

CAZADORAS MINIATURA CON ARMAS QUÍMICAS

Issac Camargo^{1*} y Alina Gabriela Monroy-Gamboa²

¹Departamento de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Occidente.

Los Mochis, Sinaloa, México. issaccamargo@gmail.com

²Planeación Ambiental y Conservación. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C. La Paz, Baja California Sur, México. beu_ribetzin@hotmail.com

*Autor de correspondencia

"Es una bestia voraz que aparenta ser gentil y dócil, pero al menor contacto te morderá profundamente con su veneno mortal, su mente cruel solo busca destruir" Topsell (1607) en "Historia de las bestias de cuatro patas y serpientes".

Las características biológicas inexploradas y misteriosas han desempeñado un papel clave en la historia de las culturas humanas, generando incertidumbre y temor hacia lo desconocido. Uno de estos temores es a las armas químicas. Desde una perspectiva zoológica, el veneno es un arma química que se define como una secreción elaborada por una glándula especializada de un animal, que es suministrada a otro organismo mediante una herida y que contiene moléculas capaces de alterar procesos fisiológicos, facilitando la alimentación o la defensa del animal que lo produce. Con el avance del conocimiento científico, esta definición se ha vuelto cada vez más específica y flexible, incorporando a animales que tradicionalmente no se consideraban venenosos, como pulgas, mosquitos y diversos arácnidos. Es posible que el miedo al veneno animal haya influido en la evolución del cerebro y de los órganos sensoriales de los primates, favoreciendo el desarrollo de mecanismos cognitivos para detectar amenazas y responder rápidamente a estímulos potencialmente peligrosos.

A través del tiempo, los sistemas de veneno han estado presentes en animales muy distintos entre sí, como los cnidarios que fueron los primeros animales en desarrollar veneno, incluyen a medusas, corales y anémonas. Otros animales venenosos son los moluscos como caracoles marinos y pulpos, anélidos; como gusanos y sanguijuelas, artrópodos; como insectos, arañas y alacranes, equinodermos; estrellas de mar; y vertebrados; peces, anfibios, reptiles, aves y mamíferos. En todos los casos, se producen sustancias que sirven como defensa o ataque (toxinas). Las toxinas surgieron a partir de proteínas comunes que originalmente cumplían funciones fisiológicas normales, como la digestión, la defensa inmune o regulación metabólica. Todas las toxinas pueden ser proteínas, pero no todas las proteínas son toxinas, su función no es nutrir, sino defender o competir. Posteriormente, estas moléculas se modificaron y sirvieron para inmovilizar presas o disuadir depredadores, lo que representa un claro ejemplo de evolución convergente, que se da cuando diferentes organismos modifican estructuras, en este caso las moléculas que conforman el veneno, para adaptarse a cambios en el ambiente. Un ejemplo de convergencia evolutiva son las alas, que son modificaciones estructurales de las extremidades delanteras como los brazos que sirven para volar (función), como en el caso de las aves y los murciélagos, los cuales aunque ambos grupos tienen alas para volar, su evolución tomó rutas diferentes (origen).

En el caso de los mamíferos, la presencia de veneno es particularmente poco común por lo que su estudio ha sido escaso. Solo cuatro órdenes presentan especies venenosas: Monotremata, Chiroptera, Primates y Eulipotyphla. En los monotremas, únicamente el ornitorrinco macho es venenoso. Sus glándulas venenosas se originaron a partir de glándulas sudoríparas. El veneno no mortal es inyectado por medio de un espolón ubicado en las extremidades traseras, y lo utiliza principalmente durante la época reproductiva al combatir con otros machos para acaparar hembras para aparearse. En los otros tres órdenes el veneno no se inyecta, sino que se encuentra en la saliva u otras secreciones bucales y se libera al morder. Dentro del orden Chiroptera se encuentran los murciélagos vampiro, quienes poseen en su saliva un anticoagulante llamado draculina que les ayuda a alimentarse de sangre, principalmente de animales domésticos como gallinas y vacas, no precisamente sangre humana. En los primates, están los lorís perezosos del género *Nycticebus*, quienes, al lamer la secreción de una glándula ubicada en su codo, la mezclan con su saliva creando un veneno el cual transmiten al morder a su atacante.

