

Aminoácidos: ladrillos de la vida, trampa para un mayate

**Luz Neri Benítez Herrera
David Alavez-Rosas**

Las proteínas son vitales para los trabajos que realizan las células, así como para mantener la estructura, función y regulación de los tejidos y órganos de los seres vivos. Las proteínas están formadas por aminoácidos, los cuales son conocidos como las moléculas de la vida, ya que desempeñaron un papel clave en el surgimiento de la vida en la Tierra.

Curiosamente, el origen de los aminoácidos se remonta a poco después de la creación del universo, es decir, son muy viejos. Muchas de estas moléculas llegaron a la Tierra debido al impacto de meteoritos: podríamos decir que son extraterrestres.

Químicamente, los aminoácidos son moléculas orgánicas que contienen los grupos funcionales amino y ácido carboxílico (Figura 1). Existen cerca de 300 aminoácidos conocidos por el ser humano, veinte de los cuales se producen en la naturaleza. Sin embargo, solo diez (lisina, triptófano, histidina, fenilalanina, leucina, isoleucina, treonina, metionina, valina y arginina) se encuentran en la dieta de insectos y humanos.

Son los llamados “aminoácidos esenciales”, ya que no pueden ser sintetizados por el propio organismo (Figura 1). Los otros diez aminoácidos se consideran “no esenciales” porque pueden sintetizarse a partir de otros aminoácidos o componentes químicos similares.

