

Escorpiones de Sonora, México y su potencial biotecnológico

CARLOS ROBERTO HIRIART MORENO ¹ Y JORGE JIMÉNEZ CANALE ^{2*}

RESUMEN

Los escorpiones son arácnidos, fácilmente reconocibles por la presencia de una cola que termina en aguijón, así como de pinzas similares a las de crustáceos. México ocupa el primer lugar a nivel mundial con respecto a la riqueza de estos animales, describiéndose más de 300 especies. En el estado de Sonora, se han reportado más de 40 especies; solamente 4 se consideran de importancia médica toxicológica. En ese sentido, estudios han revelado que las toxinas presentes en venenos de escorpiones afectan principalmente los canales iónicos, algunas sumamente potentes que pueden llegar a poner la vida humana en peligro. Adicionalmente, se ha reportado que algunas de estas toxinas presentan potencial biotecnológico para el desarrollo de biofármacos y agentes diagnósticos, convirtiéndolas en una rica fuente de moléculas bioactivas. En este artículo discutimos un poco sobre las generalidades de estos animales, sus venenos y su potencial en áreas de investigación biomédica.

Palabras clave: alacranes, venenos, farmacología, medicina, biofármacos

¹Lic. en Biología, Departamento de Investigaciones Científicas y Tecnológicas, Universidad de Sonora, Hermosillo, Sonora, México, carloshiriart@gmail.com, ORCID <https://orcid.org/0009-0005-8128-0327>.

²Dr. En Ciencias de Materiales, Departamento de Investigaciones en Polímeros y Materiales, Universidad de Sonora, Hermosillo, Sonora, México, jorgejimzc@gmail.com, ORCID <https://orcid.org/0000-0001-8430-763X>

Autor de Correspondencia: Jorge Jiménez Canale, jorgejimzc@gmail.com

Recibido: 15 / 10 / 2024

Aceptado: 27 / 01 / 2025

Publicado: 29 / 04 / 2025

Cómo citar este artículo:

Hiriart Moreno, C. R., & Jimenez Canale, J. (2025). Escorpiones de Sonora, México y su potencial biotecnológico. EPISTEMUS, 19(38). e3805408. <https://doi.org/10.36790/epistemus.v19i38.408>

Scorpions from Sonora, Mexico and their Biotechnological Potential

ABSTRACT

Scorpions are arachnids, easily recognizable by the presence of a tail that ends in a stinger as well as of pincers like those of crustaceans. Mexico ranks first worldwide in terms of the richness of these animals, with more than 300 species described. On the other hand, in the state of Sonora, more than 40 species have been reported and only 4 are considered of medical toxicological importance. In that matter, studies have revealed that the toxins present in scorpion venoms mainly affect ion channels, some of which are extremely powerful and may endanger human life. Additionally, it has been reported that some of these toxins have biotechnological potential for the development of biopharmaceuticals and diagnostic agents, making them a rich source of bioactive molecules. In this article we discuss the general characteristics of these animals, their venoms, and their potential in the areas of biomedical research.

Key words: scorpions, venoms, pharmacology, medicine, biopharmaceuticals





INTRODUCCIÓN

Los escorpiones, también conocidos como *alacranes* en países latinoamericanos, son animales arácnidos, principalmente nocturnos. Se pueden encontrar en prácticamente todos los continentes, con excepción de algunas islas oceánicas, áreas boreales y la Antártida [1]. Estos animales son fácilmente reconocibles por su anatomía tan peculiar, como se puede observar en la Figura 1, en donde destaca un apéndice con cinco segmentos (metasoma), el cual termina en un aguijón capaz de inocular veneno producido en glándulas especializadas [1]. De igual manera, se pueden observar unos palpos modificados altamente adaptados para sujetar a presas (pinzas) y son animales reconocidos por su capacidad de producir fluorescencia cuando son excitados con luz ultravioleta [2].

Asimismo, podemos encontrarlos en una gran gama de colores y tamaños, por ejemplo, el escorpión gigante del desierto sonorense (*Hadrurus arizonensis*) puede alcanzar un tamaño en su adultez cercano a los 18 cm de longitud [3]. En ese sentido, el escorpión *Superstitionia donensis* suele alcanzar una talla máxima de 3 cm. Por otro lado, en cuanto a la coloración existe una gran variabilidad; se encuentran aquellos peligrosos para la salud humana de coloración relativamente oscura, como *Tityus asthenes*, *T. forcípula*, *Centruroides noxius*, o bien amarillenta como *Centruroides sculpturatus*, *C. infamatus* [4]. De la misma manera, pudiéramos mencionar escorpiones completamente inofensivos de coloración oscura, tales como *Pandinus imperator* o bien, amarillenta como *Paravaejovis spinigerus* [1].



