

Manejo clínico de accidente ofídico en caninos causado por la serpiente de cascabel *Crotalus ravus* en Puebla, México: Primer reporte de caso

Omar Gibran Rodríguez-Barrera¹ , David Hernández-Benitez^{*1} , Fernanda Astrid Razo Nava² ,
Amet de Jesús Velásquez García² , David Cerezo Hernández² 

¹Laboratorio de Herpetología, Facultad de Ciencias Biológicas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, C. U. Boulevard Valsequillo y Av. San Claudio, ed. 112-A. C.P. 72570. Puebla, Puebla, México. ²Hospital Veterinario para Pequeñas Especies, Blvd. Valsequillo No. 1616, Ciudad Universitaria. C.P. 72592. Puebla, Puebla, México.

Email de autor para correspondencia: *david.hdzbztz@correo.buap.mx

Recibido: 27 enero 2024. **Aceptado:** 29 abril 2024

RESUMEN

Introducción: En E.U.A. ocurren cerca de 150,000 mordeduras de serpientes a perros y gatos cada año, en cambio, en México no existen cifras oficiales al respecto. El 69.8% de los hogares mexicanos tienen perros, que sumado a la gran diversidad de serpientes venenosas que habitan el país, podrían resultar en frecuentes accidentes ofídicos escasamente documentados.

Reporte de caso: Dos hembras caninas adultas se presentaron en el Hospital Veterinario para Pequeñas Especies BUAP, en la Ciudad de Puebla, con inflamación moderada y severa en hocico y bellos. Los tutores reportaron un encuentro con una serpiente de cascabel, identificada posteriormente como *Crotalus ravus*.

Tratamiento: A la primera paciente, con inflamación severa, se le administraron un total de 37 ml de faboterápico antiviperino, repartido en 5 aplicaciones, con una dosis inicial a las 5:00 pm, después a las 11:00 pm, continuando la aplicación cada 12 horas. Se administró fluitodoterapia con medicación para el manejo de los signos, dando el alta al sexto día. A la segunda paciente, con inflamación moderada, se le administraron 13 ml de faboterápico repartido en 2 aplicaciones, a las 5:00 pm y a las 11:00 pm. Se continuó con fluidoterapia y manejo signológico, dando el alta al sexto día.

Conclusiones: El uso oportuno del antiveneno permitió la pronta recuperación de las pacientes. La colaboración con diferentes especialistas es importante para brindar una correcta atención en un envenenamiento ofídico. En áreas con presencia de serpientes venenosas es importante contar con protocolos adecuados de manejo y atención de un accidente ofídico.

Palabras clave: Accidente ofídico; caninas; *Crotalus ravus*; faboterápico antiviperino.

ABSTRACT

Introduction: In U.S.A. occurs near of 150,000 snakebites to dogs and cats every year, instead, in Mexico doesn't exist official data to the respect. The 69.8% of the Mexican homes have dogs, that summed to the big diversity of venomous snakes that inhabit the country, it could result in frequent ophidic accidents scarcely documented.

Case report: Two adult canine females were presented at the “Hospital Veterinario para Pequeñas Especies BUAP”, in Puebla's City, Mexico, with inflammation moderate and severe in snout and lips. The tutors reported an encounter with a rattlesnake, identified posteriorly as *Crotalus ravus*.

Treatment: To the first patient, with severe inflammation, was administered a total of 37 ml of antiviperin fabotherapic, distributed in 5 applications, with an initial dose at the 5:00 pm, next at the 11:00 pm, continuing the application every 12 hours. It was administered fluidotherapy with medication to the manage of the signs, discharged from the hospital at the sixth day. To the second patient, with moderate inflammation, was administered 13 ml of fabotherapic distributed in 2 applications, at the 5:00 pm and at the 11:00 pm. It was continuing with fluidotherapy and manage of the signs, discharged from the hospital at the sixth day.

Conclusions: The opportune use of the antivenom allowed the early recovery of the patients. The collaboration of different specialists is important to offer a correct attention in an ophidic envenomation. In areas with presence of venomous snakes is important to count with adequate protocols of manage and attention of an ophidic accident.

Keywords: Antiviperin fabotherapeutic; canines; *Crotalus ravus*; ophidic accident.

INTRODUCCIÓN

Anualmente las serpientes venenosas causan, a nivel mundial, hasta 2,500,000 mordeduras en humanos, con un promedio de 85,000 muertes. Además, se estima que estos accidentes dejan a 250,000 personas con secuelas permanentes [1]. Cada año la mayor incidencia de mordeduras ocurre en países en vías de desarrollo de las regiones tropicales y subtropicales, afectando mayoritariamente a la población rural [1, 2]. Debido a las condiciones en las que ocurren estos casos, el

envenenamiento por accidente ofídico actualmente es considerado una “enfermedad tropical desatendida”, de acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS) [3]. En América se estima que ocurren 57,500 mordeduras por serpiente cada año, con un total de 370 muertes [2]. México, por su parte, es reconocido por albergar más del 11% de la riqueza de serpientes a nivel mundial y se estima que estas provocan 4,000 mordeduras anualmente, de las cuales cerca de 50 culminan en decesos [2, 4].



En cambio, no existen cifras oficiales acerca del número de mascotas que sufren un accidente ofídico (intoxicación por la inoculación de veneno por parte de una serpiente venenosa) en el territorio mexicano, sin embargo, Peterson [5] estimó que en los Estados Unidos ocurren cerca de 150,000 mordeduras a perros y gatos por año. En México se estima que el 69.8% de los hogares tienen alguna mascota, destacando a los caninos que suman 43.8 millones y felinos con 16.2 millones, por lo que estos accidentes podrían ser habituales sin un registro confiable [6].