En Eulipotyphla, los solenodontes también llamado almiquís, conservan rasgos similares a los de los primeros mamíferos y los asocia con la posible aparición del veneno hace 70 millones de años. El segundo incisivo de la mandíbula inferior tiene una ranura conectada a una glándula venenosa, por la cual el veneno fluye hacia la pieza dentaria; de esta peculiaridad proviene su nombre científico, *Solenodon*, que significa "diente acanalado". El veneno es tan potente que, durante enfrentamientos entre individuos, uno de ellos puede morir a causa de las mordeduras. Además, el topo europeo (*Talpa europaea*), y posiblemente otros tálpidos, produce toxinas en la saliva capaces de paralizar pequeños invertebrados.

Finalmente, las protagonistas de esta historia: las musarañas, pequeños mamíferos pertenecientes a la familia Soricidae. Durante siglos, a las musarañas se les ha atribuido una mala reputación. Desde la época antes de Cristo (a. C.), Aristóteles afirmaba que su mordedura era venenosa y peligrosa para el ganado, una creencia que persistió hasta la época moderna, atribuida a su supuesto veneno y su carácter agresivo. Posteriormente en 1607, Edward Topsell en su libro "Historia de las bestias de cuatro patas y serpientes", describía a la musaraña común como "bestia voraz" y propuso que sus ojos pequeños eran un castigo divino para limitar su maldad. También les atribuye unos "dientes afilados como de sierra, semejantes a los de las serpientes", estableciendo una asociación inmediata con animales peligrosos o incluso mortales.

Las musarañas son cazadoras agresivas que participan en feroces batallas nocturnas en casi todos los continentes. Lejos de representar un peligro para los humanos, suelen pasar desapercibidas debido a su diminuto tamaño: algunas especies pesan apenas 1.8 gramos. Esta característica las hace

particularmente difíciles de capturar con trampas tradicionales para mamíferos pequeños, lo que ha contribuido a que su biología permanezca poco estudiada.

El veneno en las musarañas surgió y se modificó a lo largo del tiempo, probablemente con un papel central en la alimentación. Fósiles de especies extintas, como *Beremendia fissidens*, sugieren que el veneno pudo haber servido para inmovilizar presas relativamente grandes. Sin embargo, la evidencia dental indica una dieta especializada en animales invertebrados duros como escarabajos y caracoles. En este contexto, el veneno habría funcionado principalmente para inmovilizar presas sin matarlas. En especies actuales, glándulas submaxilares permiten paralizar presas a través de surcos dentales permitiendo almacenarlas vivas para disminuir la necesidad de cazar constantemente y, por lo tanto, la exposición a posibles depredadores.

Las reconstrucciones de la evolución y dispersión de las especies indican que la presencia de veneno salival en las musarañas se ha modificado dos veces de manera independiente en al menos cinco linajes diferentes, siguiendo una trayectoria evolutiva similar a la de las serpientes. Los procesos implicados en la producción y administración del veneno no han sido estudiados a profundidad. Los mamíferos, incluyendo las musarañas, han desarrollado métodos rápidos para someter a sus presas mediante dientes y garras, en lugar de depender de la inyección de veneno, método que podría ser un proceso más lento. Por lo que se sugiere que esta estrategia se relaciona con su metabolismo elevado, la inanición puede ser letal tras pocas horas, en contraste con reptiles como las serpientes, que pueden pasar meses sin alimentarse. Además, la ausencia de extremidades en las serpientes pudo favorecer la evolución de venenos más potentes, capaces de inmovilizar a sus presas antes de su consumo.

La composición del veneno presente en la saliva de las musarañas es una compleja mezcla de sustancias químicas principalmente proteínas neurotóxicas, que afectan el sistema nervioso causando parálisis o muerte, y miotoxinas, que dañan el tejido muscular, provocando dolor e inflamación. Entre estas sustancias se encuentran la fosfolipasa A2 (PLA2) y toxinas neurofisiológicas como la soricidina. Al morder a sus presas, éstas quedan inmóviles y en un estado similar al coma, lo que facilita su manipulación y guardarla para su consumo posterior, pues solo toleran periodos muy cortos sin comida.



Musaraña norteña de cola corta (*Blarina brevicauda*) mostrando sus rojos y afilados dientes, registrada en Minnesota, Estados Unidos de América. Fotografía: Jeroen van der Kooij.

