

Una aproximación a la biología y comportamientos de las hormigas

An approach to the biology and behavior of ants

Juan Carlos Ramírez Ramón

Universidad Veracruzana, México

j.carlosramirez.r@hotmail.com

 <https://orcid.org/0009-0000-6552-2131>

Recepción: 5 de septiembre de 2023

Aprobación: 5 de abril de 2024



Martha L. Baena*

Universidad Veracruzana, México

mbaena@uv.mx

 <https://orcid.org/0000-0002-5684-2771>

Ivette A. Chamorro-Florescano

Universidad Veracruzana, México

ichamorro@uv.mx

 <https://orcid.org/0000-0003-3770-3394>

Arturo González-Zamora

Universidad Veracruzana, México

arturogonzalez@uv.mx

 <https://orcid.org/0000-0003-3770-3394>

RESUMEN

Se reportan los comportamientos que emplean las hormigas para competir por los recursos alimenticios limitados y los principales factores que las amenazan, así como su importancia biológica en la conservación como organismos clave para el funcionamiento de los ecosistemas. Para este propósito, se realiza la búsqueda de información bibliográfica en artículos científicos y libros relacionados con los temas. Se concluye que, dada su alta diversidad y estrategias de coexistencia, son organismos clave para la conservación tanto de áreas naturales como urbanas.

PALABRAS CLAVE: explotación, interferencia, compensación descubrir-dominar, estrategia descubrir-defender, especies invasoras.

ABSTRACT

We report the behaviors used by ants to compete for limited food resources, as well as the main factors that threaten them and their biological importance in conservation as key organisms for the functioning of ecosystems. For this purpose, the search for bibliographic information was carried out in scientific articles and books related to the mentioned topics. It was concluded that given their high diversity and coexistence strategies, they are key organisms for the conservation of both natural and urban areas.

KEYWORDS: exploitation, interference, discovery-dominance trade-off, discovery-defense strategy, invasive species.

INTRODUCCIÓN

Aun cuando su presencia pase desapercibida, diariamente convivimos con muchos insectos. Sin embargo, las hormigas, al ser tan abundantes, son los insectos que se observan más comúnmente. De hecho, las hormigas han estado presentes en muchos aspectos de nuestra cultura, como en la alimentación, la medicina, el cine y el arte (Del Toro *et al.*, 2012), pero ¿qué tanto sabemos acerca de ellas? En este artículo de divulgación presentamos algunas características biológicas de las hormigas. También explicamos de manera breve las hipótesis que se han puesto

*AUTORA PARA CORRESPONDENCIA

mbaena@uv.mx

a prueba para entender la coexistencia de las especies de hormigas en las comunidades, además de mencionar sus amenazas y la importancia en la conservación de estos organismos al tener un impacto sobre otras especies con las que interactúan y los ecosistemas donde habitan.

1. ACERCA DE LA BIOLOGÍA DE LAS HORMIGAS

Las hormigas son uno de los grupos más diversos de la clase Insecta, pertenecen al orden Hymenoptera y a la familia Formicidae. Estos insectos han prosperado en la mayoría de los ecosistemas terrestres (*e.g.*, bosques, selvas, desiertos, incluso ciudades), excepto en cuerpos de agua y glaciares (López-Riquelme y Ramón, 2010). Recientemente, se estimó un aproximado de la abundancia global de hormigas, con cerca de 20 cuatrillones de individuos, un valor que supera toda la biomasa de aves y mamíferos juntos (~20 megatoneladas de carbono seco); esta cifra equivale aproximadamente a 20% de toda la biomasa del ser humano (Schultheiss *et al.*, 2022). En la actualidad existen 16 subfamilias con 346 géneros donde se incluyen alrededor de 16 000 especies y es posible que existen más por describir (Bolton, 2022). En México se han reportado 895 especies distribuidas en 97 géneros y 11 subfamilias (Aguilar-Méndez *et al.*, 2021).

Estos insectos son tan antiguos como los dinosaurios y las primeras plantas con flores. Los primeros registros fósiles datan del periodo Cretácico (~112 millones de años). Sin embargo, hace aproximadamente 50 millones de años que las hormigas se diversificaron y dominaron la mayoría de los ecosistemas terrestres (LaPolla *et al.*, 2013). Durante su trayectoria evolutiva, las hormigas desarrollaron una adaptación denominada *polifenismo*, proceso por el cual las variaciones en la morfología se relacionan con el tamaño y hacen evidente la diferenciación de castas morfológicas en obreras, soldados y reinas (todas hembras) (Trible y Kronauer, 2017). En la casta reproductiva se encuentran la reina y el macho, este último también alado y de menor tamaño que la reina (Wilson y Hölldobler, 2005).

1.1. Ciclo de vida

La reina y el macho tienen un encuentro en el aire dado por una atracción química de feromonas, conducta reproductiva conocida como “vuelo nupcial”. Posterior a este comportamiento, la pareja procede a aparearse sobre una superficie (*e.g.*, suelo, rocas, árboles, entre otros), aunque también hay algunas especies que se aparean cerca a los nidos. Una vez finalizada la cópula, el macho muere; la hembra pierde las alas y puede fundar una nueva colonia o ser aceptada en una colonia existente. En la determinación del sexo de la progenie, las hembras (reinas y obreras) son diploides, ya que tienen dos juegos de cromosomas provenientes de la combinación de un espermatozoide y un óvulo, mientras que los machos son haploides, resultado de huevos no fertilizados (Kaspari, 2003; Wilson y Hölldobler, 2005). Debido a esta combinación entre individuos haploides y diploides, se reconoce a las hormigas como colonias haplodiploides.

