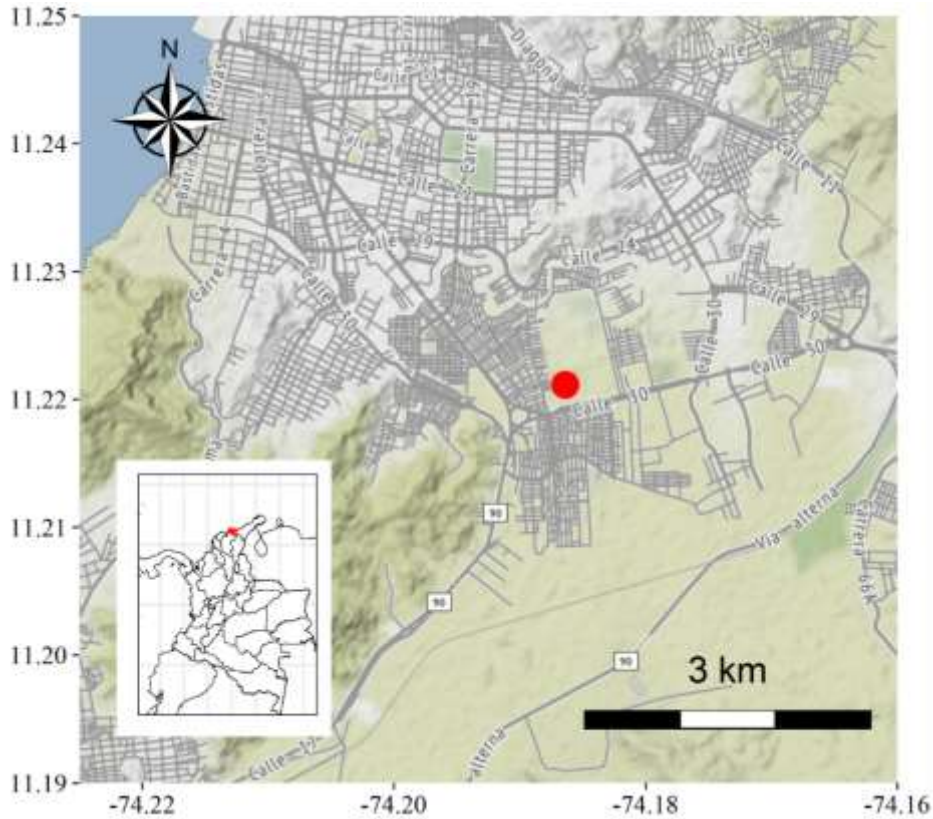


Figura 1. Ubicación del sitio de estudio. El mapa fue construido en RStudio 4.0.3 (Equipo central de R, 2020) mediante la librería ggmap 3.0.0 (Kahle y Wickham, 2013).

Una vez halladas las hormigas, se observó su comportamiento hasta identificar la actividad y el tipo de estructura donde la realizaban (*e. g.*, forrajeo sobre ramas, consumo de néctar o polen, etc.). Cada individuo de *L. minor* fue muestreado una única vez. Las hormigas fueron recolectadas y preservadas en alcohol al 96 %. La identificación taxonómica se realizó usando las claves especializadas de Fernández *et al.* (2019) y los grupos funcionales fueron identificados bajo la propuesta de Brandão *et al.* (2012).

## Resultados

Se muestrearon ocho individuos de *L. minor* (seis árboles y dos arbustos) en los que se registraron 11 especies de cuatro subfamilias, Formicinae y Myrmicinae presentaron la mayor riqueza de especies (cuatro), mientras que las subfamilias restantes solo estuvieron representadas por una única especie (tabla 1). Para Formicinae, solo se registraron especies del grupo funcional de formicinas generalistas (FG), caracterizadas por su capacidad de aprovechar gran variedad de recursos.

Las especies *Camponotus lindigi* y *Camponotus blandus* se les registró anidando en la base de los árboles muestreados y,

forrajeando a lo largo de vástagos y ramas. Además, se observaron algunas asociadas a las inflorescencias, alimentándose de tejidos blandos presentes en los botones florales, estaminodios y en zonas blandas del cáliz en flores fecundadas (figura 2c). Asimismo, *Brachymyrmex minutus* y *C. lindigi* se observaron anidando y alimentándose de los tejidos blandos y el mucilago de las yemas apicales en los individuos de *L. minor* que aún se encontraban en estado arbustivo (figura 2a).