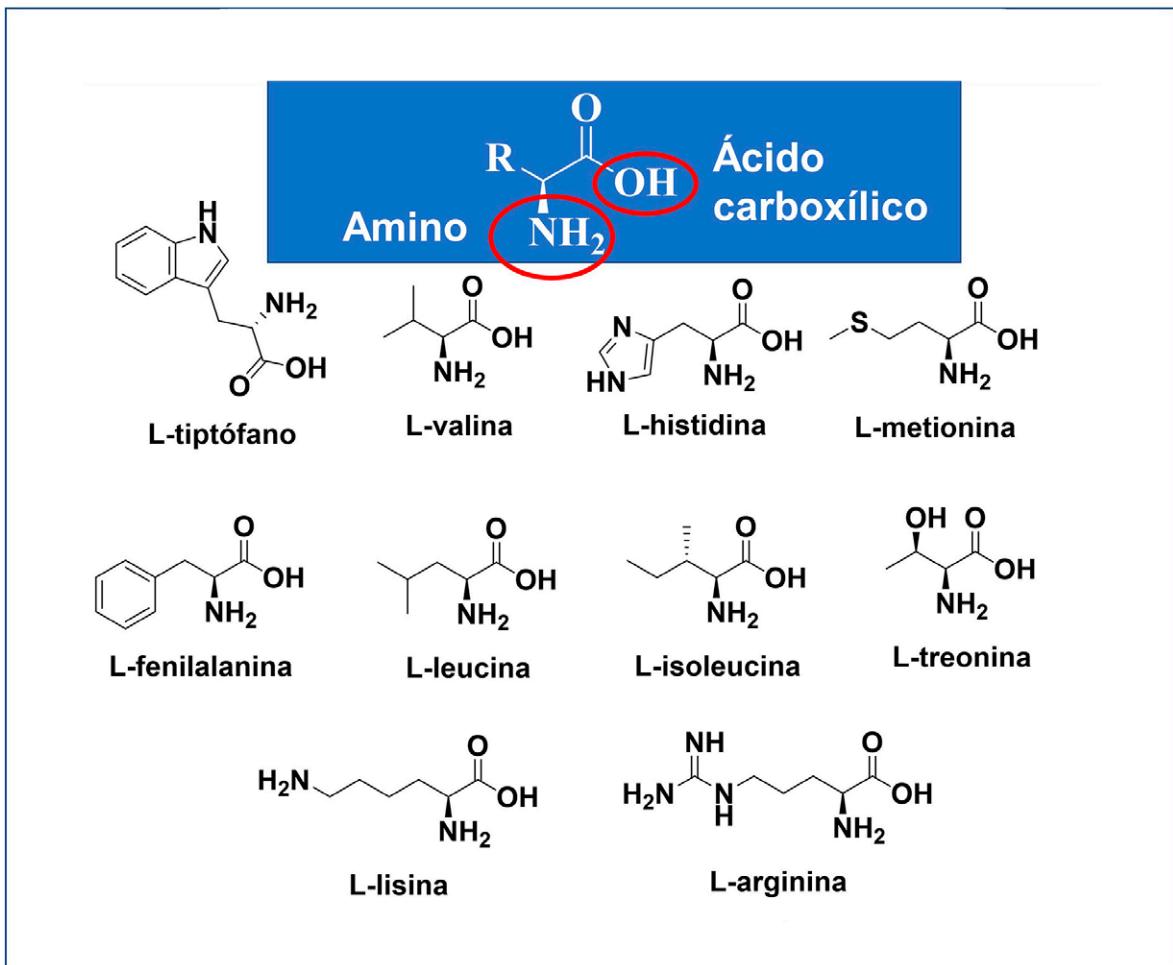


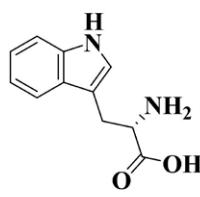
Figura 1. Grupos funcionales que constituyen un aminoácido y estructura química de los diez aminoácidos esenciales. Imagen de creación propia.

LAS MOLÉCULAS DE LA VIDA COMO PRECURSORES DE FEROMONAS

Los aminoácidos son de especial relevancia para los mayates, ya que además de ser las unidades fundamentales de las proteínas, algunas de las especies de estos insectos los usan como precursores de sus feromonas sexuales. Los compuestos éster metílico de L-valina y éster metílico de L-isoleucina son moléculas utilizadas como feromonas sexuales en diferentes especies de *Phyllophaga* (Romero-López *et al.*, 2005).

Los aminoácidos (excepto la glicina) tienen una propiedad llamada, quiralidad. Es decir, estos compuestos existen bajo dos formas que se diferencian de la misma manera en que distinguimos

L-triptófano



D-triptófano

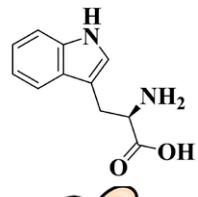


Figura 2. Representación de la quiralidad de los aminoácidos en su forma L y D del triptófano. La quiralidad es un concepto fascinante en química, y se refiere a la propiedad de ciertas moléculas de no ser superponibles con su imagen especular. Es decir, no pueden ser transformadas en su propia imagen reflejada mediante una rotación o traslación. Esto significa que las moléculas quirales existen en dos formas que son imágenes especulares entre sí, conocidas como enantiómeros, y pueden exhibir propiedades químicas y biológicas distintas. Imagen de creación propia.

la mano derecha y la izquierda; para designarlas, los bioquímicos utilizan la nomenclatura L y D (Figura 2).

Todas las proteínas naturales de todos los organismos vivos consisten en L-aminoácidos, y esta asimetría constituye hoy en día uno de los retos más difíciles de contestar sobre los procesos químicos que produjeron la vida en nuestro planeta. En concordancia con lo anterior, se ha observado que las feromonas de los mayates son derivados de los aminoácidos L; en otras palabras, estos insectos producen y detectan de forma exclusiva los aminoácidos L. A pesar de tantos años de estudio, la ciencia aún no sabe por qué la naturaleza desarrolló la vida con los aminoácidos L y no con los D.

LA COMUNICACIÓN QUÍMICA SEXUAL DE LOS MAYATES

Los mayates o ronrones (Figura 3), así como otros insectos, son fábricas vivientes de sustancias químicas; tienen glándulas especializadas para producir y liberar moléculas que son usadas como mensajes. Las feromonas, que son parte de este grupo de moléculas, pueden provocar un cambio en el comportamiento de otro organismo siempre y cuando sea de la misma especie.

En dependencia del efecto que generen, las feromonas pueden ser de alarma, sexuales, de agregación, entre otras (Regnier y Law, 1968); dichas moléculas odoríferas son captadas por los mayates mediante receptores especializados localizados en las antenas (Figura 3) (Romero-López *et al.*, 2004).