Además de la diferenciación morfológica entre castas, éstas también se distinguen por sus comportamientos. Por ejemplo, cuando la reina está dentro del nido oviposita por el resto de su vida; mientras esto ocurre, recibe alimento por las obreras evitando exponerse al peligro. La casta obrera, ya sean monomórficas (obreras del mismo tamaño sin casta de soldado) o polimórficas (obreras de diferentes tamaños con casta de soldado), es infértil y áptera (sin alas). Las obreras se distinguen por sus comportamientos sociales, donde la mayor parte de los individuos que conforman la colonia realizan diferentes actividades para el funcionamiento de la colonia, como la búsqueda de recursos alimenticios, cuidado de la progenie (huevos, larvas y pupas), defensa contra intrusos, construcción y mantenimiento del nido, entre otras (Wilson y Hölldobler, 2005). El éxito ecológico de las hormigas se debe al desarrollo de un hábito social, denominado *eusocialismo*, el cual se define como la división de tareas entre las castas y un sistema de comunicación eficiente que les ha posibilitado vivir en colonias y nidos que en algunas especies son de grandes dimensiones (Adams *et al.*, 2020).

1. 2. Hábitos de alimentación y anidación

Las hormigas son muy diversas al igual que sus hábitos de alimentación y sitios de anidación. Muchas especies son omnívoras, es decir, presentan una alta variedad de recursos utilizados. Existen especies especializadas en recursos proteicos provenientes de otros organismos (depredadoras); algunas se alimentan de cadáveres o bien cazan pequeños artrópodos; otras especies se alimentan de una amplia variedad de recursos vegetales, desde aquellas que se alimentan de semillas (granívoras) o secreciones provenientes de diversas partes de la planta (por ejemplo, néctar de las flores o secreciones azucaradas). Además de estos hábitos alimenticios, otras especies cultivan y consumen hongos (micófagas) a partir de la descomposición de hojas, tallos o semillas, aunque también existen las que cultivan este hongo a través de cadáveres muertos o excretas. Más aún, otras especies crían y cuidan pulgones (Aphididae), que se encuentran en los tallos de las plantas; mientras estos insectos se alimentan de la savia, las hormigas se alimentan de la melaza excretada por los pulgones (Blüthgen y Feldhaar, 2010).

Los nidos de las hormigas se encuentran en una variedad de sitios con formas y estructuras peculiares, y en algunas especies como *Pogonomyrmex occidentalis* se ha estimado que duran hasta 40 años (Wiernasz y Cole, 1995). Dependiendo de la especie, los nidos están constituidos por un bajo número de obreras o por millones de individuos (Heller *et al.*, 2008). Algunas hormigas anidan dentro de troncos (en estado o no de descomposición), hojas, semillas o ramas de árboles (Montoya-Lerma *et al.* 2012; Baena *et al.*, 2019), donde la forma de los nidos está dada por las cavidades de las estructuras vegetales. Especies como *Oecophylla smaragdina* con distribución en África y Oceanía, conocidas como “hormigas tejedoras”, utilizan la seda que sus larvas producen para unir las hojas que son parte de los nidos en el dosel de los árboles. Una colonia madura de estas hormigas arbóreas es capaz de albergar cientos de obreras en una red de hasta 12 árboles (Steiner *et al.*, 2010). Algunas especies del género *Camponotus* son conocidas como “carpinteras” y, aunque no se alimentan de celulosa, construyen sus nidos dentro de la madera de troncos caídos, cercos y hasta de casas, siendo algunas veces un problema económico (Steiner *et al.*, 2010; Rios-Cruz *et al.*, 2015). Otras especies de hormigas viven en asociación mutualista con algunas plantas que tienen estructuras como los domacios, que son estructuras huecas en tallos, espinas o pecíolos de plantas. Por ejemplo, hormigas del género *Pseudomyrmex* construyen nidos en espinas de varias especies de *Acacia* y las del género *Azteca* y ocupan las cavidades naturales del tronco de *Cecropia* (figura 1). También hay alrededor de 13 especies de las subfamilias Dolichoderinae, Formicinae y Myrmicinae asociadas a domacios formados en la base de las hojas de plantas como las melastomatáceas (Kattan *et al.* 2008). Se ha documentado que las hormigas encuentran protección en estas estructuras y las plantas reducen la herbivoría (Delabie *et al.*, 2003).

Otras hormigas anidan debajo del suelo o de rocas, dentro de grietas o la hojarasca, incluso han explorado ambientes urbanos como las edificaciones o calles y avenidas (Baena *et al.*, 2019). Las entradas de los nidos del suelo muestran una variedad de formas, desde un agujero simple, grandes montículos de suelo o estructuras con forma de torre elaboradas con gránulos de tierra. Sus estructuras internas pueden estar conformadas por una cámara de cría sencilla con poca profundidad en el suelo, hasta un complejo sistema de cámaras multipropósito (donde se ubica la reina, la descendencia, los desechos, el cultivo de hongos), conectados a través de túneles, situados a mayor profundidad (Steiner *et al.*, 2010). Por ejemplo, en hormigas del género *Atta*, la red de cámaras y túneles alcanzan hasta 8 m de profundidad (Swanson *et al.*, 2018). Otras hormigas como las legionarias o marabuntas del género *Eciton* carecen de nidos elaborados y la colonia tienen dos fases, la estacionaria y la nómada. En la fase estacionaria la reina pone más huevos. En la fase nómada la reina disminuye la producción de huevos por lo que su abdomen se contrae. La estructura de las colonias temporales (nómadas) están formados por los cuerpos de las obreras conocidos como “bivouacs”. Durante esta fase nómada, las hormigas realizan incursiones todos los días, moviéndose de un lugar a otro. Los sitios de anidación incluyen troncos huecos, cavidades subterráneas como madrigueras de mamíferos abandonadas (Kronauer, 2009).

