



València, 13 de gener 2015

La UV descobreix un comportament inèdit de pugons amb formigues tipus 'Dr Jekyll i Mr Hyde'

Una investigació liderada per l'Institut Cavanilles de Biodiversitat i Biologia Evolutiva de la Universitat de València ha descobert una interacció sense precedents entre pugons i formigues que revela com els primers insectes poden mostrar un comportament tipus 'Doctor Jekyll i Míster Hyde' amb els segons. "El nostre treball descriu per primera vegada, juntament amb la relació mutualista clàssica entre tots dos insectes, l'existència de mimetisme agressiu de pugons cap a formigues", explica el professor de Genètica David Martínez Torres, director de l'estudi, els resultats del qual es publiquen aquesta setmana en la revista *PNAS, Proceedings of the National Academy of Sciences*.

Els pugons i les formigues presenten, tradicionalment, una relació de cooperativisme. Els pugons, que són herbívors, ofereixen melassa a les formigues com a aliment a canvi de cures higièniques i protecció enfront de depredadors. De fet, es parla que les formigues munyen als pugons. No obstant això, aquesta recerca, després de més de 50 hores d'enregistrament de diversos formiguers a través de microscopi, ha mostrat que una determinada espècie de pugons produeix individus que són acollits en la càmera de cria de les formigues i acaben sent agressius per a elles en succionar l'hemolimfa de les seues larves.

El professor David Martínez subratlla que la càmera de cria d'un formiguer "sol estar fortament custodiada per les formigues, les quals devoren qualsevol intrús que gose apropar-se a la mateixa. Malgrat això, el nostre



treball demostra que l'engany és possible gràcies a què els pugons aplanats sintetitzen una cutícula -part externa del seu cos- amb una composició química més semblant a la de les larves de les formigues que a la dels pugons arrodonits”.

LES BASES DE L'ENGANY

El pugó *Paracletus cimiciformis* presenta, en una fase del seu cicle vital, dues formes alternatives diferents (morfs) que poden donar lloc l'una a l'altra de manera clonal. Els pugons pertanyents a un d'aquests morfs, verds i d'aspecte bombat, mantenen amb les formigues una relació mutualista convencional. En contrast, “els pugons del morf alternatiu -genèticament idèntics als anteriors, però de color blanc i de forma aplanada- són confosos per les formigues amb les seues pròpies larves i els dipositen al costat d'elles”, exposa Martínez Torres.

La troballa més important d'aquest estudi és que els pugons, una vegada a la càmera de cria, “aprofiten la disponibilitat de centenars de larves de formigues per clavar-los els seus estilets -estructures bucals que els pugons utilitzen per xuclar la saba de les plantes- i succionar la seua hemolimfa, equivalent a la sang en els artròpodes”, assevera el professor. En conseqüència, a partir de la difusió d'aquesta recerca, “la descripció típica dels pugons com a insectes xucladors de saba i, per tant, estrictament herbívors, deuria ser matisada”, segons David Martínez.

DUES ESTRATÈGIES PER LA SUPERVIVÈNCIA CONTRAPOSADES

Per la seua banda, l'investigador primer signant de l'article titulat *Aggressive mimicry coexists with mutualism in an aphid*, Adrián Salazar, afirma que la realitat és més complexa que les idealitzacions que fem d'ella. “La imatge romàntica de les formigues cuidant del seu bestiar de



pugons, encara que estiga molt difosa, només és una menuda part d'una història que l'evolució enriqueix de múltiples maneres. En aquest cas, ha aconseguit reunir dues estratègies absolutament contraposades de relacionar-se amb formigues en un mateix genoma d'un pugó", argumenta.

Aquesta recerca és part del projecte de tesi doctoral que Adrián Salazar desenvolupa a l'Institut Cavanilles de Biodiversitat i Biologia Evolutiva amb una beca *Atracció de talent* de la Universitat de València sota la direcció del professor David Martínez Torres. A més, també han participat dos investigadors del mateix institut, Enrique Font i Pau Carazo.

La Universitat de València ha liderat aquest estudi, en el qual han col·laborat l'Institut de Química Avançada de Catalunya, pertanyent al CSIC, i la Universitat de Lleó. A la seua vegada, el treball s'ha desenvolupat en el marc d'un projecte nacional de recerca de l'antic Ministeri de Ciència i Innovació, l'investigador principal de la qual és Martínez Torres.