Las serpientes de cascabel pigmeas o enanas de la especie *Crotalus ravus* son endémicas del centro-sur de México, con presencia en una gran variedad de hábitats como bosques tropicales, bosques de pino encino y matorral xerófilo, encontrándose en un amplio rango altitudinal que va de los 1,500 hasta los 3,100 msnm [7, 8]. Se distribuyen a lo largo del eje Neovolcánico transversal, desde el Volcán de Toluca hasta el centro-oeste de Veracruz, así como en el sureste de Hidalgo, además se han reportado del noreste al sureste de Puebla y el centro de Oaxaca, con algunas poblaciones en el centro de Guerrero (Fig. 1) [7, 8, 9].

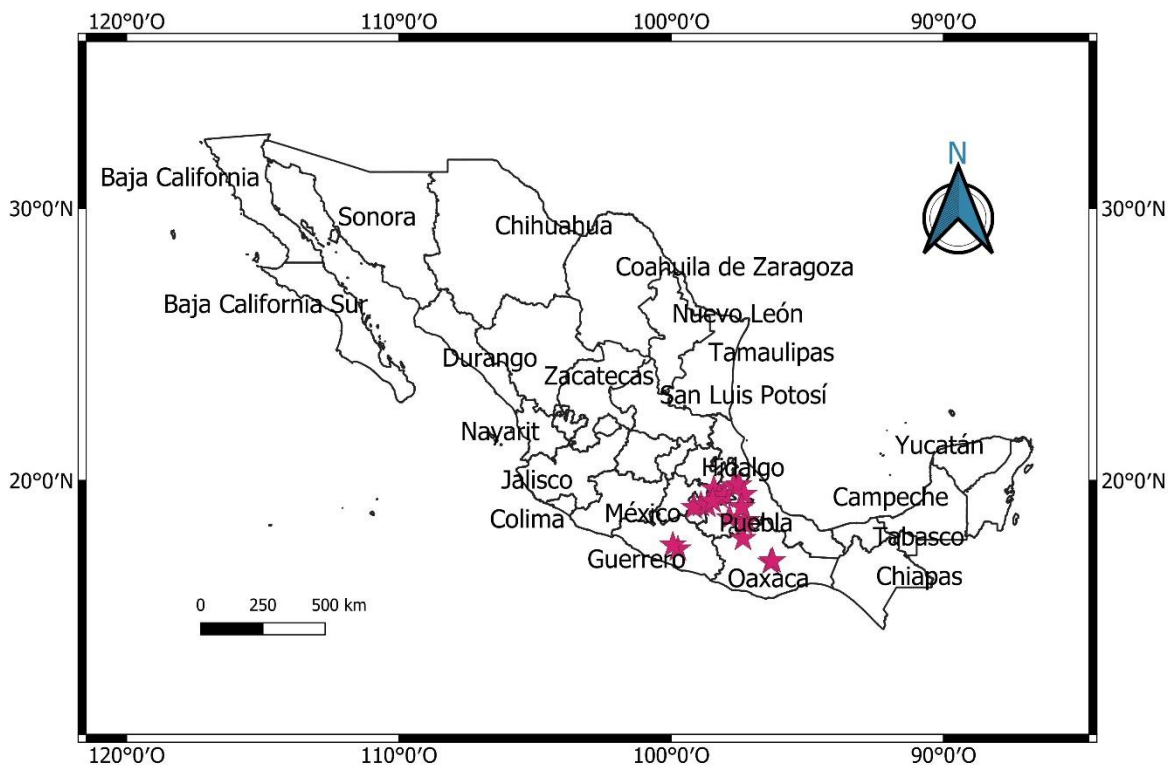


Figura 1. Distribución de la serpiente de cascabel pigmea *Crotalus ravus* en México. Registros de localidades tomados de Gbif [10].

Por medio de análisis filogenéticos, algunos autores han descrito que se trata de un complejo de especies que incluye a las subespecies *C. ravus exiguus*, *C. ravus brunneus*, así como a otras dos poblaciones de *C. ravus ravus* que se distribuyen al este y oeste del Estado de México y Morelos, y que podrían dividirse en 3 especies diferentes (Fig. 2) [11, 12].

Pese a su presencia en áreas altamente pobladas de México, no hay estudios sobre la composición bioquímica del veneno de *C. ravus*, aunado a ello, las estadísticas epidemiológicas disponibles en México sólo consideran los envenenamientos en humanos y no indican a la especie responsable de cada accidente ofídico [13, 14]. A la fecha sólo existe un reporte, correspondiente a dos personas mordidas por *C. ravus* en Huixquilucan, Estado de México ocurrido en 2022 [15]. Además, Bolon *et al.*, [16] encontraron en 2019 que muchos países de América, incluido México, no contaban con reportes sobre accidentes ofídicos en mascotas. A la fecha estos reportes continúan siendo escasos.

El tratamiento predilecto actual en los casos de accidente ofídico ya sea en humanos o en perros, es la aplicación de antivenenos específicos contra las toxinas de la serpiente causante [17]. En México existen 3 antivenenos de serpientes constituidos por fragmentos $F(ab')_2$, purificados a partir de la sangre de caballos hiperinmunizados, por lo que también se les conoce como faboterápicos o

faboterapéuticos [14]. Con la finalidad de tratar el envenenamiento causado por serpientes de la familia Viperidae, se producen en el país 2 antivenenos, el primero es producido por Laboratorios Birmex y el segundo por Laboratorios Silanes: Birmex, para su elaboración utiliza como inmunógeno una mezcla de veneno de *Bothrops asper* y *Crotalus basiliscus*, por su parte, Silanes usa una mezcla de veneno de *B. asper* y *Crotalus simus*. Silanes produce un tercer antiveneno para tratar únicamente el envenenamiento provocado por las serpientes de la familia Elapidae, el cual utiliza como inmunógeno el veneno de diferentes coralillos mexicanas (*Micrurus* spp.) [12, 13]. Estos antivenenos carecen de neutralización cruzada entre serpientes que son evolutivamente lejanas [17], por ende, es necesario determinar si el envenenamiento fue causado por un vipérido o un elápido antes de comenzar el tratamiento. Es posible diferenciar a las serpientes de las familias Viperidae y Elapidae, tomando en cuenta caracteres diagnósticos como el patrón de escutelación, la dentición y la coloración, sin embargo, la gran diversidad de serpientes presentes en el país dificulta esta labor [4], ya que existen serpientes no venenosas que mimetizan a las serpientes venenosas como mecanismo de defensa. Por ello, para su correcta identificación, lo más adecuado es recurrir a claves taxonómicas, sin olvidar que estas claves exigen manipular a la serpiente en cuestión [7].

