

# ¿ERES MI COMPAÑERO DE COLONIA? Experiencia basada en compañeros de nido en obreras de Atta colombica

**Orribarra, Vivian Sara**

Universidad Autónoma de Chiriquí  
David, Panamá  
vivian.orrubarra@utp.ac.pa  
ORCID: 0009-0000-4307-0111

**Amador-Vargas, Sabrina**

Smithsonian Tropical Research Institute  
Panamá, Panamá  
amadors@si.edu  
ORCID: 0000-0001-8738-4876

**Rodríguez, Angelica**

Museo de Peces de Agua Dulce e Invertebrados (MUPADI), Facultad de Ciencias Naturales y Exactas,  
Universidad Autónoma de Chiriquí  
David, Panamá

## Abstract

Ants use chemical and physical signals. Through contact with the antennae the ants send messages to obtain food and defense the colony from intruders. The antennae detect signals in the cuticle (cuticular hydrocarbons) and pheromones released by glands within the body, and each colony presumably shares a colony odour the enables workers to recognize each other. However, it is still unknown how recently emerged workers know their colony odour. Here, we assessed whether experience influences the recognition of *Atta colombica* nestmate. We established two groups of focal ants based on their experience with foreign ants: experienced and unexperienced ants. Experienced ants were exposed to a foreign stimulus ant, while unexperienced ants were exposed to the smell of other nestmates, and never to a foreign. Four to seven hours after initial training, focal ants were exposed to group of foreign stimulus ants, and the behaviors of each focal ant were recorded. The different behaviors were combined in an aggression index, and we also calculated the total interaction time of each of the two ant groups. Experienced ants were less aggressive and interacted for longer with stimulus ants than unexperienced ants. The experienced ants were able to quickly identify ants from the same colony, while there was no difference in how they treated foreign ants and field ants. The most common behavior in

experienced and unexperienced ants was fighting. The unexperienced ants showed greater aggressiveness, and their interaction time was shorter compared to the experimented ants towards foreign ants and the most common behaviors were fighting, C-position, and biting. In sum experimentally demonstrate that experienced ants recognize nestmates, foreign, and field ants.

**Keywords:** recognition, aggression, communication, leaf-cutter ants, nestmates, experienced.

## Resumen

Las hormigas utilizan señales químicas y físicas. A través del contacto con las antenas, las hormigas envían mensajes para obtener alimento y defender la colonia de intrusos. Las antenas detectan señales en la cutícula (hidrocarburos cuticulares) y feromonas liberadas por las glándulas dentro del cuerpo, y presumiblemente cada colonia comparte un olor de colonia que permite a los trabajadores reconocerse entre sí. Sin embargo, todavía se desconoce cómo los obreros recién emergidos conocen el olor de su colonia. Aquí evaluamos si la experiencia influye en el reconocimiento de la compañera de nido de *Atta colombica*. Establecimos dos grupos de hormigas focales basándonos en su experiencia con hormigas extranjeras: hormigas con experiencia (Exp) y sin experiencia (Non-exp). Las hormigas Exp fueron expuestas a una hormiga estímulo extranjera, mientras que las hormigas Non-Exp fueron expuestas al olor de otros compañeros de nido, y nunca a una extraña. Cuatro a siete horas después del entrenamiento inicial, las hormigas focales fueron expuestas a un grupo de hormigas estímulo extranjeras, y se registraron los comportamientos de cada una. Los diferentes comportamientos se combinaron en un índice de agresión, y también calculamos el tiempo total de interacción de cada uno de los dos grupos de hormigas. Las hormigas Exp eran menos agresivas e interactuaban durante más tiempo con las hormigas estímulo que las Non-Exp. Las hormigas Exp podían identificar rápidamente a las hormigas de la misma colonia, mientras que no había diferencia en cómo trataban a las hormigas extranjeras y a las hormigas de campo. El comportamiento más común en hormigas Exp y Non-Exp era la pelea. Las hormigas Non-Exp mostraron mayor agresividad y su tiempo de interacción fue más corto en comparación con las hormigas Exp hacia hormigas extranjeras, siendo los comportamientos más comunes pelea, posición C y mordiscos. En resumen, se demostró experimentalmente que las hormigas Exp reconocen compañeras de nido, forasteras y hormigas de campo.

**Palabras claves:** reconocimiento, agresividad, comunicación, hormigas cortadoras de hojas, compañeros de nido.

## 1. INTRODUCCIÓN

Los insectos sociales se caracterizan por una organización compleja basada en la cooperación entre individuos, lo que les permite realizar de manera eficiente tareas esenciales como la obtención de recursos, el cuidado de la descendencia y la defensa del nido. Sin embargo, la vida en sociedades numerosas también implica el riesgo de interacción con individuos ajenos al grupo, lo que ha favorecido la evolución de mecanismos de reconocimiento capaces de discriminar entre compañeros de colonia y foráneos. Estos sistemas de reconocimiento son fundamentales para mantener la cohesión social y la integridad de la colonia, ya que permiten restringir los comportamientos cooperativos a los miembros del grupo y desencadenar respuestas defensivas frente a intrusos, optimizando así el funcionamiento del sistema social [8], [9].