NOUS INTERROGANTS

Les conclusions de l'article publicat aquesta setmana en *PNAS, Proceedings of the National Academy of Sciences* obre nombrosos interrogants, alguns dels quals està previst abordar-los immediatament, encara que depenents de l'existència de finançament. Entre les qüestions a resoldre estarien, per exemple, identificar què factors ambientals controlen la producció del morf agressiu; quins costos i beneficis suposa la interacció per a cada participant; el rang taxonòmic de l'engany i el nivell de variabilitat en el senyal químic utilitzat per enganyar les formigues; què ocorre en espècies de pugons emparentades que també es relacionen amb formigues. De fet, el professor David Martínez comenta que aquestes i altres qüestions apareixen entre els objectius d'una recerca sol·licitada al Ministeri



d'Economia i Competitivitat en l'última convocatòria de projectes nacionals pendent de resolució.

La potencial aplicació d'aquests estudis seria a llarg termini, ja que es tracta de recerca bàsica. Atès que tant les formigues com els pugons poden ser plagues importants en l'agricultura, qualsevol avanç en el coneixement dels seus cicles de vida pot ser útil a l'hora d'implementar programes de gestió de cultius i control de plagues.

David Martínez és professor titular de Genètica i investigador de l'Institut Cavanilles de Biodiversitat i Biologia Evolutiva de la Universitat de València. La seua trajectòria científica sempre ha estat lligada a temes relacionats amb els insectes mitjançant la utilització d'aproximacions genètiques i moleculars. Encara que les seues recerques inicials es van centrar en temes d'interès aplicat (com ara l'estudi de les bases moleculars de la resistència a insecticides tipus piretrines), en els últims anys els seus projectes s'emmarquen en la recerca bàsica. Les línies fonamentals del seu treball actual són tres. D'una banda l'estudi de les relacions evolutives dins dels pugons així com de l'evolució dels seus cicles de vida. En segon lloc, les bases moleculars que controlen els ritmes estacional i circadià en pugons (i en insectes en general) i la seua relació amb els cicles vitals. I, finalment, la mirmecofília en pugons, incorporada recentment.

Més informació i vídeos:

<http://www.pnas.org/content/early/2015/01/07/1414061112>

Aggressive mimicry coexists with mutualism in an aphid.

Adrián Salazar, Benjamin Fürstenau, Carmen Quero, Nicolás Pérez-Hidalgo, Pau Carazo, Enrique Font, and David Martínez-Torres.



La UV descubre un comportamiento inédito de pulgones con hormigas tipo 'Dr Jekyll y Mr Hyde'

Una investigación liderada por el Institut Cavanilles de Biodiversitat i Biologia Evolutiva de la Universitat de València ha descubierto una interacción sin precedentes entre pulgones y hormigas que revela cómo los primeros insectos pueden mostrar un comportamiento tipo 'Doctor Jekyll y Mister Hyde' con los segundos. "Nuestro trabajo describe por primera vez, junto a la relación mutualista clásica entre ambos insectos, la existencia de mimetismo agresivo de pulgones hacia hormigas", explica el profesor de Genética David Martínez Torres, director del estudio, cuyos resultados se publican esta semana en la revista *PNAS, Proceedings of the National Academy of Sciences*.



Los pulgones y las hormigas presentan, tradicionalmente, una relación de cooperativismo. Los pulgones, que son herbívoros, ofrecen melaza a las hormigas como alimento a cambio de cuidados higiénicos y protección frente a depredadores. De hecho, se habla de que las hormigas ordeñan a los pulgones. Sin embargo, esta investigación, tras más de 50 horas de grabación de diversos hormigueros a través de microscopio, ha mostrado que una determinada especie de pulgones produce individuos que son acogidos en la cámara de cría de las hormigas y acaban siendo agresivos para ellas al succionar la hemolinfa de sus larvas.

El profesor David Martínez subraya que la cámara de cría de un hormiguero “suele estar fuertemente custodiada por las hormigas, las cuales devoran a cualquier intruso que ose acercarse a la misma. A pesar de ello, nuestro trabajo demuestra que el engaño es posible gracias a que los pulgones aplanados sintetizan una cutícula -parte externa de su cuerpo- con una composición química más parecida a la de las larvas de las hormigas que a la de los pulgones redondeados”.