Dentro de las formicinas y dolicoderinas generalistas se registraron especies exóticas y vagabundas como *Tapinoma melanocephalum* y *Paratrechina longicornis*, hormigas oportunistas consideradas a nivel mundial como una plaga con alta capacidad para desplazar fauna nativa (Dekoninck *et al.*, 2019). *T. melanocephalum* se observó anidando en ramas huecas, y forrajeando sobre el vástago principal, las obreras de *P. longicornis*, se registraron forrajeando en áreas aledañas al árbol y, ocasionalmente, algunas obreras se encontraron forrajeando sobre las ramas y en el vástago principal de los árboles. Esta especie solo fue encontrada en los individuos de *L. minor* hallados en el borde del relicto.

Hormigas (Hymenoptera: Formicidae) asociadas a *Lecythis minor* J.

Tabla 1. Composición y grupos funcionales de las hormigas asociadas a *Lecythis minor*. AD: Arbórea dominante, AP: Arbórea que se alimenta de polen, FG: Formicina generalista, DG: Dolicoderina generalista, DGE: Depredadora generalista epigea, DA: Depredadora arbórea. El valor entre paréntesis seguido del grupo funcional representa el número de árboles-arbustos en que se registró la especie.

Subfamilias	Especies	Grupo funcional
Formicinae	<i>Brachymyrmex minutus</i> Forel, 1893	FG (4)
	<i>Camponotus blandus</i> (Smith, 1858)	FG (6)
	<i>Camponotus lindigi</i> Mayr, 1870	FG (5)
	<i>Paratrechina longicornis</i> (Latreille, 1802)	FG (2)
Myrmicinae	<i>Cephalotes minutus</i> (Fabricius, 1804)	AP (3)
	<i>Cephalotes pusillus</i> (Klug, 1824)	AP (4)
	<i>Crematogaster obscurata</i> Emery, 1895	AD (4)
	<i>Crematogaster crinosa</i> Mayr, 1862	AD (3)
Dolichoderinae	<i>Tapinoma melanocephalum</i> (Fabricius, 1793)	DG (2)
Pseudomyrmecinae	<i>Pseudomyrmex curacaensis</i> (Forel, 1912)	DA (2)
Ectatomminae	<i>Ectatomma ruidum</i> (Roger, 1860)	DGE (1)



Figura 2. A. *Camponotus lindigi* alimentándose de mucilago en las yemas apicales de un individuo en estado arbustivo. B. *Cephalotes femoralis* y *C. minutus* alimentándose de estructuras de la inflorescencia. C. *Camponotus blandus* alimentándose de los botones florales. D. Entrada de un nido de *Crematogaster obscurata* en *L. minor*.

En cuanto a las myrmecinas, solo se registraron especies de hábito arbóreo representadas por los géneros *Crematogaster* y *Cephalotes*, clasificadas en los grupos de las arbóreas dominantes (AD) y las arbóreas que se alimentan de polen (AP),

respectivamente. Las especies del género *Cephalotes* se encontraron forrajeando sobre las inflorescencias y alimentándose sobre los botones florales, así como de los discos nectaríferos y el polen de los estaminodios. De hecho, ambas

especies de *Cephalotes* se observaron coexistiendo sobre las mismas fuentes de recursos (figura 2b). Asimismo, las especies de *Crematogaster* se observaron anidando dentro de ramas muertas y forrajeando sobre los vástagos (figura 2d). Los árboles de *L. minor* ubicados hacia el interior del relicto solo presentaron especies de este género. También cabe señalar que, en la presencia de *Crematogaster*, algunas especies como *P. longicornis* y *B. minutus* evidenciaron un comportamiento estratificado, donde estas dos últimas no llegan hacia las ramas donde se encuentra *Crematogaster* y suelen bajar del árbol, o forrajear sitios diferentes de donde se encuentra.

Por otro lado, *Pseudomyrmex curacaensis*, única especie para Pseudomyrmecinae considerada depredadoras arbóreas (DA), presentó un comportamiento semejante a *C. lindigi* y *C. blandus*. Sin embargo, a *P. curacaensis* se le registró asociada a los botones florales, mientras que no se registró forrajeando sobre las flores maduras, ni a lo largo de los vástagos y ramas de *L. minor*. Finalmente, *Ectatomma ruidum*, una depredadora generalista epigea (DGE), solo se observó forrajeando a lo largo del vástago principal, sin un aparente aprovechamiento directo de alguna fuente de recurso presente en la planta.

