¿CÓMO ES LA VIDA DE LAS HORMIGAS?: DATOS SOBRE SU BIOLOGÍA, ECOLOGÍA E IMPORTANCIA EN LAS URBES.

Hortensia Carrillo-Ruiz[1], María Concepción López Téllez[2] y América Vianney Ortega Ortega[3]

[1] Laboratorio de Entomología, Facultad de Ciencias Biológicas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. hortensia.carrillo@correo.buap.mx*

[2] Laboratorio de Manejo y Conservación de Recursos Naturales, Facultad de Ciencias Biológicas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. concepcion.lopez@correo.buap.mx

[3] Licenciatura en Biología, Facultad de Ciencias Biológicas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. america.ortega@alumno.buap.mx

*Correo de autor de correspondencia: hortensia.carrillo@correo.buap.mx

Introducción

Las hormigas son animales pequeños cuya longitud varía dependiendo de la especie, pero por lo general oscilan entre los 2 y 25 mm. Se caracterizan, como todos los insectos por presentar seis patas y el cuerpo dividido en tres segmentos principales que son, la cabeza, el tórax y el abdomen. Específicamente en las hormigas, el tórax se fusiona con el propodeo que es el primer segmento del abdomen formando el mesosoma (Michener, 2000), por lo que en las hormigas el abdomen está constituido de varios segmentos, el propodeo, el pecíolo, el pospecíolo (en algunas especies) y el gáster (que incluye a los demás segmentos abdominales) (Bolton, 1994) (Figura 1). Algunas especies de hormigas, como las abejas y las avispas, se defienden con sus aguijones por medio de los cuales inyectan sustancias defensivas sobre enemigos o competidores potenciales (Kaspari, 2003). A las hormigas, los biólogos, las clasifican en la familia Formicidae dentro de la superfamilia Vespoidea y como parte del orden Hymenoptera (Bolton et al. 2003).

Se calcula que en todo el mundo viven más de 16,000 especies de hormigas y en México hasta el 2020 se habían registrado 973 especies, lo que representa el 6% del total mundial (Rosas-Mejía et al., 2020). El éxito de las hormigas en los ecosistemas terrestres está relacionado con la división del trabajo entre individuos fértiles y estériles dentro de una colonia; debido a su abundancia intervienen en diferentes procesos que benefician a los ecosistemas en los que viven, por otro lado, algunas especies se convierten en especies invasoras en ambientes perturbados. Con este artículo deseamos que conozcas datos relevantes sobre estos maravillosos seres.

Una sociedad de hormigas.

La eusocialidad es el nivel más avanzado de existencia social que lleva a los organismos, en este caso a las hormigas, a convivir dentro de una colonia o nido en donde los miembros adultos pertenecen a dos o más generaciones que se solapan, cuidando cooperativamente de los jóvenes y dividiéndose en castas reproductivas y no reproductivas que permiten la sobrevivencia de la colonia (Ward, 2006, Wilson & Hölldobler, 2005). Una casta es un grupo de individuos especializado de la colonia que realiza actividades específicas, donde cada casta tiene sus propias características morfológicas y funcionales (López-Riquelme y Ramón, 2010).

La reina pertenece a una casta de hembras aladas, tiene un gran tamaño comparada con el resto de las castas y su función es poner huevos, por lo tanto, es responsable de la fundación y el mantenimiento en cuanto al número de individuos de la colonia. La reina produce huevos no fertilizados que son haploides, es decir, contienen la mitad de los cromosomas y a partir de estos huevos emergen los machos que son una casta alada, cuya función es la reproducción durante el vuelo nupcial con hembras reinas de otras colonias. La reina también produce huevos fertilizados que son diploides, es decir, contienen dos juegos de cromosomas y de este tipo de huevos emergen la casta obrera, la cual puede subdividirse en soldados y obreras (Kaspari, 2003).