LAS BASES DEL ENGAÑO

El pulgón *Paracletus cimiciformis* presenta, en una fase de su ciclo vital, dos formas alternativas diferentes (morfos) que pueden dar lugar la una a la otra de manera clonal. Los pulgones pertenecientes a uno de estos morfos, verdes y de aspecto abombado, mantienen con las hormigas una relación mutualista convencional. En contraste, “los pulgones del morfo alternativo -genéticamente idénticos a los anteriores, pero de color blanco y de forma aplanada- son confundidos por las hormigas con sus propias larvas y los depositan junto a ellas”, expone Martínez Torres.



El hallazgo más importante de este estudio es que los pulgones, una vez en la cámara de cría, “aprovechan la disponibilidad de cientos de larvas de hormigas para clavarles sus estiletes -estructuras bucales que los pulgones usan para chupar la savia de las plantas- y succionar su hemolinfa, equivalente a la sangre en los artrópodos”, asevera el profesor. En consecuencia, a partir de la difusión de esta investigación, “la descripción típica de los pulgones como insectos chupadores de savia y, por tanto, estrictamente herbívoros, debería de ser matizada”, según David Martínez.

DOS ESTRATEGIAS POR LA SUPERVIVENCIA CONTRAPUESTAS

Por su parte, el investigador primer firmante del artículo titulado *Aggressive mimicry coexists with mutualism in an aphid*, Adrián Salazar, afirma que la realidad es más compleja que las idealizaciones que hacemos de ella. “La imagen romántica de las hormigas cuidando de su ganado de pulgones, aunque esté muy difundida, sólo es una pequeña parte de una historia que la evolución enriquece de múltiples maneras. En este caso, ha logrado reunir dos estrategias absolutamente contrapuestas de relacionarse con hormigas en un mismo genoma de un pulgón”, argumenta.

Esta investigación es parte del proyecto de tesis doctoral que Adrián Salazar desarrolla en el Institut Cavanilles de Biodiversitat i Biologia Evolutiva con una beca *Atracció de talent* de la Universitat de València bajo la dirección del profesor David Martínez Torres. Además, también han participado dos investigadores del mismo instituto, Enrique Font y Pau Carazo.

La Universitat de València ha liderado este estudio, en el que han colaborado el Institut de Química Avançada de Catalunya, perteneciente al CSIC, y la Universidad de León. A su vez, el trabajo se ha desarrollado en



el marco de un proyecto nacional de investigación del antiguo Ministerio de Ciencia e Innovación, cuyo investigador principal es Martínez Torres.

NUEVOS INTERROGANTES

Las conclusiones del artículo publicado esta semana en *PNAS, Proceedings of the National Academy of Sciences* abre numerosos interrogantes, algunos de los cuales está previsto abordarlos de inmediato, aunque dependientes de la existencia de financiación. Entre las cuestiones a resolver estarían, por ejemplo, identificar qué factores ambientales controlan la producción del morfo agresivo; qué costes y beneficios supone la interacción para cada participante; el rango taxonómico del engaño y el nivel de variabilidad en la señal química utilizada para engañar a las hormigas; qué ocurre en especies de pulgones emparentadas que también se relacionan con hormigas. De hecho, el profesor David Martínez comenta que éstas y otras cuestiones aparecen entre los objetivos de una investigación solicitada al Ministerio de Economía y Competitividad en la última convocatoria de proyectos nacionales pendiente de resolución.

La potencial aplicación de estos estudios sería a largo plazo, debido a que se trata de investigación básica. Dado que tanto las hormigas como los pulgones pueden ser plagas importantes en la agricultura, cualquier avance en el conocimiento de sus ciclos de vida puede ser útil a la hora de implementar programas de gestión de cultivos y control de plagas.

