

Especies y
sustancias
dañinas
al ser humano y al ambiente

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CIUDAD JUÁREZ

Ricardo Duarte Jáquez

Rector

David Ramírez Perea

Secretario General

Manuel Loera de la Rosa

Secretario Académico

Daniel Constandse Cortez

Director del Instituto de Ciencias Biomédicas

Ramón Chavira

*Director General de Difusión Cultural y Divulgación
Científica*

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CIUDAD JUÁREZ

Especies y sustancias dañinas

al ser humano y al ambiente

Ana Gatica-Colima
Fernando Plenge-Tellechea
(Autores y compiladores)



La edición, diseño y producción editorial de este documento estuvo a cargo de la Dirección General de Difusión Cultural y Divulgación Científica

Especies y sustancias dañinas al ser humano y al ambiente / Autores y compiladores Ana Gatica-Colima, Fernando Plenge-Telechea. -- Primera edición -- Ciudad Juárez, Chihuahua, México: Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, 2018. — 108 páginas; 22 centímetros.

ISBN: 978-607-520-290-7

Contenido: Resumen.— Introducción.-- Plantas medicinales de uso común con potencial tóxico / José Nicolás Lauro Aldama-Meza.-- La araña violinista (araña reclusa) en el norte de México / Rodrigo Vázquez-Briones y Luis Fernando Plenge-Telechea.-- Viuda negra *lactroedectus mactans*, una araña peligrosa / Edna Rico-Escobar.-- El escorpión rayado *centruroides vittatus* del norte de México / Álvaro Torres-Durán.-- Las víboras de cascabel de Chihuahua: riesgos y precauciones / Eduardo Macías-Rodríguez y Ana Gatica-Colima.-- Impactos sobre la salud de la población por consumo de carne con trazas de anabólicos y antibióticos / Gwendolyn Peraza-Mercado.— Sobre los autores.

Coordinación editorial:
Mayola Renova
González

Cuidado editorial:
Subdirección de
Publicaciones

Diseño de portada:
Karla María Rascón

Foto de portada:
Eduardo Macías R.

Impreso y hecho en
México / *Printed and made
in Mexico*

libros.uacj.mx

1. Sustancias tóxicas - Chihuahua, México.
2. Especies venenosas - Chihuahua, México.

LC - QH107 E76 2018

Primera edición 2018

DR © Ana Gatica-Colima,
Fernando Plenge-Telechea
(Autores y compiladores)
© Universidad Autónoma de Ciudad Juárez
Avenida Plutarco Elías Calles 1210
Foviste Chamizal, CP 32310
Ciudad Juárez, Chihuahua, México
Tels. +52 (656) 688 2100 al 09

Índice

| | |
|---|----|
| Prólogo | 7 |
| Resumen | 11 |
| Introducción | 13 |
| I. Plantas medicinales de uso común con potencial tóxico <i>José Nicolás Lauro Aldama-Meza</i> | 15 |
| II. La araña violinista (araña reclusa) en el norte de México <i>Rodrigo Vázquez-Briones y Luis Fernando Plenge-Tellechea</i> | 33 |
| III. Viuda negra <i>lactrodectus mactans</i>, una araña peligrosa <i>Edna Rico-Escobar</i> | 47 |
| IV. El escorpión rayado <i>centruroides vittatus</i> del norte de México <i>Álvaro Torres-Durán</i> | 61 |
| V. Las víboras de cascabel de Chihuahua: riesgos y precauciones <i>Eduardo Macias-Rodríguez y Ana Gatica-Colima</i> | 73 |

VI. Impactos sobre la salud de la población por consumo de carne con trazas de anabólicos y antibióticos

Gwendolyne Peraza-Mercado

91

Sobre los autores

107

Prólogo

En nuestra vida cotidiana enfrentamos diariamente encuentros voluntarios o accidentales con diversas especies vegetales o animales que, de manera percibida o inadvertida, interactúan a diferentes niveles de nuestro organismo, ya sean células, tejidos, órganos o sistemas, generando varios tipos de respuestas biológicas.

El uso tradicional de medicina herbolaria, mordeduras de arañas o serpientes venenosas y hasta la ingesta de productos de origen animal y sus derivados, incluyendo productos lácteos y cárnicos, entre otros, son fuente importante de constantes interacciones entre diversos compuestos químicos presentes en los seres vivos y nuestro organismo, el cual responde de manera favorable o manifestando efectos adversos, como el envenenamiento.

Conocer algunos aspectos básicos relacionados con la respuesta de nuestro organismo a las sustancias químicas presentes en plantas de uso cotidiano, de animales que se encuentran en nuestro entorno y de productos que diariamente consumimos, es el objetivo de este libro.

En el primer capítulo del *Especies y sustancias dañinas* se mencionan algunas de las especies vegetales más consumidas en la localidad y que, bajo uso indebido, pueden representar un riesgo a la salud. Se indican sus nombres comunes, usos y el contenido de sustancias químicas que al entrar en contacto con

nuestras células despiertan respuestas diversas, algunas de las cuales pueden tener los efectos contrarios a lo que pudiéramos esperar. Se mencionan sus mecanismos de acción y sus efectos sobre la salud. Finalmente, el autor hace una reflexión sobre un uso racional de este tipo de plantas.

Los siguientes cuatro capítulos abordan los riesgos asociados a mordedura de la araña violinista, la viuda negra, las diversas especies de alacranes y serpientes de cascabel que son comunes en nuestra localidad. Además de una descripción clara de las características de cada una de estas especies, se explica la naturaleza química de sus venenos, sus mecanismos de acción y la respuesta de nuestro organismo a la presencia de sus respectivos venenos. Destaca el hecho de que los autores explican amablemente los pasos a seguir en caso de tener un encuentro no deseado con estos organismos con el fin de minimizar sus efectos y nos recomiendan tomar medidas preventivas que eviten su presencia en nuestros hogares o jardines.

Finalmente, el último capítulo de esta obra nos enseña sobre los riesgos que representan diversos compuestos químicos utilizados durante el crecimiento y la crianza de diversas especies de ganado, los cuales frecuentemente resultan en efectos nocivos para la salud humana. Nos explica que hormonas, medicamentos y agroquímicos son suministrados constantemente con el fin de evitar pérdidas económicas, aumentar la productividad y garantizar el buen desarrollo de las especies ganaderas, pero que bajo condiciones especiales estos productos pueden estar presentes como residuos en los productos que consumimos. Al igual que los capítulos anteriores, se mencionan sus nombres, su forma de trabajar y sus efectos a la salud, siempre concluyendo sobre las medidas precautorias para evitar efectos nocivos en el organismo.

Todos los autores son catedráticos e investigadores de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez y por años se han dedicado a generar conocimiento sobre sus respectivos temas,

por lo que las experiencias adquiridas se encuentran reflejadas en los diversos capítulos de esta obra. Su lenguaje, aunque en ocasiones puede resultar un tanto técnico, es agradablemente entendible y al final resulta gratificante reconocer que las recomendaciones que nos hacen en cada parte del libro nos ayudarán a minimizar los riesgos de encuentros no deseados y a los cuales estamos expuestos cada día.

Guillermo Bojórquez Rangel
Febrero, 2018



Abeja obteniendo polen de flor de romero/
Daisy Marina Cuevas-Ortalejo

Ana Gatica-Colima
Fernando Plenge-Tellechea
(Autores y compiladores)

Resumen

Ocho autores, docentes del Instituto de Ciencias Biomédicas y egresados de la licenciatura del Programa de Biología de la UACJ, participaron en la presente obra. La misma se encuentra conformada por seis contribuciones que abordan algunas sustancias venenosas y toxinas provenientes de especies peligrosas de la región, las cuales han provocado accidentes tanto al ser humano como a otros seres vivos. Para iniciar se detallan ocho productos y/o subproductos botánicos procedentes de plantas que es común encontrar en mercados locales de Ciudad Juárez, Chihuahua. Al respecto, se detallan sus características y algunas precauciones que hay que tener en cuenta al consumirlas.

Asimismo, se describen dos especies de arañas comunes en la ciudad, la violinista y la viuda negra, además de un alacrán y las serpientes de cascabel del estado de Chihuahua, todas ellas especies conocidas por quienes radicamos en las zonas áridas del norte de México. En este sentido, se destacan sus características, así como las medidas preventivas y las precauciones a considerar en caso de ocurrir un accidente. Por último, se trata la posible contaminación de la carne como alimento por sustancias anabólicas y antibióticos. Esta obra pretende divulgar con un lenguaje sencillo y ligeramente técnico los riesgos existentes, además de orientar sobre el manejo de situaciones que se presentan frente a accidentes provocados por sustancias

y especies dañinas al hombre y el ambiente. Los autores participantes tienen experiencia y reconocido prestigio nacional en los temas tratados. Esperamos que los lectores se familiaricen con las fotografías y que la lectura de los textos sirva de auxilio para prevenir un posible accidente.



Productos botánicos en venta en un mercado municipal, Ciudad Juárez, Chihuahua/
Laura Heredia-González

Introducción

A lo largo de su historia evolutiva los seres vivos se han adaptado a diferentes condiciones. Las necesidades alimentarias y el consumo de ciertas especies botánicas y animales por parte del ser humano resultan cruciales para permitir su crecimiento, desarrollo y sobrevivencia en diferentes ambientes naturales.

El establecimiento del hombre en ciertas zonas para lograr bienestar social trae consigo el reto de mantener cierta armonía o equilibrio con las especies ya establecidas en el ambiente natural; sin embargo, no siempre ocurre así, sobre todo en ciudades y zonas periféricas de la urbe, donde ocurren accidentes ocasionados por algunas especies ponzoñosas, que para muchos son una amenaza, un riesgo y un peligro de salud pública. La capacidad de estos seres vivos de producir diversos venenos (toxinas) cumple una doble función: la alimentación y la defensa contra depredadores. Cabe mencionar que la descripción y caracterización de algunos venenos ha permitido aislar ciertos compuestos benéficos para el ser humano.

Es necesario tener conocimiento del papel desarrollado por algunas sustancias tóxicas en el ambiente y de la forma en que los venenos actúan en seres humanos y animales (domésticos y silvestres), a fin de que sea posible atender un accidente y generar medidas de contingencia. El fenómeno de cambio climático ha determinado que los escenarios de distribución

de las especies silvestres sean inciertos; algunas serán extirpadas, mientras otras proliferarán, por lo que es necesario estar prevenidos en caso de que las especies venenosas pasen a ser dominantes.

Del mismo modo, resulta importante conocer los elementos traza que estamos ingiriendo en nuestros alimentos, sean anabólicos, antibióticos o pesticidas, pues nuestra salud depende de ello.

En el futuro esperamos complementar esta información con otras contribuciones, ya que es difícil abordar la enorme cantidad de agentes causales de accidentes en la región norte de Chihuahua.

I. Plantas medicinales de uso común con potencial tóxico

José Nicolás Lauro Aldama-Meza¹

Desde tiempos antiguos, en todas las civilizaciones se han utilizado plantas con el objetivo de aliviar enfermedades. En la actualidad es común encontrar plantas medicinales en los mercados municipales (véase figura 1).

El contacto con el entorno y la necesidad de obtener recursos alimenticios y medicinales empleando un procedimiento de ensayo y error, ha permitido que durante el desarrollo de la humanidad se hayan ido adquiriendo conocimientos de tipo empírico sobre plantas que poseen propiedades medicinales y sobre otras cuyos efectos son dañinos o tóxicos.

Esta forma de adquirir conocimientos empíricos sobre las propiedades de las plantas implicó, y aún lo hace en estos días, el riesgo de sufrir efectos dañinos en la salud, más aún cuando se desconocen las dosis que proporcionan beneficio, o peor, aquellas que provocan efectos tóxicos.

¹ Universidad Autónoma Ciudad Juárez, Instituto de Ciencias Biomédicas. jose.aldama@uacj.mx



Figura 1. Plantas medicinales en el Mercado Municipal Cuauhtémoc, Ciudad Juárez, Chihuahua.

Recordemos que Paracelso (1493-1541) hizo una inscripción en latín en la orilla de un libro: *dosis sola facit venenum*. Posteriormente señaló que todas las cosas tienen veneno y que no hay nada que no lo tenga, por lo que sólo depende de la dosis que una sustancia actúe o no como veneno. Esto nos lleva a pensar que, posiblemente, las plantas medicinales son tóxicas, de manera que manejar con seguridad sus efectos terapéuticos y su toxicidad sólo dependerá de la dosis utilizada. Actualmente, un número considerable de emergencias hospitalarias son atribuidas al mal uso de plantas medicinales con potencial tóxico.

En Latinoamérica existe un gran comercio de plantas medicinales (Ocampo, 2002). En México, debido a nuestra herencia cultural y a la gran biodiversidad existente el conocimiento y uso de plantas medicinales tiene una larga historia, probablemente de milenios; por lo tanto, su uso está muy extendido

en todo el territorio nacional (Figuroa, 2009). Diversos estudios han puesto énfasis en el empleo de plantas medicinales que se hace en diversas regiones del país, muchas de ellas con tradiciones culturales indígenas importantes (Magaña *et al.*, 2010; Canales *et al.*, 2006). También se ha descrito el uso de plantas con propiedades curativas en zonas urbanas metropolitanas del país (García de Alba *et al.*, 2012), así como en zonas y poblaciones aledañas a las ciudades (Ávila-Uribe *et al.*, 2016). Algunas de las plantas medicinales utilizadas en el país también son usadas en otros países del continente.

Por otro lado, desde una perspectiva antropológica Hersch-Martínez y Fierro (2001) han comentado que, sea directa o indirectamente, las características peculiares de una sociedad humana se expresan de manera evidente en los medicamentos herbolarios que emplea.

Entre los antecedentes de estudios que han abordado la existencia de plantas medicinales en el estado de Chihuahua, Olivas-Sánchez (1999) publicó un catálogo de plantas que pueden encontrarse a nivel local. Asimismo, la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez ha publicado un documento en el que se presenta una relación de 18 plantas y 13 hongos medicinales existentes en el estado (Olivas-Sánchez *et al.*, 2012). Dichos estudios no abordan detalles relativos a los aspectos toxicológicos derivados de su uso.

Asimismo, como consecuencia del intercambio comercial y cultural, en años recientes la importación legal e ilegal de productos y subproductos provenientes de la herbolaria asiática representa un probable riesgo a la salud, puesto que están contaminados (Serrano-Ruiz *et al.*, 2003) o poseen propiedades tóxicas intrínsecas.

Tomando en cuenta los antecedentes citados, es necesario realizar un trabajo de divulgación sobre plantas usadas con fines medicinales y que además poseen potencial tóxico.

Breve descripción de plantas medicinales con potencial tóxico

Existe una amplia variedad de plantas de origen nacional a las que se da una aplicación terapéutica; sin embargo, de manera constante se están asimilando plantas de origen extranjero que han sido incorporadas al conjunto de plantas en uso.

Las familias botánicas *Solanaceae*, *Apocynaceae* y *Euphorbiaceae* incluyen muchas de las plantas medicinales que poseen naturalmente principios activos con propiedades tóxicas. Algunas de las más comúnmente utilizadas, que se venden en el mercado local, son las ocho que a continuación se describen por orden alfabético:

- | | |
|----------------------|--------------|
| 1.- Anís de estrella | 5.- Romero |
| 2.- Canela | 6.- Ruda |
| 3.- Epazote | 7.- Tabaco |
| 4.- Higuera | 8.- Toloache |

1.- Anís de estrella

Nombre científico: *Illicium verum* (Hook).

Familia: Magnoliaceae.

Descripción botánica: planta de origen asiático perteneciente a la familia de las magnoliáceas; árbol perenne de hojas lanceoladas de aspecto similar al laurel, de corteza blanca, que puede alcanzar cinco metros de altura.

Composición química: anetol (80–90%), estragol, carburos terpénicos (felandreno, limoneno, dipenteno), flavonoides, taninos, ácidos orgánicos (quínico, siquímico), cumarinas, triterpenos y lactonas sesquiterpénicas, como veranisatinas A, B y C.

Usos: preparada en infusiones o té se utiliza tradicionalmente para aliviar cólicos de niños pequeños.

Partes utilizadas: se usan los frutos que, sometidos a un proceso de desecación, adquieren forma de estrella de aproximadamente dos centímetros de radio, cuyo color es marrón.

Efectos tóxicos: uno de los problemas más graves tiene que ver con la frecuente confusión con otra especie muy parecida morfológicamente: el *Illicium anisatum*, Siebold o Linné, también denominado *Illicium religiosum*, badiana de Japón o shikimi. Ésta carece de propiedades medicinales y, por ser más tóxica, provoca efectos secundarios muy graves. Entre los compuestos químicos que contiene figuran las neurotoxinas anisatina, neoanisatina y pseudoanisatina, y las veranisatinas A, B y C. Éstas son menos potentes que la anisatina, cuya acción antagonista no competitiva sobre el ácido gaba-aminobutírico, principal neurotransmisor inhibitorio del sistema nervioso central, produce un excedente de impulsos neuronales excitatorios. Al efecto neurotóxico se agrega un efecto hepatotóxico, en tanto induce reacciones de hipersensibilidad con toxicidad gastrointestinal (Chaves-Herrera, 2009).

2.- Canela

Nombre científico: *Cinnamomun zeylanicum* (J. Presl); *Cinnamomun cassia* (Nees y T. Nees; J. Presl).

Familia: Laureaceae.

Descripción: corteza interna de árbol de hoja perenne, de unos 15 centímetros de altura.

Usos: Entre los usos más comunes se consignan: preparación de infusiones aromáticas para beber; aromatizante y saborizante de alimentos; asimismo, se han reportado diversos usos en medicina tradicional, por ejemplo, regulador del ciclo menstrual, digestivo y para contrarrestar náuseas y vómitos. Su extracto tiene el potencial de reducir el azúcar en la sangre.

Partes utilizadas: se utiliza la corteza (véase figura 2).

Composición química: cinamaldehído, benzaldehído, cuminaldehído, eugenol, metileugenol, cumarinas, taninos.

Efectos tóxicos: la FDA la reconoce como un alimento seguro de acuerdo con la clasificación GRAS (por sus siglas en inglés, Generally Recognized as Safe);² ello supone que su uso es seguro para los seres humanos. Sin embargo, se conoce que posee cumarinas (que actúan como anticoagulantes) y safrol que, conjuntamente con los compuestos mencionados, puede causar daño en el hígado al ser consumida en grandes cantidades (Hall-Ramírez *et al.*, 2002). La administración de cantidades grandes de esta planta puede provocar procesos abortivos y su uso está contraindicado durante el embarazo.



Figura 2.- Canela a granel en venta en un mercado local en Ciudad Juárez.

² <http://www.fda.gov>

3.- Epazote

Nombre científico: *Chenopodium ambrosioides* var. *anthelminthicum* (L.) A. Gray y *C. multifidum* (L.) Mosyakin y Clemants.

Familia: Chenopodiaceae.

Descripción botánica: hierba anual erecta, de aproximadamente un metro de altura. Presenta hojas alternas, de pecíolos cortos o sésiles, glabras. Muestra inflorescencia en espiga. En México crece en forma salvaje, y se extiende por toda América del Sur.

Composición química: vitaminas, carbohidratos, proteínas, aceite esencial, ascaridol (hasta en 90%) y un terpeno-peróxido insaturado. Saponinas.

