



UNIVERSIDAD DE COSTA RICA



CIENCIA MÁS TECNOLOGÍA

# Revelan secretos del genoma de la hormiga arriera más importante de Costa Rica

Científicos de universidades estadounidenses y de la Universidad de Costa Rica (UCR) recolectaron la materia prima para el estudio en la Estación Biológica La Selva, en Sarapiquí.

22 DIC 2021

Ciencia y Tecnología



A la hormiga arriera se le conoce también como hormiga guerrera o legionaria. Foto: cortesía del Dr. Daniel Kronauer.

---

Tres científicos de **reconocidas universidades de Estados Unidos** deciden en un congreso internacional unirse para **secuenciar el genoma** de su especie favorita de hormigas del trópico: **la hormiga arriera**.

Ellos se **contactan en la UCR**, para proponer un trabajo en equipo, con el investigador y microbiólogo ambiental Adrián Pinto Tomás, quien lleva muchos años estudiando las interrelaciones entre las hormigas y los microorganismos.

En una reunión en [La Selva](#) discuten el tema y **deciden echar a andar el proyecto de forma colaborativa**, que ocho años después rinde sus frutos.

En todo este tiempo se requirió de una buena dosis de perseverancia para poder secuenciar el genoma de la especie de la hormiga arriera más importante de Costa Rica: la *Eciton burchellii*.

Para que la ciencia logre avanzar en el conocimiento de la evolución y la biología de las hormigas, es fundamental analizar el conjunto de genes de todo su organismo, en donde se encuentra la información que se hereda y se transmite a la descendencia.

**Las arrieras**, como otras de su género, **son insectos sociales y constituyen el principal artrópodo depredador de los trópicos**. Están presentes desde el sur de México hasta el norte de Argentina. **Su principal característica** radica en que, como cazadoras de otras hormigas y organismos invertebrados, actúan en equipo y de forma masiva. Este comportamiento las hace muy exitosas desde el punto de vista evolutivo.

Según el especialista en hormigas Daniel Kronauer, desde el punto de vista ecológico, una colonia de hormigas arrieras es un **depredador tope**, al igual que un jaguar en el bosque.

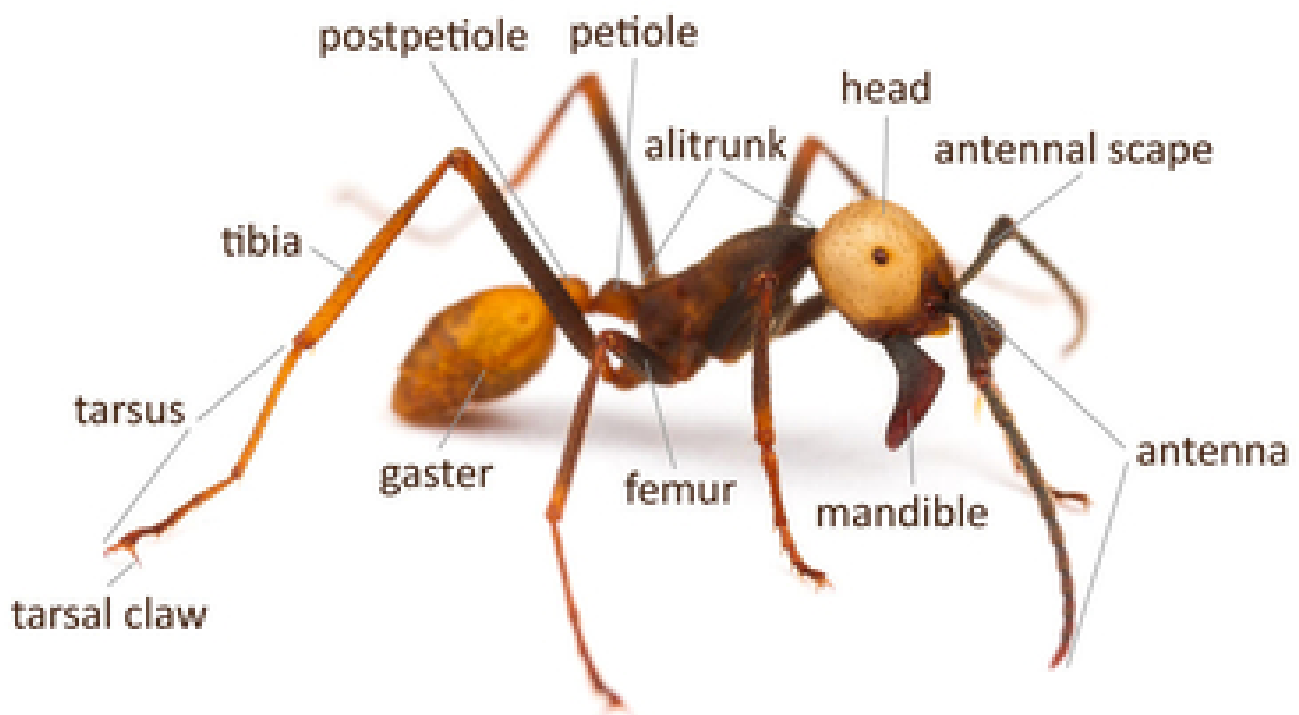
Hay estudios que muestran que una colonia de estas hormigas caza al día entre 30 000 y 50 000 invertebrados, lo cual significa un enorme impacto para un ecosistema.