David Martínez es profesor titular de Genética e investigador del Institut Cavanilles de Biodiversitat i Biologia Evolutiva de la Universitat de València. Su trayectoria científica siempre ha estado ligada a temas relacionados con los insectos mediante la utilización de aproximaciones genético-moleculares. Aunque sus investigaciones iniciales se centraron en temas de



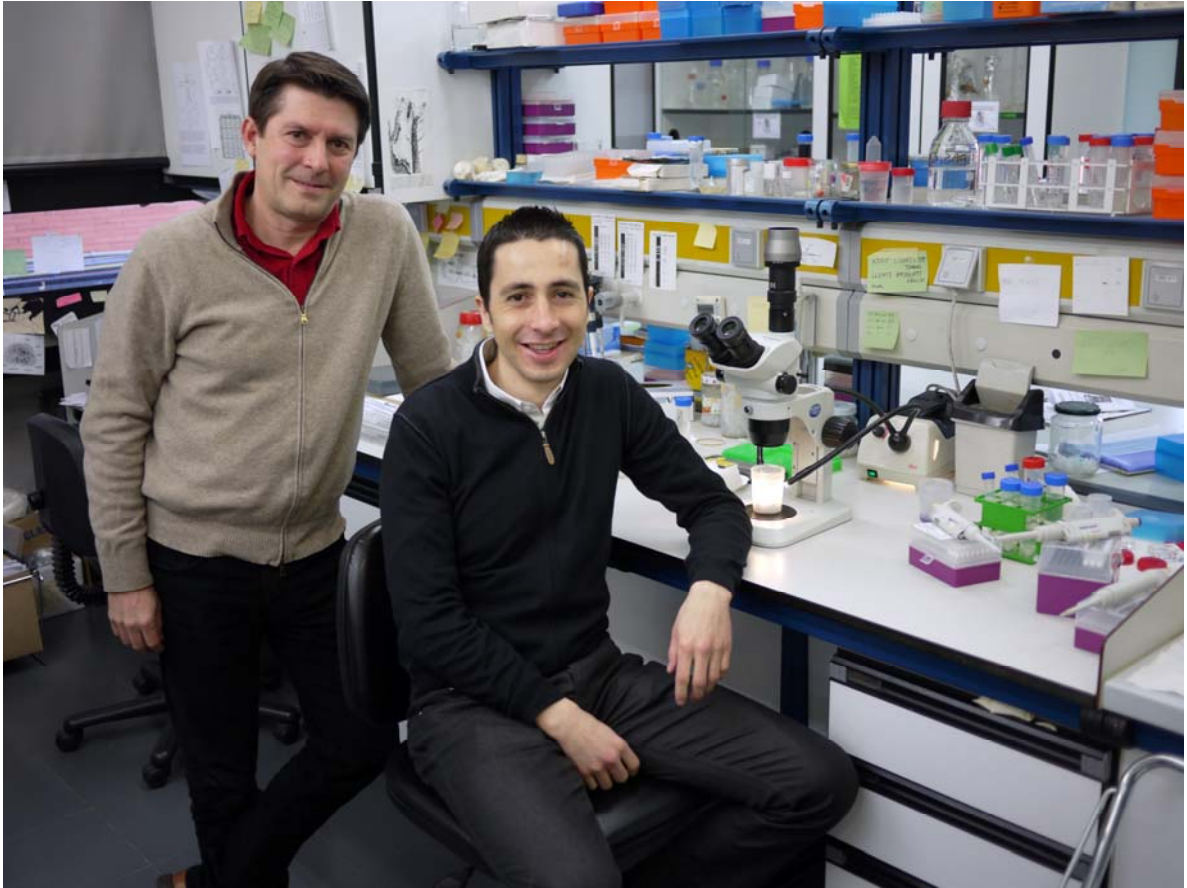
interés aplicado (como el estudio de las bases moleculares de la resistencia a insecticidas tipo piretrinas), en los últimos años sus proyectos se enmarcan en la investigación básica. Las líneas fundamentales de su trabajo actual son tres. Por un lado el estudio de las relaciones evolutivas dentro de los pulgones así como de la evolución de sus ciclos de vida. En segundo lugar, las bases moleculares que controlan los ritmos estacional y circadiano en pulgones (y en insectos en general) y su relación con los ciclos vitales. Y, por último, la mirmecofilia en pulgones, incorporada recientemente.