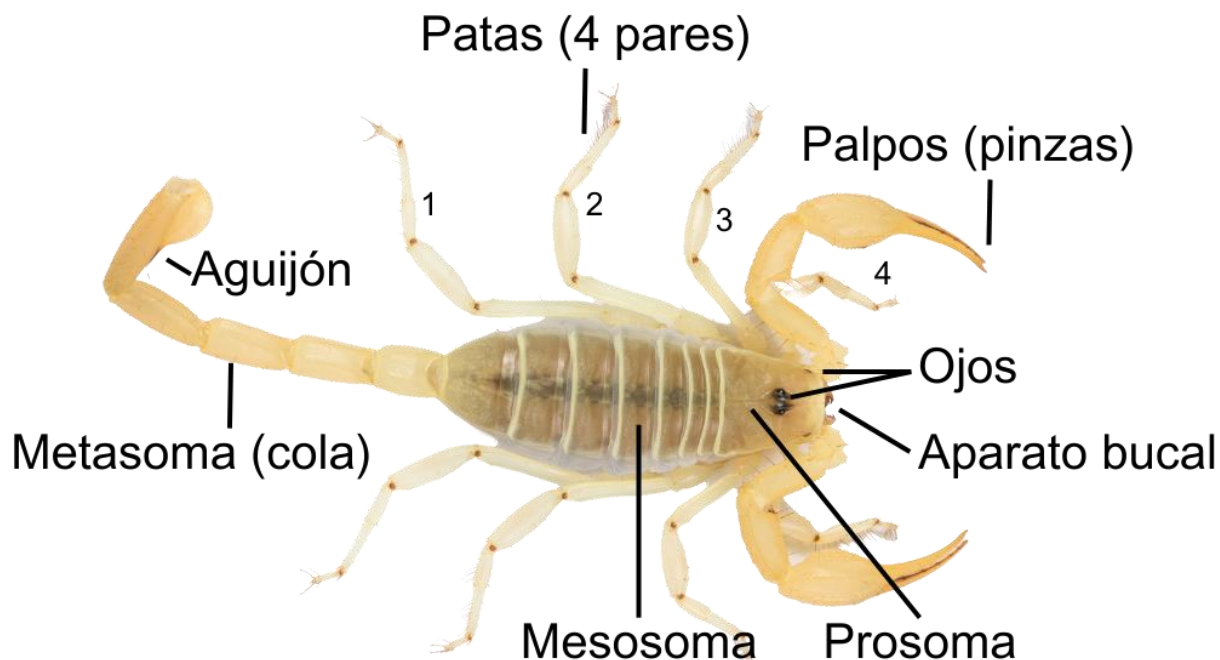


Figura 1. Anatomía básica de un escorpión (escorpión de dunas, *Smeringurus mesaensis*). Se muestran sus 4 pares de patas, palpos modificados (pinzas), metasoma (cola con 5 segmentos) y aguijón.

Estos animales presentan una mala fama por diversos factores; el cultural es uno de los más destacados. En el mundo se han descrito más de 2800 especies de escorpiones, de las cuales solamente aquellas pertenecientes a la familia Buthidae se consideran como de “importancia médica toxicológica” [5], [6]. Es necesario comprender que, en México, al presentarse una gran diversidad de especies de escorpiones, es de esperar que se generen mitos y leyendas en torno a ellos. Desde reglas para intentar clasificarlos como *peligrosos* o *no peligrosos*, basadas en su tamaño y/o coloración, hasta remedios caseros en caso de algún accidente por piquete, es necesario basarnos en información veraz y técnica, a fin de evitar riesgos.

Por ejemplo, es relativamente común escuchar que aquellos escorpiones de menor tamaño o que tengan tonalidad amarillenta son los más mortíferos. Es importante considerar que dicho mito puede llegar a arriesgar la vida de alguien, ya que no existe una regla absoluta para diferenciar entre aquellos considerados de importancia médica o inofensivos si comparamos la coloración y





tamaño sin la ayuda de un experto [1]. En ese sentido, es muy importante contemplar la diversidad de este grupo de animales que hay en el país, a manera de profundizar en el conocimiento y eliminar mitos que puedan poner en peligro a las personas.

Escorpiones en México y en Sonora

De las más de 2800 especies de escorpiones descritas en el mundo, en México se han reportado poco más de 300 especies, las cuales se encuentran divididas en 8 familias y 38 géneros [7], como se observa en la Figura 2. Como se mencionó antes, solamente los escorpiones de la familia Buthidae se consideran como peligrosos para la salud humana; en México se registran 51 especies [8]. Al contrario de la creencia popular, en Durango no se encuentra el escorpión con el veneno más potente del país, sino en Nayarit. Se trata de *Centruroides noxius* con una dosis letal 50 (DL₅₀) de 2.5 µg/20g en ratones CD1 [9].

En el estado de Sonora se ha reportado la presencia de 3 especies de esta familia, pertenecientes al género *Centruroides* spp., conocidos coloquialmente como *escorpiones o alacranes de corteza o güeritos*. Curiosamente, tanto en Sonora como en el estado de Arizona, Estados Unidos de América, se encuentra distribuida la especie *Centruroides sculpturatus*, considerada como la más peligrosa de ese país; comparándola con *C. noxius* de Nayarit, presenta una DL₅₀ de 22.27 µg/20 g [9]. Cabe resaltar que estos animales se encuentran prácticamente distribuidos en ecosistemas muy variados, desde el nivel del mar hasta altas montañas serranas, zonas templadas, desérticas, húmedas y urbanas.