La dinámica que exhiben las hormigas dentro de los nidos del suelo es variada. Por ejemplo, se ha documentado que algunas especies presentan comportamientos de movilización de crías entre las cámaras a través de la columna del suelo para ajustar las condiciones de temperaturas óptimas de su desarrollo (Parr y Bishop, 2022). Otro ejemplo, es la especie *Pogonomyrmex badius*, cuyos nidos mantienen una estratificación en dirección vertical relacionada con la edad de las obreras, es decir, las obreras jóvenes se sitúan en las cámaras más profundas del nido. Cuando éstas envejecen, ascienden a las cámaras superiores cumpliendo otras funciones para la colonia como la recolección de alimento (Tschinkel, 2004).

2. ¿CÓMO COMPITEN LAS HORMIGAS POR LOS RECURSOS?

2. 1. Interacciones y respuestas conductuales

Dada la alta diversidad de hormigas, es común que estos insectos compitan por recursos ecológicos como el alimento y sitios de anidación. Algunas investigaciones relacionadas con el aprovechamiento del alimento han reportado la existencia de interacciones y conductas competitivas de las hormigas, que les ha permitido coexistir en un determinado hábitat (Cerdá *et al.*, 1998; Andersen, 2000; Bertelsmeier *et al.*, 2015). Cuando las hormigas descubren el alimento suelen ocurrir dos tipos de interacciones competitivas para su aprovechamiento: *a*) las intraespecíficas (interacciones con individuos de la misma especie) y *b*) las interespecíficas (interacciones con individuos de diferentes especies). Además, dentro de ambas formas de interacción, se desarrollan dos comportamientos de competencia; la explotación y la interferencia (Fellers, 1987; Morrison, 2000; Parr y Gibb, 2010; Sorvari *et al.*, 2013).

El comportamiento de explotación se refiere a la exclusión de otras especies cuando el alimento es acaparado por una sola especie a través del abundante reclutamiento de obreras, consumiendo el recurso ya sea en el mismo lugar donde lo encontraron o transportándolo de forma individual o grupal hacia el nido (Parr y Gibb, 2010). En cambio, la estrategia de interferencia está caracterizada por mostrar encuentros agresivos entre los individuos como pelear usando sus aguijones para inmovilizar al oponente. También utilizan sus mandíbulas para morder, cargar al contrincante o mutilar extremidades corporales del agresor. Otra forma de interacción agresiva es la expulsión de sustancias químicas (ácido fórmico) para repeler a sus adversarios (Parr y Gibb, 2010; Welzel *et al.*, 2018).

2. 2. Hipótesis de la coexistencia en hormigas

La competencia en las hormigas es un proceso con una fuerte implicación ecológica, ya que influye en la estructura de la comunidad y describe la habilidad de algunas especies en acceder y utilizar un recurso con mayor éxito respecto a otras especies (Cerdá *et al.*, 2013). Partiendo de la generalidad de esta idea, la coexistencia de las especies de hormigas se ha intentado explicar a partir de sus estrategias competitivas a través de las hipótesis de descubrir-dominar (Fellers, 1987) y descubrir-defender (Camarota *et al.*, 2018). Inicialmente, dichas hipótesis fueron probadas en la comunidad de hormigas arbóreas en ambientes naturales y plantaciones agrícolas (Kaspari, 2000; LeBrun, 2005; Santini *et al.*, 2007; Antoniazzi *et al.*, 2021) y, recientemente, en el contexto urbano con la comunidad de hormigas del suelo (Dáttilo y MacGregor-Fors, 2021).

2. 2. 1. Estrategias de descubrir-dominar y descubrir-defender

La primera hipótesis de la coexistencia en hormigas es sobre la estrategia de descubrir-dominar (Fellers, 1987). Esta hipótesis explica que las especies que primero descubren el alimento (descubridoras) son señaladas como subordinadas. Estas especies presentan rasgos o atributos morfológicos –extremidades de locomoción de mayor tamaño y cuerpo liviano– que les confiere ventaja tanto a nivel individual como de colonia al mostrar una respuesta rápida de reclutamiento de obreras (Camarota *et al.*, 2018; Dáttilo y MacGregor-Fors, 2021). Posteriormente, el

recurso es utilizado por las especies que son conductualmente agresivas (dominantes); morfológicamente tienen un exoesqueleto con cutícula gruesa, mandíbulas fuertes y una casta especializada para la defensa (soldados), además de poseer estrategias de defensa colectiva (Camarota *et al.*, 2018).

En general, la hipótesis de descubrir-dominar explica que las especies descubridoras y dominantes tienen rasgos comportamentales, fisiológicos y morfológicos que les permiten asegurar el acceso a los recursos. Esto quiere decir que existe un recambio de especies en un recurso alimenticio, donde las especies con mejores habilidades para descubrir acaparan el recurso primero, pero éstas serán desplazadas tiempo después por especies con habilidades de dominancia. Se ha demostrado que la estrategia de descubrir-dominar se ve afectada por otros factores como las características del hábitat (*e. g.*, perturbación, cobertura vegetal), la disponibilidad de los recursos (cantidad y calidad), la presencia de parasitoides como las moscas de la familia Phoridae (uno de los principales enemigos de las hormigas) y sobre todo la temperatura y humedad (Parr y Gibb, 2012; Castillo-Guevara *et al.*, 2019; Antoniazzi *et al.*, 2021; Subach *et al.*, 2022). A pesar de las explicaciones teóricas de esta hipótesis, han sido pocas las investigaciones experimentales que la sustentan (Camarota *et al.*, 2018).