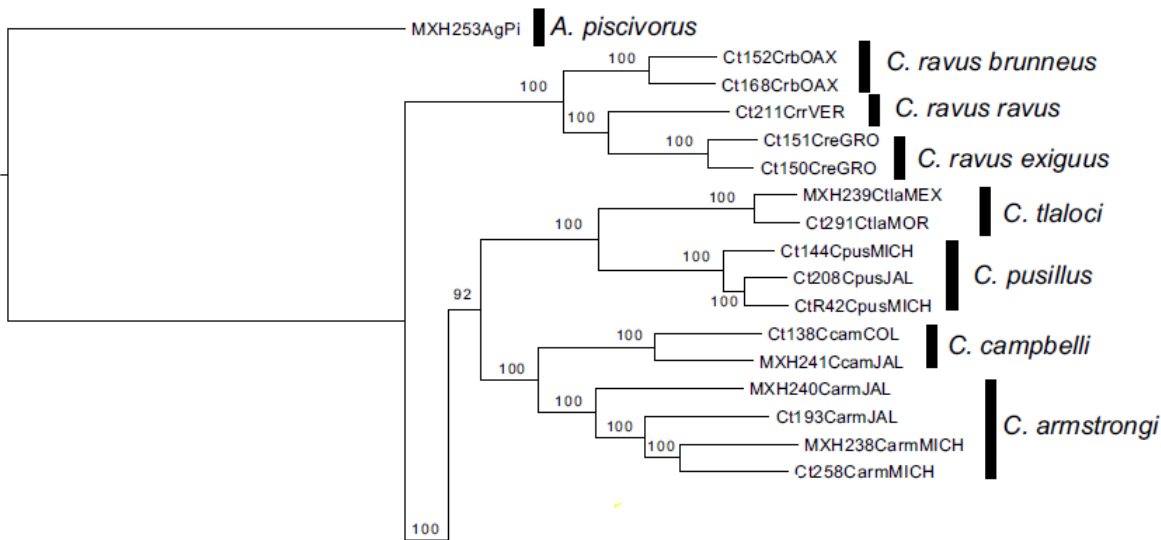


Figura 2. Relaciones filogenéticas de algunas serpientes de cascabel de montaña. Árbol de máxima verosimilitud (ML). Se muestra un fuerte soporte de ramas para las 3 diferentes subespecies de *C. ravus*. Tomado y modificado de Blair *et al.*, [11].

REPORTE DE CASO

Reseña

El 6 de septiembre del 2023 se presentaron a consulta de urgencia, en el Hospital Veterinario para Pequeñas Especies de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP), ubicado en la ciudad de Puebla, a las 16:45 horas, 2 caninos hembras pertenecientes al cuerpo de Dirección de Apoyo y Seguridad Universitaria (DASU), en Ciudad Universitaria 2 de la BUAP., localizada al sureste de la ciudad de Puebla: la paciente 1, una mestiza de pitbull de color negro de entre 2 y 3 años, de 18 kilos, llamada Pantera; la paciente 2, una mestiza de color blanco de aproximadamente 8 a 9 años, de 15 kilos, llamada Güera.

Anamnesis

Los tutores refieren que aproximadamente a las 13:30 horas del mismo día, ambas caninas fueron mordidas por una serpiente de cascabel, en las instalaciones de Ciudad Universitaria 2 de la BUAP. Los tutores sacrificaron y colectaron a la serpiente, que posteriormente fue identificada por personal del Herpetario Universitario Coatlicalli de la BUAP como *Crotalus ravus* (Fig. 3), la cual se anexó a la colección herpetológica de la Facultad de Ciencias Biológicas de la BUAP (EBUAP) con el número de registro 2934. La identificación de la especie fue realizada siguiendo las claves de Canseco-Márquez y Gutiérrez-Mayén [7], quienes indican que *C. ravus* se diferencia del resto de especies de cascabeles presentes en Puebla por poseer nueve escamas grandes que cubren la superficie dorsal de la cabeza.



Figura 3. *Crotalus ravus* responsable del envenenamiento de los dos caninos, encontrada en las inmediaciones de Ciudad Universitaria 2. Con una longitud total de 51.4 cm. El ejemplar presenta la cauda amputada inmediatamente después de la cloaca, con evidencia de cicatrización antigua.

Paciente 1

La paciente ingresó consciente y con buen estado de ánimo, con frecuencia cardíaca (FC) de 108 latidos por minuto (lpm); frecuencia respiratoria (FR) de 40 respiraciones por minuto (rpm); temperatura (T) de 38.4 °C; pulso correspondiente, fuerte, lleno y constante; campos pulmonares limpios; mucosas rosadas y húmedas; Tiempo de Llenado Capilar (TLLC) de 2 segundos; y una condición corporal de 3/5. Los hallazgos clínicos fueron inflamación severa tumefacta en la región del hocico, incluidos belfos y en ascenso hacia párpados con cierre parcial de los ojos (Fig. 4A), sin heridas hemorrágicas aparentes, salvo el sitio de la mordedura (dorso del hocico, en la región

nasal) que presentaba un tapón de fibrina.

Paciente 2

La paciente ingresó consciente y alerta mostrando un temperamento nervioso, con FC de 120 lpm; FR de 20 rpm; T de 38.6 °C; pulso correspondiente, fuerte, lleno y constante; campos pulmonares limpios; mucosas rosadas y húmedas; TLLC de 2 segundos; y una condición corporal de 3/5. Los hallazgos clínicos fueron inflamación leve en el belfo izquierdo con extensión hacia el cuello (Fig. 4B), además de sangre visible en el sitio de la mordedura, el cual se encontraba en belfo izquierdo.