## Discusión

Se ha sugerido que algunas especies de formicinas como *B. minutus* anidan principalmente en el suelo y con menos frecuencia bajo piedras y en plantas (Santchii, 1923), un comportamiento que se atribuye a la asociación que el género puede establecer con cóccidos y áfidos. Sin embargo, durante la investigación esta especie se encontró anidando en los domacios de *L. minor* hallados en la base del vástago principal, además, no se registró infestación por Coccidae y Aphididae. Por lo tanto, es posible que los hábitos arborícolas de *B. minutus* no necesariamente estén determinados por la presencia de insectos escama y pulgones en el árbol, y en parte pueden deberse a la disponibilidad de recurso para la nidificación, por lo que este tipo de asociación podría suponer una relación de tipo comensalista, donde *B. minutus* puede sacar provecho de estructuras de *L. minor* sin provocarle mayor afectación.

El mismo patrón se presentó en otras formicinas y dolícoderinas como *P. longicornis* y *T. melanocephalum* a las que es posible atribuir un comportamiento oportunista en un tipo de relación comensalista respecto a *L. minor* dado que, aunque estas se encuentran anidando en el vástago principal de la planta, suelen forrajear alrededor de ella. Este par de especies son unas de las plagas de hormigas más ampliamente distribuidas en todo el mundo, y su éxito se debe a aspectos ecológicos como la gran

capacidad que presentan para aprovechar diferentes fuentes de recursos, además de su poliginia, nidos inestables que pueden cambiar de sitio fácilmente, etc. (Fernández y Ortiz-Sepúlveda, 2019). Por lo tanto, pueden estar involucradas en el desplazamiento de especies nativas, tanto de hormigas como de otro tipo de entomofauna asociada a *L. minor*.

Por otro lado, *C. lindigi* y *C. blandus*, son hormigas ampliamente distribuidas en Colombia que presentan hábitos generalistas y es común encontrarlas forrajeando sobre árboles (Mackay y Mackay, 2019). Estas especies se registraron asociadas a la inflorescencia de *L. minor* y alimentándose de néctar. Aunque es posible que estén involucradas en procesos de polinización, se ha determinado que las hormigas generalmente no son buenas polinizadoras (Corbara *et al.*, 2019), por lo que la relación entre estas FG puede ser de carácter comensalista, donde las hormigas *Camponotus* pueden aprovechar el recurso alimenticio presente en *L. minor* (*e. g.*, néctar y mucilago), mientras que la planta no presenta una aparente ventaja por esta asociación.

Las myrmecinas como *Crematogaster* se observaron forrajeando a lo largo del vástago principal y en ramas vivas, aprovechando recursos como el néctar, y con sus colonias establecidas al interior de ramas muertas. Estas especies clasificadas como AD, suelen presentar colonias altamente pobladas, gran capacidad para establecer nidos y, una alta agresión inter e intraespecífica cuando detectan invasión hacia su territorio (Corbara *et al.*, 2019). Por lo tanto, para *L. minor* puede resultar beneficioso la presencia de las hormigas de este género, en un tipo de relación mutualista donde estos insectos tienen la capacidad de ofrecer protección a la planta, mientras que esta puede proporcionar alimento y estructuras para nidificar.

También se ha demostrado que la presencia de las AD puede inducir a estratificación de la comunidad de hormigas a lo largo del árbol (Dejean *et al.*, 2003). Esto podría explicar el comportamiento de *P. longicornis* y *B. minutus* en presencia de *Crematogaster*. De esta manera, *Crematogaster* podría regular las poblaciones de hormigas plaga como *P. longicornis*.

Por otro lado, *Cephalotes* se registró asociada a las flores alimentándose del néctar y del polen. Sin embargo, y a diferencia de *Crematogaster*, este género no presenta una alta dominancia ni agresividad contra otros organismos, ni brinda defensa a la planta hospedera a pesar de todas las adaptaciones que estas evidencian para la vida arbórea (De Andrade y Baroni-Urbani, 1999). Se ha demostrado que las especies de *Cephalotes* forrajean frecuentemente sobre las flores y que en algunos



casos las obreras desechan el polen que se encuentra sobre diferentes estructuras de la planta, y este termina dispersándose por anemocoria. Por lo tanto, es posible que estas hormigas en particular se encuentren relacionadas en eventos de polinización (Baroni-Urbani y De Andrade 1997). A pesar de ello, según estos resultados, la relación entre *Cephalotes* y *L. minor* podría ser de tipo comensalista, donde las especies de *Cephalotes* aprovechan recursos de alimentación y nidificación sin que *L. minor* tenga un beneficio evidente.

