

ACTUALIZACIÓN

Control y prevención de los accidentes causados por *Tityus trivittatus* (Escorpiones: Buthidae)

Control and prevention of accidents caused by *Tityus trivittatus* (Escorpiones: Buthidae)

de Roodt, Adolfo R.^{*1,2,3}; Lanari, Laura C.¹; Ojanguren-Affilastro, Andrés⁴; Morón Goñi, Fernando^{2,5}; Malinovsky, Valeria⁶; Dozoretz, Daniel^{2,5}; Cargnel, Elda⁶; de Titto, Ernesto H.⁷; Damin, Carlos F.^{5,8}

¹Área Investigación y Desarrollo – Venenos, Aracnario/Serpentario, Instituto Nacional de Producción de Biológicos – ANLIS “Dr. Carlos G. Malbrán”, Ministerio de Salud. ²Área de Zootoxicología, Primera Cátedra de Toxicología, Facultad de Medicina, Universidad de Buenos Aires. ³Laboratorio de Toxinopatología, Centro de Patología Experimental y Aplicada, Facultad de Medicina, Universidad de Buenos Aires. ⁴División Aracnología, Museo Argentino de Ciencias Naturales “Bernardino Rivadavia”. ⁵Servicio de Toxicología del Hospital General de Agudos “Dr. Juan A. Fernández”, CABA. ⁶Servicio de Toxicología del Hospital de Niños “Dr. Ricardo Gutiérrez”, CABA. ⁷Universidad ISALUD. ⁸Primera Cátedra de Toxicología, Facultad de Medicina, Universidad de Buenos Aires.

*aderoodt@gmail.com

Recibido: 1 de septiembre de 2020.

Aceptado: 10 de enero de 2021

Resumen. Las picaduras por alacranes pueden producir cuadros de intoxicación aguda y conducir a la muerte por falla cardíaca y distrés respiratorio, siendo la población pediátrica la de mayor riesgo, tanto en Argentina como en el resto del mundo. Muchas de las especies de escorpiones en el mundo son sinantrópicas, y en Argentina, las que se han relacionado con muertes, como *Tityus trivittatus* y *Tityus confluens*, poseen esas características. La sinantropía, aumenta la posibilidad de contacto humano – escorpión y por lo tanto la ocurrencia de accidentes, por lo que las medidas de prevención en este caso, deben tomarse no solo conductualmente sino ambientalmente para evitar ese contacto. Las características biológicas de los escorpiones del género *Tityus* dificultan las labores de prevención. Muchas son las herramientas para disminuir el contacto con los escorpiones y de esa manera prevenir los accidentes como los controles químicos, biológicos y ambientales, así como la búsqueda y eliminación de escorpiones. Sin embargo, no todas son efectivas si no son aplicadas racionalmente y si no son combinadas. En ocasiones la mala planificación o uso de las diferentes medidas para el combate de escorpiones pueden ser contraproducentes y no solo ser inefectivas sino aumentar la probabilidad de ocurrencia de accidentes. En esta revisión se exponen los diferentes métodos de prevención del escorpionismo, con especial referencia a las especies de *Tityus* de Argentina.

Palabras clave: Escorpiones; *Tityus*; Control; Prevención

Abstract. Scorpion stings may produce acute envenoming and lead to death from heart failure and respiratory distress, being the pediatric population that with the highest risk of severe envenomation and death, in Argentina as in the rest of the world. Many of the scorpion species in the world are synanthropic, including *Tityus trivittatus* and *Tityus confluens*, which are responsible for human deaths in Argentina. Synanthropy increases the possibility of human-scorpion contact and therefore the occurrence of accidents, so preventive measures to avoid the contact must be taken not only behaviorally but environmentally. The biological characteristics of scorpions of the genus *Tityus* make prevention of the contact with humans rather difficult. There are many chemical, biological and environmental tools to reduce the possibility of contact between humans and scorpions. However, not all these measures are effective if they are not rationally applied and if these are not combined. Sometimes the poor planning or use of different measures to control scorpions' population can be counterproductive and not only ineffective, increasing the probability of accidents. In this review, we discuss the different methods of prevention and combat of scorpionism, with special reference to the prevention of accidents with *Tityus* species from Argentina.

Key words: Scorpions; *Tityus*; Control; Prevention.

Introducción

Los escorpiones o alacranes (según los nombres con sus nombres de raíz latina o árabe respectivamente) se encuentran entre los animales que más accidentes con impacto toxicológico causan en el mundo (Kathabi *et al.* 2011). De

las 21 familias de escorpiones existentes, solo unos pocos géneros poseen especies toxicológicamente peligrosas para los seres humanos (Figura 1). Se estima que anualmente hay al menos 1,5 millones de envenenamientos con 2.600

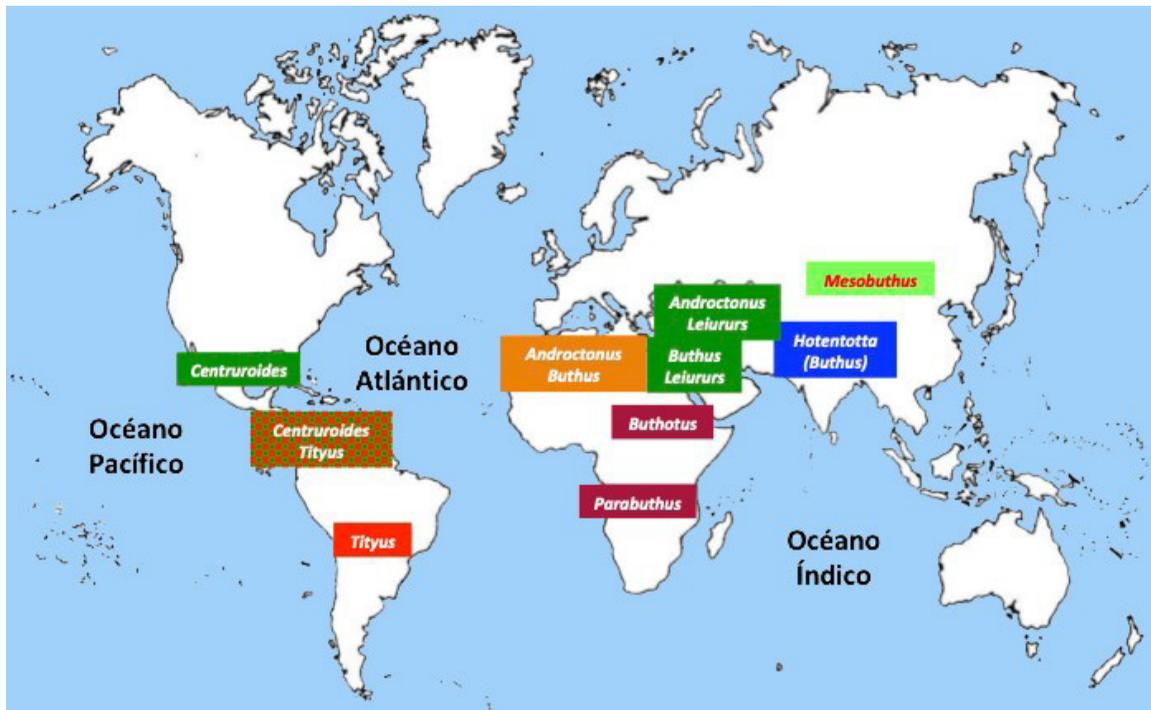


Figura 1.a. Distribución de los escorpiones de importancia sanitaria. Distribución aproximada de los géneros de escorpiones de mayor importancia sanitaria en el mundo. Se muestran solo los que se describen en las regiones en que se producen la mayoría de los accidentes y óbitos. Si bien en Europa pueden encontrarse *Buthus* o *Mesobuthus*, los accidentes son mínimos y no se registran muertes.

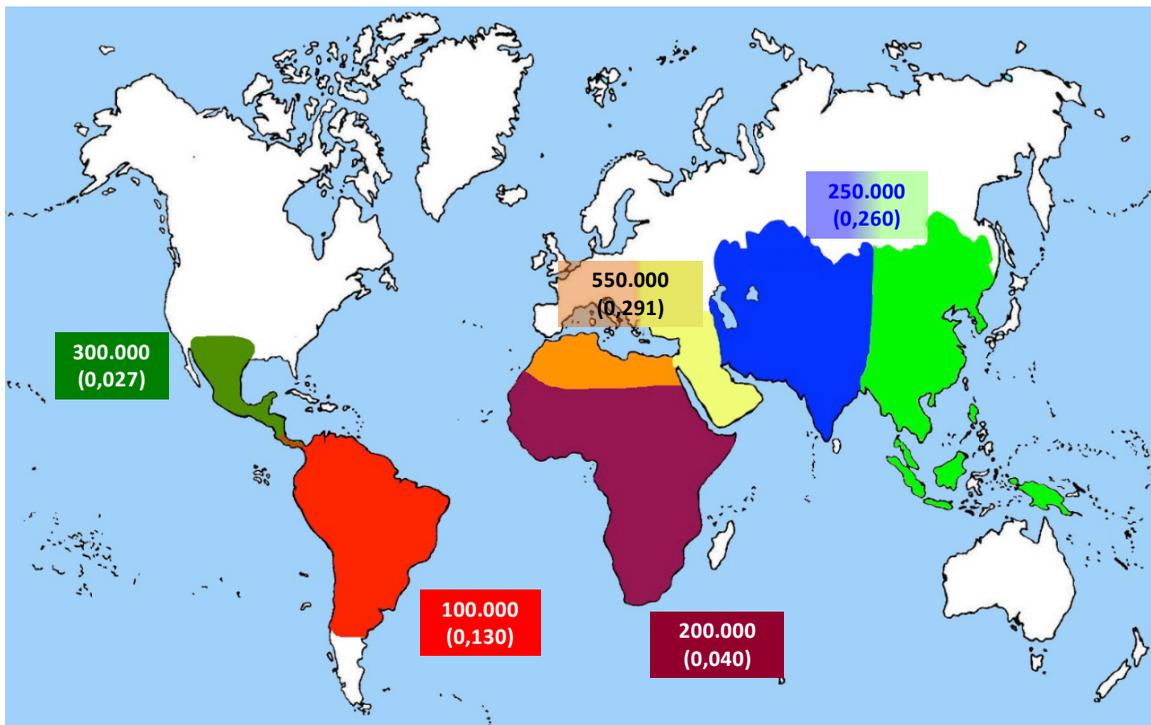


Figura 1.b. Distribución de los escorpiones de importancia sanitaria. Regiones con mayor cantidad de accidentes y óbitos por alacranes. Se indican las zonas en que se comunican mayores cantidades de accidentes y muertes por la picadura de escorpiones. Los colores están en relación a la distribución aproximada de escorpiones de importancia sanitaria mencionados en la Figura 1.a. Los números indican la cantidad de envenenamientos anuales y las tasas de letalidad se indican entre paréntesis (Datos extraídos de Chippaux 2012).

muertes (Chippaux 2012). Los escorpiones son conocidos desde la antigüedad en las diferentes culturas y civilizaciones, posiblemente por las características tóxicas de su veneno. Fueron los primeros animales marinos que conquistaron la superficie terrestre y habrían evolucionado a partir de ancestros marinos de gran tamaño, llamados euríptéridos (Polis 1990; Brownell y Polis 2001; Stockmann e Ythier 2010). Desde que se adaptaron a la vida terrestre, se han distribuido ampliamente encontrándoselos en toda la superficie del planeta, con excepción del Polo Norte y la Antártida, hallándoselos incluso en cumbres, hasta 4910 m de altura (Ochoa *et al.* 2011). Se adaptaron a los ambientes más diversos como desiertos, sabanas, estepas, hábitats rocosos, bosques templados, foresta tropical, foresta atlántica, matorrales, costas, montañas, foresta de altura, cavernas, medios agrícolas y medios antropogénicos (Stockman e Ythier 2010). No solo son animales muy plásticos en cuanto a los ambientes que pueden colonizar sino que son muy resistentes a condiciones adversas como el ayuno y las grandes variaciones de temperatura, inclusive son extremadamente resistentes a las radiaciones ionizantes, siendo de los muy pocos animales que pudieron sobrevivir a explosiones atómicas (Goyffon y Roman 2001; Goyffon y Roman 2014). Lo descrito previamente brinda una idea de la dimensión de la dificultad que plantea su combate y control.