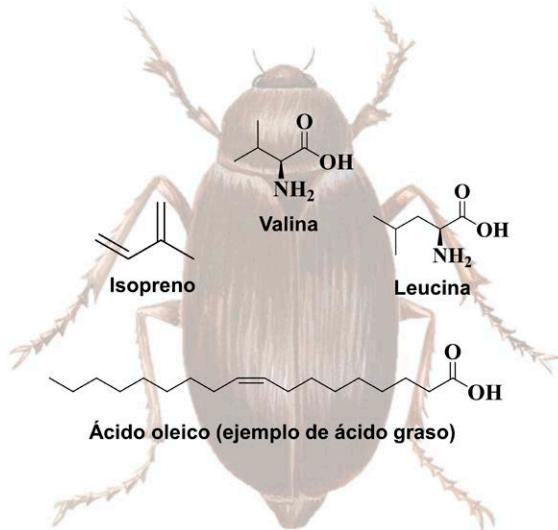


Figura 4. Estructura química de algunos compuestos químicos identificados como precursores de feromonas de distintas especies de mayates. Imagen de creación propia.

Las feromonas más estudiadas en los mayates son las sexuales, ya que pueden ser utilizadas para el manejo y monitoreo de aquellas especies denominadas “plagas”.

Los escarabajos utilizan diferentes compuestos para fabricar las feromonas sexuales; por ejemplo, el isopreno, los ácidos grasos o distintos aminoácidos, como la valina y la leucina (Figura 4) (Leal, 1998).

Las feromonas sexuales, en el caso particular de los mayates, las producen las hembras en glándulas que se localizan en el abdomen. Cuando las hembras emergen del suelo y vuelan hacia alguna planta hospedera, enseguida agitan vigorosamente el abdomen o exponen una glándula para liberar la feromona y dar inicio al llamado sexual. Dentro de esta bella sinfonía química, los machos detectan las feromonas utilizando los receptores de sus antenas (Figura 3); esto provoca una cascada de impulsos nerviosos que le genera al macho la necesidad de buscar a una hembra y llevar a cabo el apareamiento (Zarbin *et al.*, 2007).

USO DE AMINOÁCIDOS PARA EL MANEJO DE LOS MAYATES

Diversas especies de mayates de los géneros *Phyllophaga*, *Macrodactylus*, *Orizabus*, y *Paranomala* se

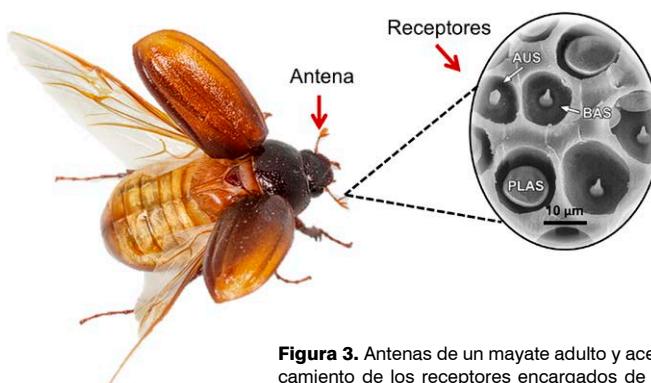


Figura 3. Antenas de un mayate adulto y acercamiento de los receptores encargados de la recepción de las moléculas odoríferas. AUS auriculares, BAS basicónicos, PLAS placoideos. Imágenes tomadas y editadas de Romero-López *et al.* (2004) y © Patrick Coin.



© José Kuri Breña. *Caracol*. Bronce a la cera perdida, 1995.

han convertido en plagas de una variedad de cultivos agrícolas (Morón y Rodríguez del Bosque, 2010).

Una estrategia para disminuir sus poblaciones es mediante el uso de trampas cebadas con feromonas sexuales.

Hace ya algunos años, en Estados Unidos y Canadá se evaluó en campo la respuesta de *Phyllophaga anxia* hacia trampas que contenían los compuestos éster metílico de L-valina y éster metílico de L-isoleucina (LIME, por sus siglas en inglés), feromona sexual de dicha especie.

En este estudio se usaron diferentes proporciones de estos compuestos, obteniendo como resultado grandes capturas de este escarabajo. Sorprendentemente, estos mismos compuestos resultaron atractivos para otras especies de *Phyllophaga* (Robbins et al., 2006).

En Centroamérica, particularmente en Costa Rica, hace tiempo también se realizaron evaluaciones en campo. En este caso se usaron trampas cebadas únicamente con éster metílico de L-isoleucina, feromona de *P. elenans*, plaga de la caña de azúcar. Los resultados fueron bastante interesantes porque,

aparte de evaluar la eficacia de la feromona, se dio a conocer que la hora, la posición de la trampa, la cantidad de feromona colocada en cada trampa, así como el tipo de trampa, son factores importantes para aumentar la captura de insectos y, en consecuencia, la eficiencia en el trapeo (Oehlschlager et al., 2003).