En las hormigas, el reconocimiento social se basa principalmente en señales químicas, particularmente en los hidrocarburos cuticulares que conforman el denominado “olor de colonia”, un perfil químico específico generado por las propias obreras y continuamente homogenizado mediante interacciones sociales como el acicalamiento y la trofalaxia. Este mecanismo permite distinguir eficazmente entre compañeras de nidos y no compañeras de nido, evitando conflictos innecesarios con individuos de la misma colonia y facilitando la defensa frente a colonias vecinas [9], [10]. En especies del género *Atta*, cuyas colonias pueden albergar millones de obreras altamente interconectadas, el reconocimiento químico resulta especialmente crítico. Estudios previos han demostrado que las obreras de *Atta* discriminan a los individuos foráneos en función de señales cuticulares, desencadenando respuestas agresivas variables [11]. No obstante, aún se conoce poco sobre el papel de la experiencia individual en estos procesos de reconocimiento. Por ello, el objetivo de este estudio es evaluar cómo la experiencia influye en el reconocimiento entre compañeras y foráneas mediante experimentos controlados en laboratorio. Comprender si este comportamiento es estrictamente innato o modulable por aprendizaje permitirá esclarecer el grado de flexibilidad del sistema de reconocimiento frente a variaciones temporales en los perfiles químicos, contribuyendo al entendimiento de la organización social y la plasticidad conductual en hormigas.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

### A. Colecta de las colonias y Adaptación de las colonias

El muestreo se llevó a cabo en el Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales en Gamboa, Panamá. Entre abril y junio del 2019, se recolectaron 10 colonias de hormigas. Las colonias fueron recolectadas, preferentemente de tamaño pequeño a mediano, con una a tres entradas. Para extraer cada una de las colonias, primero se localizó la entrada y

posteriormente se introdujo una varilla de madera que permitió medir la profundidad del orificio; y así estimar la profundidad a la cual se debía excavar (H. Marti, com. pers.). En cada colonia, se eligió una de las entradas y se midieron 10 cm en todas las direcciones desde la entrada. Lo anterior para excavar un área de forma cuadrada hasta encontrar el primer jardín del hongo con la reina. En julio de 2019, las colonias fueron adaptadas a sus nuevos hábitats; para lo cual, se procedió a colocarlas en un contenedor tipo Tupperware.

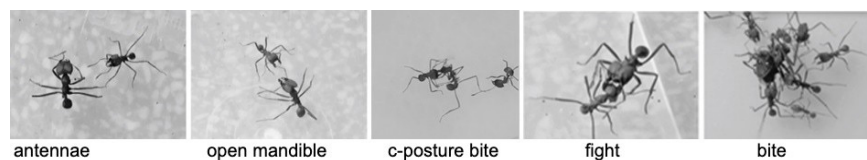
### B. Fase de aprendizaje o entrenamiento

En agosto, el estudio consistió en dos fases: aprendizaje y prueba. Utilizamos 10 colonias originales y se extrajo una porción del jardín de hongos en 10 subcolonias. Formamos tres grupos de cuatro hormigas; a este grupo lo denominamos “hormigas con experiencia” (Exp). Asimismo, utilizamos otros tres grupos de cuatro hormigas que denominamos “hormigas sin experiencia” (Non-exp); estas son las ‘hormigas focales’ que aprenden los olores de las hormigas instructoras. Los dos grupos de hormigas fueron entrenados con un tercer grupo de hormigas que denominamos ‘hormigas estímulo’; estas hormigas tienen la función de enseñar los diferentes olores a las hormigas focales. Utilizamos hormigas de la misma colonia y de campo para los entrenamientos. Para evitar confundirlas, marcamos las hormigas focales y esperamos de 4 a 7 horas para realizar los ensayos.

En la fase de prueba, utilizamos primero las hormigas Non-exp y luego las Exp. Para las hormigas estímulo en el ensayo, utilizamos tres tipos de hormigas: de la misma colonia, de campo, y otras hormigas de la colonia ubicada en el laboratorio. Después de la prueba de entrenamiento, ninguna hormiga regresó a su colonia de origen [1]. Grabamos videos de cinco minutos y registramos el tiempo; posteriormente extrajimos la frecuencia de los comportamientos utilizando el software BORIS.