Una hipótesis alternativa ha sido referida como la estrategia de descubrir-defender (Santini *et al.*, 2007; Camarota *et al.*, 2018). Esta hipótesis postula que las especies de hormigas que logran descubrir el alimento con el reclutamiento de muchas obreras consiguen mantener el control sobre el recurso a pesar de encontrarse en presencia de otras especies. Si bien la mayor parte de las hormigas son buenas descubridoras, el defender un recurso (agresiva o numéricamente) actúa como un proceso que iguala la posibilidad de que cualquier especie aproveche un recurso, lo cual facilita que una sola especie logre un dominio sobre la comunidad. En otras palabras, explica cómo las especies reparten el alimento con las especies que coexisten y evitan la exclusión por competencia por parte de las especies dominantes. De esta manera, en este proceso se reduce el desplazamiento de las especies, por lo que el descubrir y defender promueve la diversidad y la coexistencia entre ellas (Camarota *et al.*, 2018; Antoniazzi *et al.*, 2021; Dáttilo y MacGregor-Fors, 2021).

A pesar de los pocos estudios que han puesto a prueba estas hipótesis, se ha encontrado que las hormigas de las comunidades arbóreas en ambientes naturales y las comunidades del suelo en ambientes urbanos emplean las habilidades de descubrir-defender como la estrategia de forrajeo que les permite acceder a los recursos alimenticios de forma exitosa (Camarota *et al.*, 2018; Antoniazzi *et al.*, 2021; Dáttilo y MacGregor-Fors, 2021).



FIGURA 1

Hormiga del género *Pseudomyrmex*

Fuente: foto de Juan Carlos Ramírez Ramón.

PROSPECTIVA, AMENAZAS Y SU IMPORTANCIA EN LA CONSERVACIÓN

Gran parte de la superficie del planeta Tierra ha sido transformada en la actualidad por las actividades humanas. Esta situación ha implicado el reemplazo del paisaje natural por otros ambientes como los agrícolas, forestales y urbanos (Baidya-Roy y Avissar, 2002; Carvajal y Pabón, 2016). Lo anterior contribuye con los cambios climáticos que modifican en las especies sus características genéticas, morfológicas, fisiológicas (límites de tolerancia térmica y de humedad) y conductuales (forrajeo, reproducción), factores que disminuyen la probabilidad de éxito para sobrevivir (Berger-Tal *et al.*, 2011; Hernandez *et al.*, 2023).

En el caso de las hormigas, los cambios en la cobertura vegetal y la compactación del suelo son algunos factores ambientales claves que influyen en la estructura de sus comunidades (Santos *et al.*, 2019). Se predice que un alto porcentaje de cobertura vegetal del dosel favorece las condiciones microclimáticas (regulación de la temperatura y humedad, menor compactación del suelo), que aumentan la disponibilidad de recursos alimenticios para las hormigas, al impulsar una mayor diversidad de interacciones intra e interespecíficas (Bestelmeyer y Wiens, 2001; Pećarević *et al.*, 2010; Leal *et al.*, 2012). Sin embargo, en tanto la urbanización continúe en aumento, se prevé que la temperatura tanto a nivel global como a nivel local también lo harán. En este sentido, la temperatura es una de las limitaciones abióticas para las hormigas (Roeder *et al.*, 2021).

Se ha reportado que muchas especies posiblemente ajustarán sus horarios de actividad de búsqueda de alimento para aminorar dicho impacto (Parr y Bishop, 2022). No obstante, el cambio de la temperatura afectará otros procesos ecológicos que estructuran las comunidades de hormigas, como la competencia. Es decir, mientras las especies nativas se mantengan restringidas a ciertos rangos de temperatura tolerantes, las especies invasoras (también conocidas como “exóticas”) persistirán a las condiciones térmicas extremas como ventaja competitiva por los recursos (Bertelsmeier *et al.*, 2016). En relación con esto, se ha sugerido que algunas especies ajustarán sus rangos de distribución altitudinal hacia sitios donde las condiciones térmicas sean las adecuadas (Berger-Tal *et al.*, 2011; Parr y Bishop, 2022). Al respecto, Warren y Chick (2013) documentaron que las especies *Aphaenogaster picea* y *A. rudis* con rangos de distribución nativa incrementaron su área de distribución altitudinal después de un cambio climático en un lapso de 38 años. Lo anterior sugiere que las especies invasoras pueden seguir el mismo patrón respecto a los cambios en el aumento de la temperatura.