Figura 4. A) Primera paciente, Pantera, mostrando inflamación severa en el hocico, belfo y área circundante a los ojos. B) Segunda paciente, Güera, mostrando inflamación moderada en la parte inferior del hocico, belfo y cuello.

Diagnóstico

Tomando en cuenta la anamnesis, los hallazgos clínicos y la presencia de la mordedura de serpiente e identificación del ejemplar causante de la mordedura, el diagnóstico final fue envenenamiento ofídico por *Crotalus ravus* en ambas pacientes; en la paciente 1 con envenenamiento de grado 2 y en la paciente 2 con clasificación grado 1, de acuerdo con la clasificación de Audebert utilizada en humanos [18]; al no disponer de una clasificación específica para caninos, se adoptó la clasificación usada en humanos.

Tratamiento

Tomando en consideración el desconocimiento acerca de la atención brindada en las instalaciones del zoológico, el tratamiento partió del supuesto de no haber recibido terapia previa con los antivenenos y se instauró la terapia correspondiente. El Herpetario

Universitario Coatlicalli de la BUAP proporcionó 5 viales de faboterápico antiviperino, 3 de Antivipmyn® producido por Laboratorios Silanes y 2 del Faboterápico Polivalente Antiviperino producido por Birmex, ya que, al tener a resguardo vipéridos del estado de Puebla, por protocolo también cuenta con un banco de antivenenos para casos de emergencia.

Antes de la selección del tratamiento, a las 17:00 horas se obtuvieron 2 ml de sangre de cada una de las pacientes para prueba rápida de coagulación, colocando la sangre dentro de un tubo vacutainer de tapa roja midiendo el tiempo en el que se coagula la sangre, dando como resultado un coágulo formado al 90% a los 5 minutos de haber obtenido la muestra de la paciente 1 y un coágulo con formación casi al 100% a los 5 minutos de la paciente 2. Ambas pacientes fueron ingresadas en las instalaciones del hospital veterinario para mantenerlas bajo observación y brindarles tratamiento.

Tratamiento de paciente 1

El 6 de septiembre a las 17:30 horas se procedió a colocar una vía intravenosa para la aplicación de 1 vial del faboterápico Antivipmyn®, resuspendido en 10 ml de solución isotónica en bolo de 1 ml/min (Fig. 5). Debido a la coloración de la paciente, no fue posible realizar un marcaje con plumón para evaluar la evolución de la inflamación. Posteriormente se inició fluidoterapia de mantenimiento con solución salina (NaCl al 0.9%), así como la administración de 1.8 ml de ornipural. A las 18:00 h se administraron una dosis de 2 mg/kg de dexametasona. A las 19:00 h se suministraron una dosis de 0.01 mg/kg de buprenorfina, debido a un aumento en la FR, presumiblemente debido al dolor. Se mantuvo

estable durante varias horas, sin embargo, a las 23:00 h, su FC aumentó hasta 186 lpm, la FR y la T no mostraron cambios significativos, siendo 36 rpm y 38.4 °C respectivamente. Debido a la inflamación persistente se decidió aplicar una segunda dosis de 7 ml de faboterápico Birmex.

La madrugada del 7 de septiembre, posterior a la segunda dosis de antiveneno, se ofreció alimento blando, el cual fue aceptado e ingerido sin dificultad. En la madrugada, disminuyó la FC a 96 lpm, aproximadamente a las 4:00 h; la FR y T se mantuvieron estables. Se administraron 1.8 ml de histafin a las 4:00 h, posteriormente, a las 9:00 h se administraron 0.5 mg/kg de ranitidina. El examen físico indicó



Figura 5. Administración de faboterápico por vía intravenosa en la paciente 1 (Pantera).

una mejora en el estado general con una disminución leve del proceso inflamatorio en el hocico, acompañado de la apertura total de los ojos, pérdida de tumefacción con cambio a edematización, así como mejora de la actitud y el temperamento. Las constantes registradas fueron FC de 80 lpm, FR de 42 rpm y T de 38.5 °C. A las 11:00 h se le aplicó una tercera dosis, de 10 ml, del faboterápico Birmex. Posteriormente, a las 16:00 h se administraron 1.8 ml de histafin y dexametasona a la misma dosis del primer día. Una hora más tarde (17:00 h), se administraron 0.01 mg/kg de buprenorfina y 1.8 ml de ornipurul. Debido a la persistencia de la inflamación, se opta por aplicar a las 23:00 h una cuarta dosis de 5ml de faboterápico Birmex, reservando el resto para 12 h después; constantes registradas: FC de 80 lpm, FR de 30 rpm y T de 37.7 °C.

El 8 de septiembre, a las 9:00 h se administraron 0.01 mg/kg de buprenorfina, el examen físico mostró una marcada edematización hacia el cuello y la región braquio-pectoral, que por efecto gravitatorio podría implicar el avance hacia tejido que previamente no estaba en contacto, por lo tanto, se decidió utilizar el diurético furosemida con una dosis de 2 mg/kg a la par de una quinta dosis de 5 ml de faboterápico Birmex. Las constantes registradas fueron FC de 132 lpm, FR de 35 rpm y T de 37.7 °C. El 9 de septiembre, a las 11:00 h se administraron 2.6 ml de amoxicilina por vía subcutánea (sc) y 3 ml de sucralfato por vía oral (PO). El examen físico indicó una absorción del edema cercana al 100% en la región del cuello y braquio-pectoral, se

observó, además, una masa de consistencia semilíquida de aproximadamente 2 cm. La paciente mostró un temperamento inquieto y estresado debido al encierro, sin embargo, se mostró accesible a la interacción con sus cuidadores. Las constantes registradas fueron de 181 lpm de FC, 40 rpm de FR y una T de 37.8 °C. Se consideró apta para el alta del hospital, continuando el tratamiento en casa, siendo gabapentina por vía oral a una dosis de 10 mg/kg cada 12 h por dos días y meloxicam a 0.1 mg/kg cada 24 h por dos días. Citada para revisión a los dos días posteriores al alta.