Los comportamientos que consideramos como variables fueron específicamente: antenas, mandíbula abierta, postura en C, mordedura y pelea [ver fig.1], a los cuales asignamos una puntuación de 1 a 5 para cada hormiga focal (Exp y Non-exp), y luego normalizamos la suma de los tres valores resultantes con el tiempo total de interacción, es decir, el tiempo de contacto físico ([1]).

$$IA = \frac{\text{puntuación} \times \text{t. de cada hormiga (seg)}}{\text{Tiempo Total de la interacción}}$$



**Figura. 1** Comportamientos que se registraron en hormigas focales inexpertas y experimentadas en hormigas cortadoras de hojas (*A. colombica*).

### C. Análisis estadístico de los datos

Para el procesamiento y análisis de datos, se utilizó la prueba de Kolmogorov-Smirnov para evaluar la normalidad del índice de agresión y el tiempo total de interacción de las hormigas, la cual indicó que el conjunto de datos no presentaba una distribución normal. Posteriormente, se utilizó la prueba U de Mann-Whitney para comparar la tasa de agresión entre hormigas Exp y Non-exp. Como lo realizaron [1], los datos de agresión y el tiempo total de interacción de hormigas experimentadas e inexpertas fueron analizados mediante modelos lineales generalizados (GLM), con el índice de agresión transformado por raíz cuadrada como variable dependiente y la experiencia como variable independiente. Para este propósito, se utilizó el software RStudio Team 2015.

## 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las hormigas Non-exp presentaron un índice medio de agresión significativamente mayor (0,038) que las hormigas Exp (0,006), lo que indica que la experiencia previa reduce de forma general los comportamientos agresivos. Este patrón sugiere que el entrenamiento influye en el aumento de conductas pasivas y en una mejor capacidad para reconocer señales químicas emitidas por las hormigas estímulo. Las hormigas Non-exp, al no estar familiarizadas con los perfiles de hidrocarburos cuticulares de individuos foráneos, reaccionaron de manera más rápida y agresiva, probablemente debido a las diferencias químicas con respecto a sus compañeras de colonia, tal como se ha documentado en otros sistemas de hormigas donde la agresividad aumenta ante señales no familiares [2], [3]

A pesar de que las hormigas Exp invirtieron más tiempo total en interacción con las hormigas estímulo, estas interacciones fueron menos agresivas en comparación con las de las hormigas Non-exp, las cuales identificaron más rápidamente a las hormigas estímulo, pero respondieron con mayor agresividad. El tiempo total de interacción disminuyó significativamente con el nivel de experiencia, particularmente en las interacciones con congéneres de la misma colonia, lo que sugiere una mayor eficiencia en el proceso de reconocimiento. Este resultado es consistente con estudios que muestran que la experiencia mejora la precisión del reconocimiento químico y reduce la necesidad de respuestas defensivas intensas [4],[5].

El repertorio conductual también difirió entre grupos: las hormigas Non-exp mostraron con mayor frecuencia mordeduras, peleas y posturas defensivas, mientras que las hormigas Exp exhibieron un conjunto más limitado y controlado de comportamientos. La ausencia de agresión hacia semejantes de la misma colonia en hormigas Exp refuerza la importancia de la familiaridad con el olor de colonia, el cual se construye y mantiene mediante interacciones sociales como el acicalamiento. Estudios previos en especies del género *Atta* han demostrado que los hidrocarburos cuticulares permiten discriminar entre compañeros

de colonia, colonias vecinas e incluso especies cercanas, y que estos perfiles pueden verse modulados por factores ambientales como el sustrato foliar [6],[7].

En conjunto, los resultados indican que la experiencia mejora la discriminación entre compañeras y foráneas, disminuye la agresividad y aumenta la flexibilidad del sistema de reconocimiento. La exposición temprana y repetida a olores no familiares parece permitir la habituación y el aprendizaje de señales químicas externas, lo que concuerda con la idea de que el reconocimiento social en hormigas no es exclusivamente innato, sino parcialmente dependiente del aprendizaje. Esta plasticidad conductual podría explicar la reducción de la agresividad observada en hormigas con experiencia frente a hormigas extranjeras y de otras colonias, y contribuye a una mejor comprensión de los mecanismos que regulan la organización social en *Atta* [2],[5].

## 4. CONCLUSIONES

La experiencia de las hormigas *Atta colombica* impacta significativamente en tareas como la búsqueda de recursos, el cuidado de la cría y el reconocimiento de parejas e intrusos. La evidencia experimental sugiere que las hormigas con experiencia son mejores distinguiendo entre miembros de la colonia, intrusos y colonias vecinas. Este reconocimiento olfativo beneficia a la colonia al potenciar actividades como el intercambio de alimentos y el acicalado. El estudio revela que la experiencia y el reconocimiento están interrelacionados, lo que sugiere investigaciones adicionales sobre esta capacidad en otras especies de *Atta* y en la familia más amplia de las Formicidae para comprender mejor el aprendizaje y las respuestas agresivas en estas hormigas.