Más aún, con la transformación de los ecosistemas naturales, el aumento de la superficie pavimentada en las ciudades –con infraestructura como calles, construcciones– y la temperatura –comparado con las áreas rurales adyacentes– se generan las denominadas “islas de calor urbano”. Bajo estas circunstancias, las especies de hormigas invasoras encuentran las condiciones óptimas para establecerse (Bertelsmeier *et al.*, 2015). En estas condiciones sus sitios de anidación se amplían hacia las áreas con vegetación, dando como resultado posibles efectos ecológicos negativos como la exclusión, reducción y desplazamiento local de hormigas nativas y otros artrópodos, incluso afectar a muchas poblaciones de vertebrados como aves y pequeños mamíferos (Bertelsmeier *et al.*, 2016). Esto debido a sus estrategias de rápida colonización y conductas colectivas sumamente competitivas y dominantes por el aprovechamiento de los recursos (Savage *et al.*, 2014; Welzel *et al.*, 2018; Fenoglio *et al.*, 2021). Este es el caso de *Paratrechina longicornis* (exótica), que al exhibir valores altos de dominancia en ambientes antropizados sobre recursos alimenticios, puede tener implicaciones negativas en la estructura de la comunidad de hormigas nativas a nivel local (Dáttilo y MacGregor-Fors, 2021).

De acuerdo con lo anterior, las hormigas invasoras podrían traer repercusiones en diferentes niveles, desde originar un recambio de especies en la estructura de la comunidad de hormigas, presentar modificaciones en las interacciones con las demás especies con las que comparte el hábitat, hasta alterar el funcionamiento de todo un ecosistema al irrumpir las interacciones (Angulo *et al.*, 2022), de ahí que las hormigas exóticas sean reconocidas como las especies más problemáticas y difíciles de controlar debido a su distribución por todo el mundo, ya que causan grandes pérdidas económicas, agrícolas e incluso impactos negativos a la salud humana (Fournier *et al.*, 2019; Angulo *et al.*, 2022). Desafortunadamente, resulta preocupante que las hormigas nativas

sean desplazadas, ya que estos insectos son responsables de distintos procesos ecológicos como el reciclaje de nutrientes, la dispersión de semillas (mirmecocoria), depredación, descomposición y hasta polinización. Las hormigas son consideradas ingenieras del suelo al proveer funciones ecológicas para el ecosistema como remover grandes cantidades de suelo (hasta 13 toneladas por hectárea al año), proceso que permite la aireación e integración de los nutrientes disponibles que son aprovechados por las demás especies subterráneas (Alonso, 2010; Swanson *et al.*, 2018; Schultheiss *et al.*, 2022).

Las hormigas también proveen beneficios para el ser humano como el control natural de plagas, en la medida que sirven como alimento para otros organismos dentro del ecosistema. Así también, se ha tenido el registro de que las hormigas presentan propiedades que han sido empleadas en la farmacéutica (Del Toro *et al.*, 2012). Se ha reportado que el veneno de las hormigas contiene diversos componentes químicos (cerca de 75), como proteínas, enzimas, aminos, alcaloides, entre otros, que son utilizadas como vía terapéutica contra enfermedades respiratorias, cardíacas y hepáticas, entre ellos el cáncer (Agarwal *et al.*, 2022). Además, en ciudades como Nueva York, se ha documentado que las hormigas disminuyen de manera notable los desechos de alimento que los humanos arrojan en calles y en vertederos (Youngsteadt *et al.*, 2015). Debido a estos beneficios, se les ha otorgado un valor económico de aproximadamente 50 billones de dólares por los servicios biológicos que brindan a los ecosistemas (Pećarević *et al.*, 2010; Youngsteadt *et al.*, 2015) (figura 2).



FIGURA 2

Odontomachus laticeps alimentándose de un dulce encontrado en la calle.

Fuente: Juan Carlos Rodríguez Ramón.

Dado que el crecimiento urbano difícilmente podrá ser frenado, han surgido una serie de iniciativas y prácticas con el fin de conservar y promover la biodiversidad de insectos nativos dentro de las ciudades (Samways *et al.*, 2020). Estas actividades van dirigidas al manejo de áreas verdes urbanas sin uso excesivo de materiales de construcción y la integración de especies vegetales nativas que mejoren la calidad ambiental (temperatura y humedad adecuada) y ecológica (mayor cobertura vegetal y manto de hojarasca) de los hábitats (Samways *et al.*, 2020), así como prácticas de jardinería que contribuyen con la provisión de recursos (alimento, anidación) y sustratos de reproducción (Davies *et al.*, 2009).

CONCLUSIONES

Las hormigas son insectos fundamentales en materia ecológica debido a su alta diversidad y estrategias de coexistencia, por lo que deben ser reconocidas como organismos clave para la conservación, tanto de las áreas naturales como de las áreas urbanas, gracias a su contribución para al funcionamiento de los ecosistemas. No obstante, la conservación de estos insectos deber ser evaluada de forma crítica, ya que no todas las especies tienen el mismo valor en los procesos de conservación, tal es el caso de las hormigas invasoras que se establecieron en las ciudades por causa de la actividad humana. Aunque estas hormigas participan activamente en la eliminación de biomasa en descomposición, tienen un efecto en el desplazamiento de las hormigas nativas en las áreas verdes a causa de sus comportamientos agresivos por el uso de recursos y sus estrategias reproductivas de rápida propagación. Se requieren estudios a futuro para entender cómo la modificación de los ambientes naturales, e incluso el rápido crecimiento de las ciudades, pone en riesgo a muchas especies, pero sobre todo cómo la urbanización afecta sus comportamientos como los reproductivos y de búsqueda por alimento.

Las hormigas son insectos considerados bioindicadores del ambiente, dado que responden rápidamente a las perturbaciones y permiten evaluar los cambios dados por las diversas actividades antropogénicas. Por lo tanto, una iniciativa para la conservación de las hormigas es ampliar los estudios en la dirección de sus respuestas a las actividades antropogénicas que nos permitan entender el futuro en las distribuciones de estos organismos y, por ende, en los servicios que prestan.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecemos a los revisores anónimos por sus valiosos comentarios que enriquecieron este documento.