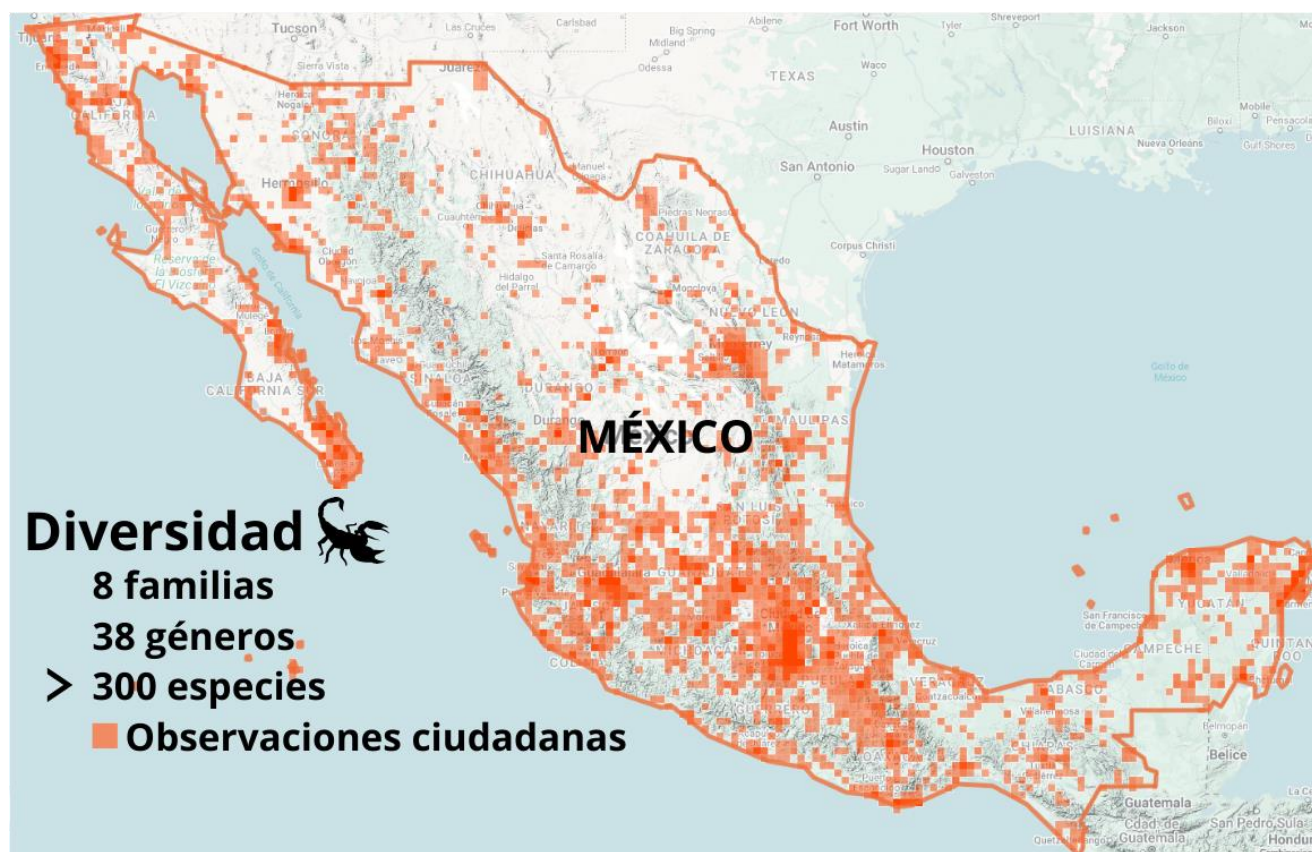


Figura 2. Mapa de observaciones ciudadanas de escorpiones en México, datos obtenidos de iNaturalistMX [10].

Curiosamente, no todos los miembros de la familia Buthidae son peligrosos, se reportan ~20 especies como de importancia médica toxicológica en México. Para determinar lo anterior se han realizado investigaciones tanto bibliográficas, sobre contenido de venenos, como de datos de intoxicaciones por piquete de alacrán [4]. Por otro lado, Sonora es el segundo estado más grande de México, cuenta con una gran diversidad de ecosistemas, promoviendo asimismo una alta diversidad en especies de estos animales. Para el estado de Sonora se han descrito más de 40 especies de escorpiones, distribuidos en 5 familias y 15 géneros diferentes, tal y como se muestra en la Tabla 1.



Tabla 1. Lista de especies de escorpiones (Arachnida: Scorpiones) en Sonora, México [7].

Familia	Género	Especie
Superstitionidae	<i>Superstitionia</i> (Stahnke, 1940)	<i>S. donensis</i>
Hadruridae	<i>Hadrurus</i> (Thorell, 1876)	<i>H. arizonensis</i>
Diplocentridae	<i>Diplocentrus</i> (Karsch, 1880)	<i>D. gertschi</i>
		<i>D. leptomanus</i>
		<i>D. spitzeri</i>
		<i>D. peloncillensis</i>
		<i>D. williamsi</i>
Buthidae	<i>Centruroides</i> (Marx, 1890)	<i>C. edwardsii</i>
		<i>C. lauriadnae</i>
		<i>C. pallidiceps</i>
		<i>C. sculpturatus</i>
Vaejovidae	<i>Chihuahuanus</i> (Stahnke, 1940)	<i>C. russelli</i>
	<i>Gertschius</i> (González-Santillán & Prendini, 2013)	<i>G. agilis</i>
		<i>G. crassicornus</i>
	<i>Paravaejovis</i> (Williams, 1980)	<i>P. confusus</i>
		<i>P. spinigerus</i>
		<i>P. colluvius</i>
	<i>Kochius</i> (Soleglad & Fet, 2008)	<i>K. sonorensis</i>
	<i>Pseudouroctonus</i> (Stahnke, 1974)	<i>P. apacheanus</i>
		<i>P. santarita</i>
	<i>Paruroctonus</i> (Werner, 1934)	<i>P. baergi</i>
		<i>P. borregoensis</i>
		<i>P. stahnkei</i>
		<i>P. xanthus</i>
	<i>Serradigitus</i> (Stahnke, 1974)	<i>S. hearnei</i>
		<i>S. yaqui</i>
	<i>Smeringurus</i> (Haradon, 1983)	<i>S. mesaensis</i>
	<i>Stahnkeus</i> (Soleglad & Fet, 2006)	<i>S. allerdi</i>



	<i>S. polisi</i>
	<i>S. subtilimanus</i>
<i>Uroctonites</i> (Williams & Savary, 1991)	<i>U. huahuca</i>
<i>Vaejovis</i> (Koch, 1836)	<i>V. bandido</i>
	<i>V. decipiens</i>
	<i>V. islaserrano</i>
	<i>V. mauryi</i>
	<i>V. montanus</i>
	<i>V. patagonia</i>
	<i>V. pequeño</i>