Uno de los principales hallazgos del estudio es que se observó un sistema expandido de sensores en las antenas de las hormigas. Los científicos suponen que este les sirve para detectar sus presas y distinguir otros aspectos en el ambiente.

“Las especies tropicales tienden a ser menos estudiadas, porque disponemos de menos recursos. En el caso de las hormigas, se han secuenciado otras especies, pero no de importancia en esta parte del mundo”, señaló Pinto, investigador del Centro de Investigación en Estructuras Microscópicas ([Ciemic](#)) y de la [Escuela de Medicina](#), de la UCR.

## Materia prima tica

En nuestro país se crearon las condiciones logísticas necesarias para la recolección y el envío de las muestras de hormigas a las universidades de Wisconsin, Chicago y Rockefeller, donde se encargaron del análisis genético por medio de herramientas bioinformáticas.



Hormiga arriera (*Eciton burchellii*). Medidas. Obreras: de 4 a 12 mm. Reinas: 23 mm (fase nómada) y 46 mm (fase reproductiva). Fuente: *Army Ants: Nature's Ultimate Social Hunters*, Daniel Kronauer, Universidad de Rockefeller.

Para la investigadora del Ciemic, Catalina Murillo Cruz, el que la materia prima de esta investigación haya surgido de Costa Rica es muy importante.

“Esto hace que la logística sea más sencilla, tenemos la posibilidad de congelar las muestras de inmediato a -80 grados centígrados, para lograr que el material se mantenga de la mejor manera y se pueda obtener la información que se desea”, indicó.

Para el análisis genético, se extrajo el ADN de las obreras y de los machos. No se incluyeron reinas debido a la dificultad de recolectarlas, pues habría que destruir el nido completo.

El [estudio](#), publicado en setiembre pasado en la revista *Molecular Ecology*, reporta entre sus hallazgos que **el genoma de la hormiga arriera analizada es más pequeño** que el de otras hormigas. Sin embargo, los científicos encontraron que las obreras poseen una **adaptación anatómica** o lóbulo en las antenas, en donde hay un grupo de **receptores muy importante para el olfato**.

“Esto nos demuestra que para actuar en equipo, las hormigas arrieras tienen una expansión en los genes de comunicación, lo que se llama el sistema quimosensorial, para poder realizar las actividades que requiere su supervivencia”, explicó Pinto.

Las arrieras poseen cerca de 200 receptores, mientras que otras hormigas tienen entre 100 y 150. Aunque aún los investigadores **desconocen cuál es la función** de esos receptores expandidos en las arrieras, creen que podrían ser importantes para encontrar las especies y los nidos de las hormigas que consumen.