En México, específicamente en la región de los Altos de Chiapas, nuestro grupo de investigación ha realizado algunas pruebas preliminares en campo. Utilizamos éster metílico de L-valina y éster metílico de L-isoleucina en diferentes proporciones; estos compuestos se colocaron en septos dentro de trampas tipo embudo que posteriormente serían colocadas en campo.

La finalidad de este estudio exploratorio fue conocer si había una atracción hacia dichos compuestos por parte de especies de *Phyllophaga* distribuidas en esta región.

Trabajamos bajo este esquema debido a que en otros estudios se ha demostrado que los compuestos o una parte de ellos pueden constituir las feromonas de diferentes especies hermanas, aunque la proporción de los compuestos siempre va a ser específica para cada especie.



© José Kuri Breña. Serie Caracoles. Serigrafía, 1985.

Los resultados de las pruebas nos permitieron descubrir que estos aminoácidos atraen a algunos mayates. Sin embargo, aún queda por determinar la especie. Además, dado que fueron evaluaciones exploratorias, es necesario realizar una investigación amplia sobre el posible uso de estos compuestos para especies del género *Phyllophaga* que se consideran plagas.

CONCLUSIÓN Y PERSPECTIVAS

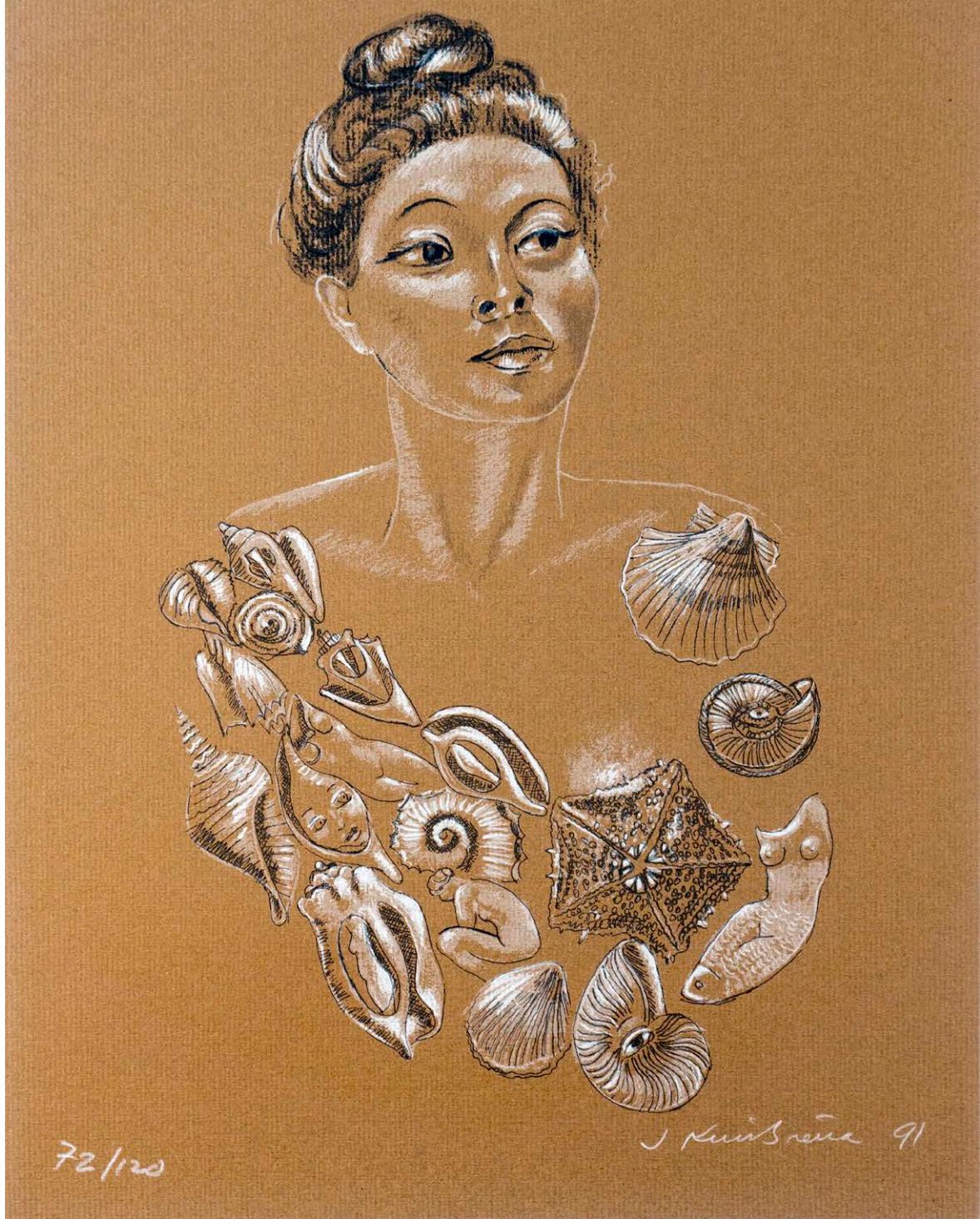
A pesar de los grandes esfuerzos realizados, aún hay mucho por hacer en el campo de la ecología química de los mayates. Por ejemplo, identificar las feromonas de otras especies plaga, incorporar técnicas de metabolómica (análisis sistemático de los metabolitos que se generan durante los procesos celulares) en el estudio de su comunicación química sexual, y profundizar en la neurofisiología del insecto.