Por el riesgo que representan para la salud humana, y siendo su erradicación imposible e inviable, es necesario el control de sus poblaciones a fin de disminuir el número de accidentes y consecuentemente, la morbimortalidad (Ministério da Saúde 2009).

Su muy amplia distribución, adaptabilidad y capacidad sinantrópica (capacidad de adaptarse a condiciones ambientales creadas o modificadas por la actividad humana) y partenogenéticas (capacidad de las hembras de dar progenie sin la necesidad de ser fecundadas), facilita su contacto con el hombre, si bien en la enorme mayoría de los casos no genera problemas sanitarios. De las cerca de 2000 especies de alacranes conocidas en el mundo, solo unas 30 representan un riesgo sanitario toxicológico, dado que sus venenos poseen toxinas capaces de afectar a los mamíferos, pudiendo causar envenenamientos sistémicos, e incluso la muerte de seres humanos (Khattabi *et al.* 2011).

La mayor cantidad de accidentes y óbitos en el mundo son causados por escorpiones de la Familia Buthidae (Chippaux y Goyffon 2008; Khattabi *et*

al. 2011). Dentro de éstos, en América los géneros *Tityus* (América del Sur) y *Centruroides* (América del Norte) son los responsables de la mortalidad por alacranes (Büchler 1971). En África se destacan sanitariamente los géneros *Androctonus*, *Buthus* y *Leiurus* en el norte (estos últimos también en Medio Oriente) pudiéndose mencionar además, aunque con menor peligrosidad hasta el momento, a los géneros *Hemiscorpius*, *Buthacus*, *Nebo* y *Odontobuthus* en el centro y en el sur de África los géneros *Parabuthus* y *Buthotus*. En Asia los responsables de envenenamientos son escorpiones de los géneros *Androctonus*, *Hotentotta* (*Mesobuthus*) y *Heterometrus*, siendo el último de menor peligrosidad que los dos anteriores. Estos géneros no son los únicos, pero si los principales productores de accidentes en el mundo, ocasionalmente con óbitos por envenenamiento (VAPAGUIDE 2016) (Figura 1).

Debido a su capacidad de habitar diferentes y muy diversos ambientes, los *Tityus* así como muchas otras especies de escorpiones, se han adaptado muy bien a la vida sinantrópica, dado que en viviendas humanas poseen disponibilidad de alimento, temperatura, humedad adecuadas y en general ausencia de predadores. De hecho, en Argentina algunas especies, como *Tityus* (*T.*) *trivittatus*, son difíciles de hallar en lugares no relacionados a la actividad y construcciones humanas. Otras, como *T. confluens*, *T. bahiensis* y *T. serrulatus* también llegan a adaptarse muy bien a la vida sinantrópica (FUNASA 1999; Ministério da Saúde 2009; Ministerio de Salud 2011) (Figura 2). Esto aumenta la importancia sanitaria de estos escorpiones debido a la toxicidad de sus venenos y a la mayor posibilidad de su contacto con humanos.

En Argentina *T. trivittatus* se halla mayormente relacionado con edificios o túneles, hecho ya conocido y citado por Maury (1970, 1997) y otros especialistas (Acosta 2005; Ojanguren-Affilastro 2005) en concordancia con datos de estudios epidemiológicos realizados en relación a estos escorpiones (Salomón y de Roodt 2001; Laskowicz *et al.* 2011; Blanco *et al.* 2012, 2016; de Roodt 2014). Se los encuentra mayormente en construcciones antiguas, preferentemente en los lugares cálidos y húmedos, asociados a grietas en las paredes, túneles para cañerías de agua y vapor, cámaras de electricidad y calderas, cañerías varias inhabilitadas o en uso (recordar que pueden resistir bajo el agua tiempos considerablemente largos), abajo de pilas de materiales en desuso, macetones, bajo pisos con cámara de aire, etc. A estas condiciones que favorecen su



Figura 2. Especies de *Tityus* de mayor importancia toxicológica en Argentina. 2.a: *T. trivittatus*; 2.b: *T. confluens*; 2.c: *T. bahiensis*; 2.d: *T. serrulatus*. Fotos 2.a, 2.b y 2.c de A.R. de Roodt. de ejemplares de Paraná Entre Ríos, San Fernando del Valle de Catamarca, Catamarca e Iguazú, Misiones. Foto 2.d, gentileza del Dr. Giuseppe Puerto del Instituto Butantan, Sao Paulo, Brasil.

supervivencia, se suma lo inherente a sus características partenogenéticas y su gran resistencia a condiciones ambientales adversas.

El escorpionismo en el mundo se ha hecho más notorio en los últimos años (Khattabi 2011; Chippaux y Goyffon 2008) y en Argentina es el accidente por animales venenosos que más es comunicado a las autoridades sanitarias (de Roodt 2014; Blanco *et al.* 2016; de Roodt *et al.* 2017). Para afrontar este problema, independientemente de la adopción de medidas tendientes a prestar una adecuada atención médica a quienes sufran envenenamiento escorpiónico, deben tomarse las medidas preventivas para evitar que sucedan.

Entre las numerosas medidas sugeridas para evitar los accidentes escorpiónicos, siempre surge como un punto importante el de “cómo combatirlos”. Ante esta pregunta en los medios de divulgación masiva, se sugieren numerosísimas formas de hacerlo, lamentablemente no todas correctas e incluso algunas de ellas pueden incrementar el riesgo de contacto humano-escorpión y consecuentemente de accidentes.

Por este motivo, presentamos los métodos conocidos para el control de escorpiones, brindando

así información con base técnica científica que puede ser utilizada para una planificación racional de su control en general y de los *Tityus* en particular. El fin de esto es facilitar elementos para el control de escorpiones, comprobados, de utilidad para disminuir la posibilidad de ocurrencia de envenenamientos, más que la eliminación física de las poblaciones de escorpiones.

Alacranismo en Argentina

En Argentina los escorpiones que han causado muerte de humanos son *T. trivittatus* y *T. confluens* (Figuras 2.a y 2.b) siendo el primero el más ampliamente distribuido de todos los *Tityus* de Argentina (Ojanguren-Affilastro 2005) y el responsable de la mayor cantidad de muertes por escorpionismo (Piola *et al.* 2006; de Roodt *et al.* 2017). *Tityus confluens* se encontraba mayormente en el norte de Argentina, sin embargo ha ampliado su distribución en el país habiéndose incluso registrado un accidente en Bahía Blanca, en el sur de la provincia de Buenos Aires sobre el paralelo 38, incluso se registraron hallazgos en la ciudad de Buenos Aires y en el conurbano bonaerense (Ojanguren *et al.* 2019). Estos no son los únicos

Tityus capaces de provocar envenenamientos, ya que existen, al menos, otras dos especies potencialmente peligrosas: *Tityus bahiensis* (Figura 2.c) cuya presencia es conocida en el país desde hace años y *T. serrulatus* (Figura 2.d) del que se halló un ejemplar en la provincia de Corrientes en el año 2000 y otro recientemente en Misiones en el año 2019 (de Roodt *et al.*, 2019), siendo esta especie el escorpión de mayor importancia médica en Brasil (FUNASA 1999).

Cuando nos referimos al “control” de las poblaciones, nos referimos a mantenerlas en un nivel en el que no representen un riesgo sanitario, no a eliminarlos, ya que esto, además de ser éticamente inaceptable desde el punto de vista biológico, en el caso de los escorpiones sinantrópicos es casi imposible. Todas las medidas de “control” deben basarse primariamente en impedir el contacto “hombre-escorpión” y en tratar de que las poblaciones no aumenten y se mantengan en un nivel que represente el menor riesgo posible para la población humana.

Debido a las características sinantrópicas de algunos *Tityus*, en especial *T. trivittatus*, en las grandes ciudades el control de sus poblaciones se torna complicado. En estos casos las medidas que comúnmente se toman para el control de artrópodos en diferentes tipos de edificaciones no representan, adoptadas individualmente, una solución definitiva (Ministério da Saúde 2009; Ministerio de Salud 2011). Estos métodos de control podrían dividirse en búsqueda activa, captura, control químico, control mediante predadores naturales e implementación de medidas edilicias. Todas pueden ser de utilidad, pero en las ciudades grandes, algunas de ellas pueden ser inaplicables o incluso contraproducentes aumentando la probabilidad del contacto humano - escorpión.

Por ejemplo, la búsqueda activa y la captura, no serían de mucha utilidad cuando los alacranes están ocupando viviendas o grandes edificios. En estos casos su hallazgo puede tornarse imposible a causa de las características edilicias y arquitectónicas de las construcciones urbanas y debido a la ubicuidad de los escorpiones. El control químico tampoco brinda soluciones en estas situaciones, si bien podría ser de utilidad en poblaciones de escorpiones no sinantrópicas o en poblaciones sinantrópicas que ocupan edificaciones rurales de menor complejidad que las de las grandes ciudades. Hasta el presente, el control químico no demostró ser una solución a largo plazo (Ministério da Saúde 2009; Ministerio de Salud 2011).

En el caso de algunos escorpiones, la introducción de predadores naturales ha tenido un cierto éxito, pero es de poca utilidad en las grandes ciudades con escorpiones como *T. trivittatus* o *T. confluens*. Otra posibilidad que debería aplicarse en todos los casos, es la implementación de medidas arquitectónicas, dependiendo de las diferentes situaciones, para evitar el contacto humano - escorpión, impidiendo su ingreso a las zonas edilicias habitadas por los seres humanos. La ya comentada resistencia de los escorpiones, sus características anatómicas que le permiten ingresar y circular por espacios muy reducidos, junto a algunas características fisiológicas como las de poder cerrar sus estigmas respiratorios y soportar la inmersión en agua, limitan las posibilidades de su control en condiciones de sinantropía. Por todos estos motivos, el control de los escorpiones sinantrópicos, como el caso las especies de *Tityus*, debe centrarse en evitar el contacto entre los escorpiones y los humanos y en la reducción del número de escorpiones cuando esto es posible, enfocándose en el uso de medidas combinadas.