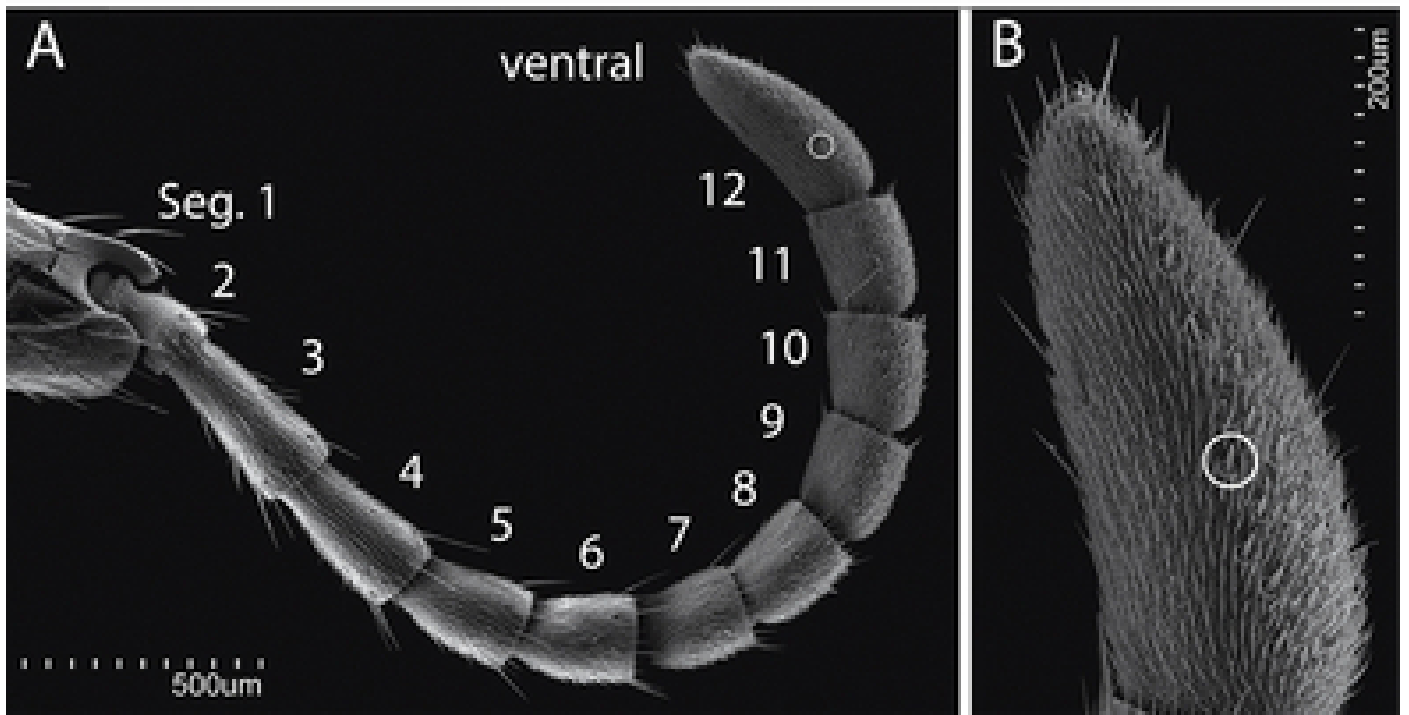
En experimentos anteriores con otras hormigas, Kronauer, de la Universidad de Rockefeller y participante en el estudio, demostró que esos receptores sensoriales desempeñan un rol vital en la comunicación entre las hormigas. Esta se produce por medio de sustancias químicas (feromonas).

Por lo tanto, **conocer** el genoma de la *E. burchellii* “es un recurso del que antes no disponíamos y que **nos facilitará en el futuro realizar otras investigaciones a nivel genético y molecular**”, aseguró.

## La cereza del pastel

**La información genómica encontrada en las antenas de las hormigas fue confirmada por medio de microscopía electrónica de barrido.** Este trabajo se hizo en el Ciemic, en la UCR, en donde se realizaron fotografías que verifican la presencia de ciertas estructuras en las antenas de las hormigas hembras de las arrieras.

Catalina Murillo y Natalia Rodríguez Hernández estuvieron a cargo de esta labor, con la colaboración de Alexander Rodríguez Arrieta.



Imágenes (incluidas en el artículo científico y realizadas en el CIEMIC-UCR) permitieron comprobar la existencia de sensores o receptores expandidos en las antenas de las hembras arrieras, y no en los machos. Fotos: cortesía del CIEMIC-UCR.

“Faltaba la cereza en el pastel, porque la información bioinformática lo que nos dice son posibilidades de cosas que se están expresando y están presentes en el genoma, pero no se puede visualizar. Las fotografías son la evidencia visual de lo que se encontró a nivel genético”, dijo Murillo.