El 11 de septiembre se presentó a su revisión, con constantes de FC 135 lpm, FR 35 rpm y una T de 38.8 °C, con buena actitud, sin ninguna alteración en el examen físico. Los propietarios refieren que los días 9 y 10 de septiembre presentó buen ánimo y se alimentó de manera normal. Tomando en cuenta las constantes, la anamnesis y los hallazgos al examen físico se decide darla de alta definitiva (Fig. 6A).

Tratamiento de paciente 2

El 6 de septiembre a las 17:15 horas se determinó hacer un marcaje con plumón para determinar la evolución de la inflamación. Después de ello, se procedió a colocar una vía intravenosa en donde se le administraron 10 ml de Antivipmyn® en bolo de 1 ml/min por vía intravenosa. También iniciando con fluidoterapia de mantenimiento con solución salina al 0.9%. A las 18:00 h se administraron 0.2 mg/kg de dexametasona, una hora después, a las 19:00 h, se administraron 0.5 ml de

ornipural y buprenorfina a 0.01 mg/kg, este último, fue aplicado porque la paciente presentaba dolor aparente. Sin embargo, no se tuvo el efecto deseado, por lo tanto, a las 20:00 h, se le administró una dosis más del analgésico, además de 1.5 ml de histafin. A las 23:00 h se aplicó una segunda dosis de 3 ml del faboterápico Birmex, posteriormente se le ofreció alimento blando, el cual fue aceptado pero ingerido con dificultad. Además, mostraba una FC de 90 lpm, una FR de 100 rpm y una T de 39.3 °C.

El 7 de septiembre, a las 4:00 h, la FR había disminuido a 28 rpm con una FR y T estables. El examen físico, realizado a las 9:00 h, mostró una disminución del 70% de la inflamación en el belfo afectado, además basándose en el marcaje con plumón hecho previamente, se optó por no continuar con el faboterápico. La

paciente permaneció en observación, procurando una pronta respuesta en caso de algún signo secundario, se continuó con la administración de 1.5 ml de histafin y dexametasona a 2 mg/kg, así como 0.01 mg/kg de buprenorfina.

El 8 y 9 de septiembre se mantuvo en observación presentando únicamente un temperamento nervioso y estresado debido al resguardo en cautiverio y con la administración de histafin y buprenorfina en ambos días. No tuvo cambios significativos en las constantes. La tarde del 9 de septiembre se optó por dar el alta del hospital, continuando el tratamiento en casa, con gabapentina por vía oral a una dosis de 10 mg/kg cada 12 h por dos días y meloxicam a 0.1 mg/kg cada 24 h por dos días. Fue citada para su revisión a los dos días.



Figura 6. A) Paciente 1, Pantera. B) Paciente 2, Güera. Ambas pacientes fueron dadas de alta cuando la inflamación del belfo y hocico desapareció.

El 11 de septiembre se presentó a su revisión, con constantes de FC 138 lpm, FR 54 rpm y una T de 38.9 °C, con actitud activa y nerviosa, sin ninguna alteración en el examen físico. Los tutores refieren que los días 9 y 10 de septiembre que estuvo en casa, mostró buen ánimo y se alimentó de manera normal. Tomando en cuenta las constantes, la anamnesis y los hallazgos al examen físico se decide darla de alta definitiva (Fig. 6B).

DISCUSIÓN

Los antivenenos disponibles en México, contra el veneno de Vipéridos, presentan una amplia reactividad cruzada con el veneno de diferentes serpientes, además de una alta capacidad neutralizante del veneno de varias especies del género *Crotalus*, así como del veneno de las especies usadas en la inmunización de los caballos (*B. asper*, *C. simus* y *C. basiliscus*), a partir de los cuales se obtiene el antiveneno [19, 20]. Aunado a ello, se ha reportado que es posible utilizarlos con seguridad y eficacia incluso años después de la fecha de caducidad marcada [21]. En el caso de la paciente 1 Pantera, después de la segunda dosis de antiveneno se detuvo el avance del edema con indicios de desinflamación, y la paciente 2 Güera, únicamente necesitó dos aplicaciones de faboterápico para que la inflamación cediera. Esto nos sugiere que los faboterápicos, tanto de Birmex como de Silanes, son buenos neutralizando el veneno de *C. ravus*. Cabe destacar que las pacientes aquí reportadas tuvieron acceso oportuno a los faboterápicos, lo

que evitó que el veneno causara algún daño más allá de la inflamación focalizada. En contraste con el envenenamiento por *C. ravus* reportado en dos personas en 2021, donde se utilizaron 50 y 26 frascos de faboterápico por paciente [15], sin embargo, no se cuenta con estudios *in vitro* o *in vivo* que evalúen el nivel de reconocimiento y neutralización del veneno de *C. ravus* por parte de los faboterápicos mexicanos, por lo tanto, es posible que la elevada cantidad de antiveneno utilizado fuera decisión de los médicos que trataron el envenenamiento.

Es relevante considerar la composición del veneno, únicamente cuando sea posible identificar la especie de la serpiente involucrada en un accidente, ya que este es altamente variable entre especies, así como entre individuos de la misma especie y en diferente etapa ontogenética [13, 14]. Sin embargo, la información acerca de la composición del veneno de la serpiente de cascabel pigmea *C. ravus* es escasa y no se cuenta con una caracterización de su veneno, aunque se conoce que tiene una baja actividad hemolítica, evaluada en placas de agar sangre [13, 14, 22]. Empero, los autores instan a no tratar de capturar a la serpiente involucrada en una mordedura, sin experiencia en el manejo y contención segura de estos animales, por el riesgo de aumentar el número de envenenados, aunado a ello, muchas de estas especies se encuentran en alguna categoría de riesgo en la NOM-059 SEMARNAT 2010 [23], por lo que es ilegal capturarlas y/o sacrificarlas.