Los soldados se caracterizan por ser infértiles, ser ápteros (no tienen alas) y desarrollar una cabeza proporcionalmente más grande que el cuerpo, por ejemplo, en soldados del género *Camponotus* se desarrolla una cabeza fragmótica que tiene forma de cilindro y está abruptamente truncada por delante con la cual cierran la entrada del hormiguero, convirtiéndose en una puerta viviente e impidiendo la entrada de intrusos (Wheeler, 1927). La función principal de los soldados es defender el nido de posibles invasores o depredadores, aunque también sus fuertes mandíbulas sirven a modo de cascanueces para la manipulación de las semillas de la colonia (Wheeler, 1927, González, 2023). Las obreras son de menor tamaño, son infértiles, son ápteras y prácticamente realizan todas las actividades dentro de la colonia ya que se encargan de la alimentación, de la limpieza y de la protección de las crías, así como del mantenimiento general del nido. Las diferentes castas de hormigas garantizan el funcionamiento y subsistencia de la colonia (Fernández, 2003, Helanterä et al., 2009, Trible & Kronauer, 2017, Ward, 2006).

La longevidad de la colonia varía entre las diferentes especies, pero algunas reinas pueden vivir cerca de 30 años, de manera que mientras la reina viva habrá obreras, las cuales sobreviven entre uno a tres años, habrá machos que por lo general sobreviven unos cuantos días, incluso sólo algunas horas. Si la reina muere la colonia desaparece (Folgarait y Farji-Brener, 2005).

La comunicación entre hormigas.

Las hormigas son animales realmente extraordinarios, su cuerpo se encuentra cubierto por aproximadamente 89 glándulas exocrinas, es decir, que secretan sustancias al exterior. Cada glándula es

capaz de producir diferentes secreciones llamadas feromonas, las cuales son mensajeros químicos volátiles que permiten la comunicación entre estos insectos, así, las feromonas comunican diferentes mensajes (Billen, 2019). Las hormigas tienen un sistema olfativo muy agudo constituido por quimiorreceptores en las antenas que les permiten captar moléculas de olor contenidas en las feromonas y mantenerse informadas de lo que sucede a su alrededor (D'ettorre et al., 2017).

Un tipo especial de mensajero químico son las feromonas de rastro, que permiten la organización de las obreras para buscar alimento. Cuando las hormigas salen del nido y encuentran un recurso grande del cual alimentarse, cada obrera emite feromonas de rastro que generan una señal en el suelo, esta puede ser seguida por el resto de las obreras y, además, esta señal se refuerza por cada hormiga que regresa al nido; cuando el alimento se termina las obreras detienen la emisión de la feromona de rastro, por lo que se evapora evitando que las obreras continúen su búsqueda en esa dirección; las feromonas de rastro hacen que las hormigas generen sendas que pueden durar de cuatro a 18 horas (Guerrero, 1998, Jackson & Ratnieks, 2006). Hasta el momento se han identificado 26 compuestos químicos como feromonas de rastro en 14 especies de hormigas pertenecientes a las subfamilias Myrmicinae, Formicinae y Dolichoderinae (Cruz-Labana *et al*., 2023).

Existen feromonas de alarma emitidas por las obreras que las alertan de diferentes situaciones como una rotura del hormiguero, un ataque por depredadores o una invasión de hormigas competidoras, este tipo de feromonas inducen una dispersión o huida del lugar, muchas veces acompañado de un comportamiento agresivo que se caracteriza por mordeduras o picaduras, posteriormente las hormigas dispersadas se reagrupan utilizando feromonas de agregación (Guerrero, 1998, Kaspari, 2003). Las feromonas de alarma en las hormigas presentan compuestos químicos como las metil y etil cetonas, sin embargo, se ha observado que cada especie tiende a producir un tipo de compuesto, por ejemplo, hormigas del género *Lasius*, producen en sus glándulas mandibulares una serie de aldehídos y alcoholes entre los que se encuentran el citronelal (Guerrero, 1998).