En cuanto a *Pseudomyrmex curacaensis*, una especie que se registró alimentándose del néctar de las flores, se ha demostrado que estas DA pueden establecer relaciones mutualistas con la planta hospedera, de forma que la hormiga brinda protección contra competidores y herbívoros, mientras que la planta proporciona recursos para nidificación y alimentación (Ward, 1991; Ward, 2019). Por otro lado, *Ectatomma ruidum* es una DGE que se le encontró forrajeando sobre el vástago principal a no más de metro y medio del suelo en los individuos de *L. minor* en que se registró. La dieta de estas hormigas va desde artrópodos de tamaño semejante al de ellas, hasta gasterópodos y lombrices, y raras veces pueden llegar a visitar o cuidar nectarios, por lo que la asociación de esta hormiga con *L. minor* puede estar determinada por la presencia de otros macroinvertebrados que utiliza como alimento y no al recurso directo que puede ofrecer *L. minor*, como néctar y domacios.

### Conclusión

Los resultados de este estudio son indicios de la posible mirmecofilia de *L. minor*, dada la comunidad de hormigas con las que tiene la capacidad de establecer relaciones. Asimismo, estos resultados representan el primer acercamiento al conocimiento de la comunidad de hormigas asociadas a la olla de mono y a sus interacciones en el bs-t de la ciudad de Santa Marta. Sin embargo, es necesario llevar a cabo estudios en zonas más conservadas que permitan ampliar la información sobre las comunidades de hormigas asociadas a *L. minor*, además de un registro más detallado de sus posibles interacciones.

### Conflicto de intereses

Los autores declararon no tener ningún conflicto de intereses.

### Contribución de los autores

Hubert Andrés Sierra-chamorro: conceptualización, escritura y

edición, desarrollo del diseño metodológico, adquisición de la financiación.

Michelle Vanesa Soto-Avenidaño y Aldair de Jesús Castrillo Miranda: apoyo en la redacción de las secciones de la introducción y la metodología, toma de datos y edición de fotografías.

### Referencias

- Baroni-Urbani, C. y De Andrade, M. (1997). Pollen Eating, Storing, and Spitting by Ants. *Naturwissenschaften*, *84*, 256-258.
- Barranco, W. (2015). Plan decenal de manejo bosque seco tropical en el campus de la Universidad Del Magdalena [2015-2025]. Universidad del Magdalena.
- Barranco-Pérez, W., Castellanos-Berliza, J., García-Quiñones, H. y Yepes-Rapelo, D. (2016). Florula de un fragmento urbano de bosque seco tropical. *Revista de la Facultad de Ciencias*, *5*(1), 141-147. <https://doi.org/10.15446/rev.fac.cienc.v5n1.54119>.
- Brandão, C., Silva, R. y Delabie, J. (2012). Neotropical Ants (Hymenoptera) Functional Groups: Nutritional and Applied Implications. En A. Panizzi y J. Parra (Eds.), *Insect Bioecology and Nutrition for Integrated Pest Management* (pp. 213-236). CRC Press.
- Branstetter, M., Jesovnik, A., Sosa-Calvo, J., Lloyd, M., Faircloth, B., Brady, S. y Schultz, T. (2017). Dry habitats were crucibles of domestication in the evolution of agriculture in ants. *Proceedings of the Royal Society*, *284*, 1-10. <https://doi.org/10.1098/rspb.2017.0095>.
- Chacón de Ulloa, P. y Abadía, J. (2014). Dos décadas de estudio de la diversidad de hormigas en Colombia. *Revista Académica Colombiana de Ciencias*, *38*(148), 250-260. <https://doi.org/10.18257/raccefyn.124>.
- Corbara, B., Leroy, C., Orivel, J., Dejean, A. y Delsinne, T. (2019). Relaciones entre las hormigas y las plantas en los trópicos del Nuevo Mundo. En F. Fernández, R. Guerrero, y T. Delsine (Eds.), *Hormigas de Colombia* (pp. 1-78). Editorial Universidad Nacional.
- De Andrade, M. y Baroni-Urbani, C. (1999). Diversity and adaptation in the ant genus *Cephalotes*, past and present. *Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde*, *271*, 1-889.
- Dejean, A., Corbara, B., Fernández, F. y Delabie, J. (2003). Mosaicos de hormigas arbóreas en bosques y plantaciones tropicales. En F. Fernández (Ed.), *Introducción a las hormigas de*