Control químico

Uso de agentes químicos para combatir a los escorpiones

El empleo de agentes químicos es una de las medidas más adoptadas para el control de los artrópodos, y es una de las más utilizadas para combatir escorpiones (Novaez Ramírez *et al.* 2011). Es además de las más preconizadas en los ámbitos relacionados con el “control de plagas”, e incluso a veces, lamentablemente, recomendado por instituciones oficiales. Se han usado y usan drogas muy variadas, siendo las principales, los piretroides solos o combinados con organofosforados o con carbamatos. Sin embargo, la bibliografía con base científico-técnica que demuestre la efectividad del control químico para el control de los alacranes sinantrópicos es bastante escasa. Existen pocos estudios publicados al respecto y los resultados de muchos de estos trabajos no son concluyentes. Dentro de los pocos que se han realizado, pueden citarse los estudios iniciales de Ezequiel Dias en Brasil (Dias *et al.* 1924), en el que probaron diferentes drogas experimentalmente, observando acción sobre estos arácnidos, *pero indicando que la fumigación no debe tomarse como la solución para este problema*. Hasta el presente, este concepto se mantiene sin modificación alguna, a punto tal, que las autoridades sanitarias de países en donde el escorpionismo es muy importante, con caracte-

ísticas similares a las de Argentina, descartan el empleo de agentes químicos para la eliminación de alacranes (Ministério da Saúde 2009).

Las principales medidas de control en localidades donde naturalmente habitan los escorpiones y en donde se los considera un riesgo serio para la salud, como por ejemplo en muchas regiones de México, consisten en la fumigación intra y extra domiciliaria, que pueden realizarse en algunos tipos de ambientes ediliciamente muy simples y habitados por humanos. Sin embargo, los estudios son escasos para el combate de escorpiones en general e inexistentes para el caso de *T. trivittatus* y/o *T. confluens* en particular.

Las características biológicas de los *Tityus* en general y en este caso de *T. trivittatus* en particular, tornan el “combate” químico muy dificultoso y la poca experiencia con base científica disponible no indica buenos resultados mediante esta metodología. En México, un país con una enorme experiencia en el combate de escorpiones, se contempla el control químico, pero como un accesorio a otras medidas para su control (Secretaría de Salud 2002). Recomiendan que se fundamente en estudios que sustenten la susceptibilidad de los alacranes a los agentes empleados para su control. Entre las drogas recomendadas mencionan a la lambdacialotrina (0,8% en suspensión y en dosis de 0,03 g/m²) que es un insecticida sintético y la ciflutrina (0,04 a 0,08 g/m²), ambas con residualidad aproximada de seis meses. Como segunda posibilidad, sugieren los carbamatos como bendiocarb (20 mg/m²) o propoxur (30 mg/m²), ambos con residualidad de 6 meses. Recomiendan el rociado focalizado en el interior y exterior de la vivienda y anexos (Secretaría de Salud 2002). Sin embargo, hay que recordar que no solo las especies de escorpiones de importancia médica en México son diferentes (todas pertenecen al género *Centruroides*), sino que los tipos de construcciones en que suele fumigarse no son similares a los ambientes en los que en Argentina suelen habitar los *Tityus*, en especial en las ciudades, en dónde más se los encuentra (de Roodt 2014; Blanco *et al.* 2016). Los *Centruroides* en México suelen encontrarse mayoritariamente en viviendas rurales o en unidades habitacionales sencillas. En Argentina los *Tityus* de mayor importancia sanitaria suelen hallarse en ambientes urbanos, en edificaciones mucho más complejas (por ejemplo en edificios y construcciones grandes), esto dificulta que cualquier sustancia química que se utilice entre fácilmente en contacto con los alacranes debido a la ubicación que estos pueden lograr en estos tipos de construcciones.

En Chalcatzingo, México, el combate químico utilizando piretroides no mostró un efecto beneficioso a largo plazo. Allí utilizaron bifentrina, ciflutrina, y deltametrina, con los que fumigaron en tres oportunidades, utilizando concentraciones de 35 a 55 mg por m² (Ramsey *et al.* 2002). Debe mencionarse que Chalcatzingo es una zona arqueológica en el estado de Morelos, que a la fecha del estudio no superaba los 2500 habitantes y que los escorpiones *Centruroides* tienen diferente historia natural respecto a los *Tityus*. Si bien el uso de altas dosis de piretroides redujo la cantidad de *Centruroides* y *Vaejovis* (Scorpiones: Vaejovidae), no llegó a eliminarlos, justamente por la dificultad para alcanzar todos los refugios con los productos (Ramsey *et al.* 2002). Esto da idea de la dificultad para llegar con los productos en por ejemplo, edificios de departamentos, hospitales, edificios públicos, etc. El uso de fumigación con productos químicos podría ser de utilidad para disminuir las poblaciones de escorpiones cuando son muy numerosas (Spirandeli Cruz *et al.* 1995), sin embargo, las fumigaciones no llegan a eliminar a las especies sinantrópicas (Novaez Ramirez *et al.* 2011).

Los piretroides son productos de baja toxicidad para los mamíferos respecto a la muy alta toxicidad para artrópodos. Esta toxicidad diferencial se debe, entre otras causas, a que los canales iónicos sobre los que actúan en artrópodos serían 2000 veces más sensibles a estas drogas que aquellos de los de los mamíferos. Sin embargo, pueden a ciertas dosis, provocar intoxicaciones crónicas y muerte en seres humanos (Bradberry *et al.* 2005) por lo que su uso en ambientes habitados por humanos debe ser cuidadoso.

En Argentina tras la fumigación de casas con piretroides para el combate de la “vinchuca” (*Triatoma infestans*: Insecta: Hemiptera: Reduviidae) vector del *Tripanosoma cruzi*, agente causal de la Enfermedad de Chagas, se observó un efecto excitatorio sobre los escorpiones (Gurtler *et al.* 1993; Chandre *et al.* 2000), provocando mayor frecuencia de su aparición en los lugares habitados por humanos, aumentando el riesgo de picaduras. La fumigación sobre *T. stigmurus*, mostró un efecto dispersivo sobre la población de escorpiones sin mostrar una reducción en su número (Nunes *et al.* 2000; Ribero de Albuquerque *et al.* 2009), aumentando por lo tanto la problemática. El control entonces, evidentemente se torna imposible mediante este método como única herramienta. Basta decir que las autoridades oficiales de países con gran experiencia en el combate del escorpionismo y con quienes compartimos

parcialmente escorpiofauna, como Brasil, dicen textualmente: “*Es necesario controlar las poblaciones de escorpiones por el riesgo que estos representan para la salud humana ya que su erradicación no es posible ni viable. Sin embargo, el control puede disminuir el número de accidentes y consecuentemente la morbimortalidad*” (Ministério da Saúde 2009). En el mismo manual para el control de escorpiones, se dice expresamente que el control químico no funciona. Textualmente indican: “*el hábito de los escorpiones de protegerse en grietas y fisuras de paredes, debajo de cajas, cartones, pilas de ladrillos, telas, maderas, grietas y hendiduras del suelo, conjuntamente con su capacidad de permanecer meses sin moverse, torna el tratamiento químico ineficaz*” (Ministério da Saúde 2009). A lo mencionado hay que sumarle las características biológicas de los escorpiones tales como su capacidad para mantener sus estigmas respiratorios cerrados por mucho tiempo, lo que torna ineficaz la aplicación de los productos que habitualmente se utilizan para “fumigar” (Polis 1990). Por estos motivos las autoridades nacionales no recomiendan la “fumigación” como una forma de combatir escorpiones, si antes no se han realizado previamente otro tipo de medidas, como las mejoras edilicias tendientes a impedir el ingreso de estos a los ambientes habitados (Ministerio de Salud 2011).

La aplicación de productos de higienización doméstica compuestos por formaldehidos, cresoles y para-cloro-bencenos y de productos usados como insecticidas, raticidas, mata cucarachas o repelentes del grupo de los piretroides y organofosforados no son recomendados como un método de control de escorpiones (Ministério da Saúde 2009). El motivo es que estos productos podrían ser causa de la movilización de los escorpiones a otras zonas, aumentando el riesgo de accidentes. Por otro lado, la utilización de este tipo de productos, brindaría una falsa sensación de seguridad, lo que puede llevar a pensar que el problema se resolvió y se descuiden las medidas ambientales necesarias.

La efectividad de los productos químicos para poder controlar las poblaciones de escorpiones en condiciones de campo no ha sido establecida científicamente. Independientemente de lo enunciado por los productos que se liberan al mercado, o que sugieran quienes los aplican, no existen experimentos confiables sobre la utilidad de este tipo de productos para eliminar escorpiones. En áreas de riesgo sanitario prioritario en las que se deben aplicar insecticidas para el control de vectores (dengue, malaria, Chagas, etc.) hay que

recordar que su aplicación puede aumentar la probabilidad de accidentes con escorpiones debido al efecto irritante de esos productos que provocan la movilización de escorpiones, la eliminación de sus fuentes de alimento (cucarachas, grillos, etc.) y al alejamiento de sus predadores (aves, reptiles y algunos mamíferos). Incluso cuando por determinadas circunstancias se sugiere fumigar para disminuir la carga de escorpiones, quienes sugieren esto a su vez afirman que una fumigación eficiente no debe ser considerada como una medida radical, dado que independientemente de la imposibilidad de llegar a todos los reductos de escorpiones según se comentó antes, una vez finalizadas, los escorpiones y otras “plagas” domésticas regresarán. Esto es ya un hecho histórico en lo referente al combate de escorpiones: la mejor garantía contra los escorpiones es la construcción de viviendas que tornen inadecuada la vida de estos arácnidos, recomendaciones hechas un siglo atrás por Ezequiel Dias (Dias *et al.* 1924), cuyos lineamientos siguen siendo recomendados hasta el presente (Ministério da Saúde 2009). Por todo lo antes mencionado, es muy importante que los agentes de salud no realicen recomendaciones de fumigación sin antes tomar acciones ambientales (Ministério da Saúde 2009; Ministerio de Salud 2011).

Pesticidas. Posibles repercusiones de la fumigación contra escorpiones en la salud.

Dentro de los plaguicidas más utilizados para el control intra o peridomiciliario de artrópodos, se encuentran los piretroides, carbamatos y organofosforados, siendo estos dos últimos de uso exclusivo peridomiciliario.

Los productos utilizados frecuentemente para combatir artrópodos se muestran en la *Tabla 1*. Si bien en orden de peligrosidad para el ser humano, los organofosforados revisten mayor riesgo que los piretroides, ninguno es inocuo a la hora de fumigar. Por lo tanto, es de vital importancia conocer las posibles consecuencias sobre la salud que pudiesen generar, a fin de planificar la mejor estrategia para disminuir la población de escorpiones y al mismo tiempo tomar los recaudos necesarios para disminuir las posibilidades de intoxicación de los expuestos a estos productos. Los insecticidas anticolinesterásicos, los mayormente utilizados, están constituidos por dos familias diferentes, organofosforados y carbamatos, que fueron los insecticidas alternativos menos persistentes, no bioacumulables para el control de artrópodos respecto a plaguicidas utilizados con anterioridad.