Las hormigas también emplean feromonas para marcar territorios y para reconocerse entre ellas, un caso curioso de comunicación por estas sustancias entre las hormigas es cuando una hormiga muere, ya que secreta un tipo especial de feromona que le permite ser transportada por otras hormigas hasta los desechos del nido (Folgarait y Farji-Brener, 2005). Existen feromonas emitidas sólo por la reina y que le permiten mantener controladas a las obreras para que continúen trabajando para la colonia (Kaspari, 2003). Las feromonas son sustancias volátiles por lo

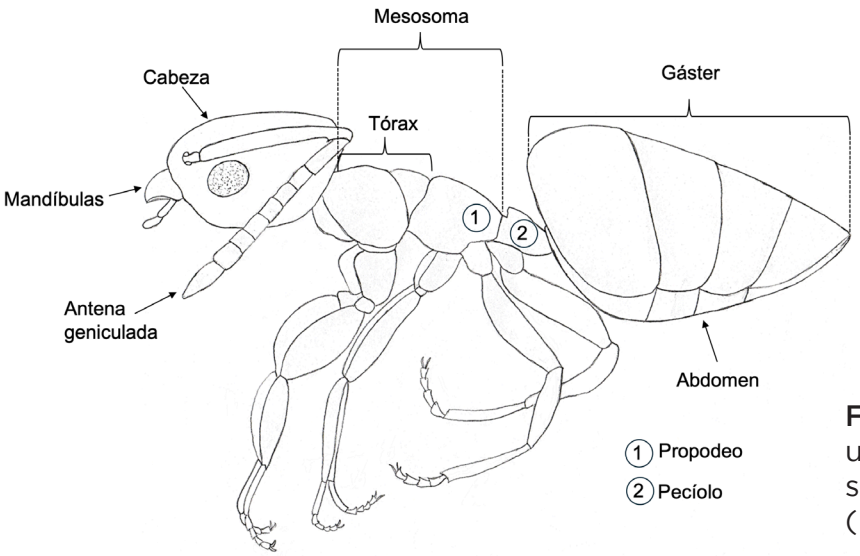


Figura 1. Morfología general de una hormiga obrera. Se muestran sus principales características. (Esquema de Carrillo-Ruiz, H. 2024).

que las hormigas están constantemente emitiendo estos mensajes químicos (Billen & Morgan, 1998), como bien dice Kaspari (2003) "*las sustancias químicas son la moneda principal en la comunicación entre hormigas"*.

¿Cómo se forma una colonia de hormigas?

Por lo general, una nueva colonia inicia cuando las colonias maduras liberan miles de reinas y machos alados que vuelan en busca de parejas de otras colonias para aparearse en lo que se conoce como el vuelo nupcial, durante esta época de reproducción, las reinas pueden aparearse con uno o varios machos y tienen la capacidad de almacenar hasta 300 millones de espermatozoides en una estructura de su aparato reproductor llamada espermateca (López-Riquelme y Ramón, 2010, Moya et al., 2007). Una vez que se ha dado el apareamiento, los machos mueren y la reina busca un sitio para anidar y colocar sus huevos. Cuando elige un lugar, pierde sus alas y cava en el suelo para iniciar su propia colonia. Por esta única ocasión y gracias a las reservas de grasa y proteínas de los músculos alares, junto con la capacidad de algunas especies para producir secreciones salivares, la reina atiende los huevos para posteriormente alimentar a las larvas que emergen de ellos, lo hace durante algunas semanas previas a que inicie la metamorfosis, en donde algunas especies de hormigas pueden formar un capullo de las que finalmente nacerá la primera generación de obreras. Esta etapa se conoce como fundación del nido (Kaspari, 2003, López-Riquelme y Ramón, 2010).