De acuerdo con datos del Boletín Epidemiológico, en el país se suelen registrar en promedio ~300 000 intoxicaciones por piquete de alacrán (IPPA, código X22) al año; los estados de Jalisco y Guerrero son los de mayor incidencia. Adicionalmente, en Sonora se suelen registrar alrededor de ~2000 IPPA anualmente [11]. Es importante considerar que estos datos se obtienen del sector público, por lo cual nos consta que existe un subregistro, considerando que hospitales y centros de salud privados no reportan estos casos. En contraste, se ha reportado que en EUA se suelen registrar poco más de ~7 500 IPPA al año [12]; el estado de Arizona (frontera norte con Sonora), es el de mayor incidencia en esto, con ~5 000 IPPA registradas anualmente [13]. Lo anterior es un claro indicador de la importancia de estos animales para el sector de salud pública y justifica el continuar estudiándolos, especialmente sus venenos y toxinas.

Veneno de Escorpiones Mexicanos

Entendemos por venenos aquellas sustancias producidas en tejidos especializados, los cuales tienen una actividad biológica destinada a la defensa y/o inmovilización de presas [14]. Existe un gran número de especies de plantas y animales capaces de producir toxinas. Específicamente para el caso de escorpiones todos son capaces de producir venenos, sin embargo, no todos son peligrosos para la salud humana [4].





En ese sentido, el veneno de escorpiones es producido en glándulas especializadas que se encuentran en el *telson*, el último segmento del metasoma (cola) donde también encontramos al aguijón. Este es utilizado de manera defensiva y para inmovilización de sus presas [1]. Lo anterior resulta sumamente interesante, considerando que los humanos no formamos parte de la dieta de estos animales, indica que aquellas toxinas que afectan gravemente la salud son de carácter defensivo [1].

Existen reportes que mencionan que el contenido de familias de toxinas, en venenos de escorpiones mexicanos, está principalmente compuesto por toxinas que afectan a canales iónicos, como las α y β -toxinas, modificando el cierre y apertura, respectivamente, de canales de Na^+ . En la Figura 3 se muestra el contenido de distintos tipos de toxinas que se han caracterizado en algunos venenos de escorpiones mexicanos. Actualmente resulta sumamente interesante contar con las herramientas necesarias para profundizar en el conocimiento del contenido de toxinas de venenos de estos animales, lo anterior puede impulsar la investigación y el desarrollo de productos como medicamentos.



Péptidos Aislados de Venenos de Escorpiones Mexicanos

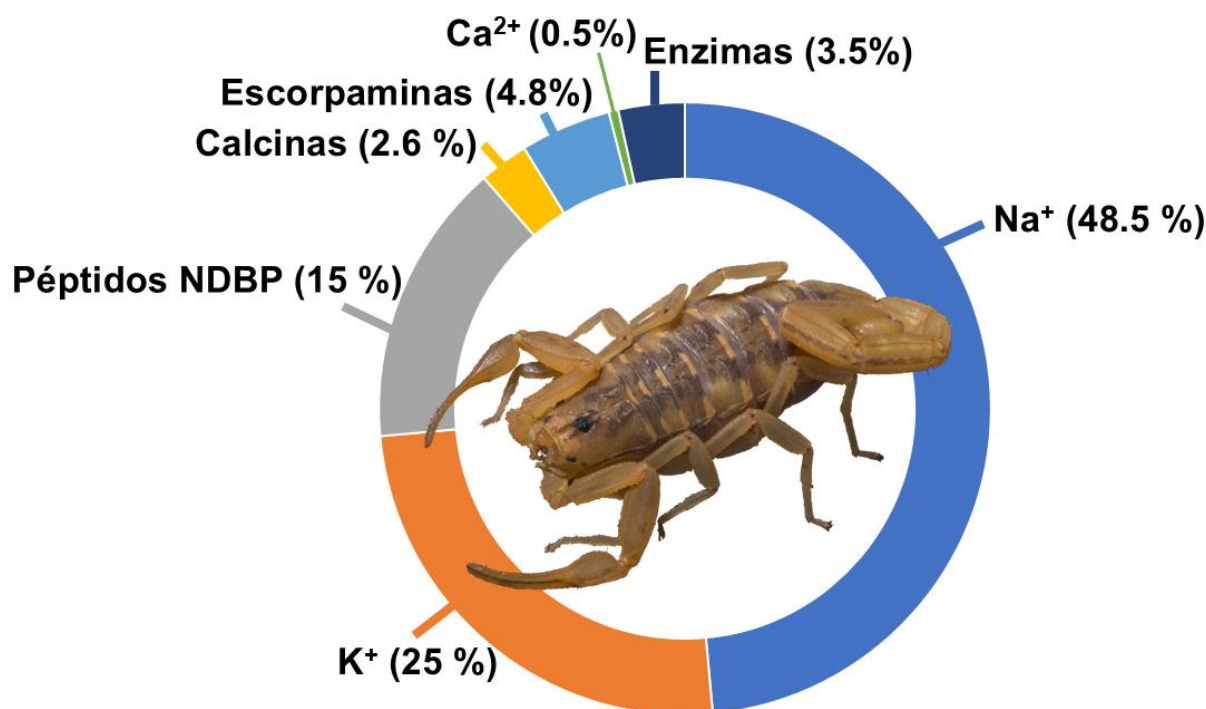


Figura 3. Contenido de péptidos aislados de escorpiones mexicanos, modificado de Santibáñez-López, Francke, Ureta y Possani 2015 [1]