Usos: empleada para provocar la expulsión de parásitos; tiene efectos antiinflamatorios, diuréticos, tranquilizantes y antigripales; también se utiliza para combatir el asma e indigestiones. En México, además, se utiliza como condimento en diversas comidas regionales. Constituye un buen ejemplo de plantas utilizadas en medicina tradicional, tanto en nuestro país como en el resto de Latinoamérica.

Partes utilizadas: raíces, ramas, hojas y cogollos.

Efectos tóxicos: en dosis elevadas, el aceite esencial puede ocasionar disturbios cardiacos, convulsiones, trastornos respiratorios, somnolencia y estupor.

4.- Higuera (Ricino)

Nombre científico: *Ricinus communis* L.

Familia: Euphorbiaceae.

Descripción botánica: arbusto arborescente, de tallo erguido leñoso, cuyo color es rojo-parduzco. Presenta hojas alternas, de nerviación palmada, con bordes dentados, y flores unisexuales monoicas en racimos. Su fruto exhibe una cápsula armada

esquizocárpica, con tres hojas carpelares. Las estructuras del ricino pueden observarse en las figuras 3a y 3b.

Composición química del aceite de ricino: contiene ácido ricinoleico, dihidroxiesteárico, linoleico, oleico y ácidos esteáricos. Además, posee cantidades importantes de la toxina ricina (proteína), así como un alcaloide conocido como ricinina.

Usos: se emplea como laxante y purgante; tiene efectos depurativos; también se utiliza en casos de paperas. En México, comúnmente se usa esta planta colocando emplastos o cataplasmas de hojas untadas con aceite o manteca de cerdo en bebés que padecen cólicos o dolores estomacales. De manera tradicional el aceite ha sido usado como laxante.

Partes utilizadas: el aceite que se extrae de la semilla y las hojas.

Efectos tóxicos: náuseas, vómitos, irritación del tracto gastrointestinal, cólicos, convulsiones, excesiva sudoración, aumento o disminución drástica de la temperatura corporal, albuminuria y nefrotoxicidad. Puede conducir a la muerte pasando por estados de uremia.



Figura 3a.- Hoja, tallo y frutos de Ricinum (Fotografías por Alí Aldama-Rodríguez).



Figura 3b.- Hoja de Ricinum (Fotografías por Alí Aldama-Rodríguez).

5.- Romero

Nombre científico: *Rosmarinus officinalis* L.

Familia: Labiatae.

Descripción botánica: arbusto de uno a dos metros de altura (véase figura 4). Presenta hojas opuestas y lineales. Sus flores son de color azul pálido, con racimos terminales cuyo olor es característico.

Composición química: minerales, vitaminas, ácidos orgánicos (ursólico, glucólico), taninos. Aceite esencial: canfeno, pino, limoneno, cineol, borneol, terpineol. Flavonoides: apigenina, diosetina y diosmina.

Usos: Se emplea en casos de desmayos, epilepsia, problemas renales, gripe, diarreas, dolor de estómago; tiene efectos depurativos, tranquilizantes y cicatrizantes; mejora la memoria y el dolor de cabeza.

Partes utilizadas: Hojas, ramas y raíces.

Efectos tóxicos: sus aceites pueden causar eritema y dermatitis en personas hipersensibles. El romero también es usado como condimento en la cocina mexicana e internacional.



Figura 4.- Maceta con romero (foto de Sergio Reyes-Salgado).

6.- Ruda

Nombre científico: *Ruta graveolens* L.

Familia: Rutaceae.

Descripción botánica: hierba de 60 a 80 centímetros de longitud, de olor fuerte característico. Presenta hojas glabras, opuestas, de forma ovalada. Sus flores están dispuestas en corimbos terminales. El fruto exhibe forma de cápsula, presentando cinco lóbulos.

Composición química: vitamina P o rutina, glicósido que se hidroliza en quercetina. Es posible extraer aceite esencial y ácidos orgánicos.

Usos: se emplea en casos de dolor de vientre, hemorragias, dolor de oído, fiebre, sinusitis, caída del cabello, tos y dolor de cabeza; tiene efectos depurativos. Además, en México es utilizado como parte importante de rituales con fines medicinales, como las “limpias” y las “curas de espanto”.

Partes utilizadas: flores, cogollos y ramas.

Efectos tóxicos: náuseas y vómitos. La raíz aumenta las contracciones uterinas y produce hemorragia, por lo cual es abortiva; de ahí que su uso deba ser supervisado y no es recomendable que consuman mujeres embarazadas. La planta produce dermatosis de contacto en presencia de la luz a causa de la xantotoxina.

7.- Tabaco

Nombre científico: *Nicotiana tabacum* L.

Familia: Solanaceae.

Descripción botánica: hierba que alcanza entre 80 centímetros y 1.5 metros de altura. Presenta hojas alternas, oblongo-lanceoladas. Sus flores son pentámeras y se encuentran dispuestas en racimos paniculados. Su corola es rosada. Fruto cápsula oviforme.

Composición química: contiene alcaloides, como nicotina, nicoteína, nicotamina, nicotellina, anabasina, nicotirina y nor-nicotina.

Usos: se emplea en casos de dolor de cabeza, inflamación, paperas, golpes, mordeduras de serpiente, culebrilla, erupciones, tortícolis, entre otros. Es conocido su efecto y uso como insecticida. Históricamente ha sido y continúa siendo parte importante de muchos rituales tradicionales realizados en México.

Partes utilizadas: hojas secas trituradas (véase figura 5).

Efectos tóxicos: manifestaciones de tipo nervioso, calambres, convulsiones, vómitos, cefalea, sudoración, trastornos respiratorios, coma y hasta la muerte.

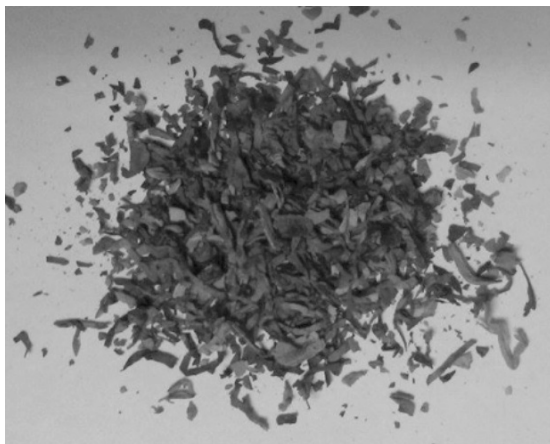


Figura 5.- Tabaco seco triturado.

8.- Toloache

Nombre científico: *Datura stramonium* L., *Datura inoxia* Mill.

Familia: Solanaceae.

Descripción botánica: hierba anual que alcanza entre 30 centímetros y 2 metros de altura aproximadamente, glabra o

ligeramente pubescente. Presenta hojas aovadas y flores erguidas, cuyo cáliz mide unos seis centímetros de largo; la corola es de color blanco a violáceo (véase figura 6a). El fruto es una cápsula ovoide espinosa, con dehiscencia regular en cuatro valvas (véase figura 6b).

Composición química: contiene tres alcaloides: atropina, escopolamina (el más frecuente) e hiosciamina. Es una planta psicoactiva que provoca efectos neurotóxicos.

Usos: se emplean en casos en que existen problemas pulmonares (enfisema) y asma.

Partes utilizadas: frutos, semillas, hojas.



Figura 6a.- Flor de toloache.

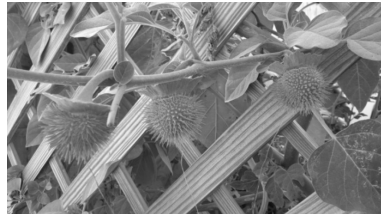


Figura 6b.- Fruto de toloache.

Efectos tóxicos: sequedad de la boca, midriasis, rubor, dolor de cabeza, ausencia de sudoración, ausencia del reflejo de acomodación a la luz, náuseas, alucinaciones, dificultad para orinar, hipertensión, disnea, convulsiones, muerte.

Desde tiempos prehispánicos el toloache fue utilizado con fines adivinatorios y religiosos. Junto con el peyote, los hongos

y las hojas de pastora, entre otros, es parte de las plantas consideradas sagradas por los antiguos mexicanos.

Riesgos a la salud humana

En tanto las plantas medicinales poseen efectos terapéuticos y tóxicos debe considerarse la posibilidad de que sus principios activos presenten interacciones con ciertos medicamentos cuando son administrados simultáneamente (Vázquez-Hernández *et al.*, 2009). Asimismo, es probable que tanto la actividad farmacológica como la concentración de los componentes con actividad biológica de las plantas se vean afectadas por distintos factores, por ejemplo, el tipo de procesamiento utilizado para obtener la forma en que se administra y las condiciones ambientales de cultivo u obtención de la naturaleza, como tipo de suelo, humedad, altitud, temperatura ambiental y otros. Además, las partes de la planta que se utilicen también influyen (Marinoff *et al.*, 2009).

De esta manera, es necesario advertir a la población usuaria de los riesgos del uso no adecuado, el abuso y la sobredosificación con plantas medicinales con potencial tóxico.

Riesgo a otras especies

Entre las especies de plantas consideradas aquí, sólo se considera que el toloache y el epazote tienen probabilidad de ser consumidos por el ganado del norte del país; en ese sentido, la situación de sobrepastoreo en algunas regiones puede ser una de las causas que dé lugar al problema que genera el contacto del ganado, sobre todo bovino, con plantas tóxicas (Alejos-de la Fuente *et al.*, 2000; Moreno *et al.*, 2010). Se ha descrito que tanto *Ricinum* como el toloache provocan la intoxicación del ganado en el sur de la república (Avendaño-Reyes y Flores-Gudiño, 1999).

¿Qué hacer en caso de intoxicación?

Debido al potencial efecto tóxico, y a las posibles interacciones farmacológicas de las plantas medicinales con los medicamentos si éstos son administrados simultáneamente, las medidas de prevención más útiles incluyen evitar la sobredosificación y jamás usarlas al mismo tiempo que los medicamentos si se carece de información sobre sus propiedades.

En caso de intoxicación, la acción a seguir es dejar de consumir la planta y acudir a los servicios médicos de urgencia.

Consideraciones finales

Es importante remarcar la necesidad de difundir la información que se tiene acerca de la toxicidad de las plantas empleadas con propósitos medicinales, dado que es innegable que buena parte de la población continúa utilizándolas. Esto podría contribuir a evitar problemas de salud pública, al tiempo que disminuiría la carga de los servicios de emergencia hospitalarios.

Como se mencionó, debido a la actividad farmacológica de las plantas medicinales existe la posibilidad de que puedan interactuar con fármacos y medicinas convencionales (Tres, 2006). Los mecanismos a partir de los cuales tiene lugar esta interacción son complejos y muchas veces participa más de uno. En general, si afectan los procesos de absorción, distribución, metabolismo y excreción, es decir, la manera en que los fármacos o principios activos de los medicamentos se absorben y mueven a través del organismo humano, se habla de efectos farmacodinámicos; si afectan el sitio de acción o su acción farmacológica, es decir, la manera en que actúa el fármaco en el organismo, se habla de efectos farmacológicos (Carballo *et al.*, 2005).

La Ley General de Salud (actualizada el 18 de diciembre de 2007) establece en su artículo 224 apartado B parte III que, por su naturaleza, son medicamentos de tipo herbolario

“...los productos elaborados con material vegetal o algún derivado de éste, cuyo ingrediente principal es la parte aérea o subterránea de una planta o extractos y tinturas, así como jugos, resinas, aceites grasos y esenciales, presentados en forma farmacéutica, cuya eficacia terapéutica y seguridad ha sido confirmada científicamente en la literatura nacional o internacional”.

Por otro lado, en el artículo 226 apartado VI, que regula la venta de medicamentos y es aplicable a las plantas medicinales, esta ley establece que, para su venta y suministro al público, debe considerarse que existen “medicamentos que para adquirirse no requieren receta médica y que pueden expendirse en otros establecimientos que no sean farmacias” y que “no podrán venderse medicamentos u otros insumos para la salud en puestos semifijos, módulos móviles o ambulantes”.

En general, la población que usa plantas medicinales tiene la percepción de que “éstas son de origen natural, por lo tanto, son inocuas y son seguras de usar”; ello constituye una de las razones que hacen que su uso siga siendo frecuente y probablemente se relaciona con una falta de información científica y objetiva sobre sus posibles riesgos y beneficios. Otra razón importante para continuar con su uso es la falta de acceso a servicios de salud.

Finalmente, resulta necesario considerar que el conocimiento tradicional sobre el uso de plantas medicinales debe conservarse e investigarse, ya que forma parte importante de nuestra herencia cultural y puede ofrecer conocimientos sobre nuevos principios activos con potencial farmacológico para la salud humana.

Agradecimientos

Agradecemos a la Familia Santacruz-Morales y a los locatarios del área de hierbas medicinales del Mercado Cuauhtémoc.

A los estudiantes de la licenciatura en QFB perteneciente al ICB de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez: Nidia Denise Carbajal de la Rosa, Juan José Gómez Peña y Jesica Aline Orozpe Olvera.

A Sergio Reyes, Jesús Ordaz y Alejandro Belmar del programa de Biología por las fotos de romero y tabaco, así como a Alí Aldama-Rodríguez por las fotos de higuera y toloache.

Literatura consultada

- Alejos de la Fuente, J.I., J.L. Ortega-Sánchez, J.E. Favela-Reyes, A. González, M. Sepúlveda y J.L. Blando-Navarrete. 2000. Las plantas tóxicas para el ganado en las regiones áridas y semiáridas del norte de México. *Revista Chapingo. Serie Zonas Áridas* I (1): 57-61.
- Avendaño-Reyes, S., y J.S. Flores-Gudiño. 1999. Registro de plantas tóxicas para ganado en el estado de Veracruz, México. *Veterinaria México* 30(1): 79-94.
- Ávila-Uribe, M.M., S.N. García-Zarate, A.S. Sepúlveda-Barrera y M.A. Godínez-Rodríguez. 2016. Plantas medicinales en dos poblaciones del municipio de San Martín de las Pirámides, Estado de México. *Polibotánica* 42: 215-245.
- Carballo, M.A., C.M. Cortada y A.B. Gadano. 2005. Riesgos y beneficios en el consumo de plantas medicinales. *Theoria* 14 (2): 95-108.
- Canales, M.M., D.T. Hernández, J. Caballero, R.A. Romo de Vivar, D.A. Durán y R. Lira. 2006. Análisis cuantitativo del conocimiento tradicional de las plantas medicinales en San Rafael, Coxcatlán, Valle de Tehuacán-Cuicatlán, Puebla, México. *Acta Bot. Mex.*, (75): 21-43.

- Chaves-Herrera, K. 2009. Intoxicación por anís de estrella. *Acta pediátrica. Costarric.* 21(1): 60-61.
- Figuroa-Hernández, J.L. 2009. Reflexiones respecto a plantas medicinales y su enseñanza en medicina. *Revista Digital Universitaria* (10)9: 1-12.
- FDA. Food Additive Status List. Disponible en: <http://www.fda.gov/food/ingredientspackaginglabeling/foodadditivesingredients/ucm091048.htm> [consultado: octubre de 2016].
- García de Alba-García, J.E., B.C. Ramírez-Hernández, G. Robles-Arellano, J. Zañudo-Hernández, A.L. Salcedo y J.E. García de Alba-Verduzco. 2012. Conocimiento y uso de las plantas medicinales en la zona metropolitana de Guadalajara. *Desacatos* 39: 29-44.
- Hall-Ramírez, V., M. Rocha-Palma y E. Rodríguez-Vega. 2002. Plantas medicinales volumen II. Centro Nacional de Información de Medicamentos CIMED, Costa Rica. 130 pp.
- Hersch-Martínez P., y A. Fierro. 2001. El comercio de plantas medicinales: algunos rasgos significativos en el centro de México, pp. 53-78. En: Rendón Aguilar, B. Rebollar Domínguez, S. Caballero Nieto, J. Martínez Alfaro M. (eds). *Plantas, Cultura y Sociedad. Estudio sobre la relación entre seres humanos y plantas en los albores del siglo XXI.* Instituto de Biología, UNAM. UAM-I. Semarnat.
- Ley General de Salud de los Estados Unidos Mexicanos. Disponible en: <http://www.salud.gob.mx> [actualización: 18 de diciembre de 2007].
- Magaña-Alejandro, M.A., L.M. Gama-Campillo y R. Mariaca-Méndez. 2010. El uso de las plantas medicinales en las comunidades Maya-Chontales de Nacajuca, Tabasco, México. *Polibotánica*, (29), 213-262.
- Marinoff, M.A., J.L. Martínez y M.A. Urbina. 2009. Precauciones en el empleo de plantas medicinales. *Bol Latinoam Caribe Plant Med.* 8(3): 184-187.

- Moreno, M.S., F. Denogean, M. Martín, F. Ibarra y A. Baldenegro C. 2010. Efecto de las plantas tóxicas para el ganado sobre la producción pecuaria en Sonora. *Revista Mexicana de Agronegocios XIV* (26): 179-191.
- Ocampo, R.A. 2002. Situación actual del comercio de plantas medicinales en América Latina. *BLACPMA* 1(4): 35-40.
- Olivas-Sánchez, M.P. 1999. *Plantas medicinales del Estado de Chihuahua*. Ciudad Juárez, Chihuahua, México: Centro de Estudios Biológicos, Dirección General de Investigación y Posgrado, UACJ.
- Olivas-Sánchez, M.P., I.D. Enríquez-Anchondo, M. Quiñonez-Martínez y E. Pérez-Eguía. 2012. *Plantas y hongos medicinales del estado de Chihuahua*. UACJ. 77 pp.
- Serrano-Ruiz, A., L. Cabrera-García, M. Saldaña-Valderas, C. Avendaño-Solá y M.B. Ruiz-Antorán. 2003. Riesgos de las plantas medicinales en uso concomitante con medicamentos. *Información Terapéutica del Sistema Nacional de Salud*. 27(6): 161-167.
- Tres, J.C. 2006. Interacción entre fármacos y plantas medicinales. *An. Sist. Sanit. Navar*. 29(2): 233-252.
- Vázquez-Hernández, M., M.F. Hurtado-Gómez y J.R. Blanco. 2009. Influencia de la medicina alternativa en el tratamiento antirretroviral de gran actividad. *Farm Hosp* 33(1): 31-36.

II. La araña violinista (araña reclusa) en el norte de México

Rodrigo Vázquez-Briones y Luis Fernando Plenge-Tellechea¹

Las arañas pertenecientes al género *Loxosceles* son conocidas como arañas pardas o arañas violinista (véase figura 1), debido a que en el área dorsal del cefalotórax (véase figura 2) tienen una estructura en forma de violín (véase figura 2a). Otro dato característico es que presentan tres pares de ojos (véase figura 2b) dispuestos en “U”. Exhiben ocho patas, dos pedipalpos y presentan dimorfismo sexual; la hembra es de mayor tamaño (véase figura 3). Los machos poseen una estructura especializada (espermatóforo), localizada en los pedipalpos, que permite la transferencia de semen a la hembra, el cual es utilizado como carácter taxonómico. En cambio, las hembras muestran una estructura llamada epiginio, importante pues es utilizada como carácter taxonómico. Estas arañas pueden soportar temperaturas que oscilen entre los 8 y 23°C, siendo posible que sobrevivan durante mucho tiempo sin alimento ni agua; además, pueden ali-

¹ Laboratorio de Biología Molecular y Bioquímica del Instituto de Ciencias Biomédicas (LBMB-ICB, T-216), Universidad Autónoma de Ciudad Juárez *al103802@alumnos.uacj.mx y **fplenge@uacj.mx



Figura 1. Araña violinista *Loxosceles apachea*, especie común en la región de Ciudad Juárez, Chihuahua y El Paso, Texas, USA (LBMB-ICB).