Existen otros factores importantes a tomar en cuenta en un accidente ofídico y que podrían

determinar la evolución de este, resaltando aspectos como la condición corporal del paciente, el tamaño, peso y edad, así como los signos mostrados posteriores al accidente ofídico [24] ya que, aunado a los efectos propios del veneno, podrían ocurrir reacciones alérgicas propiciadas por las toxinas en cuestión o incluso hacia el antiveneno [25, 26, 27]. Ninguna de las pacientes aquí reportadas mostró reacciones alérgicas hacia el veneno ni hacia el antiveneno. Ambas pacientes gozaban de buena salud al momento del envenenamiento, sin embargo, la paciente 2, la de mayor edad presentó signos leves a comparación de la paciente 1 que era más joven, por el grado de inflamación que presentó la paciente 1, se sospecha que pudo recibir una mayor cantidad de veneno en comparación con la segunda. Esto es posible, ya que las serpientes controlan la cantidad de veneno que inoculan gracias a los músculos que rodean las glándulas de veneno, ubicadas debajo y hacia atrás de los ojos [28].

Bolon *et al.*, [16] mencionan que las lesiones más comunes en perros se presentan en la cabeza, cara y cuello, siendo muy probable que esto suceda por la inherente exploración con su desarrollado sentido del olfato [29], tal es el caso de este reporte, haciendo necesario evaluar el sitio de la mordedura durante el tratamiento debido a la importancia de la región anatómica.

Los criterios de atención ante un accidente ofídico varían entre autores, además, en México sólo 90 de las 441 especies de serpientes reportadas para el país [27, 30], representan un potencial riesgo para los humanos y mascotas,

por lo tanto, es necesario realizar una clasificación para ponderar en mascotas si los signos corresponden a un cuadro de envenenamiento, o si se trata de una mordedura realizada por una serpiente sin veneno, o en todo caso de una mordida seca (mordedura de una serpiente venenosa sin inoculación de veneno) [28, 31].

La detección serológica de las toxinas específicas de serpiente, que producen los signos observados en un accidente ofídico, resulta inviable para la mayoría de los casos, no obstante, es posible evaluar la presencia de hemotoxinas en el organismo de los pacientes, de forma indirecta y accesible, mediante pruebas que determinen el tiempo de coagulación [31, 32]. Estas pruebas resultan de suma utilidad en los envenenamientos causados por Vipéridos, ya que muchas especies poseen venenos con altas proporciones de toxinas que afectan la cascada de coagulación como las serinoproteasas [13, 31]. Los venenos capaces de inhibirla no permiten la agregación plaquetaria y su actividad puede provocar hemorragias en casos graves, por otro lado, algunas toxinas forman trombos inestables que se rompen con la circulación sanguínea provocando la pérdida constante de fibrinógeno, no obstante, estos trombos se forman rápidamente en la sangre extraída, por ello, las pruebas de coagulación nos permiten monitorear el estado de coagulación del paciente de manera continua y en tiempo real [13, 14, 31]. En las pacientes caninas no se observó alteración en los tiempos de coagulación de la sangre extraída, lo que

contrasta con lo reportado en humanos por González *et al.*, [15], quienes registraron en un paciente mordido por *C. ravus* un aumento en los tiempos de protrombina (TP). Aunado a las alteraciones de TP, el paciente humano mostró un aumento de creatina cinasa (CK) y un edema de moderado a prominente, sin síntomas neurológicos evidentes ni necrosis local. Esto concuerda mayoritariamente con la evolución de las pacientes caninas, sin embargo, el aumento en los tiempos de protrombina en el paciente humano ocurrió 6 horas después del accidente ofídico. Lo que podría sugerir que las toxinas hemolíticas presentes en el veneno de *C. ravus*, tienen una baja actividad, por lo que necesitan un periodo de tiempo prolongado para llevar a cabo su efecto o que se distribuyen de manera lenta en el organismo, recordando que el sitio de la mordedura actúa como un reservorio de toxinas [31]. Tomando en cuenta esto, se recomienda realizar pruebas de coagulación de manera regular, siempre y cuando el paciente presente signos de intoxicación aún después de iniciado el tratamiento con faboterápicos. La frecuencia con que se realicen las pruebas dependerá del criterio de los médicos veterinarios involucrados.

Pese a la amplia capacidad neutralizante de los antivenenos mexicanos actuales y a la pronta atención que pudieron recibir ambas pacientes, el manejo de un accidente ofídico implica un elevado costo monetario, principalmente en relación con el costo de los antivenenos, la atención hospitalaria y en muchos casos, la recuperación de las secuelas [31, 33]. La

colaboración entre diferentes áreas de especialidad permite una mejor atención en este tipo de accidentes. En el presente caso, los antivenenos fueron donados por el Herpetario Coatlicalli acorde con las directrices de bienestar animal del laboratorio, lo que disminuyó significativamente el costo del tratamiento, sin embargo, es necesario contar con protocolos adecuados para mascotas como caninos y felinos, que representan las mascotas más recurrentes entre la población mexicana [6]. Diferentes instituciones acreditadas por la AZA (Association of Zoos and Aquariums) en Estados Unidos, hacen hincapié en la necesidad de este tipo de protocolos en lugares donde existe un riesgo potencial de envenenamiento ofídico [34]. Debido a la falta de protocolos específicos, para la atención de accidentes ofídicos en mascotas, se adaptó la información disponible para humanos y se valoró de manera continua la evolución de las pacientes [18].