Como se mencionó anteriormente, los venenos de estos animales se encuentran altamente adaptados a la modificación de canales iónicos, lo cual ayuda a explicar los síntomas derivados por IPPA (movimiento ocular involuntario, salivación excesiva, sudoración excesiva, hipertensión arterial, entre otros). Es importante recordar que las IPPA pueden llegar a poner en riesgo la vida, especialmente en pacientes pediátricos y embarazadas [15], [16]. Es vital considerar que, si conocemos los mecanismos de acción, sitios de unión u objetivos biológicos donde actúan estas toxinas, podemos aprovechar ese conocimiento para el desarrollo en los sectores biomédicos o biotecnológicos [17], [18]. Por ejemplo, en el caso análogo de las serpientes, organizaciones de carácter internacional como la Administración de Alimentos y Medicamentos (FDA) y la Agencia Médica Europea (EMA) han aprobado el uso y comercialización de medicamentos basados en toxinas de animales (captopril, tirofibán, eptifibatida, exenatida-4, ziconatida, entre otros) [19].





Potencial Biotecnológico de Venenos de Escorpiones

Previamente se ha reportado que el principal interés con respecto a la caracterización de venenos de animales suele tener un enfoque médico [1]. Lo anterior toma bastante sentido cuando consideramos que, necesitamos saber qué agentes son los que ocasionan estragos en la salud por mordeduras o piquetes de animales venenosos. De manera muy interesante, en los últimos años hemos visto una serie de reportes de investigación donde se ha evaluado el potencial que tienen extractos de veneno total, así como toxinas aisladas y/o purificadas, en el sector biotecnológico [5], [17], [20]. Por ejemplo, en la Figura 4 se destacan algunas propiedades del veneno de escorpiones, como la producción de antivenenos (faboterápicos de 3^a y 4^a generación), detección de enfermedades y propiedades anticancerígenas.

En ese sentido, debemos de recordar que el desarrollo de medicamentos conlleva generalmente largos periodos de tiempo. Se encuentran tres grandes etapas principales: estudios preclínicos *in vitro*, estudios preclínicos *in vivo* y finalmente los estudios de seguridad en fases clínicas. La gran mayoría de estudios reportados sobre el potencial biotecnológico y/o farmacológico que presentan algunos veneno o toxinas provenientes de escorpiones, son justamente estudios preclínicos, en su mayoría *in vitro*. Por lo tanto, es importante recalcar el enorme potencial de investigación y desarrollo que estas moléculas representan para México, podemos considerarlas como minas biológicas esperando ser encontradas.



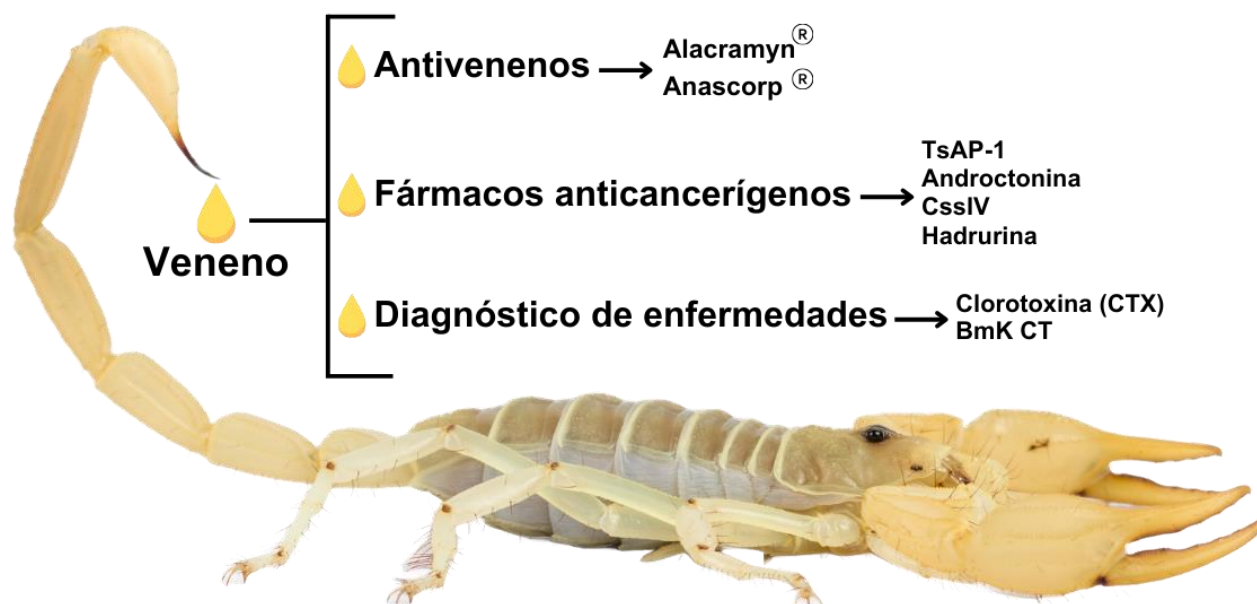


Figura 4. Potencial biotecnológico de toxinas de venenos de escorpiones. En fotografía un escorpión de dunas (*Smeringurus mesaensis*).

La evaluación de moléculas con bioactividad provenientes de venenos de animales ha permitido el desarrollo de fármacos [21]. Por ejemplo, anteriormente mencionamos los casos de éxito del captopril, tirofibán y eptifibatida, con enfoque cardiovascular, así como la exenatida para diabetes y ziconatida como analgésico [22], [23]. Curiosamente, algo que no se suele contemplar en estudios de evaluaciones de veneno es la cantidad de extracto obtenida, lo cual puede llegar a dificultar en ocasiones la continuidad de investigaciones en el área. Por ejemplo, cuando contemplamos las extracciones de veneno de serpientes, en ocasiones se reportan desde 0.5 hasta más de 1 mL, dependiendo de la especie y dieta del organismo. En contraste, se ha reportado que en extracciones de veneno de escorpión se pueden obtener cerca de 1 – 2 µL de veneno [24]. En la Tabla 2 se muestran diferentes toxinas provenientes de venenos de escorpiones con gran interés biotecnológico.