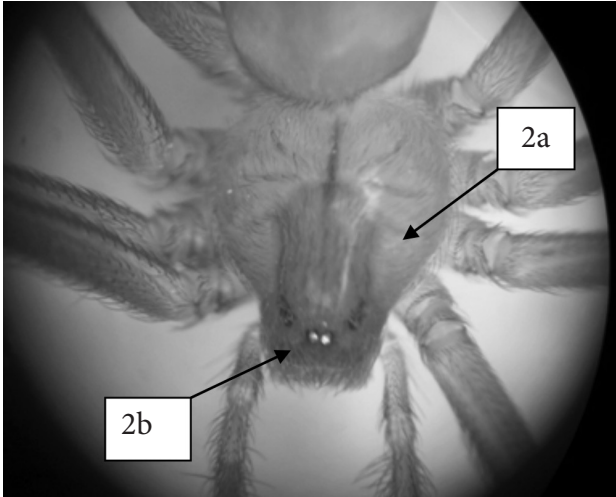


Figura 2. Área dorsal del cefalotórax. **2a.** Vista dorsal con el característico violín. **2b.** Los tres pares de ojos (LBMB- ICB).

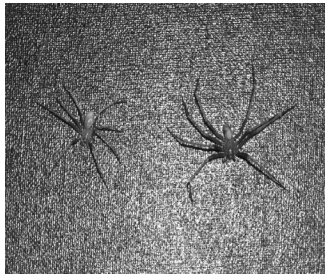


Figura 3. A la izquierda está el macho de araña violinista y a la derecha la hembra (LBMB- ICB).

mentarse de organismos muertos (Senff-Ribeiro *et al.*, 2008; Gremski *et al.*, 2014).

De acuerdo con The World Spider Catalog (2014), el género *Loxosceles* pertenece al Reino Animalia, Filo Artrópoda, Clase Arachnida, Orden Araneida, Suborden Labidognatha y Familia Sicariidae. Desempeñan un importante rol ecológico debido a que funcionan como estabilizadores de plagas; en este sentido, restringen el crecimiento exponencial de poblaciones específicas y son utilizadas en los sistemas agrícolas para la eliminación de insectos (Riechert y Locley, 1984). Dado que este género no se encuentra en ninguna categoría de riesgo de la NOM-059- SEMARNAT-2010 (DOF) 2010, se considera que esta población de arañas es estable. Se han descrito aproximadamente ± 130 especies, de las cuales sólo cinco representan aquellas por las que se han reportado más casos de envenenamiento en el mundo: *L. gaucho*, *L. intermedia*, *L. laeta*, *L. reclusa* y *L. rufescens*.

Distribución: De acuerdo con Senff-Ribeiro *et al.* (2008), este género se encuentra ampliamente distribuido, habiéndose señalado la existencia de especies en Sudamérica, Centroamérica, Norteamérica, Europa, África, Asia y Oceanía. Gertsch y Ennik (1983) indicaron la presencia de arañas violinistas en el norte de la República Mexicana, así como en las regiones centro y sur del país (véase figura 4).

Swanson y Vetter (2005) reportaron presencia de la especie *Loxosceles apachea* en Chihuahua, Nuevo México, Texas y Arizona: sin embargo, como consecuencia del comercio con Estados Unidos, en Chihuahua también se pueden encontrar *L. arizonica*, *L. blanda*, *L. deserta*, *L. devia* e incluso *L. rufescens* que es de origen mediterráneo, pero aún no hay suficiente evidencia científica que lo respalde (véase figura 5).

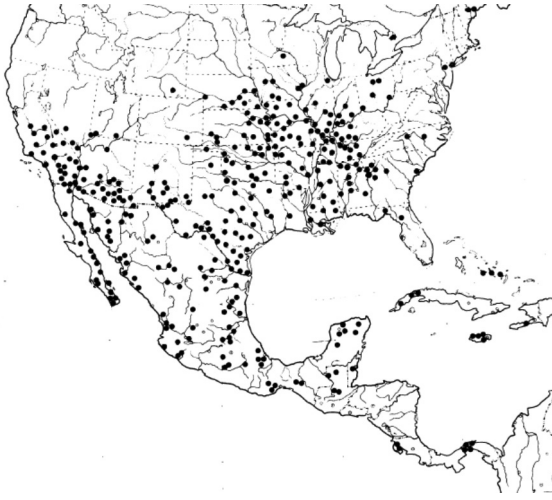


Figura 4. Distribución del género *Loxosceles* en Norte y Centroamérica (Gertsch y Ennik, 1983).



Figura 5. Distribución de especies del género *Loxosceles* en la frontera México-Estados Unidos (Swanson y Vetter, 2005).

Riesgos a la salud humana

El veneno de la araña violinista es un líquido cristalino que presenta actividad hemolítica, dermonecrótica, citotóxica y nefrotóxica. Está compuesto por una mezcla de proteínas, entre ellas enzimas y péptidos de baja masa molecular (Tambourgi *et al.*, 2010). La araña produce de 2 a 5 μ l de veneno, el cual tiene entre 20 a 200 μ g de proteína total. Los componentes principales del veneno son esfingomielinasa D, metaloproteasas (tipo astacina), hialuronidasa, péptidos insecticidas, ATPasas y serina proteasas.

A continuación se describen los tres principales componentes del veneno de la araña violinista y la forma en que actúan en la zona dañada del paciente.

La esfingomielinasa D es una enzima dependiente del Mg^{2+} ; se conoce como enzima dermonecrótica (causante de necrosis de la piel y el tejido adyacente): su masa molecular es de 31–35 kDa; posee un puente disulfuro y un bucle hidrófobo prolongado. Esta enzima ocasiona la hidrólisis de la esfingomielina, produciendo colina y ceramida-1-fosfato, sustancias a cuya acción se atribuye el desencadenamiento de daños subsecuentes, por ejemplo, procesos finamente complicados como la muerte celular programada, conocida como apoptosis *Anoikis*. Ésta se caracteriza por dañar las células endoteliales, provocando que pierdan su adherencia a la matriz extracelular (Nowatzki *et al.*, 2012).

Su sitio activo comprende siete aminoácidos, altamente conservados en el resto del género. Esta enzima participa en los procesos de dermonecrosis, hemólisis intravascular, coagulación intravascular y nefrotoxicidad (Merchant *et al.*, 1998).

La hialuronidasa tiene una masa molecular que oscila entre 33–63 kDa; actúa como factor de propagación porque degrada los componentes de la matriz extracelular (componente gelatinoso de los tendones y articulaciones), incrementando la per-

meabilidad de las toxinas y afectando los tejidos adyacentes. Las hialuronidasas se clasifican según el pH que requieren para su actividad: las ácido activas necesitan un pH de entre 3 y 4, mientras que las neutras activas requieren un pH de 5 a 8. Las hialuronidasas de serpientes, avispas, arañas y otros organismos pertenecen a este último grupo (Da Silveira *et al.*, 2007).

Las metaloproteasas son enzimas dependientes de Zn^+ y poseen un residuo de metionina. Fueron llamadas Loxosceles astacina proteasas (LALP, por sus siglas en inglés); provocan la ruptura de los vasos sanguíneos y la subsiguiente hemólisis. Poseen una secuencia de 18 aminoácidos que forman el dominio catalítico, donde existen tres histidinas, necesarias para la actividad catalítica. Participan en los procesos de dermonecrosis, hemorragias, acumulación de plaquetas e incremento de permeabilidad vascular (Trevisan-Silva *et al.*, 2010).

El doctor Alagón-Cano (Instituto de Biotecnología, UNAM) declaró que no ha cesado de realizar intentos para crear un antídoto, aunque no lo ha logrado al 100%. Al respecto ha concluido que es necesario realizar esfuerzos destinados a lograr la neutralización del principal agente dermonecrótico, la esfingomielinasa D (PLD), fosfolipasa que degrada un fosfolípido ceramídico llamado *esfingomielina*. De acuerdo a lo mencionado en su plática en la VII Cátedra Nacional de Biología, CuMex en la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez,² ésta desencadena gran parte del problema necrótico. Cabe mencionar que estudios experimentales relativamente recientes presuponen que la degradación molecular de la esfingomielina derivada de las biomembranas celulares, entre ellas las del eritrocito (glóbulo rojo humano), se encuentra enriquecida con esfingomielinasa, que produce los daños explicados con anterioridad.

² A. Alagón-Cano, comunicación oral 27 abril de 2012.

Riesgo en animales

Una pregunta que podríamos formularnos es ¿cuál es el grado de peligrosidad que supone la presencia de estas especies o de loxoscelismo para animales domésticos o ganado? Gracias a la dura piel y la presencia de una cubierta protectora de pelo es difícil encontrar daño en animales domésticos o de campo. La piel de los animales suele ser rígida, por lo que es difícil pensar que puedan ser mordidos por la araña violinista. Sin embargo, el doctor Rubio-Cárdenas de la Escuela de Veterinaria de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez³ comentó que esta araña constituye un peligro potencial para el ganado vacuno de la sierra de Chihuahua, ya que mucho muere como consecuencia de las mordeduras de la misma. Hasta el momento es el único antecedente que podemos señalar, que nos fue comentado de forma personalizada. Sería necesario llevar a cabo una investigación completa al respecto.

¿Qué hacer en caso de intoxicación?

En caso de envenenamiento por araña violinista se recomienda acudir rápidamente al hospital con el fin de que se realice un diagnóstico adecuado y se comience de inmediato con el tratamiento. En caso de sospechar de una mordedura, el afectado tiene alrededor de tres horas para acudir a un Centro de Salud; después de este tiempo comienza el proceso de la dermonecrosis: inicialmente se presenta como una región enrojecida e hinchada. Muchas personas llegan a confundir la mordedura con la herida ocasionada por una astilla de madera, por lo que la descuidan y no buscan la atención oportuna, recurriendo a ella cuando aparece el grado más severo del envenenamiento, es decir, el proceso dermonecrotico. Éste puede aparecer como

³ E. Rubio-Cárdenas, comunicación personal, 15 de septiembre de 2015.

una zona anular conteniendo una yema amarillenta de forma concéntrica (véase figura 6), que puede crecer hacia el interior en forma de embudo, con el consiguiente daño de la parte interna de los tejidos y el peligro de que luego alcance el hueso. Si no se trata oportunamente, este proceso tarda días, y conlleva el riesgo de perder la zona afectada y de que se produzca el daño de órganos vitales, por ejemplo, hígado, páncreas y riñón, como consecuencia del proceso hemolítico. La principal actividad dermonecrótica bajo los signos de yema concéntrica se presenta a las ocho horas.

Cuando se sospecha mordedura por araña violinista *Loxosceles* sp., con base en el cuadro clínico debe administrarse Reclusmyn®, de acuerdo con la guía de diagnóstico de tratamiento de loxoscelismo.⁴

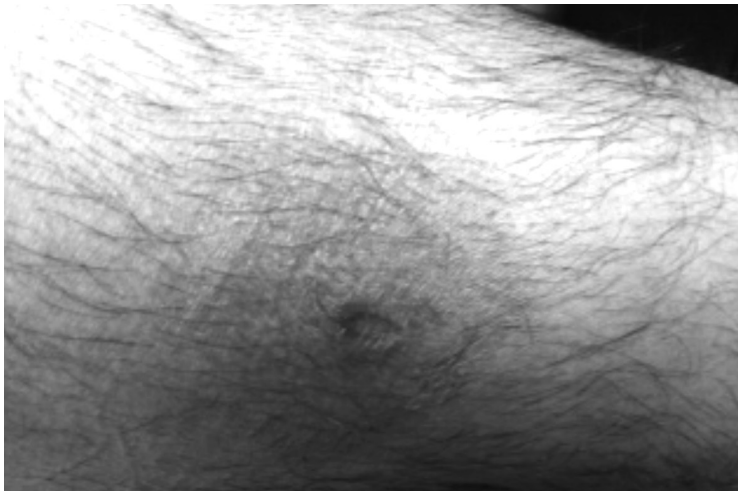


Figura 6. Fotografía de la zona de mordedura por la araña violinista *Loxosceles* sp., el paciente fue mordido en la zona lateral externa de su pierna derecha durante el invierno (2014–2015). Se observa el anillo anular alrededor de la mordedura previamente tratada con medicamentos (fotografía de la doctora Edna Rico-Escobar, ICB, UACT).

⁴ <http://web.ssaver.gob.mx/citver/>

Isbister *et al.* (2003) reportaron que el antiveneno polivalente Aracmyn Plus®, producido por el Instituto Bioclon, es utilizado como antiloxoscélico y antiveneno para tratar el envenenamiento por *Latrodectus* sp. El faboterápico polivalente Reclusmyn® es más específico para el envenenamiento por *Loxosceles*; es elaborado en México por Bioclon.

Para tratamientos alternos se utilizan oxígeno hiperbárico, antihistamínicos, antibióticos, glucocorticoesteroides, vasodilatadores y/o anticoagulantes (Swanson y Vetter, 2006).

En una entrevista personal,⁵ el doctor Vázquez-Molinar mencionó que, en casos de mordedura, los pobladores de Casas Grandes, Chihuahua utilizan carbón activado como método casero; éste permite sustraer el veneno y los fluidos liberados por la acción dermonecrótica.

Medidas de prevención

Las personas o los animales se encuentran expuestas a sufrir las mordeduras de estas arañas cuando acumulan mucha basura o tienen ropa, cobijas o toallas amontonadas en un lugar, ya que las arañas se esconden en lugares donde no hay luz y/o entre muebles. La mayoría de las mordeduras ocurren en brazos, piernas o tronco (Gremski *et al.*, 2014).

Debido a sus hábitos de vida, que muestran preferencia por la oscuridad y zonas húmedas, aunados a un alto territorialismo y hábitos desérticos, las arañas del género *Loxosceles* tienen tendencia a recluirse bajo tablas, arena, y a meterse en las casas para resguardarse del calor y el frío extremos. Por ello, el hombre corre el peligro de exponerse a mordeduras sorpresivas, pues las arañas pueden introducirse dentro de los zapatos y la ropa guardada en armarios, así como en gabinetes, entretechos, bodegas, detrás de muebles, cuadros, e incluso en

⁵ G. Vázquez-Molinar, comunicación personal, 14 de septiembre de 2014.

el centro del rollo de papel sanitario (leyó bien, aunque usted no lo crea) y en medio de paredes de madera o lámina. De manera que, como medida precautoria, es necesario limpiar patios y cocheras de las casas, y evitar la acumulación de tablas y materiales, cajas y escombros, que puedan representar un sitio de reclusión de esta especie. Asimismo, se recomienda utilizar la aspiradora en lugares con alfombras y armarios cerrados. Se trata de un artrópodo difícil de combatir; debido a su hábito de reclusión, ello sólo se logra empleando insecticidas por aspersión, ya que sólo se morirán las arañas expuestas al plaguicida; es importante señalar que los insecticidas no matan los huevos de la araña. En estos casos se recomienda hacer uso de ciertos platos de cartón que tienen atrayentes dulces con plaguicida.

La doctora Rico-Escobar nos comentó que, recientemente, la araña apareció en el camarote de un camión tráiler durante su limpieza (invierno de 2014-2015). Allí ocurrió un accidente y una persona sufrió una mordedura; el incidente fue documentado. Ello refuerza la necesidad de atención para contrarrestar el avance del envenenamiento por loxoscelismo en Ciudad Juárez, Chihuahua.⁶

Perspectivas biotecnológicas

El veneno de las arañas violinistas puede ser utilizado en protocolos científicos que estudien las células endoteliales o la integridad de los vasos sanguíneos. Asimismo, las isoformas de la esfingomielinasa-D pueden emplearse con el propósito de establecer protocolos de enfermedades dependientes de células vasculares endoteliales.

Uno de los productos biotecnológicos del veneno de araña violinista es el producto ARACHnase, un *pool* de plasma tratado con veneno de *L. reclusa* utilizado como control positivo para la prueba anticoagulante del lupus. El Centro de Producción de

⁶ E. Rico-Escobar, comunicación personal, 12 de agosto de 2015.

compuestos inmunobiológicos localizado en Paraná, Brasil, ha elaborado un suero antiloxoscélico utilizando un *pool* de veneno de tres arañas: *L. gaucho*, *L. intermedia* y *L. laeta*. El doctor Carlos Gregorio Malbrán, de Buenos Aires, Argentina, produjo un suero antiloxoscélico empleando el veneno de *L. boneti* y *L. reclusa* en el Instituto Nacional de Producción de Biológicos A.N.L.I.; éste ha sido utilizado para tratar accidentes de envenenamiento por estas arañas (Senff-Ribeiro *et al.*, 2008).

Las hialuronidasas presentes en el veneno son proteínas (del grupo de las enzimas) que degradan al ácido hialurónico (una molécula gelificante constituida por carbohidratos). Éste forma parte importante de tendones y articulaciones, y de los componentes ubicados entre la dermis y la epidermis encargados de incrementar la permeabilidad de los fluidos a través de las membranas y reducir la viscosidad en los tejidos mencionados. Relacionado con el proceso de degradación del tejido causado por el cóctel de proteínas del veneno, entre las que se incluye la hialuronidasa, aparece patogénesis bacterial, propagación de toxinas y venenos, reacción acrosomal/fertilización del huevo y progresión de cáncer (Girish y Kemparaju, 2007). Por eso la hialuronidasa de la araña violinista tiene gran importancia terapéutica en muchos campos de la medicina, por ejemplo, ortopedia, cirugías, oftalmología, medicina interna, oncología, dermatología y ginecología. Diversos estudios demuestran que las hialuronidasas pueden emplearse para promover la reabsorción del exceso de fluidos, incrementar la efectividad de la anestesia local y disminuir la destrucción de tejido subcutáneo. El veneno de estas arañas también ha sido muy estudiado con el objetivo de emplear toxinas para la elaboración de insecticidas (Chaim *et al.*, 2011).

Consideraciones finales

La araña violinista *Loxosceles apachea* es una especie que se distribuye en el norte de Chihuahua. Su veneno contiene varios compuestos, entre ellos la esfingomielinasa D, que participa activamente en la dermonecrosis del tejido dañado. En tanto se han reportado accidentes en Ciudad Juárez, Chihuahua, es necesario invertir tiempo en la limpieza de nuestros hogares para evitar que estos artrópodos peligrosos se instalen en ellos.

Se sugiere que haya más apoyo del Sector Salud e instancias gubernamentales para el conocimiento, difusión e investigación de la especie y el tratamiento correspondiente.

Agradecimientos

Agradecemos por su apoyo y comentarios al personal y estudiantes de los laboratorios de Biología Molecular y Bioquímica (LBMB) y del Laboratorio de Ecología y Biodiversidad Animal (LEBA). También al doctor José Ezequiel Rubio-Cárdenas del Departamento de Ciencias Veterinarias de la UACJ, por sus comentarios sobre el loxoscelismo en ganado vacuno en Chihuahua. A la doctora Edna Rico-Escobar por su contribución en casos de loxoscelismo. Al doctor Gustavo Vázquez por sus comentarios sobre tratamiento tradicional. A los revisores del capítulo gracias por sus sugerencias.

Literatura consultada

Chaim, O.M., D. Trevisan- Silva, D. Chaves-Moreira, A.C.M. Wille, V.P. Ferrer, F.H. Matsubara, O.C. Mangili, R.B. da Silveira, L.H. Gremski, W. Gremski, A. Senff- Ribeiro y S.S. Veiga. 2011. Brown spider (*Loxosceles genus*) vemon toxins: tools for biological purposes. *Toxins* 3: 309–344.