Tabla 1. Lista de compuestos utilizados como pesticidas para la eliminación de artrópodos

Grupo	Modos de acción principales	Tipo de insecticida	Ejemplos
Inhibidores de acetilcolinesterasa	Bloquean la acción de la enzima acetilcolinesterasa, interrumpiendo la transmisión de impulsos entre las células nerviosas.	Carbamatos	Aldicarb, Bendiocarb, Carbaril, Carbofuran, Carbosulfan, Metiocarb, Metomil, Pirimicarb, Tiodicarb.
		Organofosforados	Acefato, Clorpirifos, Diazinon, Dimetoato, Fenitrotrion, Fention, Malation, Metamidofos, Monocrotofos, Paration, Pirimifos, Profenofos, Temefos.
Moduladores de los canales de sodio	Interfieren con los canales de sodio en la membrana nerviosa interrumpiendo la transferencia de iones y la transmisión de impulsos entre las células nerviosas.	Piretroides	Alletrin, Bifentrina, Cifenoctrina, Ciflutrina, Lambda-Cialotrina, Cipermetrina, Deltametrina, Fenvalerate, Permetrina, Resmetrina, Tetrametrina, Etopfenprox, Fenotrina, Praletrina.
		Piretrinas	Piretrina (Piretrum)
Agonistas nicotínicos	Agonista/antagonista del receptor de Acetilcolina de tipo nicotínico.	Neonicotinoides	Acetamiprid, Imidacloprid, Nitenpiram, Tiacloprid, Tiametoxam.
Moduladores del receptor de ácido gamma aminobutírico (GABA)	Bloqueo del receptor GABA tipo A en el sistema nervioso central.	Fenilpirazoles	Fipronil
	Estimulación de los receptores GABA en el sistema nervioso central.	Avermectinas	Abamectina

Existen factores que limitan la actividad de los insecticidas, que incluyen la dosis inicial, la naturaleza de la superficie rociada, la potencia del insecticida en relación con su tiempo, las condiciones de almacenamiento y las condiciones ambientales como humedad y temperatura. El tipo de sustrato, en términos de su porosidad, es de importancia particular. En superficies porosas como barro, el insecticida depositado parece perder actividad con más rapidez que en superficies como tableros de madera, cerámica y azulejos. En los piretroides, la interrupción química se puede dar también en superficies altamente alcalinas y en las superficies expuestas a la luz del sol (Palomino *et al.* 2008).

Los plaguicidas autorizados en la Argentina por la Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnología Médica (ANMAT 2018) y los plaguicidas de la denominada línea jardín, autorizados por el Servicio Nacional de Sanidad Animal (S.E.N.A.S.A.), disponibles en los comercios varían en sus presentaciones, concentración y modos de aplicación. Dentro de los productos ofrecidos para “combatir a los alacranes” se encuentran los siguientes, que pueden causar diferentes efectos en los humanos expuestos.

Piretroides

Los piretroides derivan de las piretrinas. Las piretrinas son compuestos naturales que tienen propiedades de insecticidas. Los piretroides son sustancias químicas de síntesis, con estructuras

muy parecidas a las piretrinas pero en general mucho más potentes. Se han desarrollado más de 1.000 piretroides sintéticos.

Son productos de menor toxicidad para el humano y animales domésticos respecto a los anticolinesterásicos, pudiéndose utilizar de forma intradomiciliaria. Sin embargo, deben emplearse con los recaudos necesarios dependiendo de la concentración del producto y la forma de aplicación. Se absorben bien de forma oral, cutánea e inhalatoria. Se encuentran en varias presentaciones como aerosoles, líquidos, pastillas termo-vaporables, espirales, bombas fumígenas, etc. Pueden encontrarse formulaciones con dos piretroides o en conjunto con un organofosforado o con sinergistas como el butóxido de piperonilo, que disminuye su metabolización aumentando su toxicidad. Son ampliamente utilizados y entre ellos se pueden mencionar a la Deltametrina, Tetrametrina, Permetrina, D-aletrina, D-tetrametrina y Alfa-Cipermetrina, Cifenoctrina, Lambdacialotrina, Bifentrina, Etofenprox, D-Fenotrina y Praletrina. Todos son insecticidas de uso extendido, que se usan también para el control de arácnidos. Pueden persistir en el ambiente hasta 10 días. Son liposolubles, se absorben principalmente por vía digestiva, seguida por la inhalatoria y en menor medida por vía dérmica. Al presentar un metabolismo rápido (hidroxilación y conjugación) poseen baja toxicidad para los mamíferos. Actúan a nivel del sistema nervioso central (SNC) prolongando la activación de los canales de sodio voltaje de-

pendiente, generando descargas repetitivas (los Tipo 1) o manteniendo abierto dicho canal por más tiempo (los Tipo 2), prolongando de esta forma la despolarización neuronal (King y Aaron 2015). En altas concentraciones se describe además la afectación de los receptores para ácido gamma aminobutírico (GABA) de tipo A. El contacto dérmico puede generar signos y síntomas locales con irritación e incluso parestesias, así como ante el contacto ocular puede haber dolor, lagrimeo, fotofobia y conjuntivitis, y ante la exposición inhalatoria, cuadros de broncoespasmo. Ante ingestas de altas concentraciones pueden presentarse cuadros neurológicos como temblor, ataxia, coreoatetosis, confusión, convulsiones y coma (Bradberry *et al.* 2005).

Dentro de las formas de aplicación se encuentra en auge para el control de artrópodos, la bomba fumígena cuya utilización doméstica si bien está aceptada, debe realizarse con especial cuidado cumpliendo las normas de seguridad al hacerlo, dejando el domicilio por 24-48 horas después de su aplicación.

Organofosforados

Son ésteres del ácido fosfórico y sus derivados, liposolubles y volátiles. Se pueden presentar de diversas formas, en su mayoría como líquido (que se encuentra disuelto en un hidrocarburo), como polvo, emulsionante (disuelto en xileno), aerosoles, cebos, granos, escamas, etc. Son inhibidores de la enzima acetilcolinesterasa (neuronal, plasmática y eritrocitaria) a la que se unen de forma irreversible. La inhibición aguda de esta enzima resulta en un aumento de acetilcolina, resultando en un síndrome colinérgico. El acúmulo de acetilcolina en los receptores muscarínicos y nicotínicos del sistema nervioso autónomo, sistema nervioso central y sistema periférico produce sobre estimulación de los mismos generando principalmente cambios en el estado de conciencia, debilidad muscular y excesiva actividad secretora de glándulas. Se absorben por las vías inhalatoria y oral produciendo síntomas inmediatos (Chodorowski *et al.* 2004) (Tabla 2).

Carbamatos

Son inhibidores de la acetilcolinesterasa, pero reversibles. La clínica de la intoxicación por carbamatos es muy similar a la generada por organofosforados, pero de duración más corta (24-48 h) debido a que la inhibición de la enzima acetilcolinesterasa es más inestable, recuperando la enzima su función. Por ello, si bien puede dar cuadros de igual gravedad que los organofosforados, su

Tabla 2. Efectos causados por la intoxicación con organofosforados.

Efecto colinérgico	Clínica
Muscarínico	Broncorrea, Sialorrea, epifora, sudoración, diarrea, náuseas, vómitos, hipotensión, bradicardia, visión borrosa, hiperemia conjuntival.
Nicotínico	Fatiga muscular, fasciculaciones, debilidad muscular, parálisis de los músculos respiratorios, taquicardia, hipertensión, midriasis, hiperglucemia.
Neurológico	Confusión, alteración del sensorio, ataxia, convulsiones, parálisis respiratoria, depresión del centro cardiovascular, coma.

reversión es más rápida, con mejor evolución y pronóstico. Algunos de ellos son: Aldicarb, Carbaryl, Carbofurán, Metomil, Propoxur. (Tabla 1).

Fipronil

Actúa sobre el receptor de GABA. Muy usado también en medicina veterinaria por su baja toxicidad. Puede ingresar por vía oral, dérmica o inhalatoria, tiene como órgano blanco el SNC, actúa bloqueando el receptor para GABA de tipo A, siendo necesarias para generar intoxicación, dosis mucho mayores que las requeridas para el combate de artrópodos. En intoxicaciones severas puede presentarse compromiso neurológico con hiperexcitabilidad (Chodorowski 2004), asociado a diaforesis, náuseas, vómitos, con latencia descrita de aproximadamente 12 horas, pudiendo llegar a presentar convulsiones (Fahim 2004).

Abamectina

De la familia de las avermectinas (lactonas macrocíclicas). Muy utilizadas como antiparasitarios en medicina veterinaria. Estimula los receptores de GABA en el SNC. Las intoxicaciones son poco frecuentes, pero potencialmente fatales. Presenta un amplio margen de seguridad. Cuando se producen las intoxicaciones pueden presentarse náuseas leves, vómitos, diarrea y debilidad y en graves, midriasis, vómitos, temblor, ptosis y confusión, pudiendo presentar insuficiencia respiratoria, convulsiones y coma, su vía de ingreso es principalmente oral pero puede presentarse por vía cutáneo-mucosa (Aminiahidashti *et al.* 2014).

Imidacloprid

Plaguicida nicotinoide, considerado de riesgo moderado, con buena absorción por todas las vías, presenta agonismo por receptores de acetilcolina de tipo nicotínico, pudiendo generar interferencia con la transmisión de impulsos. La estimulación del receptor afecta tanto al SNC como al sistema nervioso autónomo, estando descriptos mareos, somnolencia, desorientación, sudoración, midriasis, taquicardia e hipertensión, pudiendo presentar isquemia miocárdica, arritmias y coma en las intoxicaciones severas (Munde *et al.* 2017).

Existen distintas clases de productos, muy variados, que ciertamente pueden matar alacranes, mayormente ante el contacto directo, si bien también, en muchos casos, por su poder residual. Sin embargo, se debe tener en cuenta que su uso no elimina por sí solo a los escorpiones y su uso en particular repetido y sin control puede traducirse en cuadros de intoxicación.

Control biológico

El uso de predadores puede ser una herramienta útil para el control de varias especies de escorpiones, entre ellas de *Tityus*. Los escorpiones poseen varios enemigos naturales como lechuzas, zorros, zorrinos, comadrejas, armadillos, anfibios, monos, murciélagos, algunos roedores, arañas, lagartijas y otros animales domésticos como gatos y aves de corral como gallinas, patos y gansos. En este último caso pueden ser de mucha utilidad para combatirlos y eliminarlos de parques, jardines y peridomicilio.

Como ejemplo de mamíferos predadores de escorpiones puede citarse al ratón saltamontes (*Onychomys spp.*), en el norte de América, que tendría resistencia a la neurotoxicidad sistémica del veneno de *Centruroides*, si bien no así al dolor que causa el mismo (Rowe *et al.* 2006). También se observó que los murciélagos de orejas grandes del norte de África (*Otonycteris hemprichii*) son predadores naturales de escorpiones y que también tendrían resistencia a su veneno (Holderied *et al.* 2011).

Respecto a la predación por arañas, la interacción entre *Centruroides* y *Brachypelma vagans* (Arachnida: Araneae: Migalomorphae: Theraphosidae) se ha sugerido para el control de *Centruroides*, dado que no se encontraría a estos escorpiones en los poblados en donde esta araña, no agresiva, está presente en cantidad. Existen además estudios experimentales realizados con estas especies que apoyarían esta posibilidad (Dor *et al.* 2011), si bien en observaciones personales

de algunos de los autores llegan a observarse *Brachypelma* y *Centruroides* en diferentes lugares de una misma construcción (Adolfo R. de Roodt, observación personal). También en experiencia de los autores, se hallan escorpiones atrapados en las telas de arañas del género *Pholcus* ("patonas") y *Steatoda* ("falsa viuda negra"), en forma regular, en construcciones en las que conviven con *Tityus*. En este último caso recientemente se ha descripto la predación de *T. trivittatus* por *Steatoda triangulosa* (Faúndez y Albornoz 2017). Uno de los mayores predadores de escorpiones en zonas áridas del sur de Sudamérica son las lechuzas de las vizcacheras *Athene cunicularia* (Carevic *et al.* 2013; Guerrero *et al.* 2017) que encuentran en los escorpiones de buen tamaño de esta zona, una parte importante de su dieta. También en nuestro país ha sido citada la predación de escorpiones por parte de lagartijas de los géneros *Liolaemus* (Fulvio-Pérez *et al.* 2010) y *Homonota* (Fulvio-Pérez y Minoli 2014), lo que hace muy factible pensar la predación de juveniles de *T. trivittatus* por los geckos insectívoros sinantrópicos, *Tarentola mauritanica*, introducidos en la Ciudad de Buenos Aires. Debe señalarse sin embargo, que algunos escorpiones en otras latitudes pueden a su vez predear lagartijas.