La segunda etapa de la colonia es la de crecimiento, en donde las obreras maduras adquieren las tareas de mantenimiento del nido y de las crías, a partir de este momento la reina, que es la madre de toda la colonia, sólo se enfoca en colocar huevos y producir obreras. Esta etapa de crecimiento se detiene cuando la colonia ha alcanzado la madurez y por lo tanto puede producir castas aladas reproductivas, en este momento la colonia pasa a la tercera y última etapa, la de reproducción, en la cual se pone un énfasis por parte de las obreras para atender los huevos no fertilizados que darán origen a los machos alados y seleccionando algunos huevos fertilizados que darán origen a hembras aladas, las cuales serán potenciales reinas de otras colonias (Kaspari, 2003, López-Riquelme y Ramón, 2010).

El tiempo y la cantidad de descendencia de las castas reproductivas provocan que haya un desvío de recursos para su crianza, reduciendo el número de descendientes que una colonia puede producir durante su existencia, sin embargo, vale la pena ya que permite la fundación de nuevas colonias. Las castas aladas (machos y hembras) vuelan lejos de la colonia para buscar parejas de otros nidos, los machos una vez que se han apareado mueren y las hembras buscan nuevos sitios para formar una nueva colonia repitiendo el ciclo (Franks, 2009, Folgarait y Farji-Brener, 2005, López-Riquelme y Ramón, 2010).

La importancia ecológica de las hormigas

Las hormigas se distribuyen en casi todos los ecosistemas terrestres del planeta, excepto en las regiones glaciares, constituyen entre el 10% y el 15% de la biomasa animal total y debido a su diversidad, abundancia, comportamiento y tipos de alimentación, influyen de manera relevante en los sitios en los que viven (Das & Das, 2023). Las hormigas en su mayoría son generalistas, es decir, se alimentan de varios recursos, combinando en su dieta exudados de plantas, semillas, restos de animales vivos o muertos (Rojas, 2001). Sin embargo, existen especies de hormigas más especializadas en sus hábitos alimenticios, como aquellas especies de los géneros *Atta* y *Acromyrmex* que son cortadoras o podadoras de hojas o partes de la vegetación que emplean como sustrato para cultivar hongos de los cuales

se alimentan, estas especies tienen una dependencia obligada de tipo nutricional con estos hongos cuyas hifas ensanchadas denominadas gongilidios constituyen el alimento de las larvas y de la reina (Lugo et al., 2013).

Las hormigas cortadoras son importantes dentro de los ecosistemas en los que viven, ya que pueden aumentar la heterogeneidad del entorno al generar claros y espacios de luz en el dosel, creando nuevos hábitats para que las especies vegetales prosperen; algunos autores las consideran ingenieras del ecosistema ya que con su actividad modulan directa o indirectamente la disponibilidad de recursos para otras especies al causar cambios físicos en los materiales bióticos y abióticos de su entorno (Muñoz, 2008).

Las hormigas depredadoras, pueden alimentarse de un grupo restringido de artrópodos, por lo que controlan su crecimiento poblacional. Se ha demostrado por diferentes investigadores que las hormigas depredan otros insectos que pueden resultar dañinos para plantas perennes o semitropicales como los cítricos, el té y los plátanos (Kaspari, 2003, Risch & Carroll, 1982). En Colombia, se han reportado al menos 10 especies de hormigas que se alimentan de estados inmaduros de la broca del café (*Hypothenemus hampei*), insecto considerado plaga importante por dañar los frutos de las plantaciones de café, las hormigas depredan a los estados inmaduros ya sea dentro de los frutos o durante el secado de café pergamino (Constantino-Chuaire et al., 2022).

Otras especies de hormigas se especializan en obtener néctar de los nectarios extraflorales de las plantas, éstos al producir secreciones azucaradas atraen a las hormigas, esto constituye un recurso alimenticio por lo que las hormigas defienden los nectarios de ser depredados por organismos herbívoros (Sinisterra et al., 2016). Además, debido a sus hábitos de alimentación por néctar, se han identificado 70 especies de hormigas que polinizan cerca de 41 especies de plantas (Das & Das, 2023). Existe otro grupo de hormigas las cuales incluyen de manera importante semillas en su dieta, al hacerlo dispersan las semillas de las plantas y contribuyen a la estructura vegetal de las comunidades en donde viven (Rojas, 2001).