Uno de los casos más estudiados es el de la musaraña norteña de cola corta (*Blarina brevicauda*), distribuida desde el sur de Canadá hasta el centro de Estados Unidos de América. Esta especie es una cazadora extremadamente voraz, con una dieta basada principalmente en artrópodos, aunque también

puede atacar vertebrados pequeños. Su veneno es capaz de paralizar salamandras, serpientes, aves, roedores e incluso liebres, presas que a menudo almacena vivas para consumirlas después. Se ha documentado que solo una musaraña norteña de cola corta llegó a acumular hasta 56 ranas en su refugio. Sorprendentemente, sus presas pueden permanecer inmóviles hasta por diez días, conservándose frescas sin descomponerse. La secreción venenosa se produce en las glándulas submaxilares y se canaliza hacia incisivos inferiores ranurados, que funcionan como un sistema eficiente de entrega.

Otra especie notable es la musaraña acuática (*Neomys fodiens*), distribuida en Europa y Asia. Adaptada a ambientes ribereños y humedales, presenta patas grandes y parcialmente palmeadas que les permiten nadar eficientemente al tener membranas entre sus dedos y funcionar como "aletas", así como pelos rígidos en las extremidades que facilitan la natación. A diferencia de muchas musarañas terrestres, depende en gran medida del medio acuático para cazar insectos pequeños. Su veneno le permite inmovilizar presas bajo el agua y almacenarlas, una ventaja crucial en ecosistemas donde la disponibilidad de alimento varía marcadamente a lo largo del año. Se han caracterizado 313 proteínas en el extracto de glándulas venenosas de estas musarañas y, curiosamente, la fosfolipasa A2, común en venenos de serpientes elápidas; como especies de cobras, es neutóxico, es decir, afecta al sistema nervioso y vipéridos; como serpientes de cascabel, el veneno es hemotóxico (destruye tejidos) y miotóxico (afecta músculos), solo se ha identificado en el veneno de *Neomys fodiens* entre las musarañas de su género. Estudios de comportamiento no evidenciaron un efecto paralizante del veneno de la musaraña acuática en ranas, aunque la especie fue capaz de capturarlas y, en cambio las lombrices fueron paralizadas. Lo anterior sugiere que el veneno no es funcional para vertebrados grandes como se ha documentado previamente en la musaraña norteña de cola corta. En ambos géneros de musarañas venenosas *Blarina* y *Neomys*, los primeros incisivos inferiores agrandados funcionan como un aparato de entrega de veneno. Aunque no presentan canales cerrados, sus superficies dentales forman un surco funcional que permite la conducción del veneno hacia el cuerpo de la presa.



Musaraña acuática euroasiática (*Neomys fodiens*) en busca de alimento, registrada en Värmland, Suecia. Fotografía: Jeroen van der Kooij.

Estudios recientes confirmaron la presencia de veneno en la musaraña bicolor (*Sorex araneus*), uno de los mamíferos más comunes de Europa occidental, validando finalmente una sospecha planteada hace casi cuatro siglos en "Historia de las bestias de cuatro patas y serpientes". Aquella afirmación, antes basada en observaciones y temores, hoy encuentra respaldo científico con 187 proteínas identificadas. La elevada presencia de proteínas asociadas a la respuesta

al estrés podría estar relacionada con su estilo de vida altamente demandante desde el punto de vista energético. Al tratarse de una musaraña de tamaño pequeño (65-85 mm), posee un metabolismo muy alto y requiere alimentarse con gran frecuencia, lo que implica capturar numerosas presas y mantener una actividad constante de masticación y digestión. Estas demandas fisiológicas explican que deba consumir hasta el 250 % de su peso corporal diariamente para sobrevivir.

En el extracto de las glándulas venenosas de la musaraña bicolor entre las toxinas principales se incluyen las β -defensinas, previamente identificadas en el veneno del ornitorrinco. Estos péptidos son altamente conservados a lo largo de la evolución y forman parte esencial de la respuesta inmune innata, defensa con la que nacen los organismos y actúa de inmediato como la primera protección frente a microbios que pueden causar enfermedades como bacterias y virus. Asimismo, se han identificado calicreínas (KLKs) y proteínas bactericidas encontradas en la saliva en los venenos de los solenodontes y de los murciélagos vampiro, lo que sugiere el reclutamiento convergente de componentes inmunes en distintos sistemas de veneno. El género *Sorex* es uno de los más diversos de mamíferos, con aproximadamente 89 especies, muchas de las cuales también podrían presentar sistemas de veneno.