Las aves de corral domésticas podrían ser un método de control para este tipo de arácnidos en el peridomicilio. En Brasil se realizaron experiencias distribuyendo gallinas para eliminar los escorpiones de los peridomicilios, pero los resultados no se pudieron evaluar adecuadamente (Spirandeli Cruz *et al.* 1995). Si bien las gallinas despliegan la mayor actividad durante el día duermen de noche mientras que, inversamente, los escorpiones desarrollan actividad nocturna. La búsqueda de artrópodos o lombrices por las gallinas o patos durante el día hace que puedan hallar escorpiones que están bajo piedras, en grietas o hendiduras de la tierra, o bajo hojas u otro tipo de objetos donde los escorpiones pueden refugiarse. Hay que mencionar que las gallinas no son inmunes al veneno de los alacranes, sin embargo raramente estos llegan a picarlas cuando son encontrados por ellas. Otra opción para el combate, es el uso de patos o gansos que, por la estructura de su pico, estarían más protegidos del agujoneamiento por escorpiones.

Este tipo de control, obviamente no sería aplicable en las grandes ciudades en las cuales la mayor densidad de escorpiones se observa en edificaciones grandes y preferentemente antiguas, en las que los alacranes encuentran un ambiente óptimo para su supervivencia.

En muchos medios de difusión masiva se sugiere (o afirma) que los felinos son resistentes al veneno de alacranes. No existe ninguna evidencia toxicológica para afirmar esto. Tal vez la habilidad de los gatos para enfrentarse y capturar diferentes presas puede ser la razón para esa afirmación. Una observación realizada durante la búsqueda activa de escorpiones por los autores, fue que en los lugares en que cohabitaban gatos y escorpiones, estos últimos no se localizaban en los mismos niveles de altura que en otros lugares de esas mismas edificaciones, sino a niveles mucho más elevados (de Roodt 2014). Si bien esto es solo una observación, es una observación sugestiva del papel de la presencia de gatos y de escorpiones conjuntamente. Sin embargo, a pesar de la habilidad de los gatos para cazar escorpiones, debemos decir que en los lugares mencionados en los que no se observaban escorpiones a niveles inferiores, sí se observaban huesos de gatos, lo que también es sugestivo. Aunque los gatos puedan tener habilidad para su captura, no son inmunes a sus venenos, siendo sensibles al veneno de estos (Animal Poison Control Center 2019; Arizona Poison Center 2019), por este motivo no se sugiere el uso de gatos domésticos como un método de control de escorpiones.

Recientemente investigadores de la Universidad de Córdoba han intentado utilizar nematodos parásitos como *Steinernema rarum* (Cepa OLI), como medio de control contra *T. trivittatus*, con resultados experimentales alentadores (Dr. Camilo Mattoni, Comunicación personal; Huespe 2017); sin embargo su utilización práctica en ambientes urbanos parece de difícil implementación y es un tema que debe seguir investigándose.

En muchos medios de comunicación se ha sugerido el uso de lavanda y otras plantas aromáticas como medida de control, o como una forma de ahuyentar escorpiones. Sin embargo hasta el momento no existe ningún estudio científico que apoye su efectividad como medida de control.

Localización y captura activas

Esta es una práctica muy utilizada para la obtención de escorpiones para obtener su veneno o investigación, utilizándose también para disminuir su población en lugares infestados.

El hallazgo de estos animales en ambientes urbanos es complicado. A pesar de la ventaja para su hallazgo que representa su fluorescencia ante la luz ultravioleta, que permite su rápida localización en la oscuridad, el tipo de hábitat que ocupan (túneles, cámaras, cañerías, grietas y oquedades de paredes y pisos, entretechos y entrepisos, etc.)

torna a esta característica de menor utilidad que cuando se la aprovecha en capturas a campo. Si bien la búsqueda y captura activa, pueden brindar algunos resultados cuando se combinan con otros métodos, en el caso de los escorpiones sinantrópicos, en especial en grandes edificaciones o edificaciones antiguas, esta modalidad se torna impráctica, por lo que no es recomendable como método único de control. En nuestra experiencia, la búsqueda activa y captura no brindan buenos resultados como única modalidad de control.

El muestreo directo con luz UV puede resultar eficaz para estudiar el estado de las poblaciones de escorpiones y para comprobar la presencia de los mismos, o sus restos, en lugares determinados. Los escorpiones emiten una fluorescencia de color "cian-verdosa" a una longitud de onda entre los 440 y 490 nanómetros. Cuando mudan su cutícula, no es fluorescente pero poco a poco esta cutícula va adquiriendo la capacidad fluorescente debido a la presencia de dos compuestos, la β -carbolina y la 7-hidroxi-4-metilcumarina, que se van degradando a medida que emiten la fluorescencia. Ambas moléculas se encuentran en la cutícula y actúan como colectores de fotones, "transformando" la luz ultravioleta en cian verdosa. *Figura 3.*

Hay que tener presente cuando se realiza la búsqueda, que el no-hallazgo de ejemplares no debe ser considerado como una evidencia de su ausencia, debido a lo difícil de su hallazgo.

Medidas de prevención en casas y edificios

Todas las medidas de este tipo deben ser dirigidas a evitar el contacto hombre-escorpión. Son especialmente útiles y en ocasiones las únicas aplicables en los edificios grandes y en construcciones antiguas, donde la utilización del control químico y otras modalidades no brinda buenos resultados, o donde fuese imposible su aplicación (espacios habitados, industria alimenticia, salas de hospitales, etc.).

Hay que tener muy presente que la eliminación total de escorpiones en este tipo de construcciones es casi imposible, ya que se localizan en sótanos, cañerías, galerías subterráneas, oquedades de paredes, grietas de paredes o túneles, túneles y cámaras subterráneas y todo tipo de construcción o hábitat generado antropogénicamente adecuado para ellos (basureros peridomiciliarios, pilas o depósitos de materiales como maderas, ladrillos, hojarasca, etc.). En estos lugares están protegidos de la mayoría de sus predadores (incluido el ser humano) y encuentran alimento abundante. Por todo ello, eliminarlos totalmente con los medios descriptos si posible, sería extremadamente di-

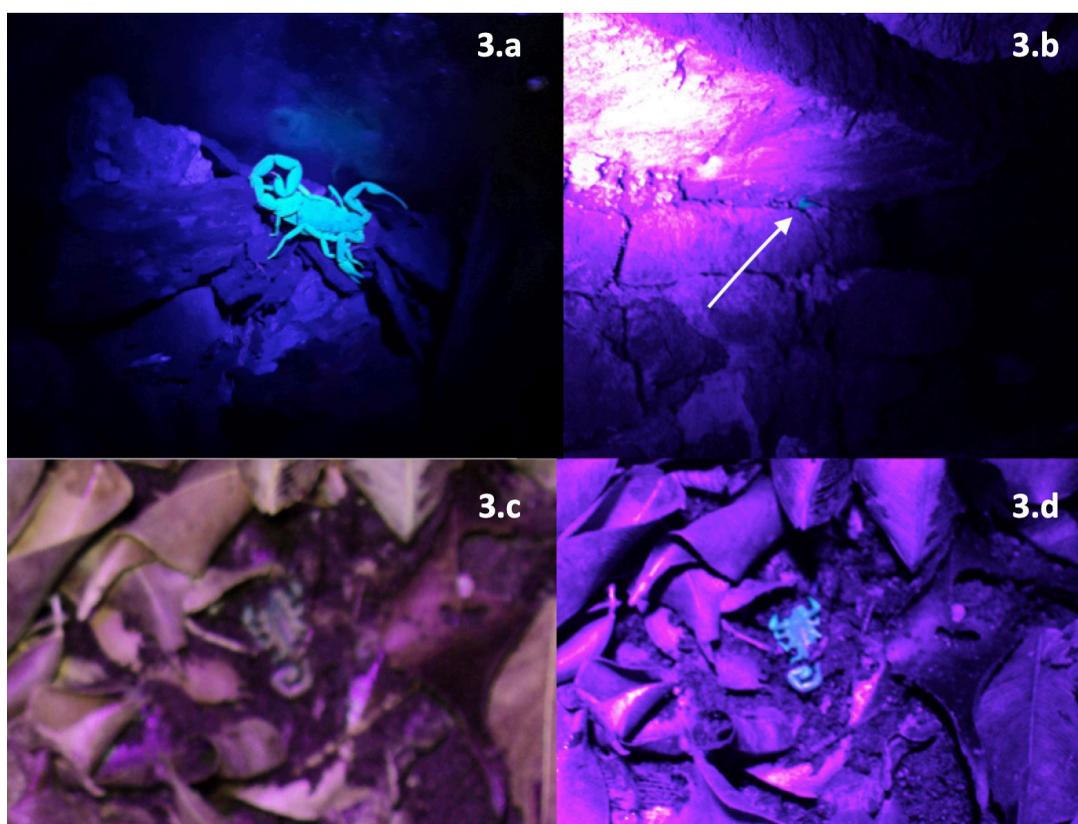


Figura 3. Visualización con luz ultravioleta. 3.a muestra un escorpión fotografiado sobre sustrato de madera iluminado con luz UV. 3.b la flecha indica la presencia de un escorpión en una grieta del túnel, el que solo podría ser visualizado mediante el uso de luz UV. La figura 3.c muestra un escorpión entre la hojarasca fotografiado con luz normal y luego el mismo escorpión fotografiado iluminado con luz UV. Fotos A.R. de Roodt.

ficultoso. Para su control, debe antes que nada, impedirse su ingreso a los lugares habitados por humanos, recién tras lo cual, se deben evaluar las formas adecuadas para disminuir su población. Son fundamentales la reparación de grietas y oquedades en los pisos y paredes, revoque de las paredes preferentemente liso debido a que los escorpiones no pueden subir por superficies bien lisas (Bravo-Becherelle y Arizmendi 1967), la reparación de cañerías rotas, la adecuación de depósitos de basura y eliminación de artrópodos que pudiesen servirles de alimento. El aseo diario y empleo de tapas sanitarias, rejillas de trama fina, protecciones en desagües o cañerías de drenaje, burletes en las puertas y ventanas, uso de tela tipo mosquitera, etc., son medidas que deben tomarse antes de pensar en la implementación de cualquier otro método de control.

Hay que recordar que los alacranes no solo pueden ingresar por grietas, agujeros o rejillas, sino por desagües, por lo que protecciones adecuadas en éstos y tapones en piletas y bañaderas, deben ser considerados dentro de las herramientas de

control.

En los casos de nuevas edificaciones en áreas donde habitan escorpiones, se deberían contemplar lineamientos edilicios que impidan el ingreso de escorpiones a los ambientes habitados, así como la eliminación de estructuras arquitectónicas que pudiesen favorecer su establecimiento o dispersión tales como pisos con cámara de aire, sobretechos, túneles o cañerías o cámaras de difícil acceso.