- la región Neotropical* (pp. 149-150). Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Dekoninck, W., Wauters N. y Delsinne, T. (2019). Hormigas invasoras en Colombia. En F. Fernández, R. Guerrero y T. Delsine (Eds.), *Hormigas de Colombia* (pp. 1149-1169). Editorial Universidad Nacional.
- Dugand, A. (1947). Observaciones taxonómicas sobre las *Lecythis* del Norte de Colombia. *Caldasia*, 4(20), 411-426.
- Equipo Central de R. (2020). A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing.
- Fernández, F. y Ortiz-Sepúlveda, C. (2019). Subfamilia Formicinae. En F. Fernández, R. Guerrero y T. Delsine (Eds.), *Hormigas de Colombia* (pp. 71-742). Editorial Universidad Nacional.
- Fernández, F., Guerrero, R. y Delsine, T. (2019). *Hormigas de Colombia*. Editorial Universidad Nacional.
- Gamboa, M. Á. (1997). Biología reproductiva de *Eschweilera bogotensis* (Lecythidaceae), en la Cordillera Occidental de Colombia. *Caldasia*, 19(3), 479-485.
- Hölldobler, B. y Wilson, E. (1990). *The Ants*. Harvard University Press.
- Huzley, C. R. y Cutler, D. F. (1991). *Ant-Plant Interactions*. Oxford University Press.
- IAvH. (2014). *Bosques secos tropicales en Colombia*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Ibarra, M. G. y Dirzo, R. (1990). Plantas mirmecófilas arbóreas de la Estación de Biología "Los Tuxtlas", Veracruz, México. *Revista de Biología Tropical*, 38(1), 79-82.
- Kahle, D. y Wickham, H. (2013). ggmap: Spatial Visualization with ggplot2. *The R Journal*, 5(1), 144-161. <https://doi.org/10.32614/RJ-2013-014>.
- Mackay, W. y Mackay, E. (2019). Género *Camponotus*. En F. Fernández, Guerrero R. y Delsine T. (Eds.), *Hormigas de Colombia* (pp. 743- 790). Editorial Universidad Nacional.
- Mori, S. A. (1995). Observações Sobre as Espécies De Lecythidaceae do Leste do Brasil. *Boletim Botânica*, 14, 1-31. <https://doi.org/10.11606/issn.2316-9052.v14i0p1-31>.
- Mori, S. A. y Kallunki, J. A. (1976). Phenology and Floral Biology of *Gustavia superba* (Lecythidaceae) in Central Panama. *Biotropica*, 8(3), 184-192.
- Mori, S. A., Tsou, C. H., Wu, C. C., Cronholm, B. y Anderberg, A. A. (2007). Evolución de Lecythidaceae con énfasis en la circunscripción de géneros neotropicales: información de datos de secuencia combinados de ndhF y trnL-F. *Revista Americana de Botánica*, 94(3), 289-301. <https://doi.org/10.3732/ajb.94.3.289>.
- Ortega-Echeverría, C., Navas, G. R. y Noriega, J. (2019). Estacionalidad del ensamblaje de escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeinae) del jardín botánico de Cartagena "Guillermo Piñeres" Bolívar-Colombia. *Caldasia*, 41(1), 124-138.
- Pizano, C., González, R., López, R., Jurado, R. D., Cuadros, H., Castaño-Naranjo, A., Rojas, A., Pérez, K., Vergara-Varela, H., Idárraga, A., Isaacs, P. y García, H. (2016). El bosque seco tropical en Colombia. En M. F. Gómez, L. A. Moreno, G. I. Andrade y C. Rueda (Eds.), *Biodiversidad 2015. Estado y tendencias de la biodiversidad continental de Colombia*. Instituto Alexander von Humboldt.
- Rangel, O. y Carvajal-Cogollo, J. (2012). Clima de la región Caribe. En O. Rangel (Ed.), *Diversidad Biótica XII* (pp. 67-129). Editorial Universidad Nacional.
- Ward, P. (1991). Phylogenetic analysis of pseudomyrmecine ants associated with domatia bearing plants. En C. Huxley y D. Cutler (Eds.), *Ant-plant interactions* (pp. 335-352). Oxford University Press.
- Ward, P. (2019). Subfamilia Pseudomyrmecinae. En F. Fernández, R. Guerrero y T. Delsine (Eds.), *Hormigas de Colombia* (pp. 1082-1114). Editorial Universidad Nacional.