Además, tras la eclosión, las hormigas pasan por un periodo de aprendizaje para reconocer los olores de la colonia, minimizando los conflictos innecesarios con sus compañeros de nido. Las futuras investigaciones se centrarán en examinar los compuestos químicos en las cutículas tanto de hormigas con experiencia como sin experiencia para observar diferencias en la respuesta a las hormigas estímulo. Además de cuánto tiempo duran los efectos de la experiencia a lo largo del tiempo, si la agresividad disminuye, se mantiene estable o aumenta, y si las hormigas pueden aprender a reconocer los olores no propios de la colonia. Esto podría explicar cómo algunos organismos conviven con colonias de hormigas sin ser atacados

## Referencias

- [1] [1] J. Larsen, B. Fouks, N. Bos, P. d’Ettorre y V. Nehring, “Variation in nestmate recognition ability among polymorphic leaf-cutting ant workers”, *J. Insect Physiol.*, vol. 70, pp. 59–66, noviembre de 2014. Disponible: <https://doi.org/10.1016/j.jinsphys.2014.09.002>
- [2] [2] R. D. Dimarco, A. G. Farji-Brener y A. C. Premoli, “Dear enemy phenomenon in the leaf-cutting ant *Acromyrmex lobicornis*: Behavioral and genetic evidence”, *Behav. Ecol.*, vol. 21, n.º 2, pp. 304–

- 310, 2010. Disponible: <https://doi.org/10.1093/beheco/arp190>
- [3] [3] G. Zorzal et al., “The dear enemy effect drives conspecific aggressiveness in an Azteca-Cecropia system”, *Scientific Rep.*, vol. 11, n.º 1, marzo de 2021. Disponible: <https://doi.org/10.1038/s41598-021-85070-3>
- [4] [4] N. Stroeymeyt, F. J. Guerrieri, J. S. van Zweden y P. d’Ettorre, “Rapid Decision-Making with Side-Specific Perceptual Discrimination in Ants”, *PLoS ONE*, vol. 5, n.º 8, agosto de 2010, art. n.º e12377. Disponible: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0012377>
- [5] [5] D. Baracchi, M. Giurfa y P. d’Ettorre, “Formic acid modulates latency and accuracy of nestmate recognition in carpenter ants”, *J. Exp. Biol.*, vol. 224, n.º 20, octubre de 2021. Disponible: <https://doi.org/10.1242/jeb.242784>
- [6] [6] J. V. Hernández et al., “Leaf-cutter ant species (Hymenoptera: Atta) differ in the types of cues used to differentiate between self and others”, *Anim. Behav.*, vol. 71, n.º 4, pp. 945–952, abril de 2006. Disponible: <https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2005.09.004>
- [7] [7] L Valadares, D. Nascimento y F. Nascimento, “Foliar substrate affects cuticular hydrocarbon profiles and intraspecific aggression in the leafcutter ant *atta sexdens*”, *Insects*, vol. 6, n.º 1, pp. 141–151, febrero de 2015. Disponible: <https://doi.org/10.3390/insects6010141>
- [8] [8] E. O. Wilson y B. Hölldobler *The Ants*. Cambridge: Belknap Press Harvard Univ. Press., 1990.
- [9] [9] E. O. Wilson, *The Insect Societies*, 5a ed. Cambridge: Belknap Press Harvard Univ. Press, 1971.
- [10] [10] P. d’Ettorre y A. Lenoir, “Nestmate recognition”, en *Ant Ecology*. Oxford Univ. Press, 2009, pp. 194–209. Disponible: <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780199544639.003.0011>
- [11] [11] C. R. Currie, J. A. Scott, R. C. Summerbell y D. Malloch, “Fungus-growing ants use antibiotic-producing bacteria to control garden parasites”, *Nature*, vol. 398, n.º 6729, pp. 701–704, abril de 1999. Disponible: <https://doi.org/10.1038/19519>

## Agradecimientos

Al Laboratorio de Ecología de Comportamiento Tropical (Sabrina Amador, Yorlenis González, Rosannette Quesada, Dumas Gálvez y demás colaboradores); Hannah Marti y William Wcislo por sus consejos, aportes y la donación de colonias de hormigas; Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales por el espacio y equipos facilitados y comité asesor por su apoyo, conocimientos y colaboración durante esta investigación.

## Autorización y Licencia CC

Los autores autorizan a APANAC XVIII a publicar el artículo en las actas de la conferencia en Acceso Abierto (Open Access) en diversos formatos digitales (PDF, HTML, EPUB) e integrarlos en diversas plataformas online como repositorios y bases de datos bajo la licencia CC:

Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

Ni APANAC XVIII ni los editores son responsables ni del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en el artículo.