- da Silveira, B.R., M.O. Chaim, C.O. Mangili, W. Gremski, P.C. Dietrich, B.H. Nader y S.S. Veiga. 2007. Hyaluronidasas in *Loxosceles intermedia* (Brown spider) venom are endo-B-N-acetyl-D-hexosaminidasas hydrolases. *Toxicon* 49: 758–768.
- Diario Oficial de la Federación. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. México.
- Gertsch, J.W., y F. Ennik. 1983 The spider genus *Loxosceles* in North America, Central America and the West Indies (Araneae, Loxoscelidae). *Bulletin of the American Museum of Natural History* 175(3): 264–360.
- Girish, K.S., y K. Kemparaju. 2007. The magic glue hyaluronan and its eraser hyaluronidase: A biological overview. *Life Sciences* 80: 1921–1943.
- Gremski, L.H., D. Trevisan-Silva, F.V. Pereira, M.F. Hitomi, M.G. Otto, W.A.C. Martins, L. Vuitika, C. Dias-Lopes, A. Ullah, F. Rogério de Moreaes, C. Chávez-Olórtegui, C.K. Barbaro, M.T. Murakami, A.R. Krishnaswamy, A. Senff-Ribeiro, O.M. Chaim y S.S. Veiga. 2014. Recent advances in the understanding of Brown spider venoms: From the biology of spiders to the molecular mechanisms of toxins. *Toxicon* 83: 91–120.
- Guía de diagnóstico y tratamiento de intoxicación por mordedura de *Loxosceles* (Loxoscelismo). Disponible en: <http://web.ssaver.gob.mx/citver/>.
- Isbister, K.G., A. Graudins, J. White y D. Warrell. 2003. Anti-venom treatment in arachnidism. *J Toxicol-Clinic Toxic* 3: 291–300.
- Merchant, L.M., F.J. Hinton y R.C. Geren. 1998. Sphingomyelinase D activity of Brown recluse spider (*Loxosceles reclusa*)

- venom as studied by P-NMR: effects on the time-course of sphingomyelin hydrolysis. *Toxicon* 3: 537-545.
- Nowatzki, J., R.V. Sene, K.S. Paludo, L.E. Rizzo, F. Souza-Fonseca-Guimãraes, S.S. Veiga, H.B. Nader, C.R. Franco y E.S. Trindade. 2012. Brown spider (*Loxosceles intermedia*) venom triggers endothelial cells death by anoikis. *Toxicon* 60: 396-405.
- Riechert, E.S. y T. Locley. 1984. Spiders as biological control agents. *Ann. Rev. Entomol.* 29: 299-320.
- Senff-Ribeiro, A., P.H. da Silva, O.M. Chaim, L.H. Gremski, K.S. Paludo, R.B. da Silveira, W. Gremski, O.C. Mangili y S.S. Veiga. 2008. Biotechnological applications of Brown spider (*Loxosceles* genus) venom toxins. *Biotechnol Adv.* 26: 210-218.
- Swanson, D, L., y R.S. Vetter. 2005. Bites of Brown recluse spiders and suspected necrotic arachnidism. *New Engl J Med.* 352: 700-707.
- Swanson, D.L., y R.S. Vetter. 2006. Loxoscelism. *Clin Dermatol.* 24: 213-221.
- The World Spider Catalog, 2014 Version 14.5 Norman I. Platnick (Octubre de 2014) (http://research.amnh.org/iz/spiders/catalog_14.5/INTRO2.html).
- Tambourgi, D., R. Goncalves-de-Andrade, C. Van den Berg. 2010. Loxoscelism: From Basic Research to the Proposal of new Therapies. *Toxicon* 56: 1113-1119.
- Trevisan-Silva, D., H.L. Gremski, M.O. Chaim, B.R. da Silveira, O.G. Meissner, C.O. Mangili, C.K. Barbaro, W. Gremski, S.S. Veiga y A. Senff-Ribeiro. 2010. Astacin-like metalloproteases are a gene family of toxins present in the venom of different species of the Brown spider (genus *Loxosceles*). *Biochimie* 92: 21-32.

III. Viuda negra *lactrodectus mactans*, una araña peligrosa

Edna Rico-Escobar¹

Descripción

Es un arácnido conocido comúnmente como viuda negra; también se le conoce como capulina. Estas arañas pertenecen al género *Lactrodectus*, habiéndose reconocido 40 especies; miden aproximadamente de 1 a 3 centímetros y presentan un abdomen globuloso de color negro, con un reloj de arena rojo o manchas del mismo color. La más conocida de estas especies es la *Lactrodectus mactans* (véase figura 1). Se trata de un arácnido venenoso, que presenta una proteína α -latrotoxina (α LTX), la principal causa de los signos y síntomas ocasionados por su mordedura, denominados lactrodectismo. Su distribución es mundial, por lo que su presencia se ha observado en casi todos los estados de la República Mexicana.

¹ Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. Correo electrónico: erico@uacj.mx; edna.rico.escobar@gmail.com



Figura 1. Viuda negra *Lactrodectus mactans* (foto de Ana Gatica-Colima, 2014).

Nombre científico: *Lactrodectus mactans* Fabricius, 1775.

Nombre común: viuda negra, capulina, araña reloj de arena, capulincillo, araña botón de zapato, araña del trigo, araña del lino o cuyucha, araña de poto colorado, araña caza pulgas, araña panza roja.

Género dañino: hembra.

Características: mancha roja en forma de reloj de arena o en gajos también de color rojo.

Anatomía: quelicerados pertenecientes al Filum Artrópodos; su cuerpo se divide en dos regiones o tagmas, el prosoma, correspondiente a la parte delantera o anterior del cuerpo del artrópodo, y el opistosoma. La porción que divide al prosoma y el opistosoma se llama pedicelo y semeja un pequeño ceñido (cintura). En el prosoma se localizan los ojos, los pedipalpos,

los quelíceros y cuatro pares de patas. En el opistosoma se encuentran los sistemas circulatorio, respiratorio, digestivo y de reproducción; algunos autores hacen referencia a esta porción como abdomen, aunque actualmente esta denominación ya no es muy utilizada; en esta misma porción se produce la seda o tela de araña.

Presentan quelíceros a través de los cuales inyectan la toxina o veneno; en los machos, los pedipalpos son utilizados para el traslado del esperma (Martínez-Pérez y Baz-Ramos, 2010).

La araña es de color negro y exhibe pelos microscópicos que contribuyen a que adquiera el tono nacarado con que la percibimos visualmente. En su región dorsal llama la atención la presencia de una figura en forma de reloj de arena de color rojo-anaranjado o blanco-grisáceo. En ocasiones presenta líneas que semejan una luna creciente (uña), de los mismos colores. También se han encontrado *Lactrodectus* de color café rojizo y color café-negruzco (véase figura 2), con las mismas características descritas; algunas arañas presentan triángulos o pequeñas manchas en la porción dorsal.



Figura 2. Viuda negra *Lactrodectus mactans* color café-negruzco (foto de Ana Gatica-Colima, 2014).

El macho es más pequeño que la hembra y presenta un reloj grisáceo, como el de las hembras en estado inmaduro.

La viuda negra no es un arácnido agresivo; sólo muerde cuando se siente agredida o pelagra su huevera. En general, excepto en estas dos circunstancias, tiende a ser escurridiza y a huir de sitios en que hay movimiento.

Es importante señalar que, aunque la mayoría de las personas suele decir que las arañas pican, en realidad, éstas muerden. Los que pican son abejas, alacranes, avispa, escorpiones y avispones. Entonces, además de los arácnidos, ¿qué especies muerden? Muerden aquellas que poseen mandíbula, por ejemplo, ratones, perros, hormigas (aunque éstas también pueden picar).

Las arañas peligrosas del género *Lactrodectus* poseen ocho ojos y tres uñas. Hilan las telarañas de las que cuelgan de forma irregular.

Distribución

Si bien la distribución de este arácnido es mundial, hay estados de la República Mexicana en los que su presencia ha sido reportada de manera reciente, por ejemplo, en el sur del país, en el estado de Yucatán. Desde luego, está presente en el estado de Chihuahua y en Ciudad Juárez, presentándose con frecuencia durante la temporada de verano.

En el Cuadro 1, se muestra el nombre y la distribución mundial de algunas especies de viuda negra (Milne *et al.*, 1980; Arnett, 2000).

Cuadro 1.- Especies de arañas viuda negra y su distribución mundial

| Nombre | Distribución |
|--------------------------------------|---|
| 1) <i>Lactrodectus mactans</i> | Porción este de Norteamérica y México. |
| 2) <i>Lactrodectus curacaviensis</i> | Chile. |
| 3) <i>Lactrodectus geometricus</i> | Estados Unidos de Norteamérica. |
| 4) <i>Lactrodectus pallidus</i> | Norteamérica y Asia. |
| 5) <i>Lactrodectus hytrix</i> | Sur de Europa, Norte de África y porción oeste de Norteamérica. |
| 6) <i>Lactrodectus dabli</i> | Sur de Europa y norte de África. |
| 7) <i>Lactrodectus variegatus</i> | Chile. |

Epidemiología

En 2009, la Coordinación de Salud Pública del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) informó que en el estado de Chihuahua se registró un total de 1 346 casos de personas mordidas por arañas. En 2013, el epidemiólogo del Hospital Zona 6 de Ciudad Juárez dio a conocer que se atienden aproximadamente 500 personas agredidas por animales ponzoñosos en promedio, señalando que la mayoría de estos encuentros son con arañas viuda negra.

El Instituto Mexicano del Seguro Social reportó 4 142 casos de mordeduras por arácnidos en 1998, aunque no se identificó la especie involucrada. Es difícil saber con exactitud el número de casos atendidos cada año en la República Mexicana, porque no todos son reportados y porque, en el reporte mensual por institución notificante de Información Epidemiológica Semanal de Morbilidad, las mordeduras de las arañas figuran en el grupo general descrito como casos nuevos por ponzoña por fuentes de notificación Estados Unidos Mexicanos. Para el caso de Chihuahua, específicamente, se presenta el cuadro 2, que incluye casos nuevos en los primeros cuatro meses de 2014, de acuerdo a la información reportada por la Dirección General de Epidemiología de la Secretaría de Salud (DGESS, 2014).

CUADRO 2.- Casos nuevos por meses en el Estado de Chihuahua (2014)

| Mes | Número de casos |
|---------|-----------------|
| Enero | 75 |
| Febrero | 147 |
| Marzo | 216 |
| Abril | 327 |

Fuente: Dirección General de Epidemiología de la Secretaría de Salud, 2014.

En el cuadro 3 se observa el número de casos nuevos por ponzoña reportados durante los primeros cuatro meses de 2014 en la República Mexicana (DGESS, 2014).

CUADRO 3. Casos nuevos por ponzoña en los cuatro primeros meses de 2014 en México

| Mes | Número de casos |
|---------|-----------------|
| Enero | 2 566 |
| Febrero | 5 135 |
| Marzo | 8 502 |
| Abril | 13 195 |

Fuente: Dirección General de Epidemiología de la Secretaría de Salud, 2014.

Con base en las anécdotas registradas, se listan de modo general los lugares donde se pueden encontrar viudas negras:

1. Letrinas.
2. Pilas o montones de madera.
3. Amontonamientos de llantas.
4. Esquinas de las ventanas.
5. Atrás de enredaderas.
6. Dentro de zapatos, pantuflas (chanclas), tenis.
7. Montones o pilas de leña.
8. Rincones en cocheras, casas, graneros.
9. Cuartos de “tiliches”, donde almacenamos cosas que no son utilizadas con frecuencia.
10. Acumulación de basura en patios, bloques, ladrillos, latas, todo tipo de botellas.

Mecanismo de toxicidad

Como parte de sus mecanismos de sobrevivencia, algunas especies producen diversos venenos (que contienen proteínas y toxinas de polipéptidos) para adquirir sus alimentos. Los químicos presentes en sus secreciones al momento de morder pueden causar diversos grados de alteraciones o modificaciones fisiológicas, dependiendo de a quién muerden o pican según el caso, el tamaño, la edad, el número de veces que pican o muerden según la especie. Me refiero no sólo a los arácnidos sino también a abejas y alacranes.

Las toxinas presentes en los venenos son químicos complejos, como los encontrados en víboras, arañas, o en hormigas, reconocida como una toxina simple (ácido fórmico). Volviendo a las viudas negras, desde hace muchos años tenemos conocimiento de que sus toxinas provocan un efecto neurotóxico, y bloquean la transmisión de los impulsos nerviosos. Algunos estudiosos han informado que la dosis tóxica es muy potente y más venenosa que la de las víboras, pero la cantidad que introduce al morder es muy pequeña. Estas toxinas han sido relacionadas con casos de parálisis rápida en personas que han tenido un encuentro con estos arácnidos. La alfa-latrotoxina (α -latrotoxina) provoca la apertura de canales de cationes, lo que lleva a una entrada de calcio y a la liberación indiscriminada de acetilcolina en la placa motora y de norepinefrina.

La frecuencia con que se producen encuentros accidentales con este tipo de arácnidos genera en los pacientes situaciones de angustia y miedo, complicadas ante la creencia de que la araña “mata posterior a la mordedura en cuestión de minutos”. No obstante, si bien es cierto que se trata de una urgencia médica y que el paciente deberá ser atendido en un centro hospitalario, y no en el hogar ni en un consultorio médico, actualmente se cuenta con tratamientos médicos que resolverán cualquier situación no complicada por la presencia de algún

otro padecimiento, por ejemplo, una enfermedad crónica degenerativa que potencialice las manifestaciones clínicas. Estas enfermedades pueden ser: hipertensión, diabetes y síndrome de inmunodeficiencia, por mencionar algunos.

Es importante mencionar que no es común que la araña muerda a los niños, por lo que se presenta poco en edades pediátricas (lactantes y preescolares). En la práctica médica, sin embargo, en dos ocasiones la araña se encontraba entre los pañales que, al ser colocados sobre el bebé, determinaron que sufriera un accidente con la araña. Algunos colegas han comentado que el envenenamiento generalmente se produce en el hogar durante el verano. En lactantes y preescolares, las manifestaciones clínicas comprenden: irritabilidad, llanto, sialorrea, eritema en el sitio de la mordedura, reportándose algunos casos de convulsiones.

Como en todos los casos médicos, es muy importante tener conocimiento de los signos y síntomas característicos de la mordedura de *Lactrodectus mactans*. Por lo que, el primer paso que debe seguir el médico implica la identificación del síndrome conocido como lactrodectismo. Es importante recordar que el veneno del arácnido es una neurotoxina y, como se mencionó antes, si no se atiende adecuadamente, en un caso extremo puede llevar a la muerte, aunque gracias a los avances médicos ello es cada vez menos frecuente.

Manifestaciones clínicas

Con base en Sotelo Cruz *et al.* (2005) se muestran las manifestaciones clínicas presentes en un paciente que ha sufrido la mordedura de la viuda negra *Lactrodectus mactans*. Al respecto debe señalarse que los pacientes pueden presentar varios signos y síntomas, aunque no necesariamente tienen que aparecer todos y en el orden descrito:

1. Dolor en el sitio de la mordedura, que puede disminuir para, posteriormente, a los 20, 30 o 45 minutos aumentar su grado de intensidad, progresando para presentar el resto de sintomatología que se describe a partir del punto 5 en adelante en 2, 3 o 4 horas.
2. Puede aparecer enrojecimiento (eritema) en el sitio de la mordedura, que desaparece casi de inmediato.
3. Se observará una decoloración en el sitio de la mordedura de la araña; en ocasiones se puede observar el diámetro pequeño del sitio.
4. Puede o no aparecer un anillo de inflamación (anillo eritematoso).
5. El dolor descrito en el punto 1 es como el de un calambre, con pequeños o finos temblores (fasciculaciones); poco a poco éste se extenderá hasta abarcar la extremidad completa o el área más cercana al sitio donde ocurrió el daño.
6. Por supuesto, el problema se extenderá consecutivamente al tórax, espalda, abdomen. En ocasiones, este último se torna rígido, como una tabla, lo que da lugar a un cuadro similar al del abdomen agudo.
7. Más tarde, o al mismo tiempo, a partir de que se alcanza el punto 5 de los síntomas puede iniciar cierto grado de dificultad respiratoria (disnea), con aparición o no de dolor de cabeza que muchas veces responde al miedo, la tensión o el incremento de los valores de la presión arterial.
8. Algunos pacientes pueden referir que sienten que están experimentando un infarto por el dolor en hemitórax izquierdo (región precordial), lo que aunado a lo anterior provoca más angustia y acentúa los signos.

Tratamiento

El tratamiento debe ser proporcionado por un médico en un centro hospitalario; según el caso éste decidirá si es necesaria la aplicación de antiveneno (faboterápico) o de conservador (Gait y Mezzano, 2013). La compañía Bioclon vende el producto Aracmyn Plus®, un faboterápico polivalente antiarácido indicado para el tratamiento del envenenamiento producido por la mordedura de araña *Lactrodectus* sp. del continente americano (Instituto Bioclon, 2011). Es importante tomar en cuenta las indicaciones del uso del faboterápico con base en la NOM-036-SSA2-2012.

Medidas preventivas

Es necesario seguir medidas preventivas o acciones destinadas evitar el desarrollo de arañas cerca de la casa o en las escuelas. Dichas medidas se orienta a evitar el amontonamiento de “tiliches”; en caso de que éstos existan, se recomienda moverlos ocasionalmente. Todos aquellos objetos que tendemos a acumular y olvidar por meses en el hogar, patios, corrales o sitios en que se guardan objetos de uso poco frecuente, representan sitios potenciales para el establecimiento de la araña.

Entonces, ¿qué hay que hacer?:

1. Destrucción (con mucho cuidado) de arañas y hueveras que se encuentren en el hogar y el patio.
2. Fumigar o contratar un servicio profesional de fumigación si se cuenta con los medios económicos para ello. Si no, usted puede llevar a cabo la fumigación manejando con cuidado la creolina. La creolina debe rociarse alrededor de la casa y letrinas.
3. Evitar el amontonamiento de madera, leña, llantas, bloques, entre otros.

La creolina es un producto químico que, si bien no mata a las arañas, las aleja. Ésta debe diluirse (1:1). Esto quiere decir

que usted puede poner en una cubeta medio litro de creolina y le agrega medio litro de agua, o un litro de creolina y le agrega un litro de agua. Siempre debe diluirse la creolina y el rociado debe hacerse a favor del viento o del aire para evitar respirarlo o que salpique cuando lo está aplicando alrededor de su casa o de la letrina. Así evitará que le caiga sobre la cara o las manos, ya que puede causar irritación del aparato respiratorio.

La creolina puede adquirirse en ferreterías y no es muy costosa. No olvide que es un químico, por lo que debe guardarlo lejos de niños y mascotas (perros, gatos, pollos, entre otros) porque pueden envenenarse y enfermarse. Asimismo, se debe identificar muy bien el frasco o caja en que se guarde la creolina, ya que, en ocasiones, por escurrimiento se borra o no está claro el nombre. Ésta es una medida que debe seguirse siempre con cualquier sustancia química que utilice en el hogar. Aún mejor, sólo compre lo que va usar, lo que contribuirá a reducir el riesgo de intoxicación.