Musaraña bicolor (*Sorex araneus*) alimentándose de una lombriz de tierra, registrada en Finnmark, Noruega.
Fotografía: Jeroen van der Kooij.

En Norteamérica, las musarañas desérticas del género *Notiosorex* representan un caso particularmente intrigante. Estudios de comportamiento en Baja California Sur, México, han demostrado que, pese a su pequeño tamaño (48-65 mm), pueden cazar presas más grandes que ellas, las cuales quedan paralizadas tras la primera mordida. Aunque aún no existe evidencia directa de que utilicen veneno como arma química, su posición en el árbol evolutivo sugiere que podrían presentar un "eco" del veneno presente en sus ancestros, principalmente por su estrecha relación evolutiva con las musarañas acuáticas.

La evolución del veneno en musarañas y reptiles puede compararse con usar las mismas piezas para construir herramientas químicas distintas. En ambos grupos, las "piezas" son proteínas de la saliva que, con el tiempo, fueron modificadas para funcionar como veneno. Aunque las serpientes y las musarañas siguieron caminos evolutivos diferentes, ambas pudieron partir de un sistema funcional primitivo básico en sus glándulas salivales. Así, las serpientes desarrollaron sistemas de veneno más variados y potentes, mientras que las musarañas mantuvieron versiones más simples, pero funcionales. Por lo que estudiar los mecanismos bioquímicos y evolutivos que sustentan la producción de veneno, así como la posible presencia en otras especies de musarañas representa un campo abierto para investigaciones. A medida que la investigación científica avanza, queda claro que estas cazadoras miniatura aún guardan muchos secretos bajo su dentadura afilada.



Musaraña de las Californias (*Notiosorex tataticuli*) en Baja California Sur, México.
Fotografía: Bill Levine.

Las musarañas son cazadoras fascinantes que desafían su tamaño y apariencia, provistas de municiones químicas para capturar y someter a presas que pueden ser mucho más grandes que ellas.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a J. van der Kooij y B. Levine por su disposición y apoyo para facilitar las fotografías incluidas. A M. Escamilla, Z. Padilla, y dos revisores(as) anónimos(as) por los comentarios, correcciones y aportes para mejorar el manuscrito.

LITERATURA CONSULTADA

- Camargo, I., y S. T. Álvarez-Castañeda. 2019. Analyses of predation behavior of the desert shrew *Notiosorex crawfordi*. *Mammalia* 83:276-280.
- Cuenca-Bescós, G., y Rofes, J. 2007. First evidence of poisonous shrews with an envenomation apparatus. *Naturwissenschaften* 94:113-116.
- Fitzpatrick, L., V. Nijman, R. Ligabue-Braun, y K. A. Nekaris. 2022. The fast and the furriest: investigating the rate of selection on mammalian toxins. *Toxins* 14:842.
- Fry, B. G., et al. 2009. The toxicogenomic multiverse: convergent recruitment of proteins into animal venoms. *Annual review of genomics and human genetics* 10:483-511.
- Kowalski, K., y L. Rychlik. 2021. Venom use in Eulipotyphlans: An evolutionary and ecological approach. *Toxins* 13:231.
- Kowalski, K., P. Marciniak, K. A. Nekaris, y L. Rychlik. 2024. Proteins from shrews' venom glands play a role in gland functioning and venom production. *Zoological Letters* 10:12.
- Michálek, O., G. King, y S. Pekár. 2024. Prey specificity of predatory venoms. *Biological Reviews of the Cambridge Philosophical Society* 99:2253-2273.
- Schendel, V., L. D. Rash, R. A. Jenner, y E. A. B., Undheim. 2019. The diversity of venom: the importance of behavior and venom system morphology in understanding its ecology and evolution. *Toxins* 11:666.
- Topsell, E. 1607. The history of four-footed beasts and serpents. William Iaggard. Londres, Inglaterra.

Sometido: 10/ene/2026.

Revisado: 20/ene/2026.

Aceptado: 20/ene/2026.

Publicado: 21/ene/2026.

Editor asociado: Dr. Eduardo Felipe Aguilera-Miller.