REFERENCIAS

- Adams, M. M. R., Wells, L. R., Yanoviak, P. S., Frost, J. C., & Fox, P. G. (2020). Interspecific eavesdropping on ant chemical communication. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 8, 24. <http://doi.org/10.3389/fevo.2020.00024>
- Agarwal, S., Sharma, G., Verma, K., Latha, N., & Mathur, V. (2022). Pharmacological potential of ants their symbionts – a review. *Entomologia Experimentalist et Applicata*, 170, 1032-1048. <http://doi.org/10.1111/eea.13236>
- Aguilar-Méndez, M. J., Rosas-Mejía, M., Vásquez-Bolaños, M., González-Hernández, G. A., & Janda, M. (2021). New distributional records for ants and the evaluation of ant species richness an endemism patterns in Mexico. *Biodiversity Data Journal*, 9, e60630. <http://doi.org/10.3897/BDJ.9.e60630>
- Alonso, L. E. (2010). Ant conservation: current status and a call to action. In L. Lach, C. L. Parr & K. Abbott (Eds.), *Ant Ecology* (pp.59-74). Oxford.
- Andersen, A. N. (2000). Global ecology of rain forest ants. In D. Agosti, J. D. Majer, L. Alonso & T. Shultz (Eds.), *Ants: standard methods for measuring and monitoring biodiversity* (pp. 25-34). Smithsonian Institution Press. Washington D. C.
- Angulo, E., Hoffmann, D. B., Ballesteros-Mejia, L., Taheri, A., Balzani, P., Bang, A., Renault, D., Cordonnier, M., Bellard, C., Diagne, C., Ahmed, A. D., Watari, Y. & Courchamp, F. (2022). Economics cost of invasive alien ants worldwide. *Biological Invasions*, 24, 2041-2060. <http://doi.org/10.1007/s10530-022-02791-w>
- Antoniazzi, R., Camarota, F., Leponce, M., & Dáttilo, W. (2021). Discovery-defense strategy as a mechanism of social foraging of ants in tropical rainforest canopies. *Behavioral Ecology*, 32(5), 1022-1031. <http://doi.org/10.1093/beheco/arab054>

- Baena, L. M., Escobar, F., & Valenzuela, E. J. (2019). Diversity snapshot of green-gray space ants in two Mexican cities. *International Journal of Tropical Insect Science*, 40, 239-250. <http://doi.org/10.1007/s42690-019-00073-y>
- Baidya-Roy, S., & Avissar, R. (2002). Impact of land use/land cover change on regional hydrometeorology in Amazonia. *Journal of Geophysical Research*, 107, 1-12. <https://doi.org/10.1029/2000JD000266>
- Berger-Tal, O., Polak, T., Oron, A., Lubin, Y., Kloter, P. B., & Saltz, D. (2011). Integration animal behavior and conservation biology: a conceptual framework. *Behavioral Ecology*, 22, 236-239. <http://doi.org/10.1093/beheco/arq224>
- Bertelsmeier, C., Avril, A., Blight, O., Jourdan, H., & Courchamp, F. (2015). Discovery-dominance trade-off among widespread invasive ant species. *Ecology and Evolution*, 5(13), 2673-2683. <https://doi.org/10.1002/ece3.1542>
- Bertelsmeier, C., Blight, O., & Courchamp, F. (2016). Invasion of ants (Hymenoptera: Formicidae) in light of global climate change. *Myrmecological News*, 22, 25-42.
- Bestelmeyer, B. T., & Wiens, J. (2001). Ant biodiversity in semiarid landscape mosaics: the consequences of grazing vs. natural heterogeneity. *Ecological Applications*, 11, 1123-1140. <http://doi.org/10.2307/3061017>
- Blüthgen, N., & Feldhaar, H. (2010). How resources influence ant ecology. In L. Lach, C. L. Parr & K. Abbott (Eds.), *Ant Ecology* (pp. 115-136). Oxford.
- Bolton, B. (2022). *AntCat an Online Catalog of the Ants of the World by Barry Bolton*. <http://antcat.org>
- Camarota, F., Vasconcelos, H. L., Koch, E. B. A., & Powell, S. (2018). Discovery and defense define the social foraging strategy of neotropical arboreal ants. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 72(7). <https://doi.org/10.1007/s00265-018-2519-1>
- Carvajal, A. F. y Pabón, J. D. (2016). Transformación de la superficie terrestre por la actividad humana y su relación con el cambio climático. *Sociedad & Naturaleza*, 28(2). <https://doi.org/10.1590/1982-451320160201>
- Castillo-Guevara, C., Cuautle, M., Lara, C., & Juárez-Juárez, B. (2019). Effect of agricultural land-use change on ant dominance hierarchy and food preferences in a temperate oak forest. *PeerJ*. <https://doi.org/10.7717/peerj.6255>
- Cerdá, X., Retana, J., & Manzaneda, A. (1998). The role of competition by dominants and temperature in the foraging of subordinate species in Mediterranean ant communities. *Oecologia*, 117, 404-412. <https://doi.org/10.1007/s004420050674>
- Cerdá, X., Arnan, X., & Retana, J. (2013). Is competition significant hallmark of ant (Hymenoptera: Formicidae) ecology? *Myrmecological News*, 18, 131-147.
- Dáttilo, W., & MacGregor-Fors, I. (2021). Ant social foraging strategies along a neotropical gradient of urbanization. *Scientific Reports*, 11, 6119. <http://doi.org/10.1038/s41598-021-85538-2>
- Davies, Z. G., Fuller, R. A., Loram, A., Irvine, K. N., Sims, V., & Gaston, K. J. (2009). A national scale inventory of resource provision for biodiversity within domestic gardens. *Biological Conservation*, 142, 761-771. <http://doi.org/10.1016/j.biocon.2008.12.016>
- Delabie, J. H. C., Ospina, M., & Zabala, G. (2003). Relaciones entre hormigas y plantas: una introducción, en Fernández, F. (Ed.), *Introducción a las hormigas de la región Neotropical* (pp. 167-180). Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Del Toro, I., Ribbons, R. R., & Pelini, S. L. (2012). The little things that run the world revisited: a review of ant-mediated ecosystem services and disservices (Hymenoptera: Formicidae). *Myrmecological News*, 17, 133-146.