Consideraciones finales

La viuda negra *Lactrodectus mactans* es una araña común en la región. En Ciudad Juárez han ocurrido accidentes ocasionados por su mordedura. A fin de prevenir su aparición es necesario realizar limpieza de manera continua en hogares y áreas de trabajo. Es importante reconocer las manifestaciones clínicas (signos y síntomas) a fin de atender correctamente al paciente en un centro de salud.

Agradecimientos

A los pacientes que han enriquecido con sus experiencias el conocimiento del tratamiento de la mordedura de viuda negra.

Se agradece a Ana Gatica-Colima por proporcionar las fotos de viuda negra.

Literatura consultada

- Arnett, Ross H. 2000. *American Insects. A Handbook of the Insects of America North of Mexico*. Second edition. CRC Press. 1024 pp.
- Diario Oficial de la Federación. 2012. NOM-036. Salud Ambiental. Prevención y control de enfermedades. Aplicación de vacunas, toxoides, faboterápicos (sueros) o inmunoglobulinas en el humano. 28 de septiembre de 2012. (<http://www.salud.gob.mx.NOM-036>).
- Gait N., y M. Mezzano. 2013. Guía Básica de Toxicología. Hospital de Niños de la Santísima Trinidad. Servicio de Toxicología-Unidad Tóxico Ambiental. Ministerio de Salud. Gobierno de la Provincia de Córdoba. 131 pp.
- Instituto Bioclon. Información para prescribir amplia (IPP-A) ARACMYN PLUS® 2011: (<http://mx.prvademecum.com/producto.php?producto=8461>).
- Martínez Pérez F., y A. Baz Ramos. 2010. *Cuaderno del Campus Naturaleza y Medio Ambiente* No. 6. Universidad de Alcalá. 55 pp.
- Milne, L., y M. Milne. 1980. *The Audubon Society of North American Field Guide to North American Insects and Spiders*. Knopf. New York.
- Dirección General de Epidemiología de la Secretaría de Salud (2014). Notificación Semanal-Casos Nuevos de Enfermedades. Información epidemiológica de morbilidad. Información actualizada al mes de Enero de 2014. Reporte mensual por Institución notificante 154 pp.
- Dirección General de Epidemiología de la Secretaría de Salud (2014). Notificación Semanal-Casos Nuevos de Enfermedades. Información epidemiológica de morbilidad. Información actualizada al mes de Febrero de 2014. Reporte mensual por Institución notificante 154 pp.

- Dirección General de Epidemiología de la Secretaría de Salud (2014). Notificación Semanal-Casos Nuevos de Enfermedades. Información epidemiológica de morbilidad. Información actualizada al mes de Marzo de 2014. Reporte mensual por Institución notificante 154 pp.
- Dirección General de Epidemiología de la Secretaría de Salud (2014). Notificación Semanal-Casos Nuevos de Enfermedades. Información epidemiológica de morbilidad. Información actualizada al mes de Abril de 2014. Reporte mensual por Institución notificante 154 pp.
- Sotelo-Cruz N., J. Hurtado Valenzuela y N. Gómez Rivera. 2005. Envenenamiento en niños por mordedura de araña *Lactrodectus mactans* ("Viuda Negra"). *Revista Mexicana de Pediatría* 72(1): 103-108.



Araña capulina *Latrodectus geometricus*, pariente de la viuda negra/David Chávez-Lara

Ana Gatica-Colima
Fernando Plenge-Tellechea
(Autores y compiladores)

IV. El escorpión rayado *centruroides vittatus* del norte de México

Álvaro Torres-Durán¹

El alacrán rayado del norte *Centruroides vittatus* (véase figura 1) tiene un tamaño aproximado de 5 a 7 centímetros. Su coloración corporal es amarillenta, siendo muy pálida en algunos ejemplares. Generalmente presentan un par de bandas longitudinales oscuras en el abdomen; éstas constituyen su característica distintiva (Schaefer, s.f.). En la parte anterior (cabeza) muestran una mancha oscura, ubicada justo detrás de los ojos, que contrasta con la coloración corporal. Los machos cuentan con 24 a 27 dientes en los peines (estructuras sensoriales situadas en el abdomen) y las hembras con 22 a 26 dientes (Striped bark scorpion, s.f.). Además del número de dientes en los peines, los machos pueden diferenciarse de las hembras porque los segmentos que componen el metasoma (cola) son más largos y de menor grosor (Carlson y Rowe, 2009).

¹ Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. alvaro.torres@uacj.mx



Figura 1. Alacrán rayado *Centruroides vittatus* (fotografía tomada por Ana Gatica-Colima).

De acuerdo con Schaefer (s.f.), los escorpiones rayados pueden encontrarse tanto en el interior como al aire libre en hábitats variados; prefieren los sitios húmedos y frescos, resguardándose bajo las piedras, tablas, troncos o vegetación muerta. Son de hábitos nocturnos, lo que favorece la termorregulación y el balance hídrico. Se alimentan principalmente de insectos pequeños y acechan a sus presas haciendo uso del tacto y el olfato. Cuando están cerca de la presa la sujetan con sus pinzas, inyectándoles veneno con su aguijón; éste les provoca parálisis, lo que le permite comerlas. El apareamiento se produce durante el otoño, la primavera y a principios de verano. Exhiben un elaborado ritual de cortejo que puede durar varias horas. Los escorpiones se toman de las pinzas y realizan movimientos que semejan un baile; posteriormente, el macho deposita un saco de esperma en el suelo y guía a la hembra hasta él; la hembra toma el saco y se produce la fecundación. La gestación dura alrededor de ocho meses. Al nacer, los pequeños alacranes suben al dorso de su madre, que puede cargar hasta 50 escorpiones; se estima que la media de la camada es de 30 escorpiones. En

la espalda de su madre experimentan su primera muda, después de la cual se dispersan. Se cree que mudan unas seis veces antes de alcanzar su madurez sexual.

De acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SE-MARNAT-2010 (DOF, 2010), el escorpión rayado no presenta ninguna categoría de riesgo o estatus de protección. Tampoco lo señalan las normas internacionales, como la lista roja de especies amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, 2007) y la Convención sobre el comercio internacional de especies amenazadas de fauna y flora silvestre (CITES).

Distribución

El orden escorpiones está integrado por unas 1 500 especies agrupadas en ocho familias, de las cuales cuatro presentan distribución en México (Buthidae, Chactidae, Diplocentridae y Vaejovidae). El género *Centruroides* (único representante de la familia Buthidae en México) es exclusivo del continente americano (Solís-Rojas, 1992). Se distribuye desde el sur de Estados Unidos hasta Sudamérica, incluidas las islas Galápagos, las Antillas y Bahamas (De Armas *et al.*, 2003).

En México se han descrito entre 26 y 28 especies distribuidas a lo largo del territorio (Ponce-Saavedra y Moreno-Barajas, 2007). En Estados Unidos, el alacrán rayado *Centruroides vitattus* puede encontrarse desde el oeste de Luisiana en el río Misisipi hasta el este de Nuevo México, en el río Bravo (véase figura 2). En México puede hallarse en los estados de Chihuahua, Coahuila, Nuevo León, Tamaulipas y Durango (Shelley y Sissom, 1995; De Armas *et al.*, 2003).

La situación taxonómica para algunas especies del género *Centruroides* no es clara, lo que puede conducir a determinaciones erróneas y a patrones de distribución en los cuales más de una especie se encuentre confusa. La resolución de proble-



Figura 2. Distribución de *Centruroides vittatus* en México (<http://www.redtox.org/> Striped bark scorpion).

mas taxonómicas, el análisis de distribuciones y la generación de información biológica son necesarias para tener un mejor manejo de las especies de alacranes y de la problemática de salud asociada a ellas (Ponce-Saavedra y Moreno-Barajas, 2007).

Riesgos

La incidencia del alacranismo en México determina que se lo considere uno de los problemas de salud más importantes. Por ello se requiere el máximo apoyo para establecer acciones de vigilancia que permitan contar con información oportuna y completa de la morbilidad y la mortalidad, de las condiciones de los recursos destinados a la atención, además de registros y tipificación actualizada de las diferentes especies de alacranes en el país y su capacidad patogénica, y de todos los elementos que permitan programar acciones específicas en las regiones de mayor riesgo (Conave, 2012). En el país se reportan al menos 250 000 casos de accidentes al año y se ha estimado que en la década de los setenta los casos fatales llegaron a 700; sin

embargo, el desarrollo de antivenenos permitió disminuir esta cifra a menos de 70 muertes anuales para la década de 2000 (Domingos-Possani, 2007).

Los alacranes del género *Centruroides* son los de mayor importancia médica en México, principalmente desde los puntos de vista toxicológico y epidemiológico. Siete de las 26 o 28 especies con distribución en el país son consideradas muy peligrosas, pues son responsables de miles de accidentes por picadura, algunos de los cuales son fatales. Estas especies son: *Centruroides elegans*, *C. infamatus*, *C. limpidus*, *C. meisei*, *C. noxius*, *C. sculpturatus* y *C. suffusus* (Domingos-Possani, 2007). Se encuentran en los estados del Pacífico y son menos abundantes en los estados del golfo (Pinkus-Rendon *et al.*, 1999). Ninguna de ellas presenta distribución en el estado de Chihuahua (De Armas *et al.*, 2003).

Las especies del género *Centruroides* poseen venenos cuyas toxinas están compuestas por proteínas, péptidos tóxicos, lípidos, nucleótidos, sales orgánicas y aminoácidos. Otros componentes del veneno son la hialuronidasa, enzima que favorece la penetración del veneno, y la hidroxitriptamina, de la cual depende la generación del dolor y la aparición del edema en el sitio de la picadura (Domingos-Possani, 2007; Conave, 2012). Éstas tienen afinidad por el sistema nervioso a nivel de los canales iónicos de sodio, calcio y potasio. Provocan un aumento en la liberación de neurotransmisores (acetilcolina y catecolamina) a nivel simpático y parasimpático, afectando las terminaciones nerviosas, por lo que sus principales efectos son neurotóxicos y cardiotoxicos. En este sentido, son capaces de provocar problemas de salud serios o incluso la muerte, principalmente en grupos vulnerables como adultos mayores y niños (Ponce-Saavedra y Moreno-Barajas, 2007).

Su picadura puede dar lugar a manifestaciones locales o generales, leves o de suma gravedad; ocasionalmente puede provocar la muerte, existiendo tanto especies muy peligrosas como

especies inofensivas para el hombre (Conave, 2012). El síntoma más generalizado cuando se produce una picadura de alacrán es la aparición de dolor intenso. Si el alacrán no es peligroso puede haber hinchazón o enrojecimiento en la zona afectada, con pérdida de sensibilidad en esta región. Si la especie es peligrosa, además de estos síntomas locales pueden presentarse otros síntomas generalizados, como irritabilidad, dolor en el cuerpo, sensación de cuerpo extraño en la garganta, escurrimiento nasal, lagrimeo, fiebre, cambios en el ritmo cardíaco, náuseas, vómitos, diarrea y, en casos graves, convulsiones, edema pulmonar o paro cardíaco (Domingos-Possani, 2007).

En el estado de Chihuahua, el escorpión rayado (*Centruroides vittatus*) es responsable de miles de picaduras cada año, las cuales pueden ocasionar reacciones de hipersensibilidad. Es posible que algunos pacientes experimenten grandes reacciones locales y sistémicas (generales), lo que sugiere una sensibilización desencadenada por un antígeno similar a aquel con el que previamente se ha tenido contacto, por ejemplo, las toxinas de algunos himenópteros como avispas, abejas y hormigas (Nugent *et al.*, 2004).

Riesgo a otras especies

La información en este aspecto es escasa; en general se enfoca en casos en que los animales domésticos son afectados por la picadura de un alacrán.

El centro de información de venenos y drogas de Arizona menciona que los perros toleran bien los efectos de los piquetes y, al igual que en los humanos, los cachorros parecen presentar mayor riesgo que los adultos. En estos casos pueden aparecer aullidos, saltos, rengueo y que el animal lama el sitio de picadura. En los casos más graves se ven temblores y cambios en la respiración. Sin embargo, en la mayoría de los

accidentes los animales se restablecen en un periodo de entre cuatro y ocho horas.

El carácter evasivo de los gatos hace que sea difícil reconocer los signos; no obstante, en algunos casos se ha observado que las reacciones son similares a las mostradas por los perros: aullidos, limpieza en el sitio de la picadura cuando el efecto es leve; y temblores, agitación, movimientos errantes de los ojos, cambios en la respiración, colapso cardiovascular y pulmonar cuando la picadura es grave. La mayoría de los animales se recupera sin problemas y no se requiere el uso de antivenenos (Poisonology, 2014).

En los animales de tallas grandes, como vacas y caballos, es difícil que se produzca un choque por anafilaxia; comúnmente, de acuerdo con Equimed, sólo se producen diferentes grados de inflamación (Horse Health Matters, 2009).

Qué hacer en caso de accidente

En Mesoamérica los alacranes representaron elementos de culto en las civilizaciones azteca, zapoteca, tepehuana y nahua, que lo relacionaron con la muerte, la cosmología y la superstición. Su influencia en la población dio lugar a prácticas y creencias mágicas y religiosas que incluían el uso de una variedad de remedios de origen herbolario, animal o de otra naturaleza; éstos eran aplicados por la autoridad religiosa en cuestión; algunos de estos remedios continúan usándose en la medicina popular. Hasta hace 60 o 70 años, las acciones terapéuticas destinadas a dar atención a la picadura de alacrán se basaban en métodos empíricos y de acción sintomática; los mismos se limitaban a controlar la sudoración excesiva (diaforéticos), las arritmias cardíacas (tonicardiacos) y el dolor en el sitio de la agresión. El manejo del paciente picado por un alacrán ha cambiado mucho, en gran parte porque existe un mejor entendimiento de las bases moleculares de la acción del veneno en el organis-

mo. Anteriormente se utilizaban antihistamínicos (fármacos que reducen o eliminan los efectos de las alergias) de manera inicial; cuando éstos no eran efectivos se administraban esteroides (Conave, 2012).

En la actualidad existen antivenenos que han disminuido el número de muertes anuales debidas al alacranismo. Los antivenenos actuales son obtenidos de la sangre de caballos inmunizados con mezclas de veneno de varias especies de alacranes peligrosos. Los anticuerpos son separados de los demás elementos del suero sanguíneo, siendo sometidos a procesos de purificación. El nombre comercial de uno de los productos es Alacramyn®. La aplicación de este antiveneno en las primeras dos horas después de producida la picadura garantiza un buen pronóstico. Una persona que ha sido picada y presenta cualquiera de los síntomas generalizados adicionales al dolor local debe recibir atención médica lo más rápido posible, ya que el éxito del tratamiento depende del tiempo transcurrido entre que se produjo el piquete y se inició el mismo. Las dos primeras horas son decisivas para salvar la vida de una persona. Los más afectados son niños y adultos mayores con enfermedades debilitantes (Domingos-Possani, 2007).

El tratamiento debe ser sintomático y atender las manifestaciones que presente el paciente. Sin embargo, en aquellas regiones en que predominan especies de alacranes de mayor peligro para el ser humano es recomendable aplicar una dosis de suero antialacrán como tratamiento inicial en menores de cinco años que hayan sido picados, presenten o no síntomas y signos de intoxicación.

Es posible que aparezcan reacciones alérgicas, ya que el suero proviene de una proteína heteróloga (obtenida de plasma equino); no obstante, se desconoce la presentación de alteraciones de este tipo generadas por el suero actualmente producido en México, aun cuando se aplican varios frascos en sujetos con antecedentes de dos o más eventos de intoxicación. Para

evitar el riesgo de reacciones alérgicas ocasionadas por el uso del suero antialacrán, algunos autores recomiendan el empleo de algún antihistamínico (Clorofeniramina) (Conave, 2012).

Prevención

1. Evitar juegos o labores que puedan exponer al piquete, como levantar piedras, tabiques, explorar matorrales, resbalar las manos por los muros, caminar descalzo o dejar ropa en el piso.
2. Eliminar acumulaciones de basura (tabiques y madera) y piedras alrededor de la casa.
3. Colocar protección en puertas, ventanas y bajo techos de materiales naturales.
4. Dentro de la casa: revisar y sacudir los zapatos y la ropa antes de usarlos. Revisar los ángulos de paredes, puertas y ventanas. Se recomienda el aplanado y resanado de techos, pisos y paredes.
5. Utilizar pabellón en cunas y camas de niños; sumergir las patas de la cama en recipientes con agua. La cama debe estar separada unos 10 centímetros de las paredes, cuidando que la ropa de cama no tenga contacto con el piso (Domingos-Possani, 2007).

Consideraciones finales

El alacrán rayado del norte *Centruroides vitattus* se distribuye en el estado de Chihuahua. La picadura por este alacrán puede ser molesta y provocar reacciones de hipersensibilidad. La aplicación del antiveneno en las primeras dos horas después de la picadura garantiza un buen pronóstico.

Agradecimientos

A los amigos y compañeros del Laboratorio de Ecología y Biodiversidad Animal con quienes he trabajado en campo, así como a la doctora Ana Gatica-Colima por proporcionarme la foto del alacrán fotografiado en el municipio de Ascensión, Chihuahua. Agradezco a los revisores por sus sugerencias.

Literatura consultada

- Carlson, E., y M. Rowe. 2009. Temperature and desiccation effects on the antipredator behavior of *Centruroides vittatus* (Scorpiones: Buthidae). *The Journal of Arachnology* 37: 321–330.
- Comité Nacional de Vigilancia Epidemiológica (Conave). 2012. Manual de procedimientos estandarizados para la vigilancia epidemiológica de la intoxicación por picadura de alacrán. Dirección General de Epidemiología. Secretaría de Salud.
- Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES). Apéndices I, II y III: (<https://cites.org>).
- De Armas, L.F., E. Matín-Frías y J. Estévez-Ramírez. 2003. Lista anotada de las especies mexicanas del género *Centruroides* Marx, 1890 (Scorpiones: Buthidae). *Revista Ibérica de Aracnología* 8(31): 93–98.
- Diario Oficial de la Federación. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo.
- Domingos-Possani, L. 2007. El estudio de los componentes del veneno de los alacranes en el contexto de la biología mo-

- lecular, la farmacología y la medicina. *Biotecnología* 14: 177-188.
- Horse Health Matters. 2009, Horse First Aid for Bites and Stings. First aid for horse with insect, spider, centipede and scorpion stings. Recuperado el 20 de septiembre de 2014 (<http://equimed.com/>).
- IUCN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y Recursos Naturales Lista Roja de Especies Amenazadas 2007: (<http://www.iucnredlist.org>).
- Nugent, J.S., D. R. More, L.L. Hagan, J.G. Demain, B.A. Whisman y T.M. Freeman. 2004. Cross-reactivity between allergens in the venom of the common striped scorpion and the imported fire ant. *J. Allergy. Clin. Immunol.* 114: 383-386.
- Pinkus-Rendon, M.A., P. Manrique-Saide y H. Delfin-González. 1999. Alacranes sinantrópicos de Mérida, Yucatán, México. *Rev. Biomed.* 10: 153-158.
- Poisonology. 2014. Recuperado el 20 de septiembre de 2014, de (<http://www.pharmacy.arizona.edu/>).
- Ponce-Saavedra, J., y R. Moreno-Barajas. 2007. El género *Centruroides* Marx, 1890 (Scorpiones, Buthidae) en México. 2005. *Rev. Biológicas* 7: 42-52.
- Schaefer, J. (s.f.). *Centruroides vittatus*. Recuperado el 18 de septiembre de 2014, del sitio Animal Diversity Web, University of Michigan, Museum of Zoology: (<http://animaldiversity.ummz.umich.edu/>).
- Shelley, R., y W.D. Sissom. 1995. Distributions of the scorpions *Centruroides vittatus* (Say) and *Centruroides hentzi* (Banks) in the United States and Mexico. *The Journal of Arachnology* 23: 100-110.
- Solís-Rojas, C. 1992. Dispersión espacial y fluctuación poblacional de *Centruroides vittatus* SAY (Scorpionida: Buthidae) en el municipio de Guadalupe, Nuevo León, con observaciones sobre depredación en el orden Orthopte-

ra. Tesis de maestría inédita, Universidad Autónoma de Nuevo León, México.