Con el microscopio electrónico de barrido se obtiene una imagen aumentada al escanear una muestra con un haz de electrones, los cuales son captados por diferentes detectores para formar una imagen. Con este equipo se puede visualizar la estructura tridimensional de una superficie con alta resolución.

Las partes pequeñas, como las de los insectos, son muy complejas, detalló la investigadora. “La microscopía electrónica nos deja ver toda esa complejidad que hay en las cosas pequeñas. A veces creemos que por ser pequeñas son simples”, agregó.

**En la base de la antena de la hormiga, por ejemplo, se observó un sistema de anclaje perfecto, similar a algunas estructuras mecánicas que se aprecian en los puentes.**

## Ciencia de punta

Para un país como Costa Rica, con pocos recursos para la investigación, **la única manera de hacer ciencia de calidad es mediante las colaboraciones con equipos científicos de países desarrollados.**

Así lo constató Gabriel Vargas Asensio, microbiólogo graduado de la UCR que se involucró en el estudio cuando era estudiante de Adrián Pinto en el posgrado. Luego se especializó en bioinformática, en la parte de genómica y genética microbiana.

“Yo siempre hago una analogía, que el ensamblaje de un genoma es como resolver un rompecabezas imposible. Tenemos estas moléculas gigantes y complejas y lo que hacemos es despedazarlas en miles de millones de piezas. Con el poder computacional tratamos de volver a reconstruirlas”, explicó.

Vargas hizo su doctorado en la Universidad de Chicago. Actualmente, efectúa un posdoctorado en la Universidad de Winconsin y mantiene proyectos de investigación con Pinto en el campo de la ecología microbiana; es decir, de las interacciones de microorganismos con el huésped y con el ambiente en general.

En su criterio, la secuenciación del genoma de *E. burchellii* **contribuye a ampliar el conocimiento sobre la biodiversidad costarricense**, incluida la diversidad genética.

El científico **destacó el hecho de que se esté empezando a analizar el genoma de organismos costarricenses**. “Secuenciando los genomas de nuestros animales y de otros organismos vamos a poder conocer más de esa riqueza y **vamos a poder entender cómo la diversidad genómica y genética impacta nuestros ecosistemas**”, subrayó.

El proyecto con la hormiga arriera les **abre a los investigadores nacionales la ventana a nuevos mundos y a nuevas técnicas**. Ya inscribieron un proyecto de investigación en la UCR sobre genómica de otros insectos, como abejas, con miras a replicar los aprendizajes obtenidos.



### Entrevista a Daniel Kronauer

“Siento una gran pasión por las hormigas arrieras, son las más impresionantes del mundo”

Daniel Kronauer, biólogo y mirmecólogo alemán, es uno de los investigadores participantes en la secuenciación del genoma de una especie de hormiga arriera (*Eciton burchellii*) recolectada en Costa Rica.

El científico nos habló desde su laboratorio, en la Universidad de Rockefeller, en la ciudad de Nueva York, y dijo que el conocimiento del genoma de la hormiga arriera es un recurso que ayudará a entender mejor la evolución de estas hormigas, su comportamiento y su biología.

### **¿Cuándo empezó a investigar sobre las hormigas?**

-Empecé hace 19 años. Hice mis estudios como biólogo en Alemania sobre un grupo de hormigas que se llaman Honeypots, con el profesor Bert Holldobler, un famoso mirmecólogo, autor del libro *The Ants* junto con Edward O. Wilson. Estas hormigas viven en el desierto en el norte de México y el sur de Estados Unidos. Luego, me mudé a Dinamarca a hacer el doctorado y trabajé con hormigas arrieras. Para esto, hice trabajo de campo en Venezuela durante cuatro años y en Kenia (África).

Después, realicé un posdoctorado en la Universidad de Harvard (EE. UU.) y comencé a trabajar con una hormiga diferente que se llama *clonal raider* (*Ooceraea biroi*). Esta especie está relacionada con las hormigas arrieras, ambas tienen una biología similar. Con las *clonal raider* desarrollé un modelo para estudiar a las arrieras en el laboratorio, ya que son de más fácil manejo. Actualmente, hacemos estudios genéticos de la *clonal raider*. Queremos efectuar experimentos moleculares con esta especie y después trasladar ese conocimiento al campo para estudiar las hormigas arrieras.