Las hormigas en los ambientes urbanos

Como hemos mencionado hasta este momento, las hormigas son elementos importantes dentro de los ecosistemas en donde viven sin embargo, la modificación ambiental producto de la urbanización crea y mantiene una variedad de hábitats que no sucede en los ecosistemas naturales, razón por la cual, las urbes suelen sustentar una gran diversidad de hormigas nativas, hormigas del lugar que logran sobrevivir a la perturbación, y de hormigas exóticas, hormigas que han sido transportadas de manera inadvertida y que resultan ser exitosas (Santos, 2016). Por lo tanto, esta mezcla de hormigas nativas y exóticas, encuentran nuevos espacios para habitar y en donde las hormigas de hábitos generalistas son las que juegan un papel crítico dentro de los ambientes urbanos, ya que tienen la capacidad de usar diferentes recursos para alimentarse (Ricci et al., 2005), incrementando considerablemente su densidad convirtiéndose en hormigas invasoras, llegando a infestar casas, comercios y hospitales en donde pueden llegar a dañar las estructuras de las edificaciones, infestar los alimentos almacenados o expuestos y por su tamaño pequeño ser vectores mecánicos de microorganismos patógenos, como la bacteria *Escherichia coli* que en grandes cantidades dentro del organismo humano causa infecciones intestinales o urinarias (Ipinza-Regla et al., 2015).

Además, las hormigas producen picaduras y mordeduras dolorosas a los habitantes de las zonas urbanas (Espadaler et al., 2006, Klotz et al., 1995). En un estudio realizado en casas habitación de Puerto Vallarta, Jalisco, México, se encontró que nueve de cada diez casas muestreadas se

encontraron invadidas por hormigas, se identificaron anidando y alimentándose dentro de las casas, contando con todas las facilidades para prosperar, aún más, no se identificaron depredadores naturales que pueden controlar sus poblaciones. En este trabajo, fue posible identificar 13 especies en el interior de las viviendas de las cuales destacó la especie invasora *Tapinoma melanocephalum*, la cual se contabilizó en todas las casas, las obreras de esta hormiga penetran en los empaques de alimento y de acuerdo con los investigadores, pueden ser vectores mecánicos de patógenos (Cupul-Magaña, 2009).

En casas habitación de Acatlán de Osorio en el estado de Puebla, México, se identificaron 22 especies de hormigas que habitan en las casas, entre las que destacan dos especies del género *Brachymyrmex* Mayr, como las más abundantes, se trata de hormigas pequeñas que miden entre 2 a 3 mm de largo, son particularmente conocidas por su habilidad para anidar en espacios reducidos, siendo exitosas en ambientes urbanos y terrenos baldíos. Son hormigas de hábitos generalistas, lo que les permite explorar diversas fuentes de alimento y convertirse en visitantes frecuentes y poco deseables en las casas (Figura 2). Dentro de las casas de Acatlán de Osorio muestreadas, se identificó también a *T. melanocephalum* tanto en los patios, como en las cocinas y en los baños, llegando a registrar hasta 406 obreras en un mismo sitio (Mejía, 2014).

Los trabajos asociados a la fauna de hormigas dentro de las ciudades son escasos, la mayoría de las personas tiene una tendencia a utilizar insecticidas que resultan tóxicos tanto para los humanos como para las mascotas y para el medio ambiente. Controlar a estos insectos requiere de un trabajo por parte de los especialistas para identificar las especies y con esto establecer medios de control específicos, por ejemplo, para controlar a la especie *T. melanocephalum*, se recomienda aplicar una solución de ácido bórico (0.5% al 1%) diluido en agua azucarada al 10% (Cupul-Magaña, 2009). La mejor forma de evitar que estos insectos invadan nuestros hogares es tener hábitos de extrema higiene, evitar acumular ropa sucia ya que, se ha visto que algunas especies de hormigas son atraídas por los restos de sudor en la ropa, además, resulta importante también mantener los alimentos guardados en frascos herméticos.