Tabla 2. Propiedades de interés biotecnológico de venenos de escorpiones.

Especie	Toxina	Interés biotecnológico	Referencia
<i>Mesobuthus martensii</i>	BmK α IV	Modulación de canales de Na ⁺ , propiedades analgésicas	[25]
	Péptido antitumoral-analgésico	Propiedades antitumorales y analgésicas	[26]
<i>Tityus stigmurus</i>	Stigmurina	Actividad bactericida y bacteriostática	[27]
	TsAP-2		
<i>Hadrurus aztecus</i>	Hadrurina	Inhibición de crecimiento de bacterias Gram-positivas y Gram-negativas	[28]
<i>Leiurus quinquestriatus</i>	Clorotoxina	Inhibición de invasión de tejido en tumores cerebrales	[29]

Previamente se ha reportado el potencial antimicrobiano que diferentes componentes del veneno de escorpiones pueden ofrecer [30]. Cárcamo-Noriega, Sathyamoorthi, Banerjee, Gnanamani y Mendoza-Trujillo reportaron en 2019 el efecto antimicrobiano que presentaban dos fracciones del veneno del escorpión mexicano *Diplocentrus melici* en cepas de *Staphylococcus aureus* y *Mycobacterium tuberculosis* [31]. Por otro lado, estudios han demostrado que la clorotoxina, péptido de 36 aminoácidos aislado por primera vez del escorpión amarillo palestino (*Leiurus quinquestriatus*), es capaz de unirse a células de glioblastomas, ayudando en el desarrollo de mejores herramientas diagnóstico para tumores cerebrales [29], [32]. Asimismo, también existe evidencia del potencial del veneno de *Hottentotta saulcyi* frente a células cáncer de mama (MCF-7), en estudios *in vitro* e *in vivo* en ratones [33]. Lo anterior resulta sumamente prometedor en el desarrollo de nuevos y mejores agentes terapéuticos.



Es importante recalcar que algunas de las ventajas de utilizar moléculas de origen proteico (como toxinas) como agentes citotóxicos son su alta especificidad y solubilidad [23]. Cabe mencionar que, las propiedades como potenciales agentes autoinmunes no han escapado a la comunidad científica. Algunas toxinas como la kaliotoxina y OSK1, aisladas de *Androctonus mauretanicus* y *Orthochirus scrobiculosus*, respectivamente, pueden presentar actividad inmunosupresora, al bloquear canales de K^+ (Kv1.3) [34].

Finalmente, es importante mencionar el caso de pacientes embarazadas con cuadros de IPPA. Dependiendo del trimestre en el que se encuentre una paciente, pueden presentar problemas obstétricos sumamente serios como preeclampsia y eclampsia, nacimiento pretérmino, complicaciones perinatales, entre otros [35]. Nuevamente, si consideramos los efectos que se producen a nivel fisiológico en pacientes embarazadas, podemos inferir que el veneno de estos animales tiene potencial para actuar de manera sumamente específica en alguna etapa del embarazo, indicando una gran área de oportunidad.

Parafraseando a Paracelso, hace cerca de 500 años, “la dosis hace al veneno”, debemos contemplar que la bioactividad que presentan las toxinas presentes en venenos de animales, como los escorpiones, pueden ayudarnos al desarrollo de más y mejores tratamientos. En ese sentido, continuar estudiando a estos animales, comprendiendo su ecología y sus mecanismos de caza y defensa, nos permitirá avanzar en áreas interdisciplinarias como el desarrollo farmacéutico, ayudando a mejorar la calidad de vida de pacientes.

CONCLUSIONES

México es el país con mayor diversidad de especies de escorpiones en todo el mundo. Además, en el estado de Sonora contamos con la presencia de más de 40 especies descritas, de las cuales solo algunas cuantas son consideradas peligrosas para la salud humana. Se ha reportado que el veneno de escorpiones mexicanos actúa principalmente como α y β -neurotoxinas, afectando canales de Na^+ , K^+ , Ca^{2+} y Cl^- . Estas toxinas tienen un gran potencial biotecnológico: presentan bioactividad en diferentes tipos de células y tejidos. De igual manera, la actividad de estas toxinas en canales iónicos los convierte en blancos interesantes para el desarrollo de fármacos cardio





metabólicos, agentes diagnósticos de ciertos tipos de enfermedades y agentes terapéuticos antitumorales. Es imperativo continuar estudiando y evaluando estas fuentes de moléculas bioactivas que, en un futuro, podrán salvar vidas.

RECONOCIMIENTOS

Agradecemos la ayuda de varios miembros del grupo Gila Hikers, al Biol. Óscar Leonardo Chávez y MVZ. Pedro Iván Rodríguez por su intensa labor en la difusión de información sobre animales venenosos, así como su conservación. Finalmente, al Dr. José Andrei Sarabia Sainz y todo el equipo del Laboratorio de Biofísica Médica de la Universidad de Sonora.