Continuar con estos trabajos permitirá entender el comportamiento y las interacciones de este insecto con las plantas y cultivos asociados, y generará la información necesaria para desarrollar métodos efectivos para el manejo de sus poblaciones.

Pensamos que las feromonas involucradas en la comunicación química sexual de los mayates pueden ser compuestos potenciales para la vigilancia y manejo de estas especies.

R E F E R E N C I A S

- Leal WS (1998). Chemical ecology of phytophagous scarab beetles. *Annual Review of Entomology* 43:39-61. DOI: <https://doi.org/10.1146/annurev.ento.43.1.39>.
- Morón MA y Rodríguez del Bosque LA (2010). Importancia, historia y retos. En Rodríguez del Bosque LA y Morón MA (Eds.) *Plagas del Suelo* (pp. 3-17). Mundi Prensa, México.
- Oehlschlager AC, Leal WS, Gonzalez L, Chacon M and Andrade R (2003). Trapping of *Phyllophaga elenans* with a female-produced pheromone. *Journal of Chemical Ecology* 29:27-36. DOI: <https://doi.org/10.1023/a:1021968311786>.
- Regnier FE y Law JH (1968). Insect pheromones. *Journal of Lipid Research* 9:541-551. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0022-2275\(20\)42699-9](https://doi.org/10.1016/S0022-2275(20)42699-9).
- Robbins PS, Alm SR, Armstrong C et al. (2006). Trapping *Phyllophaga* spp. (Coleoptera: Scarabaeidae: Melolonthinae) in the United States and Canada using sex attractants. *Journal of Insect Science* 6:1-124. DOI: https://doi.org/10.1673/2006_06_39.1.
- Romero-López AA, Arzuffi R, Valdez J, Morón MA, Castrejón-Gómez V and Villalobos FJ (2004). Sensory organs in the antennae of *Phyllophaga obsoleta* (Coleoptera: Melolonthidae). *Annals of the*



© José Kuri Breña. Serie Caracoles II. Serigrafía, 1991.

Entomological Society of America 97:1306-1312. DOI: [https://doi.org/10.1603/0013-8746\(2004\)097\[1306:SOITAO\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1603/0013-8746(2004)097[1306:SOITAO]2.0.CO;2).

Romero-López AA, Arzuffi R y Morón MA (2005). Feromonas y atractantes sexuales de coleópteros Melolonthidae de importancia agrícola. *Folia Entomológica Mexicana* 44:233-245.

Zarbin P, Leal W, Ávila C and Oliveira L (2007). Identification of the sex pheromone of *Phyllophaga cuyabana* (Coleoptera: Melolonthi-

dae). *Tetrahedron Letters* 48:1991-1992. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tetlet.2007.01.075>.

Luz Neri Benítez Herrera
Facultad de Ciencias Biológicas
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
luzneribh@gmail.com
David Alavez-Rosas
Instituto de Ecología
Universidad Nacional Autónoma de México