- Fellers, J. H. (1987). Interference and exploitation in a guild of woodland ants. *Ecology*, 68(5), 1466-1478. <http://doi.org/10.2307/1939230>
- Fenoglio, M. S., Calviño, A., González, E., Salvo, A., & Videla, M. (2021). Urbanisation drivers and underlying mechanisms of terrestrial insect diversity loss in cities. *Ecological Entomology*, 46, 757-771. <http://doi.org/10.1111/een.13041>
- Fournier, A., Penone, C., Pennino, M. G., & Courchamp, F. (2019). Predicting future invaders and future invasions. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 116(16). <https://doi.org/10.1073/pnas.1803456116>
- Heller, N. E., Ingram, K. K., & Gordon, D. M. (2008). Nest connectivity and colony structure in unicolonial Argentine ants. *Insectes Sociaux*, 55(4), 397-403. <http://doi.org/10.1007/s00040-008-1019-0>
- Hernandez, O. J., Naeem, M., & Zaman, W. (2023). How does changing environment influence plant seed movements as populations of dispersal vectors decline? *Plants*, 12(7), 1462. <https://doi.org/10.3390/plants12071462>
- Kaspari, M. (2000). A primer on ant ecology. In D. Agosti, J. de Majer, L. E. Alonso & T. R. Schultz (ed.), *Ants standard methods for measuring and monitoring biodiversity* (pp. 9-24). Washington D. C.: Smithsonian Institution Press.
- Kaspari, M. (2003). Introducción a la ecología de las hormigas, en F. Fernández (ed.), *Introducción a las hormigas de la región Neotropical* (pp. 97-112). Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Kattan, G. H., Murcia, C., Aldana, R. C., & Usma, S. (2008). Relaciones entre hormigas y melastomataceas en un bosque lluvioso del pacifico colombiano. *Boletín del Museo de Entomología de la Universidad del Valle*, 9(1), 1-10.
- Kronauer, D. J. C. (2009). Recent advances in army ant biology (Hymenoptera: Formicidae). *Myrmecological News*, 12, 51-65.
- LaPolla, J. D., Dlussky, G. M., & Perrichot, V. (2013). Ants and the fossil record. *Annual Review of Entomology*, 58(1), 609-630. <http://doi.org/10.1146/annurev-ento-120710-100600>
- Leal, I., Filgueiras, B., Gomes, J., Luciana, B., Bullet, I., & Andersen, A. (2012). Effects of habitat fragmentation on ant richness and functional composition in Brazilian Atlantic forest. *Biodiversity and Conservation*, 21. <http://doi.org/10.1007/s10531-012-0271-9>
- LeBrun, G. E. (2005). Who is the top dog in ant communities? Resources, parasitoids, and multiple competitive hierarchies. *Oecologia*, 142, 643-652. <http://doi.org/10.1007/s00442-004-1763-4>
- López-Riquelme, G. O., & Ramón, F. (2010). El mundo feliz de las hormigas. *Tip Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas*, 13(1), 35-48.
- Montoya-Lerma, J., Giraldo-Echeverri, C., Armbrrecht, I., Farji-Brener, A., & Calle, Z. (2012). Leaf-cutting ants revisited: towards rational management and control. *International Journal of Pest Management*, 58, 225-247.
- Morrison, W. L. (2000). Mechanisms of interspecific competition among an invasive and two native fire ants. *Oikos*, 90, 238-252. <http://doi.org/10.1034/j.1600-0706.2000.900204.x>
- Parr, C. L., & Bishop, R. T. (2022). The response of ants to climate change. *Global Changes Biology*, 1-10. <http://doi.org/10.1111/gcb.16140>
- Parr, C. L., & Gibb, H. (2010). Competition and the role of dominant ants. In L. Lach, C. L. Parr & K. Abbott (eds.), *Ant Ecology* (pp. 77-96). Oxford.