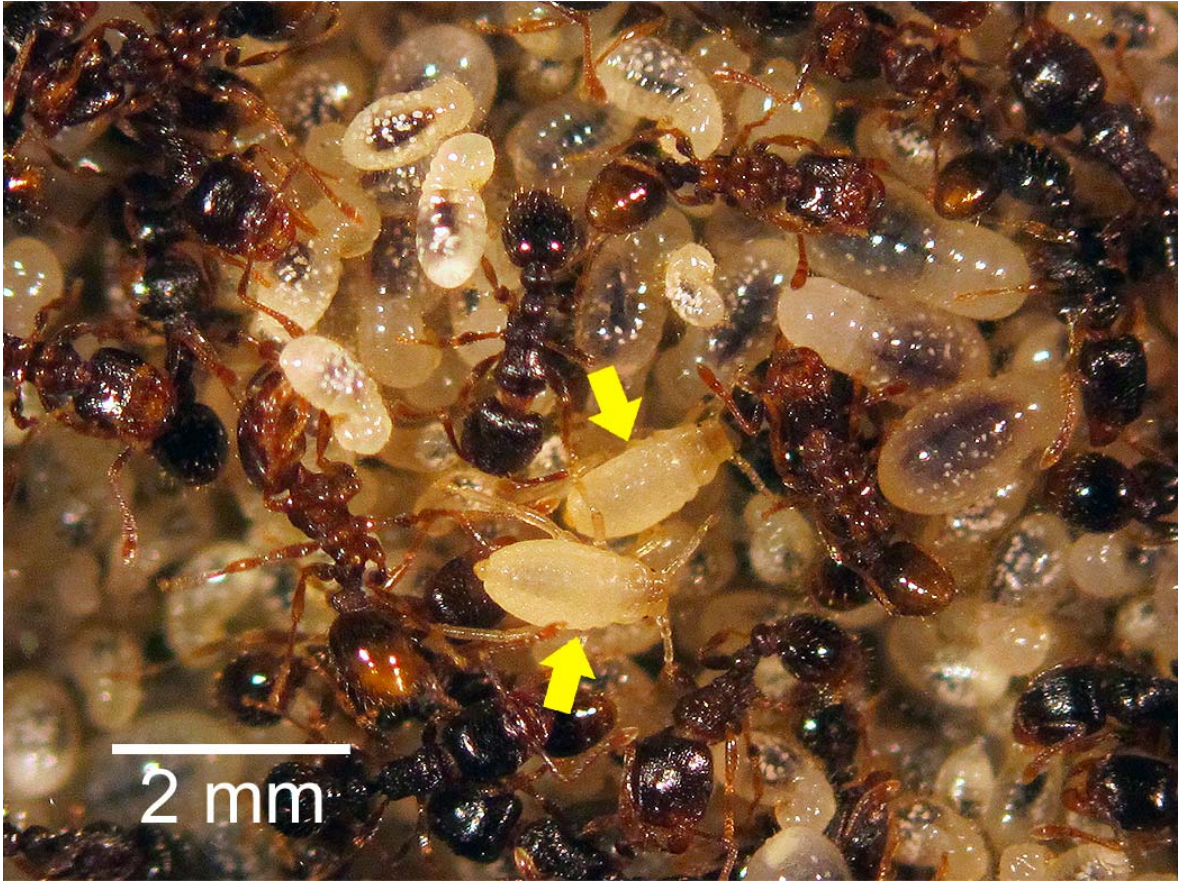
Más información y vídeos:

<http://www.pnas.org/content/early/2015/01/07/1414061112>

Aggressive mimicry coexists with mutualism in an aphid.

Adrián Salazar, Benjamin Fürstenau, Carmen Quero, Nicolás Pérez-Hidalgo, Pau Carazo, Enrique Font, and David Martínez-Torres.







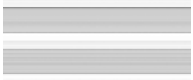
Valencia, 13 January 2015

The UV discovers an unprecedented Dr-Jekyll-and-Mr-Hyde type of behaviour of aphids towards ants

A research conducted by the Cavanilles Institute of Biodiversity and Evolutionary Biology of the University of Valencia has found an unprecedented interaction between aphids and ants which reveals how the first group of insects may display a Dr-Jekyll-and-Mr-Hyde type of behaviour towards the second group. "Our work describes for the first time that, along with the classical mutualist relationship between both insects, there exists an aggressive mimicry of aphids towards ants", explains Genetics professor David Martínez Torres, director of the study whose results were published this week in *PNAS*, the *Proceedings of the National Academy of Sciences* journal.