En contraste, en años recientes se ha profundizado en el estudio de las hormigas en los ambientes urbanos, principalmente de las hormigas con hábitos carroñeros que se alimentan de los residuos de comida humana, evidenciado que estas hormigas son benéficas ya que eliminan estos residuos e impiden que estén disponibles para plagas urbanas más nocivas como las ratas y las cucarachas (Perfecto & Philpott, 2023).

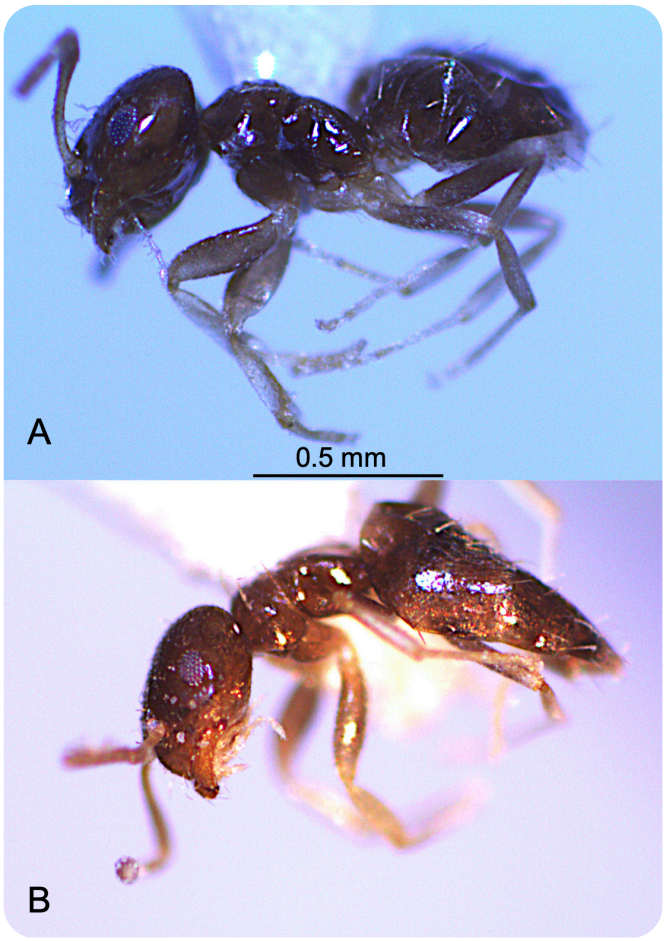


Figura 2. Especies de *Brachymyrmex* encontradas en las casas habitación de Acatlán de Osorio, Puebla. A. *Brachymyrmex heeri* Forel, B. *Brachymyrmex* sp. (Fotografías de Carrillo-Ruiz, H. 2024).

De igual forma, se ha visto que las hormigas aportan servicios ecosistémicos a las áreas verdes de las ciudades, servicios relacionados principalmente con la mejora del suelo ya que permiten su renovación, incorporando nutrientes, favoreciendo la infiltración de agua y la aireación (Perfecto & Philpott, 2023). De ahí la importancia de conocer las especies que habitan en nuestras ciudades, en donde cobra relevancia el estudio de aspectos sobre su biología, ecología, comportamiento y hábitos alimenticios que nos permitan un mejor entendimiento sobre los papeles que desempeñan en las urbes y de esta forma adoptar medidas para un mejor control, manejo y conservación de estos increíbles insectos que son las hormigas.

Referencias.

Billen, J. (2019). Diversidad y morfología de las glándulas exocrinas en las hormigas. En Fernández, F., Guerrero, R. J. y Delsinne, T. (Eds.). *Hormigas de Colombia* (pp.165-174). Universidad Nacional Colombia.