CONCLUSIÓN

Las pacientes caninas involucradas en el presente caso no desarrollaron signos de un envenenamiento grave, probablemente debido a la aplicación del tratamiento específico con antivenenos, pocas horas después de ocurrido el accidente. El tratamiento aplicado a las pacientes Pantera y Güera, fue efectivo ya que se recuperaron en su totalidad en 6 días, sin secuelas aparentes. La colaboración entre diferentes especialistas, tanto médicos veterinarios como biólogos, pertenecientes al Hospital de Pequeñas Especies BUAP y al

Herpetario Coatlicalli de la BUAP, permitió un adecuado manejo de los casos. No obstante, es necesario adecuar protocolos de atención específicos para mascotas en México, en aras de mejorar la respuesta ante futuros accidentes ofídicos.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores consideran que no hay conflicto de interés al presentar la información del caso descrito en este documento.

AGRADECIMIENTOS

Un especial agradecimiento a la M. en C. Cynthia Sosa Vargas por su apoyo en la revisión y corrección del resumen en idioma inglés.

REFERENCIAS

- [1]. Gutiérrez JM, Williams D, Fan HW, Warrell DA. Snakebite envenoming from a global perspective: Towards an integrated approach. *Toxicon* 2010; 56:1223–1235. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0041010109005510?via%3Dihub>
- [2]. Chippaux JP. Incidence and mortality due to snakebite in the Americas. *PLoS Negl Trop Dis* 2017; 11(6), e0005662. Disponible en: <https://journals.plos.org/plosntds/article?id=10.1371/journal.pntd.0005662>
- [3]. WHO (World Health Organization). Snakebite envenoming: a strategy for

prevention and control. Geneva: World Health Organization 2019. Disponible en: <https://www.who.int/publications/i/item/WHO-CDS-NTD-NZD-2019.03>

[4]. Flores-Villela O, García-Vázquez UO. Biodiversidad de reptiles en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 2014; 85:467–475. Disponible en: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-34532014000200055

[5]. Peterson ME. Snake bite: pit vipers. *Clin Tech Small Anim Pract* 2006; 21(4):174-182. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1096286706000697?via%3Dihub>

[6]. INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). Primera Encuesta Nacional de Bienestar Autorreportado (ENBIARE) 2021. Disponible en: https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2021/EstSociodemo/ENBIARE_2021.pdf

[7]. Canseco-Márquez L, Gutiérrez-Mayen G. Anfibios y Reptiles del Valle de Tehuacán-Cuicatlán. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). Fundación Para la Reserva de la Biosfera Cuicatlán, A.C., México, D.F., y Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Puebla, México: 2010. Disponible en: https://www.academia.edu/32991624/Anfibios_y_Reptiles_del_Valle_de_Tehuac%C3%A1n_Cuicatl%C3%A1n

[8]. Heimes P. Herpetofauna Mexicana Vol. 1, Snakes of Mexico. Chimaira. Frankfurt,

Germany: 2016. Disponible en:
https://www.researchgate.net/publication/311993684_Review_of_Snakes_of_Mexico_volume_P_Heimes_authored_by_J_R_Mendelson

[9]. Woolrich-Piña GA, García-Padilla E, DeSantis DL, Johnson JD, Mata-Silva V, Wilson LD. The herpetofauna of Puebla, Mexico: composition, distribution, and conservation status. *Mesoamerican Herpetology* 2017; 4(4):790–884. Disponible en:

https://www.researchgate.net/publication/322211824_The_herpetofauna_of_Puebla_Mexico_composition_distribution_and_conservation_status

[10]. GBIF (Global Biodiversity Information Facility). *Crotalus rarus*. Occurrence Download. 2024. Disponible en:
<https://doi.org/10.15468/dl.4uttkr>

[11]. Blair C, Bryson RWJr, Linkem CW, Lazcano D, Klicka J, McCormack JE. Cryptic diversity in the Mexican highlands: Thousands of UCE loci help illuminate phylogenetic relationships, species limits and divergence times of montane rattlesnakes (Viperidae: *Crotalus*). *Mol Ecol Resour* 2018; 1-17. Disponible en:
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/1755-0998.12970>

[12]. Cisneros-Bernal AY, Rodríguez-Gómez F, Flores-Villela O, Fujita MK, Velasco JA, Fernández JA. Phylogeography supports lineage divergence for an endemic rattlesnake (*Crotalus rarus*) of the Neotropical montane forest in the Trans-Mexican Volcanic Belt. *Biological Journal of the Linnean Society* 2022;

137(3):496-512. Disponible en:
<https://academic.oup.com/biolinnean/article/137/3/496/6646594>

[13]. Neri-Castro EE, Bénard-Valle M, Alagón A, Gil G, López de León JG, Borja M. Serpientes venenosas en México: una revisión al estudio de los venenos, los antivenenos y la epidemiología. *Rev Latinoam Herpetol* 2020; 3(2):5-22. Disponible en:
<https://herpetologia.fcencias.unam.mx/index.php/revista/article/view/205>

[14]. Neri-Castro E, Bénard-Valle M, López de León J, Boyer L, Alagón A. Envenomations by reptiles in Mexico. In: Mackessy S, editor. *Handbook of Venoms and Toxins of Reptiles*. 2nd ed. Florida, USA: 2021; 529-541. Disponible en:
<https://www.taylorfrancis.com/chapters/edit/10.1201/9780429054204-40/envenomations-reptiles-mexico-edgar-neri-castro-melisa-b%C3%A9nard-valle-jorge-l%C3%B3pez-de-le%C3%B3n-leslie-boyer-alejandro-alag%C3%B3n>

[15]. Gonzáles Chávez YA, Pérez Tuñón JG, Bautista Albiter MI, Rosales Bacilio YJ. Ofidiotoxicosis por cascabel pigmea (*Crotalus rarus*): reporte de dos casos en Huixquilucan, Estado de México. *Acta Med GA*. 2022; 20(1):83-87. Disponible en:
https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-72032022000100083

[16]. Bolon I, Finat M, Herrera M, Nickerson A, Grace D, Schüttee S, *et al.* Snakebite in domestic animals: First global scoping review. *Pre Vet Med* 2019; 170, 104729. Disponible en:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167587718307001?via%3Dihub>