Striped bark scorpion. (s.f.). Recuperado el 25 de agosto de 2014, de (<http://www.redtox.org/>).



Alacrán emitiendo fluorescencia bajo luz ultravioleta en una noche de agosto/Jesús M. Martínez-Calderas

V. Las víboras de cascabel de Chihuahua: riesgos y precauciones

Eduardo Macias-Rodríguez y Ana Gatica-Colima¹*

Descripción

Una víbora de cascabel (véase figura 1) es un reptil porque presenta escamas en todo su cuerpo, tiene hasta 300 vértebras, no tiene extremidades o patas, se arrastra; tiene una cabeza triangular que permite distinguir claramente un cuello. Esta forma responde al hecho de que a cada lado de la cabeza presenta una glándula, un abultamiento, en el que se genera el veneno. El mismo es conducido hasta los colmillos delanteros (solenoglifos), por lo que, cuando la víbora muerde a su presa puede inyectar veneno en ésta.

Tiene una lengua bífida, esto es, dividida en dos proyecciones en la punta, que pueden captar la información olfativa del ambiente y mandarla al cerebro a través de un órgano co-

¹ Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. Instituto de Ciencias Biomédicas. Departamento de Ciencias Químico Biológicas. *Laboratorio de Bioquímica y Biología Molecular. E-mail: eduardo.macias@uacj.mx. **Laboratorio de Ecología y Biodiversidad Animal. Email: agatica@uacj.mx



Figura 1.- Víbora de cascabel de cola negra (fotografía tomada por Eduardo Macias).

nocido como órgano de Jacobson; éste le permite discriminar entre los elementos de su entorno. No oyen, sino que captan información por la vibración del sustrato a través de su cuerpo. Presenta un par de fosas (termorreceptoras) ubicadas entre el ojo y la fosa nasal; éstas son orificios cerrados que presentan una membrana sensible a la radiación infrarroja emitida por el calor de un animal presa. Los ojos muestran pupilas verticales.

Su característica más sobresaliente es la presencia de un cascabel en la cola, conformado por un conjunto de escamas cornificadas acumuladas que pueden vibrar, a voluntad de la víbora, hasta 60 veces por segundo. Ello genera un sonido muy particular y alarmante que sirve para comunicar “¡aguas, aquí estoy y soy venenoso!” Es importante destacar que cada segmento del cascabel no representa un año de edad; puede haber más por año.

Las víboras de cascabel se agrupan en la familia Viperidae y son diferentes a las culebras de la familia Colubridae; estas

últimas, en su mayoría, son inofensivas; pueden morder porque tienen mandíbula, pero carecen de un sistema complejo de envenenamiento. Se alimentan al capturar a su presa por constricción e ingestión. Ambas familias conforman un grupo mayor denominado orden Squamata (Escamosos), que incluye a las Serpentes (Serpientes) u Ophidia (Ofidios). En este documento nos referiremos a víboras de cascabel cuando hablemos de serpientes agrupadas en el género *Crotalus*. Ocasionalmente las llamaremos “serpientes de cascabel”.

Campbell y Lamar (2004) mencionan que en México se distribuyen 30 especies de *Crotalus*. Este número se ha visto incrementado por descripciones recientes, por ejemplo, *C. tancitarenensis* (Alvarado-Díaz y Campbell, 2004) y *C. ericksmithi* (Campbell y Flores, 2008). En la página de The Reptile Database se listan 42 especies de *Crotalus*. La revisión de la distribución muestra que en México hay 37 especies. En el estado de Chihuahua se han identificado ocho especies (Lemos y Smith, 2007).

Presentamos algunas características descriptivas generales (Cuadro 1) complementadas con observaciones y registros personales (AGC).

Distribución

Las víboras de cascabel del género *Crotalus* se distribuyen sólo en el continente americano. En México se encuentran en todos los ecosistemas, por ejemplo, en zonas áridas con matorral y pastizal, en selvas y bosques de pino-encino. En el cuadro 1 se realiza una breve descripción y distribución de las especies de cascabeles presentes en Chihuahua con base en Lemos y Smith (2007) y en observaciones personales (AGC).

Cuadro 1.- Relación de especies de víboras de cascabel en Chihuahua

| Especie/nombre común | Breve descripción |
|---|---|
| <i>Crotalus atrox</i> Víbora de cascabel de diamante del oeste | Es una especie muy común en la región árida del estado. Pueden medir hasta 1.5 metros. Las bandas blancas de la cola son más o menos iguales que las oscuras. Muestran un patrón de coloración claro con diamantes. |
| <i>Crotalus basiliscus</i> Cascabel basilisco | Miden entre 1.5 y 2.0 metros; son de color gris con manchas en forma de diamante. Se distribuye en el extremo suroeste del estado. Se distribuye en el extremo suroeste del estado (Chínipas). |
| <i>Crotalus lepidus</i> Cascabel de las rocas | Es una especie de talla mediana (hasta 1 metro); presenta bandas en el dorso; se encuentra preferentemente en sustrato rocoso. Se distribuye en casi todo el estado. |
| <i>Crotalus molossus</i> Víbora de cascabel de cola negra | La cola presenta una franja negra antes del cascabel. Son de talla grande (hasta 1.5 metros). El dorso puede ser verduzco. Se suele encontrar en montañas. Se distribuye en casi todo el estado. |
| <i>Crotalus pricei</i> Cascabel de dos manchas | Es de talla chica (longitud máxima 660 milímetros); presenta un par de manchas en el dorso; se distribuye en tipo de vegetación de pino encino en el estado. |
| <i>Crotalus scutulatus</i> Cascabel de Chihuahua | Se parece a <i>Crotalus atrox</i> , pero es de menor talla. Generalmente las bandas blancas de la cola son más grandes que las oscuras. Se distribuye en el norte, centro y este del estado en planicies. |
| <i>Crotalus viridis</i> Cascabel de las praderas | Son de talla mediana, de color verduzco. Se distribuyen en el norte del estado. |
| <i>Crotalus willardi</i> Cascabel de nariz puntiaguda | Es una serpiente pequeña de hábitos secretivos. Presenta un par de líneas blancas a cada lado de la cara. Se distribuyen en áreas de bosque, encino y chaparral. |

Con base en evidencia morfológica y genética, Anderson y Greenbaum (2012) sugieren resucitar el nombre de *Crotalus ornatus* en las poblaciones del desierto chihuahuense, reemplazando el nombre *C. molossus*. Sin embargo, en el presente texto seguiremos hablando de *C. molossus*.

Riesgos a la salud humana

El veneno de las víboras es generalmente más proteolítico que neurotóxico; cuando un ser humano es envenenado es causa de emergencias médicas (Sánchez *et al.*, 2001). A medida que el veneno va avanzando por el sistema linfático hacia el corazón se produce hinchazón, destruyendo en su camino las paredes capilares (Lemos-Espinal y Smith, 2007). El veneno de *Crotalus molossus* es una mezcla compleja de componentes tóxico-enzimáticos formados por proteínas y péptidos muy activos. En el veneno se ha reportado la presencia de enzimas miotoxinas (de baja masa molecular, con actividad de fosfolipasas) y de metaloproteínas o hemorraginas (su masa molecular oscila entre 6.9 y 24 KDa). De acuerdo con su mecanismo enzimático, estas enzimas se encargan de oxidar a aminoácidos L, 5'-nucleotidasa, desoxiribonucleasas, NAD-nucleotidasas, quininogenasas, fosfolipasa A2 (PLA₂) y colagenasas fosfodiesterasas. En otras palabras: al actuar sobre la presa la mezcla de estos componentes puede llegar a producir trastornos digestivos, neurotóxicos, miolíticos, hemostáticos, cardiotoxicos y anticoagulantes. Los componentes más estudiados de los venenos de los crotálicos son las enzimas (Gómez-Torres *et al.*, 2000).

Una persona puede estar expuesta a una mordedura de serpiente venenosa por diversas circunstancias, por ejemplo, al desarrollar actividades agrícolas (al pisar o mover las plantas con las manos), ya que ésta muerde para defenderse. La mordedura también puede ocurrir al manipular imprudentemente un ejemplar en un laboratorio, zoológico, herpetario, en campo, así como puede sucederle a quienes cuentan con colecciones personales. Los altos índices de accidentes por mordedura responden al mal manejo de los especímenes; ocurren principalmente en manos, brazos y, en algunas ocasiones, en el

abdomen (Vázquez-Almazán y Avendaño, 2009; Gil-Alarcón *et al.*, 2011).

Los efectos del envenenamiento por mordedura de serpiente venenosa, también llamado ofidiotoxicosis, ofidismo, accidente ofídico o toxíndrome ofídico (Gil-Alarcón *et al.*, 2011) varían por especie e individuo. Dado que el veneno de las serpientes de cascabel presenta una diversidad de complejos enzimáticos produce una cascada diversa de efectos tóxicos para los seres humanos. Éstos van desde la aparición de dolor local hasta la toxicidad sistémica; una intoxicación severa puede llevar incluso a la pérdida de la extremidad en que se produjo la mordida (Mackesy, 2010 y Gil-Alarcón *et al.*, 2011). El efecto tóxico del veneno de *Crotalus molossus* se manifiesta en una pequeña hinchazón, edema, dolor local, degradación plaquetaria, hemólisis y mala coagulación de la sangre. Si la mordedura de una serpiente no es tratada a tiempo puede provocar necrosis, con la consiguiente amputación del área afectada; inclusive puede llegar a ocurrir la muerte (Sánchez *et al.*, 2001 y Macías *et al.*, 2014).

A pesar de que a nivel mundial los accidente ofídicos son considerados de suma importancia por el sector salud, en México y el estado de Chihuahua se cuenta con muy poca información al respecto. Hasta 2006, la mayor incidencia de accidentes ofídicos se registró en los estados de Quintana Roo, Oaxaca, Chiapas, Campeche y Yucatán (Frayre-Torres *et al.*, 2006). Para 2011, se ha registrado un descenso del número de mordeduras letales reportadas, entre 40–50 personas por año; ello ha provocado un retraso en el aprendizaje del tratamiento destinado a reducir daños en los pacientes entre paramédicos y médicos (Gil-Alarcón *et al.*, 2011).

Riesgo a otras especies

El incremento del sector agropecuario y la fragmentación del hábitat por la deforestación para la adecuación del campo, el cambio climático y la utilización de sustancias químicas, han afectado la migración de la fauna nativa de un lugar a otros ambientes y su adaptación al nuevo ambiente (Alemán-Mejía, 2008). Ello ha hecho que los accidentes ofídicos, además de ser un problema para el sector salud, sean también un problema para el sector agropecuario. La mayor incidencia de accidentes se registra en bovinos y equinos. Dependiendo del sitio en que se produzca la mordida, esto puede ser devastador para el animal; si ésta es en la cara, la cabeza o alguna parte inferior de los miembros puede dificultar el apareamiento por monta directa (Moreno-Escobar y Vásquez-Marín, 2006). Los caballos, en especial los potros por su curiosidad, son los que presentan mayor índice de ataques con mordeduras de serpientes; las lesiones se localizan principalmente en nariz, cabeza y cuello, en menos frecuencia en piernas y pecho. En el caso del caballo las mordidas menos peligrosas son las que ocurren en la parte baja de las piernas; las más peligrosas son las que tienen lugar en muslo, pecho y cuello, lugares por los que circula mayor cantidad de sangre, lo que facilita que el veneno se disperse a través del cuerpo hasta llegar al corazón (Lenz, s/f).

Un estudio de percepción local sobre las serpientes, realizado en la subcuenca del río Copal, en Honduras, permitió documentar la magnitud de accidente ofídico entre 2003-2007. En ese periodo ocurrieron 54 mordeduras, 84% de las cuales afectaron a bovinos (Alemán *et al.*, 2011).

En Nuevo Casas Grandes, Chihuahua, el señor Efraín Coronado refirió la anécdota de un accidente ofídico ocurrido a una vaca que fue mordida en el hocico; el animal fue atendido con una incisión en la zona afectada y con el tiempo se recuperó.

Los accidentes sufridos por animales domésticos no son reportados; las personas suelen aplicarles tratamientos naturales y/o tradicionales con la esperanza de salvarlos. En un orden de ataque descendente, la susceptibilidad de los diferentes animales domésticos es primero caballos, seguidos por ovejas, vacas, cabras, perros, cerdos y gatos, siendo más resistentes los de mayor tamaño (Soler y Rodríguez, 2006).

Algunas especies silvestres resisten los ataques de cascabeles. Biardi *et al.*, (2000) reportaron que la ardilla presenta inmunidad (resistencia) al veneno de la serpiente de cascabel *Crotalus viridis oreganus*, pero no a *C. v. viridis* ni a *C. atrox*, hecho que relacionan con la especiación evolutiva de la ardilla.

¿Qué hacer en caso de intoxicación?

Normalmente el tema de las serpientes inquieta, atrae y llama la atención de muchas personas, independientemente de su agrado o no por ellas. Por tal motivo se deben tomar en cuenta diversos puntos realmente importantes, como los riesgos y el cuidado que significa estar expuestos a estas especies.

En el mundo se reportan cerca de 30 a 40 000 muertes por mordedura de serpiente (Luna-Bausa, 2007). En México, a partir del siglo XXI la ocurrencia disminuyó a unas 40 personas al año. El manejo de un accidente ofídico depende de diversos factores: el lugar donde ocurrió el accidente, la forma de reaccionar al ser mordido por una serpiente venenosa, la distancia existente entre el lugar del evento y la clínica que cuente con antivenenos, el tiempo y aplicación de los mismos, el costo y el conocimiento de los médicos de urgencia al recibir un paciente con ofidiotoxicosis (Gil-Alarcón *et al.*, 2011).

En primer lugar debe tenerse certeza de que la serpiente que mordió al paciente es venenosa (impresión de colmillos); se sugiere, por lo menos, tomar con cuidado una fotografía del animal. En otros casos, las personas cazan a la serpiente y la

maltratan a tal grado que es imposible identificar la especie, lo cual pondría en riesgo la determinación taxonómica del ejemplar y la atención del paciente.

Para responder a una contingencia, lo más recomendable es alejarse del animal, dado a que las mordidas subsiguientes pueden contener mayor cantidad de veneno que la primera (Pereda-Cardoso *et al.*, 2007).

Las dos primeras horas después de una mordida son las más cruciales para contrarrestar el veneno de la serpiente, debido a que es el tiempo en que se manifiestan los síntomas de la intoxicación: inicialmente, presencia de dolor local, edema, inflamación; después, necrosis. Por ello, las primeras atenciones orientadas a disminuir la expansión del veneno de acuerdo a los grados de intoxicación (véase cuadro 2), podrían auxiliar para conocer la gravedad y la necesidad de administración de antivenenos (García de Castro y Vela Fernández, 2005; Luna-Bausa, 2007).

En la atención prehospitalaria de un accidente ofídico se estima que el plazo para la atención en un hospital es de tres horas; después el cuadro clínico empieza a complicarse. Lo primero es identificar el tipo de serpiente que produjo la mordida (culebra o cascabel); si es una culebra sólo hay que mantener en calma al paciente. Si es una cascabel, debe identificarse el lugar de la mordida y realizar las primeras atenciones para disminuir el avance del veneno (cuadro 3) (Vázquez-Almazán y Avendaño, 2009; García de Castro y Vela Fernández, 2005; Gil-Alarcón *et al.*, 2011).

Cuadro 2.- Grados de intoxicación por ofidiotoxicosis (Modificada de Bioclon). Todas las dosis se refieren al número de frascos aplicados vía intravenosa (I.V.)

| Grado de envenenamiento Síntomas y signos | Adultos | | Niños | |
|--|------------------|--------------|---------------|--------------|
| | Dosis inicial | Dosis sosten | Dosis inicial | Dosis sosten |
| SOSPECHA Antecedente de haber sido mordido por una víbora, huellas de colmillos y dolor local. | BAJO OBSERVACIÓN | | | |
| GRADO I (LEVE) Antecedente de haber sido mordido recientemente, por una víbora, huellas de colmillos, hemorragias por orificios de mordedura, alrededor del área mordida hay dolor, edema de 10 cm o menos de diámetro en el miembro afectado. | 3 a 5 | 5 | 6 a 10 | 5 |
| GRADO II (MODERADO) Mismo cuadro del Grado I o más acentuado y además edema de 10 cm o más en el área afectada, náuseas, vómito, flictema con contenido seroso o sanguinolento, oliguria leve. De contar con laboratorio las determinaciones de CPK, creatinina sérica, tiempo de coagulación, protrombina y tromboplastina están elevadas, hipofibrinogenemia, trombocitopenia y gases arteriales están alterados. | 6 a 10 | 5 | 15 | 5 |
| GRADO III (SEVERO) Mismo cuadro del Grado II pero más acentuado y además tejido necrosado en el miembro o área mordida, dolor abdominal, bulas, mionecrosis, parestesias, oliguria marcada, hemorragia por vía bucal, y/o rectal, hemoptisis, hematuria y las pruebas de laboratorio muy alteradas. | 11 a 15 | 6 a 8 | 20 a 30 | 10 a 15 |
| GRADO IV (MUY SEVERO) Mismo cuadro del Grado III más acentuado y se acompaña de choque, disfunción orgánica múltiple y coma. | 16 o más | 8 o más | 31 o más | 16 o más |

Cuadro 3. Pasos de tratamiento ante un accidente ofídico

| ¿Qué hacer? | Evite |
|---|--|
| Identificar la mordida | Perder tiempo en falta de organización |
| | Perder tiempo en primeros auxilios |
| | Aplicar hielo, antibióticos, shocks eléctricos. Aplicar torniquetes, vendajes, cortar y succionar |
| Mantener al paciente en calma | El pánico y tomar malas decisiones |
| Identificar el tipo de serpiente | Actuar ante mordeduras de serpientes venenosas |
| Verificar si es venenosa o no venenosa | Subestimar o sobreestimar el envenenamiento |
| Inmovilizar la zona afectada retirando anillos o ropa ajustada | |
| Marcar segmento o diámetro de inflamación | Olvidar u omitir la acción |
| Canalizar (suministrar antiveneno vía intravenosa) | Infiltrar, falta de insumos (soluciones, antidotos, jeringas), canalizar en área afectada |
| Monitoreo de signos vitales | |
| Continuar la aplicación de antivenenos con dosis altas, de 3 a 5 viales | Falta de antivenenos, temor a la aplicación, desconocimiento de la técnica, temor de aplicar antivenenos caducos |
| Hablar y verificar si el hospital cuenta con antivenenos | Asumir que el hospital cuenta con los antivenenos |
| Traslado a un hospital | Falta de antivenenos, movilizar al paciente a otro hospital |
| Estimación de ofidiotoxicosis con paraclínicos | |

Fuente: García de Castro y Vela-Fernández (2005); Gil-Alarcón, *et al.* (2011).