Billen, J., & Morgan, E. D. (1998). Pheromone communication in social insects - sources and secretions. En Vander M., R.K., Breed, M. D., Winston, M. L., & Espelie, K.E. (Eds), *Pheromone Communication in Social Insects: Ants, Wasps, Bees, and Termites.* Westview Press, Boulder, Oxford.

Bolton, B. (1994). *Identification guide to the ant genera of the world.* Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts.

Bolton, B., Palacio, E. E., & Fernández, F. (2003). Capítulo 14 Morfología y glosario. En F. Fernández (Ed.). *Introducción a las hormigas de la región Neotropical* (pp. 212-221). Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt.

Constantino-Chuaire, L. M., Benavides-Machado, P., Escobar-Ramírez, S., Montoya-Lerma, J., & Armbrecht, I. (2022). Capacidad depredadora de las hormigas *Solenopsis picea* y *Crematogaster crinosa* sobre la broca del café *Hypothenemus hampei* en campo con una solución atrayente. *Revista Colombiana de Entomología, 48*(2), e11353. 2022.https://doi.org/10.25100/socolen.v48i1.11353.

Cruz-Labana, J., Vallejo-Pérez, M., Flores-Ramírez, R., & Tarango-Arámbula, L. (2023) Semioquímicos asociados al seguimiento de rastros de hormigas (Hymenoptera: Formicidae): una revisión sistemática. *Abanico Veterinario, 13.* https://doi.org/10.21929/abavet2023.11

Cupul-Magaña, F. G. (2009). Diversidad y abundancia de hormigas (Formicidae) en las viviendas de Puerto Vallarta, Jalisco, México. *Ecología Aplicada, 8*(2), 115-117.

Das, S., & Das, A. (2023). Ants are more than just curious bystanders to some flowers—they act as significant pollinators. *Frontiers in Insect Science, 3*, 1145761.

D'ettorre, P., Deisig, N., & Sandoz, J. C. (2017). Decoding ants' olfactory system sheds light on the evolution of social communication. *Proceedings of the National Academy of Sciences, 114* (34), 8911-8913.

Espadaler, X., Bernal, V., & Rojo, M. (2006). *Lasius brunneus* (Hymenoptera, Formicidae) una plaga del corcho en el NE de España: II. Biología y pruebas de control. *Boletín de Sanidad Vegetal Plagas, 32*, 411-424.

Fernández, F. (2003). Capítulo 5 Breve introducción a la biología de las hormigas. En F. Fernández (Ed.). *Introducción a las hormigas de la región Neotropical* (pp 89-96). Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt.

Folgarait, P.J., & Farji-Brener, A. G. (2005). *Un mundo de hormigas*. Universidad Nacional de Quilmes, Siglo veintiuno editores Argentina.

Franks, N. R. (2009). Ants. En Resh, V.H., & Cardé, R.T. *Encyclopedia of insects* (pp. 24-27). Academic Press.

Guerrero A. (1998). La comunicación química en insectos sociales: feromonas de alarma y de pista. *Ecología, 2,* 321-331

González Guerra, F. J. (2023). Estudio comparativo de la biología y ecología de diferentes grupos de insectos eusociales (Hymenoptera e Isoptera). [Tesis de Licenciatura, Universidad de León, España].

Helanterä, H., Strassmann, J. E., Carrillo, J., & Queller, D. C. (2009). Unicolonial ants: where do they come from, what are they and where are they going?. *Trends in Ecology & Evolution, 24*(6), 341-349.

Ipinza-Regla, J, González, D, & Figueroa, G. (2015). Hormiga argentina *Linepithema humile* Mayr, 1868 (Hymenoptera: Formicidae) y su rol como posible vector de contaminación microbiana en una lechería de cabras Capra hircus Linnaeus, 1758 (Artiodactyla: Bovidae). Archivos de medicina veterinaria, *47*(3), 317-323. https://dx.doi.org/10.4067/S0301-732X2015000300008

Jackson, D. E., & Ratnieks, F. L. (2006). Communication in ants. *Current biology*, *16*(15), R570-R574.