- Parr, C. L., & Gibb, H. (2012). The discovery-dominance trade-off is the exception, rather than the rule. *Journal of Animal Ecology*, 81, 233-241. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2656.2011.01899.x>
- Pećarević, M., Danoff-Burg, J., & Dunn R. R. (2010). Biodiversity on Broadway: enigmatic diversity of the societies of ants (Formicidae) on the streets of New York Cities. *PLoS One*, 5. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0013222>
- Rios-Cruz, F. E., Coronado-Blanco, J. M., Vásquez-Bolaños, M., & Treviño-Carreón, J. (2015). Camponotus senex (Smith, 1858) (Hymenoptera: Formicidae): nuevo registro para Tamaulipas. *Dugesiana*, 22(1), 63-64
- Roeder, A. K., Roeder, V. D., & Bujan, J. (2021). Ant thermal tolerance: a review of methods, hypotheses, and sources of variation. *Annals of the Entomological of America*, 114(4), 459-469. <http://doi.org/10.1093/aesa/saab018>
- Samways, M. J., Barton, P. S., Birkhofer, K., Chichorro, F., Deacon, C., Fartmann, T., Fukushima, C. S., Gaigher, R., Habel, J. C.,... & Cardoso, P. (2020). Solutions for humanity on how to conserve insects. *Biological Conservation*, 242.
- Santini, G., Tucci, L., Ottonetti, L., & Frizzi, F. (2007). Competition trade-offs in the organization of a Mediterranean ant assemblage. *Ecological Entomology*, 23, 319-326. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2311.2007.00882.x>
- Santos, N. M., Delabie, C. J. H., & Queiroz, M. J. (2019). Biodiversity conservation in urban parks: a study of ground-dwelling ants (Hymenoptera: Formicidae) in Rio de Janeiro City. *Urban Ecosystems*, 22. <https://doi.org/10.1007/s11252-019-00872-8>
- Savage, M. A., Hackett, B., Guénard, B., Youngsteadt, K. E., & Dunn, R. R. (2014). Fine-scale heterogeneity across Manhattan's urban habitat mosaic is associated with variation in ant composition and richness. *Insect Conservation and Diversity*, 8. <https://doi.org/10.1111/icad.12098>
- Schultheiss, P., Nooten, S. S., Wang, R., Wong, L. M. K., Brassard, F., & Guénard, B. (2022). The abundance, biomass, and distribution of ants on Earth. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 119(40). <https://doi.org/10.1073/pnas.2201550119>
- Steiner, M. F., Crozier, H. R., & Schlick-Steiner, C. (2010). Colony structure. In L. Lach, C. L. Parr & K. Abbott (eds.), *Ant Ecology* (pp.117-193). Oxford.
- Sorvari, J., Huhta, E., & Hakkarainen, H. (2013). Survival of transplanted nests of the red wood ant *Formica aquilonia* (Hymenoptera: Formicidae): The effects of intraspecific competition and forest clear-cutting. *Insect Science*, 21(4), 486-492. <https://doi.org/10.1111/1744-7917.12043>
- Subach, A., Avidov, B., Dorfman, A., Bega, D., Gilad, T., Kvetny, M., Reshef, M. H., Foitzik, S., & Scharf, I. (2022). The value of spatial experience and group size for ant colonies in direct competition. *Insect Science*, 1-10. <https://doi.org/10.1111/1744-7917.13090>
- Swanson, A. C., Schwendenmann, L., Allen, M. F., Aronson, E. L., Artavia-León, A., Dierick, D., Fernandez-Bou, A., Harmon, T. C., Murillo-Cruz, C.,... & Zelikova, T. J. (2018). Welcome to the *Atta* world: A framework for understanding the effects of leaf-cutter ants on ecosystems functions. *Functional Ecology*, 33, 1386-1399. <http://doi.org/10.1111/1365-2435.13319>
- Tribble, W., & Kronauer, C. J. D. (2017). Caste development and evolution in ants: it's all about size. *Journal of Experimental Biology*, 220, 53-62. <http://doi.org/10.1242/jeb.145292>
- Tschinkel, W. R. (2004). The nest architecture of the Florida harvester ant, *Pogonomyrmex badius*. *Journal of Insect Science*, 4, 1-19.
- Youngsteadt, E., Henderson, R. C., Savage, A. M., Ernst, A. F., Dunn, R. R., & Frank, S. D. (2015). Habitat and species identity, not diversity, predict the extent of refuse consumption by urban arthropods. *Global Change Biology*, 21(3), 1103-1115.

- Warren, R. J., & Chick, L. (2013). Upward ant distribution shift corresponds with minimum, not maximum, temperature tolerance. *Global Change Biology*, 19, 2082-2088. <http://doi.org/10.1111/gcb.12169>
- Welzel, K. F., Lee, S., Dossey, A. T., Chauhan, K. R., & Choe, D. H. (2018). Verification of Argentine ant defensive compounds and their behavioral effects on heterospecific competitors and conspecific nestmates. *Scientific Reports*, 8(1). <http://doi.org/10.1038/s41598-018-19435-6>
- Wiernasz, D. C., & Cole, B. J. (1995). Spatial distribution of *Pogonomyrmex occidentalis*: recruitment, mortality and overdispersion. *Journal of Animal Ecology*, 519-527.
- Wilson, E. O., & Hölldobler, B. (2005). Eusociality: origin and consequences. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 102(38), 13367-13371.



Disponible en: <https://cienciaergosum.uaemex.mx/article/view/21781>

Cómo citar el artículo:

Ramírez Ramón, J. C., Baena, M. L., Chamorro-Florescano, I. A. y González-Zamora, A. (2025). Una aproximación a la biología y comportamientos de las hormiga. *CIENCIA ergo-sum*, 31. <https://doi.org/10.30878/ces.v32n0a28>

DOI: <https://doi.org/10.30878/ces.v32n0a28>



Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional.

Declaración de autoría (CRediT):

Juan Carlos Ramírez Ramón: conceptualización, redacción del borrador inicial, revisión.

Martha L. Baena: conceptualización, redacción del borrador inicial, supervisión (revisar-responder comentarios de revisores) y edición.

Ivette A. Chamorro-Florescano: conceptualización, revisión del borrador inicial, revisión de versiones posteriores.

Arturo González-Zamora: conceptualización, revisión del borrador inicial, revisión de versiones posteriores.