El tratamiento de un paciente con ofidismo en el hospital incluye la aplicación de faboterápicos (antivenenos o antidotos) en dosis adecuadas, lo cual implica tener en cuenta el grado de envenenamiento, la aparición de edema, la aplicación de antibióticos de amplio espectro, analgésicos, la realización de biometrías hemáticas, conteo de plaquetas y examen general de orina. Una

vez obtenido el diagnóstico correcto, la aplicación de los faboterápicos se realiza de manera intravenosa, lo más pronto que sea posible, ya que ello permite neutralizar el veneno de manera más rápida. La aplicación del antiveneno de manera muscular tiene la desventaja de que el faboterápico tendrá que atravesar diversas barreras biológicas.

La utilización de torniquetes restringe la acción del veneno y ayuda a concentrarse más; las incisiones no contribuyen a evitar el envenenamiento; por el contrario, complican la situación debido a la exposición a infecciones; el intento de succión del veneno en el área afectada hará que éste actúe directamente en la mucosa de la boca, por lo que es más perjudicial que favorable.

Si no se cuenta con un antídoto, hay que acudir inmediatamente al hospital o algún centro de salud que cuente con ellos. Durante el traslado se puede colocar una banda elástica encima de la lesión. Son muy pocos los médicos que saben cómo reaccionar ante un accidente ofídico; para otros será el primer caso que atiendan y no contarán con el conocimiento necesario para realizar el tratamiento adecuado. Los faboterápicos no son medicamentos y no revierten los daños provocados por el veneno; cuanto más tiempo pase, mayor será el daño que cause el veneno y el médico tendrá que tratar tanto al paciente como al veneno (García de Castro y Vela Fernández, 2005; Luna-Bausa, 2007; Vázquez-Almazán y Avendaño, 2009; Gil-Alarcón, *et al.*, 2011).

En México, dos empresas con reconocimiento nacional e internacional producen antivenenos: Bioclon, una empresa privada, y Birmex, empresa gubernamental. El costo aproximado de los antivenenos es de \$3000 pesos por vial (Bioclon) y de \$600 pesos (Birmex) suministrados al sector salud. El costo de un tratamiento ofídico dependerá del grado de envenenamiento y la edad del paciente (como se señaló en el cuadro 2). No debe escatimarse el número de viales necesarios para contrarrestar el veneno. Los dos antivenenos son eficaces para tratar los casos de ofidiotoxicosis de México.

Existen otros antivenenos producidos en el extranjero, como el CroFab, el único autorizado por la FDA en Estados Unidos, su precio ronda los 2700 dólares por vial.

Medidas de prevención

Si se tiene la oportunidad de ver una serpiente de cascabel en el medio silvestre hay que mantener la calma, evitar el contacto y/o manejo innecesario. Si se requiere tomar una foto, se debe tomar en consideración que el animal quizá no se quedará quieto; debe evitarse moverlo con una rama o algo, pues eso tal vez lo enoje y podría ocurrir un accidente.

Cuando se sale al campo se recomienda no salir solo, sino hacerlo siempre con al menos un acompañante para que auxilie en caso de que se presente una emergencia. Si ocurre un accidente y trae consigo el antiveneno se debe ofrecer el tratamiento prehospitalario correspondiente (aplicación intravenosa del antiveneno) y traslado inmediato al hospital. Si no se tiene antivenenos es importante conocer la ubicación de los servicios médicos cercanos al área que cuentan con estos. Una vez ocurrida una mordida de víbora de cascabel se recomienda tratarla con el antiveneno en las primeras tres horas del accidente ofídico.

Es recomendable no distrarse revisando el celular cuando uno camina en el campo. Se debe evitar estar intoxicado a fin de ser racional al encontrar una serpiente. Evite ser un héroe tratando de tomar una serpiente para impresionar a los demás, no vale la pena el riesgo.

En campo, siempre es bueno conocer el entorno, las distancias y la orientación.

En la ciudad, algunas personas tienen como mascotas animales venenosos como serpientes de cascabel; es su obligación conocer los riesgos para uno mismo, la familia y las mascotas; ello implica conocer cómo atender un accidente ofídico.

Consideraciones finales

Es importante conocer nuestro entorno para saber qué especies animales pueden causar daño con su ponzoña. Un accidente ofídico (serpiente de cascabel) es diferente en la ciudad que en la zona rural o el campo.

Prevenir situaciones de alto riesgo y ubicar sistemas del sector salud que cuenten con antivenenos. Contar con un sistema de respuesta inmediata ante un accidente ofídico cuando se conoce que hay riesgo. Un accidente ofídico debe atenderse con base en un algoritmo de respuesta, no suponer que todo está controlado. Evitemos los accidentes respetando a las especies.

Agradecimientos

Se agradece a los diversos estudiantes del Laboratorio de Ecología y Biodiversidad Animal y del Laboratorio de Bioquímica y Biología Molecular de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, por su participación y trabajo. A Araceli Rivera-Heredia por su apoyo en la impresión. A la familia Coronado por las convivencias, especialmente a don Efraín (QEPD), así como a D. Jones por su amabilidad. A los revisores por sus observaciones y sugerencias al presente capítulo.

Literatura consultada

- Alemán-Mejía, J.B. 2008. Caracterización de reptiles y percepción local hacia las serpientes en fincas ganaderas de la subcuenca del río Copán, Honduras. Tesis de *magister Scientiae* en Manejo y Conservación de Bosques Tropicales y Biodiversidad 98 p
- Alemán, B., F. DeClerck, B. Finegan, F. Casanoves y J. García. 2011. Caracterización de reptiles y percepción local hacia

- las serpientes en la subcuenca del río Copán, Honduras. *Agroforestería en las Américas* 48: 103-117.
- Alvarado-Díaz, J.A., y J.A. Campbell. 2004. A new montane rattlesnake (Viperidae) from Michoacan, Mexico. *Herpetologica* 60(2): 281-286.
- Anderson, C.G., y E. Greenbaum. 2012. Phylogeography of northern populations of the black-tailed rattlesnake (*Crotalus molossus* Baird and Girard, 1853), with the revalidation of *C. ornats* Hallowell, 1854. *Herpetological Monographs* 26: 19-57.
- Biardi, J.E., R.G. Coos y D.G. Smith. 2000. California ground squirrel (*Spermophilus beecheyi*) blood sera inhibits cro-talid venom proteolytic activity. *Toxicon* 38: 713-721.
- Campbell, J.A., y O. Flores-Villela. 2008. A new long-tailed rattlesnake (Viperidae) from Guerrero, México. *Herpetológica* 64: 246-257.
- Campbell, J.A., y W.W. Lamar. 1989. *The Venomous Reptiles of Latin America*. Comstock Publishing Associates/Cornell University Press, Ithaca, New York.
- Frayre-Torres, M.J., E. Sevilla-Godínez, M. de J. Orozco-Vale-rio, J. Armas y A. Celis. 2006. Mortalidad por contacto traumático con serpiente y lagarto venenoso. México, 1979-2003. *Gaceta Médica de México* 142(3): 209-213.
- García de Castro, S., y X. Vela-Fernández. 2005. El manejo de las mordeduras de serpiente en Sudamérica. *Emergen-cias*. 17: 267-273.
- Gil-Alarcón, G., M. del C. Sánchez-Villegas y V.H. Reynoso. 2011. Tratamiento prehospitalario del accidente ofídico: revisión, actualización y problemática actual. *Gaceta Médica de México*. 147: 195-208.
- Gómez-Torres, J.R., J.J. Sigala-Rodríguez y E.M. Salinas-Mira-lles. 2000. Estudio comparativo de la composición bio-química del veneno en serpientes venenosas de Aguas-

- calientes. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología Cuaderno de Trabajo 47.
- Instituto Bioclon. Información para prescribir amplia (IPP-A). Antivipmyn. <http://www.bioclon.com.mx/bioclon/pdf/ANTIVIPMYN%20IPP-A%20act.pdf>
- Lemos-Espinal, J.A., y Smith H.M. 2007. *Anfibios y reptiles del estado de Chihuahua*, México. Conabio 613 pp.
- Lenz, T.R. (s/f). Mordeduras de serpientes. <http://www.mia-gropecuaria.com/publicaciones/MORDEDURAS%20DE%20SERPIENTES.pdf>
- Luna-Bauza, M.E. 2007. Bases para el tratamiento por intoxicación por veneno de serpiente. *Revista de la Facultad de Medicina UNAM*. 50: 198-203.
- Mackessy, S.P. 2010. Handbook of venoms and toxins of reptiles. CRC Press Taylor & Francis Group.
- Macias-Rodríguez, E.F., A. Martínez-Martínez, A. Gatica-Colima, G. Bojórquez-Rangel y L.F. Plenge-Tellechea. 2014. Análisis comparativo de la actividad hemolítica entre las subespecies *Crotalus molossus molossus* y *Crotalus molossus nigrescens*. *Revista Bio Ciencias* 2(4): 302-312.
- Moreno-Escobar, F., y T.D. Vásquez-Marín. 2006. Accidente ofídico en una novilla Brahaman mordida por una serpiente *Bothrops asper*. *Revista CES Medicina Veterinaria y Zootecnia* 1(1): 69-75.
- Pereda-Cardoso, C.O., G. Peña-Atrio y A. Ayala-Chinea. 2007. Mordeduras de serpiente. *Revista Cubana Ortopedia y Traumatología* 21(1): 1-9.
- Sánchez, E.E., L.A. Solís, M.S. Ramírez y J.C. Pérez. 2001. Partial characterization of a basic protein from *Crotalus molossus molossus* (Northern-blacktail Rattlesnake) venom and production of a monoclonal antibody. *Toxicon* 39: 523-537.

Soler, D., y D.P. Rodríguez. 2006. Aspectos toxicológicos y clínicos de la mordedura por serpientes venenosas en animales domésticos. *Revista Médica Veterinaria y Zootecnia* 53: 105-115.

The Reptile Data Base (Consultada el 5 noviembre de 2016)
<http://reptile-atabase.rept>

Vázquez-Almazán, C.R., y C. Avendaño. 2009. Manual para la identificación, prevención y tratamiento de mordeduras de serpientes venenosas en Centroamérica. Volumen I: Guatemala. Capítulo V. 73-79 pp.



Víbora de cascabel *Crotalus scutulatus*/
Eduardo Macias-Rodríguez

Ana Gatica-Colima
Fernando Plenge-Tellechea
(Autores y compiladores)

VI. Impactos sobre la salud de la población por consumo de carne con trazas de anabólicos y antibióticos

Gwendolyne Peraza-Mercado¹

Descripción del problema sanitario

El aumento de la población humana ha determinado la ampliación de la producción de alimentos proteínicos de origen animal. Así, quienes se dedican al campo de la producción animal se enfrentan al reto de buscar técnicas que permitan producir mayor cantidad de carne de primera categoría por unidad de superficie y alimento utilizado. Actualmente, la estructura económica del estado de Chihuahua requiere una producción más rápida y eficiente de carne bovina (véase figura 1), dado que los consumidores han desarrollado el gusto por carne bovina más joven y tierna. Esto es una ventaja para los productores, ya que propicia que la producción sea más eficiente en cantidad y calidad en menor tiempo (Sagarpa, 2010).

¹ Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Instituto de Ciencias Biomédicas, Departamento de Ciencias Químico-Biológicas. Correo electrónico: gperaza@uacj.mx



Figura 1.- Ganado bovino del estado de Chihuahua (fotografía tomada por Imelda Ramos y Karla Armendáriz, 2014).

La búsqueda de alternativas que mejoren la producción ganadera ha permitido evaluar que empleando anabólicos, vitaminas y antibióticos se obtienen respuestas deseables; el uso de anabólicos y vitaminas se comporta como ganancia de peso e incremento de altura y longitud, logrando una buena producción; mediante el uso de antibióticos se logra el control sanitario, obteniendo en conjunto mejor rentabilidad y desarrollo económico (Fajardo-Zapata *et al.*, 2011).

Sin embargo, la gran mayoría de estos productos es susceptible de dejar residuos en los alimentos procedentes de animales que han sido tratados, ya sea del principio activo en su forma original o bien de sus metabolitos. Cuando estas sustancias se utilizan de forma indiscriminada y en exceso, sin atender los principios de la buena práctica veterinaria y no con fines terapéuticos, la presencia de residuos en los alimentos puede suponer un grave riesgo para la salud de los consumidores.



Clasificación de residuos presentes en los cárnicos

De manera general, los residuos presentes en la carne pueden clasificarse en:

- **Anabólicos esteroides y hormonas**

Son promotores del crecimiento o anabolizantes, a continuación se explican tres de ellos:

- 1.1 *Compuestos hormonales.* Las hormonas tiroideas son la tetrayodotironina (T4) y la triyodotirona (T3), que poseen estructura de aminoácidos derivados de la tirosina. Ambas se sintetizan en las células epiteliales de la glándula tiroidea. Entre sus funciones se encuentran la regulación del crecimiento y el desarrollo por medio del control de la transcripción del ADN y la síntesis de proteínas; tienen efecto calorigénico, aumentando el metabolismo basal y regulando la temperatura corporal; incrementan el metabolismo de lípidos e hidratos de carbono, facilitan la lipólisis y estimulan la síntesis de colesterol y su excreción; por último, provocan efectos cardiovasculares adversos como taquicardia e hipertrofia cardíaca.

- 1.2 *Fármacos antitiroideos*. Son derivados de la tiourea (tiocianatos y tionamidas), siendo sustancias que inhiben la síntesis de la hormona tiroidea. Se administran mezclados con el pienso (alimento para animales) durante 40 días antes del sacrificio y comúnmente son conocidos como finalizadores cárnicos. Su función principal es disminuir el metabolismo basal, aumentando la acumulación de grasa y la retención de agua. Hasta el momento no se han descrito riesgos que resulten peligrosos para el consumidor, aunque causa hiperplasia de la tiroides en los animales que lo consumen. Cabe mencionar que en la Unión Europea (UE) está prohibido su uso desde 1981.
- 1.3 *Hormonas sexuales; hormonas del crecimiento o somatotropinas*. Se clasifican en esteroides naturales, como andrógenos (testosterona), estrógenos (estradiol) y progestágenos (progesterona); esteroides sintéticos con acción androgénica, con acción estrogénica, con acción progestágena y derivados del estilbeno; y por último la hormona del crecimiento (HC) y sustancias afines como testosterona y sus ésteres, 17-b-estradiol y sus ésteres, progesterona, Dietil Estilbestrol (DES) y somatotropina.

Las hormonas sexuales se sintetizan en los órganos sexuales y son de naturaleza esteroidea. Sus funciones incluyen el trofismo de los órganos sexuales, favorecer los caracteres sexuales secundarios; asimismo, tienen efecto anabólico general promoviendo el crecimiento óseo y el desarrollo muscular. La cantidad de residuos que pueden ingerirse a través del consumo de carne de animales tratados con estas sustancias es tan pequeña frente a la cantidad de hormona producida diariamente por el hombre que las hormonas exógenas ingeridas no podrían ejercer efecto tóxico ni hormonal.

Las hormonas del crecimiento o somatotropinas se sintetizan en la hipófisis y son proteínas. Cuando se aplican en animales regulan los procesos metabólicos relacionados con su crecimiento y su lactancia, estimulando la producción de leche; además, aumenta la síntesis proteica sin modificar su degradación, disminuye la deposición de grasa, provoca una mayor retención de nitrógeno, aumenta la masa muscular y permite mayor retención de calcio y fósforo. Se supone que la hormona del crecimiento se inactiva durante la digestión, debido a su naturaleza peptídica. No obstante, entre sus posibles efectos adversos se destaca la posibilidad de desarrollar cáncer y diabetes, ambos efectos relacionados con el IGF-1 que aumenta en los tejidos animales por acción de la somatotropina (Spotorno, 2002).

- **Anabólicos no-esteroides**

También llamados agentes de reparto (agonistas β -adrenérgicos), surgieron a partir de la prohibición del uso de hormonas esteroideas y antitiroideas como promotores del crecimiento. Son fármacos que se ligan a los receptores β -adrenérgicos y mimetizan a los neurotransmisores naturales (catecolaminas), como la adrenalina y la noradrenalina. Las catecolaminas son neurotransmisores simpático miméticos que permiten la adaptación del organismo a situaciones de estrés (frío o calor), estimulan la lipólisis y la liberación de ácidos grasos, además de que favorecen la retención de nitrógeno.

Se conocen dos tipos de receptores adrenérgicos α y β . Las funciones principales de los adrenérgicos α son producir vasoconstricción, relajación de la musculatura lisa y dilatación pupilar. Las funciones principales de los receptores β adrenérgicos son provocar la estimulación, frecuencia y contracción cardíaca, vasodilatación, broncodilatación y lipólisis.

El β -agonista Clenbuterol se utiliza como medicamento veterinario. Está indicado para el tratamiento de bronconeu-

monías debido a su acción broncodilatadora y como estimulador del útero en el parto. También actúa sobre la musculatura esquelética al ser suministrado a los ganados vacuno, porcino y ovino, ya que aumenta la masa muscular, produciendo hipertrofia de los músculos blancos que abundan más en el cuarto trasero. Este efecto anabolizante lleva a producir 15% más de carne, además de que el tejido adiposo disminuye, posibilitando un efecto lipolítico con 18% menos de grasa, y aumenta el contenido de agua de la carne (Caicedo-Rivas *et al.*, 2009).

• **Antibióticos promotores del crecimiento**

Existen diversos antibióticos que, en dosis subterapéuticas, pueden ser utilizados en producción animal como promotores del crecimiento; también son utilizados en medicina humana. El principal motivo de preocupación no es la presencia de antibióticos en la carne, sino la generación de bacterias resistentes a dichos antibióticos que luego puedan complicar el tratamiento de enfermedades en humanos. El origen de bacterias resistentes en humanos se ha atribuido al uso de promotores del crecimiento, donde el alimento (carne o leche) actúa como vehículo hacia el consumidor. En los últimos años, se han estipulado nuevas regulaciones a nivel mundial, limitando el uso de antibióticos en los sistemas de producción animal.

Los β -lactámicos, como penicilinas y cefalosporinas, se utilizan como aditivos en los piensos o son administrados libremente. A través de su mecanismo de acción inhiben la síntesis de la pared celular bacteriana y desorganizan la pared celular. En la Unión Europea (UE) el uso de β -lactámicos como promotores del crecimiento fue prohibido desde 1975. En 2006, la Comisión Europea prohibió el uso de antibióticos ionóforos como promotores de crecimiento y engorde de vacunos. Por lo que, ajustándose a los nuevos lineamientos de producción de carne más natural se pretende sustituirlos por el uso de enzi-

mas, levaduras o taninos (Anadón-Navarro y Tamargo-Menéndez, 2007).

Medicamentos de origen veterinario

• Antiparasitarios internos y externos

La rafoxanida es un antiparasitario interno indicado para el tratamiento y control de las enfermedades ocasionadas por *Fasciola hepática* en bovinos, a partir de la sexta semana y en adultos.

El albenzadol es un antiparasitario interno de amplio espectro destinado a bovinos, con poder ovidica, efectivo contra nemátodos gastrointestinales y nemátodos pulmonares, tenias (anoplocephalideos) y tremátodos (*Fasciola hepática*); además actúa sobre *Ostertagia* inhibida.

La cipermetrina es un antiparasitario externo indicado como insecticida y repelente de moscas picadoras, tabánidos y mosca de los cuernos (*Haematobia irritans*), destinado a bovinos.