REFERENCIAS

- [1] C. E. Santibáñez-López, O. F. Francke, C. Ureta, and L. D. Possani, "Scorpions from Mexico: From Species Diversity to Venom Complexity," *Toxins (Basel)*, vol. 8, no. 1, Dec. 2015, doi: 10.3390/toxins8010002.
- [2] Y. Liu *et al.*, "Differential fluorescence features and recovery speeds of different scorpion exoskeleton parts during the molting process," *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, vol. 316, p. 124309, Aug. 2024, doi: 10.1016/j.saa.2024.124309.
- [3] C. Shimwell, L. Atkinson, M. R. Graham, and B. Murdoch, "A first molecular characterization of the scorpion telson microbiota of *Hadrurus arizonensis* and *Smeringurus mesaensis*," *PLOS ONE*, vol. 18, no. 1, p. e0277303, ene 2023, doi: 10.1371/journal.pone.0277303.
- [4] J. Ponce-Saavedra, O. F. F. B, A. F. Quijano-Ravell, and R. C. Santillán, "ALACRANES (ARACHNIDA: SCORPIONES) DE IMPORTANCIA PARA LA SALUD PÚBLICA EN MÉXICO," *Folia Entomológica Mexicana (nueva serie)*, vol. 2, no. 3, Art. no. 3, Dec. 2016.
- [5] J. I. Cid-Urbe, J. I. Veytia-Bucheli, T. Romero-Gutierrez, E. Ortiz, and L. D. Possani, "Scorpion venomomics: a 2019 overview," *Expert Review of Proteomics*, vol. 17, no. 1, pp. 67–83, Jan. 2020, doi: 10.1080/14789450.2020.1705158.
- [6] "The Scorpion Files - Main Page." Accessed: Oct. 14, 2024. [Online]. Available: <https://www.ntnu.no/ub/scorpion-files/>



- [7] H. H. Villa-Corella, H. Silva-Kurumiya, D. Barrales-Alcalá, T. R. V. Devender, and O. F. Francke, "Una especie nueva de *Diplocentrus* Peters, 1861 (Scorpiones: Diplocentridae) del estado de Sonora, México," *ACTA ZOOLOGICA MEXICANA (N.S.)*, pp. 1–14, Mar. 2023, doi: 10.21829/azm.2023.3912277.
- [8] J. Ponce-Saavedra *et al.*, "The Fauna of Arachnids in the Anthropocene of Mexico," in *Mexican Fauna in the Anthropocene*, R. W. Jones, C. P. Ornelas-García, R. Pineda-López, and F. Álvarez, Eds., Cham: Springer International Publishing, 2023, pp. 17–46. doi: 10.1007/978-3-031-17277-9_2.
- [9] L. Riaño-Umbarila *et al.*, "Toxic Peptides from the Mexican Scorpion *Centruroides villegasi*: Chemical Structure and Evaluation of Recognition by Human Single-Chain Antibodies," *Toxins*, vol. 16, no. 7, Art. no. 7, Jul. 2024, doi: 10.3390/toxins16070301.
- [10] "iNaturalist Mexico," iNaturalist Mexico. Accessed: Jan. 18, 2025. [Online]. Available: <https://mexico.inaturalist.org/>
- [11] S. de Salud, "Boletín Epidemiológico Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica Sistema Único de Información," gob.mx. Accessed: Oct. 09, 2024. [Online]. Available: <http://www.gob.mx/salud/documentos/boletinepidemiologico-sistema-nacional-de-vigilancia-epidemiologica-sistema-unico-de-informacion-355523>
- [12] D. D. Gummin *et al.*, "2022 Annual Report of the National Poison Data System® (NPDS) from America's Poison Centers®: 40th Annual Report," *Clinical Toxicology*, vol. 61, no. 10, pp. 717–939, Oct. 2023, doi: 10.1080/15563650.2023.2268981.
- [13] "ANASCORP® [centruroides (scorpion) immune F(ab')? (equine) injection] |." Accessed: Oct. 09, 2024. [Online]. Available: <https://www.anascorp-us.com/>
- [14] J. Jimenez-Canale *et al.*, "Exploring the protein profile and biological activity of *Crotalus molossus* venom against *E. coli*, *P. aeruginosa* and *S. aureus* bacteria and T47D breast carcinoma cells," *Toxicon*, vol. 249, p. 108036, Oct. 2024, doi: 10.1016/j.toxicon.2024.108036.
- [15] R. L. Langley, "A Review of Venomous Animal Bites and Stings in Pregnant Patients," *Wilderness & Environmental Medicine*, vol. 15, no. 3, pp. 207–215, Sep. 2004, doi: 10.1580/1080-6032(2004)15[207:AROVAB]2.0.CO;2.
- [16] G. Murillo-Godínez, "Picadura de alacrán y alacranismo," *Med Int Mex*, vol. 36, no. 5, pp. 696–712, Oct. 2020.
- [17] T. Fischer and R. Riedl, "Paracelsus' legacy in the faunal realm: Drugs deriving from animal toxins," *Drug Discovery Today*, vol. 27, no. 2, pp. 567–575, Feb. 2022, doi: 10.1016/j.drudis.2021.10.003.
- [18] R. Dingman and S. V. Balu-Iyer, "Immunogenicity of Protein Pharmaceuticals," *Journal of Pharmaceutical Sciences*, vol. 108, no. 5, pp. 1637–1654, May 2019, doi: 10.1016/j.xphs.2018.12.014.