- [17]. Bernard-Valle M, Neri-Castro EE, Fry BG, Boyer L, Cochran C, Alam M, *et al.* Antivenom research and development. En Fry BG. Ed., Venomous Reptiles and Their Toxins: Evolution, Pathophysiology and Biodiscovery. Oxford University Press. New York, U. S. A: 2015; 61-72. Disponible en: https://books.google.com.mx/books?hl=es&lr=&id=8t8wBwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA61&dq=Antivenom+research+and+development:+Evolution,+Pathophysiology+and+Biodiscovery&ots=CKHDjkCwnS&sig=noIC39J9dmfCrSZPOvHV_JjIPB8#v=onepage&q=Antivenom%20research%20and%20development%3A%20Evolution%2C%20Pathophysiology%20and%20Biodiscovery&f=false
- [18]. Pérez Cánovas C. Mordeduras y picaduras de animales. Protoc diagn ter pediater. 2020; 1:307-319. Disponible en: https://www.aeped.es/sites/default/files/documentos/24_mordeduras_picaduras.pdf
- [19]. Guadarrama-Martínez A. Comparación del nivel de reconocimiento y neutralización de tres antivenenos mexicanos hacia el veneno de nueve especies de víperidos. Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, México, 2023. Disponible en: <https://ru.dgb.unam.mx/handle/20.500.14330/TES01000835521>
- [20]. Sánchez EE, Galán JA, Perez JC, Rodríguez-Acosta A, Chase PB, Pérez JC. The efficacy of two antivenoms against the venom of North American snakes. Toxicon 2003; 41:357–365. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0041010102003306?via%3Dihub>
- [21]. Sánchez EE, Migl C, Suntravat M, Rodríguez-Acosta A, Galán JA, Salazar E. The neutralization efficacy of expired polyvalent antivenoms: An alternative option. Toxicon 2019; 168:32-39. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0041010119303915?via%3Dihub>
- [22]. Zaragoza-Bastida A, Flores-Aguilar SC, Aguilar-Castro LM, Morales-Ubaldo AL, Valladares-Carranza B, Rangel-López L, *et al.* Antibacterial and Hemolytic Activity of *Crotalus triseriatus* and *Crotalus ravus* Venom. Animals 2020; 10, 281. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2076-2615/10/2/281>
- [23]. SEMARNAT. 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. Diario Oficial de la Federación. 30 diciembre, 2010: https://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/435/1/NOM_059_SEMARNAT_2010.pdf
- [24]. Witsil AJ, Wells RJ, Woods C, Rao S. 272 cases of rattlesnake envenomation in dogs: Demographics and treatment including safety of F(ab')₂ antivenom use in 236 patients. Toxicon 2015; 105:19-26. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0041010115300581?via%3Dihub>
- [25]. Woods C, Young D. Clinical safety evaluation of F(ab')₂ antivenom (*Crotalus durissus* – *Bothrops asper*) administration in dogs. Journal of Veterinary Emergency and Critical Care 2011; 21(5):565-569. Disponible

en:

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1476-4431.2011.00678.x>

[26]. Sasa M, Alfaro-Chinchilla A, Zúñiga L, Valenzuela J, Martinez R. Anaphylactic reaction from repeated exposure to snake venom: A case report. Arch Clin Toxicol 2022; 4(1):13-16. Disponible en: https://probiologists.com/Uploads/Articles/3_637976816540802500.pdf

[27]. Conceição LG, Argôlo-Neto NM, Castro AP, Faria LBA, Fonterrada CO. Anaphylatic reaction after *Crotalus* envenomation, treatment in a dog: case report. J. Venom. Anim. Toxins incl. Trop. Dis. 2007; 13(2):549-557. Disponible en: <https://www.scielo.br/j/jvatitd/a/SBJzb8Q9f4nnX7G4XYdJQxL/>

[28]. Weinstein SA. Reptile Venom Glands, form, function, future, concepts and controversies. In: Mackessy S, editor. Handbook of Venoms and Toxins of Reptiles. 2nd ed. Florida, USA: 2021; 99-121. Disponible en: <https://www.taylorfrancis.com/chapters/edit/10.1201/9780429054204-10/reptile-venom-glands-scott-weinstein>

[29]. Mulholland MM, Olivas V, Caine NG. The nose may not know: Dogs' reactions to rattlesnake odours. Applied Animal Behaviour Science 2018; 204:108-112. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S016815911830145X>

[30]. Herpetología Mexicana. 2023. Inventario de la Herpetofauna de México. Disponible en: www.herpetologiamexicana.org [Acceso: 29/12/2023].

[31]. Boyer L, Alagón A, Fry BG, Jackson TNW, Sunagar K, Chippaux JP. Signs, Symptoms and Treatment of Envenomation. En Fry BG, Ed. Venomous Reptiles: Evolution, Pathophysiology and Biodiscovery. Oxford University Press. New York, U. S. A: 2015; 32-60. Disponible en: <https://books.google.com.mx/books?hl=es&lr=&id=CBLwBwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA32&dq=Signs,+Symptoms+and+Treatment+of+Envenomation&ots=LWJYLgmAqm&sig=us-o6A4L8ssNzU-nvnyunlN41Bc#v=onepage&q=Signs%2C%20Symptoms%20and%20Treatment%20of%20Envenomation&f=false>

[32]. Schaer M. Persistent pit viper envenomation in three dogs. Toxicon 2019; 166:83-87. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0041010119301576?via%3Dihub>

[33]. Kasturiratne A, Lalloo DG, de Silva HJ. Chronic health effects and cost of snakebite. Toxicon: X 2021; 9-10, 100074. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2590171021000102?via%3Dihub>

[34]. Shoemaker K. Considerations and challenges in designing a venomous snakebite protocol. Toxicon 2018; 150:333. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0041010118302678?via%3Dihub>