Kaspari, M. (2003). Capítulo 6 Introducción a la ecología de las hormigas. En F. Fernández (Ed.).

Introducción a las hormigas de la región Neotropical (pp 97-112). Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt.

Klotz, J. H., Mangold, J. R., Vail, K. M., Davis Jr, L. R., & Patterson, R. S. (1995). A survey of the urban pest ants (Hymenoptera: Formicidae) of peninsular Florida. *Florida Entomologist*, 109-118.

López-Riquelme, G. O. & Ramón, F. (2010). El mundo feliz de las hormigas. *TIP Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas, 13*(1), 35-48.

Lugo, M. A., Crespo, E. M., Cafaro, M. J., & Jofre, L. E. (2013). Hongos asociados con dos poblaciones de *Acromyrmex lobicornis* (Formicidae) de San Luis. Argentina, 48(1), 5–15.

Mejía V. F. R. (2014). *Las hormigas urbanas (Hymenoptera: Formicidae) de la región de Acatlán de Osorio, Puebla, México.* [Tesis de Licenciatura, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México].

Michener, C. D. (2000). *Bees of the World*. Johns Hopkins University Press, Baltimore.

Moya, J., Mancini, K., Lino-Neto, J., Delabie, J., & Dolder, H. (2007). Sperm ultrastructure of five species of the Neotropical ant genus Pseudomyrmex (Hymenoptera: Formicidae). *Acta Zoologica, 88*(3), 181–187. https://doi.org/10.1111/j.1463-6395.2007.00264.x

Muñoz, G. N. A. (2008). Hormigas cortadoras de hojas en el departamento del Vaupés, Colombia: una propuesta de manejo integrado. *Revista Colombiana de Entomología*, 34(2), 131–241. https://doi.org/10.25100/socolen.v34i2.9299

Perfecto, I. & Philpott, S. M. (2023). Ants (Hymenoptera: Formicidae) and ecosystem functions and services in urban areas: a reflection on a diverse literature. *Myrmecological News*, 33.

Ricci, M., Benítez, D., Padín, S., & Maceiras, A. (2005). *Hormigas argentinas: comportamiento, distribución y control.* Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad Nacional de La Plata, Argentina.

Risch, S. J., & Carroll, C. R. (1982). The ecological role of ants in two Mexican agroecosystems. *Oecologia, 55,* 114-119.

Rojas F. P. (2001). Las hormigas del suelo en México: diversidad, distribución e importancia (Hymenoptera: Formicidae). *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.), 189–238. https://doi.org/10.21829/azm.2001.8401851

Rosas-Mejía, M., Vásquez-Bolaños, M., Gaona García, G., & Vanoye-Eligio, V. (2020). Hormigas (Hymenoptera: Formicidae) del estado de Sinaloa, México. *Acta Zoológica Mexicana*, 36. https://doi.org/10.21829/azm.2020.3612250

Santos, M. N. (2016). Research on urban ants: approaches and gaps. *Insectes Sociaux*, 63(3), 359-371.

Sinisterra, R. M., Gallego-Ropero, M. C., & Armbrecht, I. (2016). Hormigas asociadas a nectarios extraflorales de árboles de dos especies de Inga en cafetales de Cauca, Colombia. *Acta Agronómica, 65*(1), 9-15.

Trible, W. & Kronauer, D. J. (2017). Caste development and evolution in ants: it's all about size. *Journal of Experimental Biology, 220*(1), 53-62.

Ward, P. S. (2006). Ants. *Current Biology, 16*(5), R152-R155.

Wheeler, W. M. (1927). The Physiognomy of Insects. *The Quarterly Review of Biology, 2*(1), 1-36.

Wilson, E. O. & Hölldobler, B. (2005). Eusociality: origin and consequences. *Proceedings of the National Academy of Sciences, 102*(38), 13367-13371.