- [19] Jimenez Canale, Jorge, E. F. Velázquez-Contreras, and Sarabia Sainz, Jose Andrei, "El potencial farmacológico de venenos de serpientes de Sonora, México | EPISTEMUS," *EPISTEMUS*, vol. 16, no. 33, Nov. 2022, doi: <https://doi.org/10.36790/epistemus.v16i33.226>.
- [20] Mohammadreza Moradi, R. Solgi, B. Vazirianzadeh, H. Tanzadehpanah, and M. Saidijam, "SCORPION VENOM AND ITS COMPONENTS AS NEW PHARMACEUTICAL APPROACH TO CANCER TREATMENT, A SYSTEMATIC REVIEW," *IJPSR*, vol. 9, no. 7.
- [21] Y. ZHANG, "Why do we study animal toxins?," *Dongwuxue Yanjiu*, vol. 36, no. 4, pp. 183–222, Jul. 2015, doi: [10.13918/j.issn.2095-8137.2015.4.183](https://doi.org/10.13918/j.issn.2095-8137.2015.4.183).
- [22] J. Jimenez Canale, E. F. Velázquez-Contreras, and Sarabia Sainz, Jose Andrei, "El potencial farmacológico de venenos de serpientes de Sonora, México | EPISTEMUS," *EPISTEMUS*, vol. 16, no. 33, 2022B, doi: <https://doi.org/10.36790/epistemus.v16i33.226>.
- [23] A. N. de Oliveira, A. M. Soares, and S. L. Da Silva, "Why to Study Peptides from Venomous and Poisonous Animals?," *Int J Pept Res Ther*, vol. 29, no. 5, p. 76, Jul. 2023, doi: [10.1007/s10989-023-10543-0](https://doi.org/10.1007/s10989-023-10543-0).
- [24] F. J. Vonk *et al.*, "A non-lethal method for studying scorpion venom gland transcriptomes, with a review of potentially suitable taxa to which it can be applied," *PLOS ONE*, vol. 16, no. 11, p. e0258712, Nov. 2021, doi: [10.1371/journal.pone.0258712](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0258712).
- [25] Z.-F. Chai *et al.*, "Chinese-scorpion (*Buthus martensi* Karsch) toxin BmK α IV, a novel modulator of sodium channels: from genomic organization to functional analysis," *Biochemical Journal*, vol. 399, no. 3, pp. 445–453, Oct. 2006, doi: [10.1042/BJ20060035](https://doi.org/10.1042/BJ20060035).
- [26] P. Cao *et al.*, "Expression and purification of an antitumor-analgesic peptide from the venom of *Mesobuthus martensii* Karsch by small ubiquitin-related modifier fusion in *Escherichia coli*," *Biotechnology Progress*, vol. 26, no. 5, pp. 1240–1244, 2010, doi: [10.1002/btpr.433](https://doi.org/10.1002/btpr.433).
- [27] A. Daniele-Silva *et al.*, "Stigmurin and TsAP-2 from *Tityus stigmurus* scorpion venom: Assessment of structure and therapeutic potential in experimental sepsis," *Toxicon*, vol. 121, pp. 10–21, Oct. 2016, doi: [10.1016/j.toxicon.2016.08.016](https://doi.org/10.1016/j.toxicon.2016.08.016).
- [28] A. Torres-Larios, G. B. Gurrola, F. Z. Zamudio, and L. D. Possani, "Hadrurin, a new antimicrobial peptide from the venom of the scorpion *Hadrurus aztecus*," *European Journal of Biochemistry*, vol. 267, no. 16, pp. 5023–5031, 2000, doi: [10.1046/j.1432-1327.2000.01556.x](https://doi.org/10.1046/j.1432-1327.2000.01556.x).
- [29] J. Deshane, C. C. Garner, and H. Sontheimer, "Chlorotoxin Inhibits Glioma Cell Invasion via Matrix Metalloproteinase-2," *J. Biol. Chem.*, vol. 278, no. 6, pp. 4135–4144, Feb. 2003, doi: [10.1074/jbc.M205662200](https://doi.org/10.1074/jbc.M205662200).



- [30] S. Nasr *et al.*, "Scorpion Venom as a Source of Antimicrobial Peptides: Overview of Biomolecule Separation, Analysis and Characterization Methods," *Antibiotics*, vol. 12, no. 9, Art. no. 9, Sep. 2023, doi: 10.3390/antibiotics12091380.
- [31] E. N. Carcamo-Noriega *et al.*, "1,4-Benzoquinone antimicrobial agents against *Staphylococcus aureus* and *Mycobacterium tuberculosis* derived from scorpion venom," *Proc Natl Acad Sci USA*, vol. 116, no. 26, pp. 12642–12647, Jun. 2019, doi: 10.1073/pnas.1812334116.
- [32] S. A. Lyons, J. O'Neal, and H. Sontheimer, "Chlorotoxin, a scorpion-derived peptide, specifically binds to gliomas and tumors of neuroectodermal origin," *Glia*, vol. 39, no. 2, pp. 162–173, 2002, doi: 10.1002/glia.10083.
- [33] M. Nosouhian, A. A. Rastegari, K. Shahanipour, A. M. Ahadi, and M. S. Sajjadih, "Anticancer potentiality of Hottentotta saulcyi scorpion curd venom against breast cancer: an in vitro and in vivo study," *Sci Rep*, vol. 14, no. 1, p. 24607, Oct. 2024, doi: 10.1038/s41598-024-75183-w.
- [34] S. Tobassum, H. M. Tahir, M. Arshad, M. T. Zahid, S. Ali, and M. M. Ahsan, "Nature and applications of scorpion venom: an overview," *Toxin Reviews*, vol. 39, no. 3, pp. 214–225, Jul. 2020, doi: 10.1080/15569543.2018.1530681.
- [35] M. Najafian, A. Ghorbani, M. Zargar, M. Baradaran, and N. Baradaran, "Scorpion stings in pregnancy: an analysis of outcomes in 66 envenomed pregnant patients in Iran," *J. Venom. Anim. Toxins incl. Trop. Dis*, vol. 26, p. e20190039, Apr. 2020, doi: 10.1590/1678-9199-JVATITD-2019-0039.

Cómo citar este artículo:

Hiriart Moreno, C. R., & Jimenez Canale, J. (2025). Escorpiones de Sonora, México y su potencial biotecnológico. *EPISTEMUS*, 19(38). e3805408. <https://doi.org/10.36790/epistemus.v19i38.408>