### **¿Cuántos especialistas en hormigas hay en el planeta?**

-Es una comunidad bastante grande. Las hormigas son muy importantes en la ecología de los ecosistemas. Muchas personas estudian el comportamiento, la taxonomía y otros aspectos. Hay mucho interés en la biología de las hormigas.

### **¿Cuál es su principal contribución al estudio de las hormigas?**

-Fui el primero que empezó a trabajar con las hormigas arrieras usando marcadores genéticos. Así descubrí que la variabilidad genética en las colonias de estas hormigas es mucho más alta que en cualquier otra especie de hormigas. Las reinas de las arrieras copulan con muchos más machos que las reinas de otras especies. Entonces, la estructura genética de las arrieras es bastante diferente a la de otras hormigas. Esto tiene implicaciones muy interesantes para la evolución social de dichos insectos.

Creo que mi mayor contribución ha sido crear el modelo para el estudio con las hormigas *clonal raider* de los insectos sociales. Esta es la única especie que permite hacer manipulación del genoma y trabajar con métodos transgénicos. De tal manera, podemos hacer experimentos de neurociencias y neurobiología, los cuales antes no se podían hacer en esa especie.

### **¿Cuál es la principal enseñanza que nos dan estos insectos a los humanos?**

-Hay varias respuestas en diferentes niveles. Las hormigas fascinan por ser tan sociales. Aparecen en la Biblia y Aristóteles las usó como un símbolo para ejemplificar diferentes formas de sistema político. Pero son solo metáforas, porque los sistemas sociales de los seres humanos y de las hormigas son muy diferentes.

No podemos aprender de las hormigas en ese sentido. La idea de que nosotros podamos desarrollar nuestro sistema social como el de las hormigas me da horror, porque las hormigas a nivel individual no tienen libertad.

Lo que pasa en las hormigas es que la selección natural ve a la colonia como un superorganismo. Entonces, una colonia es más parecida a un organismo

multicelular, porque cada hormiga es como una célula y la colonia como un organismo completo.

Las hormigas son sistemas biológicos complejos. Uno puede estudiarlas como un organismo multicelular. Es decir, cómo células idénticas en un organismo pueden asumir diferentes funciones. En una sociedad de hormigas, hay algunas genéticamente similares, pero se pueden desarrollar como individuos muy diferentes, por ejemplo, una reina, una obrera o un soldado.

La comunicación en las hormigas es muy importante para la organización social y la función de la colonia. Ellas se comunican por medio de feromonas (sustancias químicas). Lo mismo sucede con las hormonas o las neuronas, que permiten la comunicación entre células en el organismo humano.

Otro aspecto interesante es cómo se desarrolla la memoria en el cerebro. La memoria no reside en una sola célula, por eso hay que estudiar el sistema completo para entender ese fenómeno. En una colonia de hormigas hay fenómenos parecidos que ocurren a nivel del sistema, por ejemplo, cómo una colonia construye un nido, porque una hormiga sola no puede hacerlo.

Queremos entender mejor el comportamiento social de las hormigas a nivel del cerebro. Estos insectos, al igual que los mamíferos (incluidos los humanos), tienen una hormona (oxitocina) que regula el comportamiento social, en especial las relaciones entre las madres y sus bebés. Mediante el estudio del cerebro y la neurobiología de las hormigas podemos aprender cómo se regula el comportamiento social en los seres humanos.

Desde el punto de vista biológico, existen muchos factores conservados en la hormiga y el ser humano. Claro, el cerebro de las hormigas es más simple. El cerebro humano tiene millones de neuronas, mientras que el de una hormiga tiene cerca de 100 000 neuronas. Es mucho más accesible el estudio de estas conexiones en el cerebro de una hormiga, que en uno humano.

Por lo tanto, podemos usar a las hormigas para responder preguntas que dan información sobre aspectos fundamentales de los sistemas biológicos.



[Patricia Blanco Picado](#)

Periodista, Oficina de Divulgación e Información

Área de cobertura: ciencias básicas

[patricia.blancopicado@ucr.ac.cr](mailto:patricia.blancopicado@ucr.ac.cr)

**Etiquetas:** [hormigas](#), [arrieras](#), [investigacion](#), [biologia](#), [microscopia electronica](#), [adn](#), [genoma](#).