• Antibióticos

Entre los antibióticos se encuentran los *profilácticos antiinfecciosos*, usados en intervenciones quirúrgicas, transporte de animales y destete de lechones. Son aplicados a dosis bajas durante periodos prolongados. En el tratamiento de enfermedades infecciosas se administran a dosis altas y durante periodos cortos de tiempo. Los antibióticos más utilizados son las sulfamidas y/o diaminopiridinas y los antihelmínticos (Falcón *et al.*, 2010).

Las sulfamidas y/o diaminopiridinas son ampliamente utilizadas en medicina veterinaria para combatir infecciones bacterianas en aves, por ejemplo, salmonelosis en pollos e infecciones sistémicas en rumiantes. Su mecanismo de acción se da a través de los antimetabolitos, que bloquean la síntesis del ácido fólico,

metabolito esencial en la síntesis del ADN. Los efectos adversos encontrados por su empleo son alteraciones hepáticas, desórdenes hemáticos y renales (Medina *et al.*, 2008).

Los antihelmínticos tipo benzimidazol han probado tener un amplio espectro de eficacia frente a helmínticos (parásitos de animales y humanos). Sin embargo, presenta efectos tóxicos, son teratogénicos, antimitóticos y mutágenicos (Franco *et al.*, 2008).

- **Tranquilizantes (utilizados en intervenciones quirúrgicas, antes del sacrificio para evitar el estrés y/o muerte).**

Cuando se aplican técnicas quirúrgicas a rumiantes como los bovinos es muy importante usar tranquilizantes a fin de que sea posible realizarlas de manera apropiada. Normalmente, anestésicos o barbitúricos son sustancias que al ser introducidas en el organismo producen pérdida de la sensibilidad acompañada de pérdida de la conciencia.

Los tranquilizantes son sustancias que al ser introducidas en el organismo producen pérdida de la sensibilidad sin pérdida de la conciencia, generando un estado de quietud mental. Los tranquilizantes se dividen en: derivados de las butiferas, como el droperidol, fentanilo, propanadiol; benzodiazepinas, como el valium, diazepam, librium, flurazepam; y los derivados fenotiacínicos, como la xilacina, propiopromacina, acepromacina, promacina. Los más utilizados en bovinos son los derivados fenotiacínicos, porque son más sensibles a éstos, como las xilacinas. Estos actúan deprimiendo el sistema nervioso central y bloqueando los reflejos y estímulos peligrosos que pasan de la formación reticular al sistema límbico; la señal no llega a la corteza cerebral, lo que reduce la conducta defensiva y agresiva, disminuye la presión arterial; además tienen efecto antihistamínico. Cuando se aplican procurando evitar el estrés de los animales y manteniéndolos tranquilos poseen un efecto

mayor, más rápido, incluso con dosis bajas; si no es así, no tienen efecto, ni aun aumentando 10 veces la dosis recomendada.

Se pueden utilizar para manejar animales muy peligrosos, ya sea en exploración clínica, o para transportarlos reduciendo el estrés y por lo tanto la incidencia de traumatismos o infecciones por inmunosupresión, para curar patas y realizar cirugías; son anticonvulsivos, sedantes, antieméticos, además de actuar como potente analgésico para controlar dolores muy fuertes, agudos o crónicos, o emplearlos como relajante muscular.

Al utilizar tranquilizantes se pueden presentar algunos efectos adversos: hipotermia irreversible, vasodilatación periférica, depresión de los reflejos condicionados, protrusión del pene, relajación del esfínter anal, timpanismo, aborto, acción adrenalítica y anticolinérgica, afectación de funciones vegetativas, postración en decúbito dorsal pudiendo sufrir una neumonía por regurgitación o asfixia con líquido ruminal, hipotensión arterial, fibrilación ventricular, paro cardíaco seguido de paro respiratorio, *shock* y muerte. Su uso está contraindicado en animales con cardiopatías, hepatopatías, daño renal y gestantes. Pueden presentarse casos de intoxicación, para lo cual se aplica sulfato de atropina.

Agroquímicos

Los agroquímicos son sustancias químicas entre las que se incluyen los insecticidas, herbicidas, fungicidas, rodenticidas, molusquicidas, plaguicidas y fertilizantes; son utilizados para el desarrollo de la agricultura. Entre los más usados en pasturas y gramíneas se encuentran el endosulfan, un pesticida de alta volatilización después de ser aplicado, y el glifosato, asociado a la intensificación de los sistemas de producción.

Estas sustancias pueden causar intoxicación aguda, provocando una serie de síntomas, a menudo no correctamente diagnosticados, como mareos, diarrea, dolor de cabeza, trastor-

nos de la memoria, convulsiones, coma, problemas de hígado y riñón, fibrosis pulmonar, disminución de la fertilidad, cataratas y hasta cáncer. Tales enfermedades crónicas han sido relacionadas con la presencia de residuos en los alimentos debido a la concentración de agroquímicos en la cadena de alimentos, incluyendo verduras, carnes rojas, aves, huevos; incluso se pueden encontrar residuos en la leche materna.

Asimismo, el uso irracional de agroquímicos produce contaminación ambiental; cuando los plaguicidas son utilizados indiscriminadamente en los cultivos son arrastrados por el agua o el viento antes de que puedan ser absorbidos por éstos, contaminando el manto freático y produciendo intoxicaciones en el ganado de pastoreo (Rovira, 2003).

Contaminación ambiental

Los contaminantes ambientales más comunes son los metales pesados, las dioxinas y los bifenoles policlorinados, los cuales están asociados a los procesos de industrialización. Una de las características principales de estas partículas es que son muy resistentes a los procesos de degradación, lo que favorece su presencia en el medio ambiente y su acumulación en la cadena alimentaria. Estos compuestos tienen fácil movilidad ambiental a través de atmósfera, suelo y agua, por lo que los sistemas de producción animal desarrollados cerca de estas fuentes de contaminación (fábricas, incineradores) sufren mayor riesgo de contaminación.

Los metales pesados más tóxicos y de mayor prevalencia en la carne son el cadmio y el plomo. El arsénico y el mercurio tienden a depositarse en peces y productos derivados del mar. Las características particulares de ciertos suelos, la contaminación con metales pesados procedentes de industrias y materias primas, representan las principales vías de entrada de los metales pesados a la cadena alimenticia; ello ocurre cuando

son consumidos y acumulados por los animales. El aporte de cadmio a los suelos se da por el uso de fertilizantes fosfatados derivados de la roca fosfórica, como la fosforita; a largo plazo afectan la salud humana por su bioacumulación en la cadena alimenticia, suelo, plantas, herbívoros y humanos. Un incremento de cadmio en el ambiente implica un aumento del consumo de este metal por los animales en pastoreo, los cuales pueden ver saturado su mecanismo de detoxificación, lo que se asocia con la presencia de una proteína en el hígado (metalotioneína), e incrementa el riesgo de presencia de cadmio en el tejido muscular comestible.

La normatividad existente en México para regular concentraciones de metales pesados en agua y alimentos son las siguientes:

- NOM-001-SEMARNAT: descargas de aguas residuales a cuerpos de agua (y suelos).
- NOM-002-SEMARNAT: descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado y municipales.
- NOM-087-ECOL-SSA1-2002: residuos peligrosos; clasificación y manejo.
- NOM-004-SEMARNAT: Especificaciones de lodos y biosólidos.
- NOM-147-SEMARNAT/SSA. Criterios para remediar sitios contaminados.
- NOM-130-SSA1-1995. Bienes y servicios. Alimentos envasados en recipientes de cierre hermético, y sometidos a tratamiento térmico. Disposiciones y especificaciones sanitarias.
- NOM-004-ZOO-1994. "Grasa, Hígado, Músculo y Riñón en Aves, Bovinos, Caprinos, Cérvidos, Equinos, Ovinos y Porcinos. Residuos Tóxicos, Límites Máximos Permisibles y Procedimientos de Muestreo".

- NOM-010-ZOO-1994. Determinación de cobre, plomo y cadmio en hígado, músculo y riñón de bovinos, equinos, porcinos, ovinos y aves, por espectrometría de absorción atómica.

Riesgos al ganado

Desafortunadamente, el clenbuterol se acumula especialmente en el hígado y los ojos de los animales tratados y su eliminación es muy lenta. Se ha comprobado que aun después de transcurrir 14 días luego de retirado el clenbuterol puede encontrarse en concentraciones <0.08 ng/g en pulmón, 0.6 ng/g en hígado y 15.1 ng/g en ojo (Caicedo-Rivas *et al.*, 2009).

Los metales pesados presentes en ganado bovino llegan a los animales a través de vegetales y líquidos que han sido contaminados por el hombre, como residuos de actividades humanas contaminantes, por ejemplo, del empleo de productos fitosanitarios, de emisiones al medio ambiente por vehículos de automoción y emisiones de diversas industrias. Sin embargo, el análisis reciente de canales bovinos en cuanto a la detección de concentraciones de metales pesados mostró que se encuentra entre los límites permisibles por las Normas Oficiales Mexicanas.

Riesgos a la salud humana

En el caso de los residuos de clenbuterol, la UE establece como límite máximo 0.1 $\mu\text{g}/\text{Kg}$ en músculo de equinos y bovinos. En Estados Unidos de América, la FDA (Food and Drug Administration) prohibió el uso de este β -agonista por sus implicaciones en la salud humana. En casos de intoxicación humana se han presentado los siguientes síntomas: temblores, taquicardia, nerviosismo, mialgias generalizadas y mareos. La ingesta de carne de animales tratados con clenbuterol puede

provocar la aparición de efectos graves, como alteraciones de la tiroides y disfunciones metabólicas.

Entre las sustancias antes mencionadas, el DES implica un riesgo para la salud humana, ya que es una sustancia cancerígena, capaz de producir tumores en tejidos con respuesta estrogénica, provocando cáncer en el endometrio. Además se ha asociado con la relación entre estrógenos y el padecimiento de cáncer mamario, uterino y ovárico.

Desde 1994, la Unión Europea prohibió el uso de cualquier sustancia anabolizante hormonal (no natural) en el ganado, así como la entrada a la UE de carne procedente de países donde se permite su uso, como Estados Unidos.

En suma, los antibióticos terapéuticos que promueven el crecimiento en la producción de ganado provocan hipersensibilidad, especialmente a las penicilinas, pues generan reacciones alérgicas, dermatitis, *shock* anafiláctico, resistencias microbianas y cambio de la flora intestinal humana. Los anabolizantes, como las hormonas tiroideas y las hormonas del crecimiento, al parecer no presentan efectos sobre la salud humana ya que ingresan en concentraciones muy inferiores a las de hormonas producidas por el propio cuerpo humano; no obstante, se les ha atribuido la aparición de tumores y diversos tipos de cáncer. Los esteroides presentan efectos teratogénicos y cancerígenos, mientras que los β -agonistas provocan efectos de intoxicación aguda y alteraciones metabólicas. Ello hace necesario tomar medidas drásticas en lo concerniente a los productos cárnicos que se están consumiendo (Kaneene y Miller, 1997).

En el caso de intoxicación por metales pesados se requieren largos procesos de tratamiento mediante el suministro de aminoácidos destinados a contrarrestar el efecto por medio de sistemas de quelación. Los agentes quelantes se han diseñado para competir con los metales por los grupos reactivos fisiológicos, por lo que evitan o revierten sus efectos tóxicos e incrementan su excreción. La estabilidad de los quelantes varía de acuerdo con el

metal y los átomos ligantes. El mercurio y el plomo tienen más afinidad por el azufre y el nitrógeno que por el oxígeno. Los quelatos resultantes son solubles en agua y en gran parte son excretados intactos en la orina, a una velocidad más rápida que la esperada por el metal en sí. Asimismo, en la naturaleza existen sustancias que actúan como quelantes naturales, como algunas vitaminas, enzimas, la clorofila y el glutatión.

Medidas de prevención (medidas profilácticas)

En lo que concierne a la ingesta de alimentos de origen animal, la alternativa más saludable es el consumo de productos orgánicos, biológicos o ecológicos. Se trata de aquellos cultivados, criados y procesados utilizando métodos naturales, cuyo principal objetivo es lograr productos alimenticios sin aditivos químicos ni compuestos sintéticos. Éstos favorecen las prácticas benéficas para el medio ambiente mediante el uso de sistemas no contaminantes. Mediante este tipo de producción se obtienen alimentos más sanos y nutritivos para los consumidores y el ecosistema. Están rigurosamente certificados para asegurar una completa satisfacción al consumidor. Es una condición necesaria que los alimentos orgánicos no contengan agroquímicos ni pesticidas, por lo que el uso de plantas o semillas transgénicas (semillas modificadas genéticamente para una mejora en la producción) se encuentra prohibido. En lo que respecta a la salud humana, estos alimentos contienen todos los nutrientes, mejoran el sistema inmunológico y la fertilidad. Ayudan a prevenir el calentamiento global y el cuidado del medio ambiente, además de apoyar la biodiversidad en las áreas cultivadas (Márquez, 2008).

Consideraciones finales

Es importante asegurar la inocuidad de los alimentos a través del conocimiento y el desarrollo de tecnologías confiables, evitando el uso de anabólicos y antibióticos, y dar mayor importancia a la evolución de los alimentos orgánicos, a fin de asegurar una calidad de salud para la población.

Agradecimientos

Se agradece a la M en C. Imelda Ramos Guevara y a la MVZ Karla Armendáriz (2014) por aportar imágenes que enriquecieron el texto presentado.

Literatura consultada

- Anadón-Navarro, A.R. y J. Tamargo-Menéndez. 2007. *Antibióticos de uso veterinario y su relación con la calidad alimentaria y salud pública*. Instituto de España, Real Academia de Ciencias Veterinarias, Ed. Realigraf, S.A., Madrid.
- Fajardo-Zapata, A.L., F.J. Méndez-Casallas y L.H. Molina. 2011. Residuos de fármacos anabolizantes en carnes destinadas al consumo humano. Colombia. *Universitas Scientiarum* 16(1): 77-91.
- Caicedo-Rivas, R.E., A. Torres-Beltrán, Y. Bustamante-Tapia, P. Calderón-Nieto, M.P. Ramírez-Peñaloza, J.S. Hernández-Zepeda y R. Reséndiz-Martínez. Efectos de los beta-agonistas (clembuterol), en las actividades fisiológicas y reproductivas en rumiantes. Sitio Argentino de Producción Animal. <http://www.produccion-animal.com.ar>
- Falcón, N., C. Ortega, S. Gorniak, L.C. Villamil, C. Ríos y M.C. Simón. 2010. El problema de la resistencia a antibióticos

- en salud pública. *Una Salud. Revista Sapuvet de Salud Pública*, (1):75-88.
- Franco, J., P.M Romero y G. Taborda. 2008. Determinación de niveles residuales de tetraciclina en canales bovinas por la técnica de Elisa en el frigorífico *Friogan* (La Dorada). *Biosalud*. 7:47-55.
- Kaneene, J.B. y R. Miller. 1997. Problems associated with drug residues in beef from feeds and therapy. *Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz.*, 16(2):694-708L.
- Márquez, L.D. 2008. Residuos químicos en alimentos de origen animal: problemas y desafíos para la inocuidad alimentaria en Colombia. *Revista Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria* 9(1):124-135.
- Medina, M.S., D. G. González y A. Ramírez. 2008. Detección de residuos antimicrobianos en tejidos comestibles y tetraciclinas en hueso de cerdo. *Rev. Salud Anim.* Vol. 30(2):110-115.
- NOM-001-SEMARNAT. Descargas de aguas residuales a cuerpos de agua (y suelos).
- NOM-002-SEMARNAT: Descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado y municipales.
- NOM-087-ECOL-SSA1-2002 (Residuos peligrosos; clasificación y manejo).
- NOM-004-SEMARNAT. Especificaciones de lodos y biosólidos.
- NOM-147-SEMARNAT/SSA. Criterios para remediar sitios contaminados.
- NOM-130-SSA1-1995. Bienes y servicios. Alimentos envasados en recipientes de cierre hermético, y sometidos a tratamiento térmico. Disposiciones y especificaciones sanitarias.
- NOM-004-Z00-1994. "Grasa, hígado, músculo y riñón en aves, bovinos, caprinos, cérvidos, equinos, ovinos y porcinos. Residuos tóxicos, límites máximos permisibles y procedimientos de muestreo".

- NOM-010-ZOO-1994. Determinación de cobre, plomo y cadmio en hígado, músculo y riñón de bovinos, equinos, porcinos, ovinos y aves, por espectrometría de absorción atómica.
- Rovira, P. 2003. Residuos en carne, Una visión desde el sector productivo. INIA Treinta y Tres. *Bienestar y Salud Animal*. Uruguay pp. 38-42
- Sagarpa. 2010. Manual de buenas prácticas pecuarias en el Sistema de Producción de ganado bovino productor de carne en confinamiento. Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Sanidad Agroalimentaria. Asociación Mexicana de Engordadores de Ganado Bovino A.C. pp.1-54.
- Spotorno, C.V. 2002. Anabólicos en producción de carne. Seguridad Alimentaria. *Revista IDIA XXI*. Argentina. Año II Número 2:175-179.

Sobre los autores



José Nicolás Lauro Aldama-Meza

jose.aldama@uacj.mx

Adscrito al Departamento de Ciencias Químico Biológicas del Instituto de Ciencias Biomédicas de la Universidad Autónoma Ciudad Juárez.

Área de interés: Ecotoxicología y toxicología.



Ana B. Gatica-Colima

agatica@uacj.mx

Responsable del Laboratorio de Ecología y Biodiversidad Animal. Adscrita al Departamento de Ciencias Químico Biológicas de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez.

Área de interés: Biodiversidad animal y estudios en ecología de zonas áridas.



Eduardo F. Macias-Rodríguez

eduardo.macias@uacj.mx

Maestro en Ciencias Genómicas, egresado del programa de posgrado en Ciencias con orientación Genómica de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez.

Área de interés: Proteómica, bioquímica y genética.

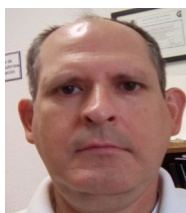


Gwendolyne Peraza-Mercado

gperaza@uacj.mx

Doctorada por la Universidad Autónoma de Chihuahua. Actualmente trabaja en el Departamento de Ciencias Químico Biológicas de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez.

Área de interés: Alimentos.



Luis Fernando Plenge-Tellechea

fplenge@uacj.mx

Actualmente es profesor investigador del Departamento de Ciencias Químico Biológicas de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, su área de especialización es la bioquímica. Es responsable del Laboratorio de Bioquímica y

Biología Molecular.

Área de interés: Toxinología y bioquímica.



Edna M. Rico-Escobar

erico@uacj.mx

Adscrita al Departamento de Ciencias de la Salud de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez.

Área de interés: Salud y toxicología.

**Álvaro Torres-Durán**

alvaro.torres@uacj.mx

Biólogo con Maestría en Ciencias por el programa de Maestría en Ciencias Químico Biológicas de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez.

Área de interés: Biodiversidad animal.

**Rodrigo Vázquez-Briones**

al103802@alumnos.uacj.mx

Egresado de la carrera de Biología del Instituto de Ciencias Biomédicas de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. Desarrolló su tesis sobre el veneno de la araña violinista.

Área de interés: Toxinología y bioquímica.

UACJ

Esta obra se terminó de imprimir en febrero de 2018 en
Lazer Quality Prints, ubicada en Pedro Rosales de León 6595,
Ciudad Juárez, Chihuahua, México.

Tiraje: 300 ejemplares