En el peridomicilio, patios, jardines, fondos de casas, parques, deben eliminarse los elementos en desuso, desmalezar y retirar todo tipo de escombros, maderas, ladrillos, etc.

Con estas medidas se tiende a impedir que los escorpiones puedan acceder a los ambientes habitados por humanos. Son las únicas medidas que pueden evitar el contacto hombre-escorpión sobre todo en edificaciones antiguas, en las que estos arácnidos pueden hallar muy numerosos nichos para vivir y reproducirse.

En zonas periurbanas, rurales o semi-rurales, en especial las del norte del país, pueden ser de utili-

dad las sugerencias de la Norma Oficial Mexicana (Secretaría de Salud 2002) para el control, tomando medidas como aplanar y resanar techos, pisos y paredes, encalar las cercas, paredes y árboles próximos a las viviendas, instalar cielos rasos (tela, polietileno expandido, etc.) en los techos de materiales naturales (techos de paja u otros productos naturales). También se recomienda la colocación de mosquiteros (alambre o plástico) en puertas y ventanas. En los exteriores de la vivienda pueden servir los zócalos de 15 a 30 cm de metal galvanizado, azulejos o cemento pulido, ya que como antes se mencionó, los escorpiones no pueden subir por superficies lisas.

A diferencia de muchas arañas que poseen distintas estructuras en las patas, como el fascículo subungueal o la escópula, que les permiten trepar superficies perfectamente lisas como vidrio (Niederegger y Gorb 2006), los escorpiones sólo pueden trepar superficies que presenten algún tipo de rugosidad, ya que sus tarsos ventralmente sólo presentan distintos tipos de setas y espinas, pero no poseen ningún tipo de estructura de adhesión (Prendini 2001). Solo las crías (ninfas 1) poseen adaptaciones para poder mantenerse en el lomo de la madre, adaptación que pierden al avanzar en sus estadios.

No se deben acumular escombros, maderas, tabiques, basura, muebles o aparatos inservibles en el domicilio y peridomicilio, dado que estos pueden constituirse en ámbitos adecuados para los alacranes. También en estas zonas, cuando hubiese alacranes de importancia médica, se deberían evitar árboles y arbustos en la periferia y cerca de la casa o en su defecto cortar las ramas que ingresen o toquen la vivienda. En este caso una buena opción es la utilización de métodos combinados, de los que se habla en el siguiente capítulo, por lo que también se podría fumigar dos metros alrededor de la vivienda y hasta un metro en la periferia de esta. En el norte de Argentina por las altas temperaturas y características generales climáticas y ambientales, especies sinantrópicas como *T. trivittatus* o *T. confluens* pueden hallarse no solo en el domicilio sino también comúnmente en los peridomicilios, dónde el control químico puede ser de utilidad para reducir el número de escorpiones (Secretaría de Salud 2002).

Es muy importante la concientización de la población y autoridades para tomar estas medidas en las diferentes edificaciones en las zonas escorpiónicas. En aquellos lugares en que no se toman este tipo de medidas, la efectividad de las labores generales que se realicen en la zona

disminuirá y habrá mayor posibilidad de encuentro humano-escorpión.

Ante la presencia cierta, y mientras se implementan las medidas ambientales, es importante tomar medidas como limpiar y despejar los pisos, revisar el calzado antes de colocárselo, sacudir la ropa, no dejar sábanas o colchas que toquen el piso para evitar que los escorpiones suban a las camas o cunas. En casos de alta infestación y mientras se toman las medidas de prevención y control, pueden ponerse las patas de las cunas o camas dentro de envases de plástico lisos o de vidrio, o rodear a estas con tela autoadhesiva lisa, ya que, como se mencionó, los escorpiones no pueden trepar por superficies lisas como vidrio o metal o plástico liso y limpio.

La conducta personal, también es muy importante en la prevención, las mejores modificaciones ambientales y edilicias no serán de mucha utilidad si no consideramos medidas básicas como caminar descalzo o introducir las manos en cañerías u oquedades sin protección".

Métodos combinados

La utilización de métodos combinados es la mejor herramienta para el control racional de las poblaciones de alacranes de importancia médica. En urbanizaciones con construcciones residenciales, sin grandes edificios, las medidas edilicias combinadas con el control químico en el interior y exterior de la vivienda, podría ser de utilidad para mantener los domicilios y peridomicilios libres de escorpiones.

En el caso de las grandes ciudades con grandes edificaciones y edificios antiguos, la adopción de medidas edilicias a fin de reducir el contacto hombre-escorpión es la mejor opción. El control químico en esta instancia brindaría algo de utilidad solamente tras adoptar las primeras medidas, pudiendo disminuir las poblaciones de estos arácnidos ya sea por el contacto con los productos como por la disminución de las especies que pueden servirles como alimento, e indirectamente por la ingestión de alimentos con residuos de químicos en sus tejidos. Por ejemplo, en nuestro laboratorio notamos cuando se alimentan escorpiones con cucarachas, sin signos de intoxicación pero obtenidas de ambientes en los que se usaron productos para matarlas, una mortalidad que no sucedía cuando los escorpiones eran alimentados con cucarachas criadas sin exposición a productos insecticidas, en este caso puntual, piretroides. Si bien esto no es algo que se haya demostrado científicamente, es una observación sugestiva. Respecto a la relación entre las cuca-

rachas y escorpiones, algunos trabajadores de obras subterráneas en la Ciudad de Buenos Aires, hace décadas, mencionaban como indicador de la presencia de escorpiones, la ausencia de cucarachas en los túneles. Siendo las crías las de cucarachas una de las principales fuentes de alimento de los *Tityus* en esta Ciudad, la relación suena lógica, si bien debe tenerse en cuenta que las fuentes de alimento de los escorpiones pueden variar en las diferentes regiones.

También debe tenerse en cuenta que los escorpiones poseen un metabolismo que les permite permanecer sin comer por periodos muy prolongados (Gonzaga Pimenta *et al.* 2019), que pueden extenderse varios meses, por lo que el control a través de la disminución de sus fuentes de alimento, si bien es útil, tampoco puede considerarse una medida definitiva.

Las medidas de control combinadas entonces, dependerán de la zona del país, las especies de escorpiones y el tipo y uso de construcciones en los que estos se encuentren. En depósitos de materiales, oficinas y fábricas, el combate y las medidas de prevención son mucho más fáciles de tomar que en las viviendas particulares, escuelas u hospitales, en donde muchas de estas medidas se ven dificultadas o se torna imposible implementarlas (por ejemplo sectores pediátricos o de cuidados intensivos en hospitales, etc.).

Inicialmente la búsqueda activa para ubicar los sitios donde podrían encontrarse o ingresar los escorpiones a los domicilios sirve para disminuir el riesgo de picaduras. En este caso quien realiza la búsqueda debe ser personal calificado o al menos estar instruido sobre la forma adecuada de capturar a estos arácnidos (de Roodt 2007). Esto disminuirá transitoriamente la posibilidad de accidentes, sin embargo la ausencia de medidas adicionales no brindará ninguna solución. Ubicar esos lugares, puede ser muy importante dado que los alacranes pueden ingresar a las viviendas o construcciones a partir de baldíos o casas abandonadas mediante grietas o cañerías. En ocasiones la aparición de escorpiones puede verse incrementada por reformas edilicias en la misma casa, en casas vecinas, en el edificio o por construcciones de edificios en las cercanías del lugar problemático. Esto también debe ser considerado. Una vez localizados los lugares donde se encuentran y retirados, se deben aplicar las medidas edilicias que correspondan para evitar el contacto hombre – escorpión. Tras esto, se puede combinar la utilización de algún producto para disminuir su provisión de alimento. Sin embargo, se debe tener presente que en el caso de *T. tri-*

vittatus y *T. confluens*, la medida de control más importante, es la referida a las acciones tomadas sobre el ambiente, pudiendo utilizarse el control químico, solamente después que estas se hayan llevado a cabo. Es importante recalcar eso, dado que de otra forma no solo no se obtendrán buenos resultados, sino que se aumentará el riesgo de contacto con escorpiones y accidentes.

Evaluación de las medidas de control

Es frecuente (lamentablemente) que se tomen medidas sin evaluar su impacto o hacerlo cualitativamente enunciando como resultado de las medidas frases como: “hay menos que antes” o “aparecen – se encuentran más espaciados”, etc. Esto evidentemente no tiene utilidad al momento de poder evaluar el impacto de las medidas que se toman a fin de tomar medidas correctivas si fuese necesario.

A fin de poder entender el éxito o fracaso de las medidas implementadas y evaluar la necesidad de cambio de estrategias de control deben utilizarse índices como los de Infestación (casas donde se hallaron escorpiones / casas revisadas), Intensidad o hacinamiento (número de escorpiones encontrados / casas donde se encontraron escorpiones) y de densidad (número de escorpiones encontrados / número de casas examinadas) (Secretaría de Salud 2002; Ministério da Saúde 2009).

Comentarios finales

En Argentina las picaduras por escorpiones son conocidas por los servicios de salud desde hace décadas, particularmente en las provincias del noroeste y noreste del país. Pero recién en la década del 90 es cuando comienzan a ser registrados cuadros de envenenamiento graves y muertes de niños (de Roodt *et al.* 2003). Los accidentes y óbitos han aumentado y se han extendido a otras regiones del país (sobre todo en los últimos años) aún en provincias donde los casos por escorpionismo eran históricamente leves (Evangelista *et al.* 2003 a y b; Piola *et al.* 2003, 2004, 2006; Docampo y Fernández 2011; Ministerio de Salud 2011).

En respuesta a esta realidad, a partir de los primeros casos graves registrados, Argentina comenzó con la producción nacional de un antídoto anti-*T. trivittatus*, puesto que solo se contaba para el tratamiento de los envenenamientos por *Tityus* (de Roodt *et al.*, 2003), con el antiveneno Antiaracnídico Polivalente, producido por el Instituto Butantan de Sao Paulo, Brasil, que hoy se sigue utilizando en Brasil para tratar los envenenamientos por escorpión. Este antídoto es producido a través

de la inmunización de equinos con veneno de *T. serrulatus*, también es efectivo para el tratamiento de los accidentes por *T. trivittatus* (de Roodt *et al.* 2003; Ministerio de Salud 2011; de Roodt 2014). A dicho antiveneno, luego se le sumaron los elaborados por otros laboratorios brasileños (antivenenos anti-escorpión de la Fundación Exequiel Dias y del Instituto Vital Brazil), que también pueden ser utilizados. Esto es debido a que la principal toxina del veneno de *T. serrulatus* (inmunógeno utilizado para la producción de los antivenenos brasileños) posee una homología estructural del 95% con la del veneno de *T. trivittatus* (Coronas *et al.* 2015; de Roodt 2015).

A nivel mundial se considera que aproximadamente el 10% de los casos de envenenamiento por escorpión, requieren tratamiento (Chippaux y Goyffon 2008; Khatabbi *et al.* 2011), relación que parecería mantenerse en Argentina (de Roodt 2009). En los últimos años se han realizado campañas y programas de instrucción sobre escorpionismo, fomentando la prevención, desde educación para la salud, con la entrega de material bibliográfico impreso y digital para la comunidad, así como con publicaciones científicas y comunicando estudios sobre la temática, en reuniones científicas; además de la realización de valiosos proyectos de investigación, relacionados con el escorpionismo, su diagnóstico, tratamiento y prevención. Sin embargo, aún existe poca información con base técnico-científica sobre las formas adecuadas de prevenir este tipo de accidente, y cómo controlar a las poblaciones de arácnidos responsables.