Traditionally, aphids and ants have had a relationship based on cooperativism. Aphids, which are herbivorous, provide ants with molasses as food in exchange of hygienic care and protection from predators. In fact, it is said that ants 'milk' aphids. However, after more than 50 hours of recording different anthills through a microscopy, this research has revealed that a certain species of aphids produces individuals which are adopted in the ant's brood chamber and they end up being aggressive to them by sucking haemolymph from their larvae.

Professor David Martínez highlights that the brood chamber of an anthill "is often fiercely guarded by ants, which devour any intruder who dares to



approach it. Nevertheless, our work shows that deceit is possible thanks to the fact that flat morph aphids synthesise a cuticle —the external part of their bodies— whose chemical composition resembles that of ant larvae more than that of round aphids”.

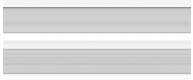
THE BASES OF THE DECEIT

The morph *Paracletus cimiciformis*, in one of the stages of its lifecycle, presents two different alternative forms (morphs) each of which is able to produce the other clonally. Aphids belonging to one of these morphs — green and with a bulbous appearance— have a conventional mutualistic relationship with ants. In contrast, “aphids of the alternative morph — genetically identical to the former, but white and flat— are mistaken by ants for their own larvae and placed next to them”, points out Martínez Torres.

The most important finding of this study is that aphids, once in the brood chamber, “take advantage of the availability of hundreds of ant larvae to pierce them with their stylets —buccal structures used by aphids to suck plant sap— and suck their haemolymph, equivalent to blood in arthropods” claims the professor. Consequently, after the dissemination of this research, “the typical description of aphids as sap-sucking insects and, therefore, strictly herbivorous, should be nuanced”, according to David Martínez.

TWO CONFLICTING STRATEGIES FOR SURVIVAL

By his part, the first author of the article entitled “Aggressive mimicry coexists with mutualism in an aphid”, researcher Adrián Salazar, claims that reality is more complex than the idealisations that we make from it. “The romantic image of ants taking care of their aphid cattle, although very



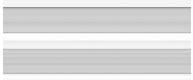
widespread, is just a small part of a story that evolution enriches in different ways. In this case, evolution has managed to gather two completely opposing strategies of relating to ants in one single aphid genome”, he argues.

This research is part of the doctoral thesis project that Adrián Salazar is developing in the Cavanilles Institute of Biodiversity and Evolutionary Biology thanks to an “Atracció de talent” grant from the University of Valencia and under the direction of Professor David Martínez Torres. Moreover, researchers Enrique Font and Pau Carazo, from the same institute, have also participated in the project.

The UV has led this study with the collaboration of the Institute of Advanced Chemistry of Catalonia, belonging to the CSIC (Spanish Scientific Research Council), and of the University of León. At the same time, the work has been developed within the framework of a national research project by the former Ministry of Science and Innovation whose main researcher is David Martínez Torres.

NEW QUESTIONS

The outcomes of this article published this week in *PNAS, Proceedings of the National Academy of Sciences*, raise several questions some of which are expected to be immediately dealt with, although dependent on the availability of funding. Among the issues to be resolved there would be, for example, how to identify the environmental factors that control the production of aggressive morphs; what costs and benefits interaction involves for each participant; the taxonomic status of the deceit and the variability level in the chemical signal used for misleading ants; or what happens with related aphid species which also relate with ants. In fact,



Professor David Martínez argues that these and other issues are among the goals of a research project requested to the Ministry of Economy and Competitiveness in the last call for national projects that are still pending resolution.

Due to the fact that this is a basic research, the possible application of these studies would have a long-term horizon. Given that both ants and aphids can be important pests in agriculture, any progress in the understanding of their life cycles would be useful for implementing crop management and pest control plans.

David Martínez is a tenured lecturer of Genetics and researcher of the Cavanilles Institute of Biodiversity and Evolutionary Biology of the University of Valencia. His scientific career has always been linked to subjects related to insects through the use of molecular genetic approaches. Although his initial research projects focused on topics of applied interest (as the study of the molecular basis of resistance to pyrethrin-type insecticides), in the last few years his projects have been based on basic research. The basic lines of his current work are three: in the first place, the study of evolutionary relations within aphids as well as the evolution of their life cycles; in the second place, the molecular bases that control the seasonal and circadian rhythms in aphids (and in insects in general) and their relation to vital cycles; and finally, myrmecophily in aphids, recently included.