En este escenario, lamentablemente, el uso de la fumigación sigue siendo recomendado en medios masivos de comunicación como un método efectivo de "eliminación" de alacranes, procedimiento que hasta en algunos casos es promovido por autoridades sanitarias. Las fumigaciones, a su vez, con bastante frecuencia son exigidas por los ciudadanos al encontrar un alacrán en el hogar, siendo este procedimiento no adecuado e incluso, como ha sido explicado, como medida de control contraproducente. Recordamos que el control químico se encuentra contraindicado por las autoridades sanitarias del Brasil, que poseen una enorme experiencia en el control del escorpionismo por *Tityus*, en especial de *T. serrulatus*, una especie de características sinantrópicas y partenogenéticas similares a *T. trivittatus* (Ministério da Saúde 2009). Este escorpión tiene una gran capacidad invasiva (von Eickstedt *et al.* 1996; Lourenço 2003). Por esa razón la fumigación no es recomendada como medida única de control según lo expresado en la Guía de Escorpionismo

del Ministerio de Salud de la Nación (Ministerio de Salud 2011).

Sin duda la prevención es la herramienta fundamental para disminuir la morbi-mortalidad por picadura de escorpiones. Siendo fundamental para ello, evitar el contacto de los humanos con estos arácnidos, así como el control del crecimiento y dispersión de las poblaciones de alacranes. Para estos fines, la biología de estos artrópodos debe ser entendida correctamente y tenerse real conciencia de su capacidad adaptativa y de distribución.

El análisis de la situación sanitaria en lo referente a la ocurrencia de accidentes por escorpión, su gravedad, y frecuente hallazgo de estos arácnidos en distintas zonas, su localización y distribución espacial, son aspectos esenciales para enfrentar esta problemática. Por ello, instruir a la población en general e involucrar su participación en las campañas que se realizan, es fundamental, así como la capacitación del personal de salud en todos los niveles (en particular quienes deben comunicar). Esta capacitación debe centrarse en el reconocimiento de escorpiones de importancia médica, sus características biológicas (referidas a los aspectos sanitarios), sobre las medidas racionales que se deben tomar para impedir o reducir el riesgo de sufrir picaduras por escorpión y en cómo actuar en casos de envenenamientos.

En ocasiones se observa la ocurrencia de accidentes en nuevos asentamientos urbanos, cuando se establecen en zonas previamente ocupadas por escorpiones. En estos casos, la recomendación debe centrarse en diseñar medidas básicas en las construcciones para impedir el ingreso de estos animales.

Las muertes debidas al envenenamiento por picadura de alacrán afectan mayoritariamente a niños en todo el mundo (Chippaux y Goyffon 2008; Katthabi *et al.* 2011) y en muchas ocasiones, la mayor mortalidad se da en poblaciones en las que hay carencias edilicias y sanitarias, tal como se pudo comprobar en México (Celis *et al.* 2007). En ese país el mejoramiento de las condiciones de vida, vivienda e higiene, junto a la aplicación de políticas sanitarias como el uso rutinario de antiveneno han reducido sensiblemente la mortalidad por este tipo de emponzoñamientos, que era mucho mayor en las poblaciones pequeñas, con limitaciones al acceso a la rápida atención médica y con condiciones de vivienda facilitadoras del contacto humano-escorpión (Celis *et al.* 2007).

La disminución de los envenenamientos por picadura de escorpión, puede lograrse con un enfoque integral, que debe contemplar medidas adecuadas

y efectivas, con base en el conocimiento técnico y científico, disponible para reducir la posibilidad del encuentro hombre-escorpión y con ello disminuir la ocurrencia de este tipo accidentes.

Si bien la mortalidad y letalidad son menores en relación a las producidas por serpientes y arañas en Argentina, su morbilidad es la más alta (de Roodt *et al.* 2017). Actualmente contamos con un antiveneno específico producido por el Estado Nacional y disponible para tratar este tipo de envenenamientos de manera gratuita, también se provee desde el sistema público de salud información actualizada sobre diagnóstico, clínica y tratamiento de los envenenamiento por escorpiones (Ministerio de Salud 2011). La prevención es fundamental y las medidas de control deben ser muy sólidas.

Los esfuerzos respecto a las medidas de control de las poblaciones de escorpiones y de prevención del contacto hombre-escorpión, deben estar fundamentadas en datos con bases sólidas técnico-científicas.

Bibliografía

Acosta LE. 2005. Escorpiones-Escorpiones o alacranes. En Artrópodos de Interés Médico en la Argentina. Buenos Aires, Argentina: Salomón, OD. Fundación Mundo Sano. p. 21-27.

Aminiahidashti H, Jamali SR, Heidari Gorji AM. 2014. Conservative care in successful treatment of abamectin poisoning. *Toxicol Int.* 21(3):322-4. ANMAT. Listado de insecticidas y raticidas [Internet]. 2018. ANMAT, Ministerio de Salud. [Actualizado al 1 de abril de 2018; citado el 6 de junio de 2019]. Disponible en: http://www.anmat.gov.ar/listados/Listado_Insecticidas_Raticidas_2017.pdf

Animal Poison Control Center. Scorpions. [Internet]. 2020. Pet Poison Helpline [Citado el 6 de junio de 2019]. Disponible en: <https://www.pet-poisonhelpline.com/poison/scorpions/>. Electronic Factbook [Internet]. 2007. Montreal (QC): McGill University; [actualizado al 30 de marzo de 2007; citado el 11 de enero de 2013]. Disponible en: <http://www.is.mcgill.ca/upo/factbook/index-upo.htm>

Arizona Poison Center. 2014. Safety & first aid tips from the Arizona poison and drug information center. When scorpion meets cats & dogs. [Internet]. The Arizona Poison and Drug Information Center University of Arizona [citado el 6 de junio de 2019]. Disponible en: https://azpoison.com/sites/default/files/poisonologywhen_scorpion_meets_cats_and_dogs2.pdf

Blanco G, Laskowicz RD, Scarlato E, Casas N, Costa de Oliveira V, Lanari LC, Lago NR, de Roodt AR. 2012. Increased incidence of *Tityus trivittatus*. Envenoming in the City of Buenos Aires. *Toxicol.* 60:188.

Blanco G, Laskowicz RD, Lanari LC, Scarlato E, Damin C, de Titto EH, de Roodt AR. 2016. Distribución de los hallazgos de escorpiones en la ciudad de Buenos Aires en el período 2001-2012 y sus implicancias sanitarias. *Arch Argent Pediatr.* 114(1):77-83/77. doi: 10.5546/aap.2016.77.

Bradberry SM, Cage SA, Proudfoot AT, Vale JA. 2005. Poisoning due to pyrethroids. *Toxicol Rev.* 24(2):93-106.

Bravo-Bercherele M. A., Arizmendi N. 1967. Valoración de la protección mecánica de las casas contra la entrada de alacranes. *Salud Pública de México.* 9(2):209-211.

Bucherl W. 1971. Classification, biology and venom extraction of scorpions. En: *Venomous Animals and their Venoms. Venomous Invertebrates*, vol. III. New York (USA): Bucherl W, Buckley E. Academic Press. p. 317-47.

Brownell P, Polis G. 2001. *Scorpion Biology and Research*. University Press. Oxford.

Carevic FS, Carmona ER, Muñoz-Pedrerros A. 2013. Seasonal diet of the burrowing owl *Athene cunicularia* Molina, 1782 (Strigidae) in a hyperarid ecosystem of the Atacama desert in northern Chile. *Journal of Arid Environments* 97:237-241.

Celis A, Gaxiola-Robles R, Sevilla-Godínez E, Orozco Valerio M de J, Armas J. 2007. Tendencia de la mortalidad por picadura de alacrán en México, 1979-2003. *Rev Panam Salud Pública.* 21(6):373-380.

Coronas FIV, Diego-García E, Restano-Cassulini R, de Roodt AR, Possani LD. 2015. Biochemical and physiological characterization of a novel Na⁺-channel specific peptide from the venom of the Argentinean scorpion *Tityus trivittatus*. *Peptides.* 68:11-16.

Chandre F, Darriet F, Duchon S, Finot L, Mangiun S, Carnevale P, Guillet P. 2000. Modification of pyrethroid effects associated with kdr mutation in

- Anopheles gambiae. Med Vet Entomol. 14:81–88.
- Chippaux J-P. 2012. Emerging options for the management of scorpion stings. Drug Design, Development and Therapy. 6:165–173. doi.org/10.2147/DDDT.S24754
- Chippaux J-P, Goyffon M. 2008. Epidemiology of scorpionism: a global appraisal. Acta Trop. 107:71-79.
- Chodorowski Z. 2004. Organophosphate and carbamate poisoning. Accidental Dermal and Inhalation Exposure with Fipronil—A Case Report. Journal of Toxicology. 42(2):189–190.
- de Roodt AR. 2007. Recomendaciones para la captura y traslado de escorpiones. Ministerio de Salud. Boletín de la Asociación Toxicológica Argentina. 21(75):18-28.
- de Roodt AR. 2009. Estudio del Veneno de Algunos Escorpiones de Importancia Médica de la Argentina. [Tesis]. [Buenos Aires]: Universidad Nacional de San Martín.
- de Roodt AR. 2014. Comments on Environmental and Sanitary Aspects of the Scorpionism by *Tityus trivittatus* in Buenos Aires City, Argentina. Toxins (Basel). 6:1434-1452.
- de Roodt AR. 2015. Veneno de escorpiones (alacranes) y envenenamiento. Acta Bioquímica Clínica Latinoamericana. Revisión. 49(1):55-71.
- de Roodt AR, García SI, Salomón OD, Segre L, Dolab JA, Funes RF, de Titto EH. 2003. Epidemiological and clinical aspects of scorpionism by *Tityus trivittatus* in Argentina. Toxicon. 41:971–977.
- de Roodt AR, Lanari LC, Casas N, García I, Costa de Oliveira V, Damin CF, de Titto EH. 2017. Accidentes y muertes por animales venenosos en Argentina durante el período 2000-2011. Revista Ecuatoriana de Ciencia, Tecnología e Innovación en Salud Pública. 1(1): 1-24. <https://www.inspilip.gob.ec/wp-content/uploads/2019/04/Accidentes-y-muertes-por-animales-venenosos-en-Argentina.pdf>.
- de Roodt AR, Lanari LC, Remes-Lenicov M, Cargnel E, Damin CF, Greco V, Orduna TA, Lloveras S, Desio MA, van Grootheest, JH, Casas N, Ojanguren-Affilastro A. 2019. Expansión de la distribución de escorpiones del género *Tityus*. C. L. Koch 1836 en Argentina. Implicancias sanitarias. Acta Toxicol. Argentina. 27(3):109-119.
- Dias E, Libaino S, Lisboa M. 1924. The Struggle against Scorpions. Mem Inst Osw Cruz. 17(1):5-44.
- Docampo PC, Fernández ME. 2011. Escorpionismo: presentación de un posible caso grave ocurrido en la Ciudad de Buenos Aires. Acta Toxicológica Argentina. 19(1):16-18.
- Dor A, Calme S, Henaut Y. 2011. Predatory interactions between *Centruroides* scorpions and the tarantula *Brachypelma vagans*. J. Arachnol. 39:201–204.
- Evangelista M, Prada DB, Pezzoto S, Piola JC. 2003a. Estudio retrospectivo sobre escorpionismo en Rosario, 1990-2002. Acta Toxicológica Argentina. 11(2):95.
- Evangelista M, Prada DB, Pell B, Aita A, Piola JC. 2003b. Incremento de las consultas por escorpionismo en Sertox, Rosario. Acta Toxicológica Argentina. 11(2):96.
- Fahim M. 2004. Acute Human Self-Poisoning with the N-Phenylpyrazole Insecticide Fipronil -A GABAA-Gated Chloride Channel Blocker. J Toxicol Clin Toxicol. 42(7):955–963.
- Faúndez EI, Albornoz M. 2017. Sobre un registro de predación de Steatoda triangulosa (Walckenaer, 1802) (Araneae: Theridiidae) sobre *Tityus trivittatus* Kraepelin, 1898 (Scorpiones: Buthidae) en Argentina. Revista Ibérica de Aracnología. 30:165–166.
- Fundação Nacional de Saúde. 1999. Escorpionismo. En: Manual de Diagnóstico e Tratamento de Acidentes por Animais Peçonhentos. Brasília (BR): Ministério da Saúde / Fundação Nacional de Saúde. p.37–44.
- Gonzaga Pimenta RJ, Brandão-Dias FPP, Gomes Leal H, Oliveira do Carmo A, de Oliveira-Mendes BBR, Chávez-Olórtegui C, Kalapothakis E. 2019. Selected to survive and kill *Tityus serrulatus*, the Brazilian yellow scorpion. PLOS ONE PLoS ONE 14(4): e0214075. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0214075>.
- Goyffon M, Roman V. 2001. Radio resistance of scorpions. En: Scorpion Biology and Research. Oxford University. Press: New York (USA): Brownell P, Polis G. p. 393–405.

- Goyffon M, Tournier J-N. 2014. Scorpions: A Presentation. *Toxins*. 6:2137-2148.
- Guerrero EL, Lucero RF, Agnolin F, Lucero SO, Chimento Ortíz NR. 2017. Notas sobre la deprecación de opiliones y escorpiones por *Athene cunicularia* (Aves, Strigidae). *Historia Natural, Tercera Serie*. 7(2):55-65.
- Gurtler RE, Scheigmann NJ, Cecere MC, Chuit R, Wisinevsky-Colli C. 1993. Comparison of two sampling methods for domestic populations of *Triatoma infestans* in north-west Argentina. *Med. Vet. Entomol*. 7:238-242.
- Holderied M, Korine C, Moritz T. 2011. Hemprich's long-eared bat (*Otonycteris hemprichii*) as a predator of scorpions: whispering echolocation, passive gleaning and prey selection. *J Comp Physiol A Neuroethol Sens Neural Behav Physiol*. 197:425-433.
- Huespe C. 2017. Un ingenioso método para combatir los alacranes: enfermarlos con parásitos. Universidad pública conocimiento público. Agencia universitaria de comunicación de la ciencia, el arte y la tecnología. Universidad Nacional de Córdoba. [Internet]. [Citado el 6 de junio de 2019]. Disponible en: <http://unciencia.unc.edu.ar/2017/marzo/un-ingenioso-metodo-para-combatir-los-alacranes-enfermarlos-con-parasitos>.
- Khattabi A, Soulaymani-Bencheikh R, Achour S, Salmi L-R. 2011. For the Scorpion Consensus Expert Group. Development of clinical consequences of scorpion stings: consensus. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*. 105:364-369.
- King A, Aaron C. 2015. Organophosphate and carbamate poisoning. *Emerg Med Clin North Am*. 33(1):133-151.
- Laskowicz R, Scarlato E, Lanari L, Blanco G, Lago N, de Roodt A. 2011. Localización geográfica de ejemplares de *Tityus trivittatus* hallados en la ciudad de Buenos Aires. *Acta Toxicológica Argentina*. 19:94-95.
- Lourenço WR. 2003. Scorpion Biogeography. A Review. Geographical expansion of *Tityus serrulatus* in historical times. En: Una perspectiva Latinoamericana de la biogeografía. México: Morrone JJ, Llorente Bousquets J. Facultad de Ciencias de la UNAM. p.227.
- Maury EA. 1970. Redescrición y distribución en la Argentina de *Tityus trivittatus* Kraepelin, 1898 (Scorpiones, Buthidae) comentarios sobre sus hábitos domiciliarios y su peligrosidad. *Physis C*. 29: 405-421.
- Maury EA. 1997. *Tityus trivittatus* en la Argentina. Nuevos datos sobre distribución, partenogénesis, sinantropía y peligrosidad (Escorpiones, Buthidae). *Rev. Museo Argentino Ciencias Naturales*. 24:1-24.
- Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Vigilância Epidemiológica. 2009. Manual de Controle de Escorpiões. Brasília (Brasil). Ministério da Saúde.
- Ministerio de Salud de la Nación. 2011. Guía de Prevención, Diagnóstico, Tratamiento y Vigilancia Epidemiológica del Envenenamiento por Escorpiones. Buenos Aires (Argentina). Ministerio de Salud.
- Mundhe S, Birajdar SV, Chavan SS, Pawar NR. 2017. Imidacloprid poisoning: An emerging cause of potentially fatal poisoning. *Indian J. Crit. Care. Med*. 21(11):786-788.
- Niederegger S, Gorb SN. 2006. Friction and adhesion in the tarsal and metatarsal scopulae of spiders. *Journal of Comparative Physiology A*. 192: 1223-1232. doi.org/10.1007/s00359-006-0157-y.
- Novaes Ramires E, Navarro-Silva MA, de Assis Marques F. 2011. Chemical Control of Spiders and Scorpions in Urban Areas. En: Pesticides in the Modern World. Pests Control and Pesticides Exposure and Toxicity Assessment. Rijeka (Croatia): Stoycheva M. Intech Open. p. 553-600.
- Nunes CS, Bevilacqua PD, Jardim CCG. 2000. Demographic and spatial aspects of scorpionic accidents in the Northwest region of Belo Horizonte City, Minas Gerais, 1993-1996. *Cad. Saúde Pública Rio J*. 16:213-223.
- Ochoa JA, Ojanguren-Affilastro AA, Mattoni CI, Prendini L. 2011. Systematic revision of the Andean scorpion genus *Orobothriurus* Maury 1976 (Bothriuridae), with discussion of the altitude record for scorpions. *Bulletin of the American Museum of Natural History*. 359:1-90.

- Ojanguren Affilastro AA. 2005. Estudio monográfico de los escorpiones de la República Argentina. Rev. Ibérica Aracnología. 11:75–241.
- Ojanguren-Affilastro AA, Bizzotto C, Lanari LC, Remes-Lenicov M, de Roodt AR. 2019. Presencia de *Tityus confluens* Borelli en la ciudad de Buenos Aires y expansión de la distribución de las especies de importancia médica de *Tityus* (Scorpiones; Buthidae) en la Argentina. Rev. Museo Argentino Ciencias Naturales. 21(1):101-112.
- Palomino M, Villaseca P, Cárdenas F, Ancca J, Pinto M. 2008. Eficacia y residualidad de dos insecticidas piretroides contra *Triatoma infestans* en tres tipos de viviendas. Evaluación de campo en Arequipa, Perú. Rev. Peru Med. Exp. Salud Pública. 25(1):74-100.
- Perez CHF, Avila LJ, Camargo Bentaberry A. 2010. Predation of *Liolaemus huacahuasicus* (Squamata: Iguania: Liolaemini) by *Brachistoternus intermedius* (Scorpiones: Bothriuridae) in Cumbres Calchaquies, Tucumán Province, Northwestern Argentina. Cuadernos de Herpetología. 24(2):123-124.
- Pérez CHF, Minoli I. 2014. Depredación de *Homonota darwini* Laurent 1984 (Squamata: Phyllodactylidae) por *Brothriurus burmeisteri* Kraepelin, 1894 (Scorpiones: Bothriuridae) en la provincia del Chubut, Argentina. Cuadernos de Herpetología. 28(2):145-146.
- Piola JC, Evangelista M, Prada DB. 2003. Primeros pacientes tratados con antiveneno escorpiónico en Sertox, Rosario. Acta Toxicológica Argentina. 11(2):94.
- Piola JC. 2004. Escorpiones en Rosario. Revista de la Comisión de Ecología y Medio Ambiente del Honorable Concejo Municipal de Rosario. 4(7):16-18.
- Piola JC, Prada DB, Waksman JC, Evangelista M. 2006. Increase mortality and morbidity from *Tityus trivitattus* envenomation in Argentina. Clin. Toxicol. 44(5):650.
- Polis GA. 1990. The Biology of the scorpions. Palo Alto, Ca (USA): Stanford University Press.
- Prendini L. 2001. Substratum specialization and speciation in southern African scorpions: the Effect Hypothesis revisited. En: Fet V., Selden PA. (Eds.), Scorpions 2001: In Memoriam Gary A. Polis. British Arachnological Society, Burnham Beeches (UK). pp. 113–138.
- Ramsey JM, Salgado L, Cruz-Celi A, López R, Alvear AL, Espinosa L. 2002. Domestic scorpion control with pyrethroid insecticides in Mexico. Med. Vet. Entomol. 16:356–363.
- Ribeiro de Albuquerque CM, Oliveira Barbosa M, Iannuzzi L. 2009. *Tityus stigmurus* (Thorell, 1876) (Scorpiones; Buthidae): Response to chemical control and understanding of scorpionism among the population. Rev. Soc. Bras. Med. Trop. 42:255–259.
- Rowe AH, Rowe MP. 2006. Risk assessment by grasshopper mice (*Onychomys* spp.) feeding on neurotoxic prey (*Centruroides* spp.). Anim. Behav. 71:725–734.
- Salomón OD, de Roodt AR. 2001. Escorpiones: Denuncia espontánea en dos centros de referencia en la Ciudad de Buenos Aires, 1997–2000. Medicina Buenos Aires. 61:391–396.
- Secretaría de Salud. Norma Oficial Mexicana NOM-033-SSA2-2002, Para la vigilancia, prevención y control de la intoxicación por picadura de alacrán. Diario Oficial, Primera Sección. Distrito Federal (MX), Secretaría de Salud.
- Spirandeli Cruz EF, Winther Yassuda CR, Jim J, Barraviera B. 1995. Programa de controle de surto de escorpião *Tityus serrulatus*, Lutz e Mello 1922, no município de Aparecida (Scorpiones, Buthidae). Rev. Soc. Bras. Med. Trop. 28:123–128.
- Stockmann R, Ythier E. 2010. Scorpions du monde. Verrieres-Le-Buisson (FR): NAP.
- VAPAGUIDE. [Internet]. 2015. Distribution of scorpions. Scorpions of Medical Importance. [Citado el 16 de noviembre de 2015]. Disponible en: <http://www.vapaguide.info/distribution/SCO>.
- Von Eickstedt VRD, Ribeiro LA, Candido DM, Albuquerque MJ, Jorge MT. 1996. Evolution of scorpionism by *Tityus bahiensis* (Perty) and *Tityus serrulatus* Lutz and Mello and geographical distribution of the two species in the state of Sao Paulo–Brazil. J. Venom. Anim. Toxins. 2(2):92-105.