



Determinación de alcaloides en muestras remitidas al CIESA compatibles a intoxicación por estricnina durante el período 2018 a 2021

Determination of alkaloids in samples submitted to the Center for Research and Advanced Studies in Animal Health (CIESA) compatible with strychnine poisoning during the period 2018-2021

Determinação de alcaloides em amostras submetidas ao Centro de Investigação e Estudos Avançados em Saúde Animal (CIESA) compatíveis com envenenamento por estricnina durante o período 2018-2021

Benjamín Valladares-Carranza¹,
Juan Edrei Sánchez-Torres¹,
Lucía Delgadillo-Ruiz²,
Rómulo Bañuelos-Valenzuela³,
César Ortega-Santana¹,
Adrián Zaragoza-Bastida⁴,
Nallely Rivero-Pérez⁴,
Eladio Delgadillo-Ruiz⁵,
Carlos Meza López³,
Luz Adriana Arias-Hernández⁵,
José Luis Carlos Bedolla Cedeño⁶,
Rubén Omar Cordero-Valenzuela⁷

¹ Universidad Autónoma del Estado de México, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Toluca, México.

² Universidad Autónoma de Zacatecas, Unidad Académica de Ciencias Biológicas. Zacatecas, México.

³ Universidad Autónoma de Zacatecas, Unidad Académica de Medicina Veterinaria. Zacatecas, México.

⁴ Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Área Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Hidalgo, México.

⁵ Universidad de Guanajuato, División de Ingenierías, Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental. Guanajuato, México.

⁶ Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Morelia, México.

⁷ Clínica Privada. Toluca, México.

Correspondencia:

Benjamín Valladares-Carranza
✉ bvalladaresc@uaemex.mx

Recibido: 10-01-2025

Aceptado: 24-04-2025

En línea: 20-06-2025



Artículo de acceso abierto

© Los autores

© Salud y Tecnología Veterinaria

| RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue analizar los casos en perros diagnosticados por intoxicación por estricnina en el Centro de Investigación y Estudios Avanzados en Salud Animal (CIESA). Se trata de un estudio retrospectivo de la información sobre los procesos ocurridos entre el 2018 y 2021, en donde se analizó y sistematizó la información del archivo clínico del área de Toxicología. Se debe considerar que en el laboratorio se realizó la determinación de estricnina a través de una prueba cualitativa. Para el reporte de resultados se aplicó el método descriptivo, considerando variables de interés epizootiológico (área o zona de ocurrencia del proceso, tipo de muestra, edad y raza de los animales afectados). Se recibieron: 17 casos en total, provenientes del Estado de México: Almoloya de Juárez (3), Ixtlahuaca (2), San Mateo Atenco (1), Temoaya (3), Toluca (5) y Valle de Bravo (1), y del Estado de Querétaro (2). En el año 2018 se registraron 6 casos, y para el 2019, 2020 y 2021 hubo 4, 4 y 3 casos, respectivamente. De los 17 casos, se procesaron en total 25 muestras en el Laboratorio de Toxicología y 3 en el área de Necropsias, en donde se realizó la colecta de muestras de tres perros. El estudio anatomo-patológico mostró, de manera similar, congestión generalizada de conjuntivas, hígado, riñón, mucosa estomacal y encéfalo. La positividad a estricnina fue del 68%; las muestras de hígado fueron positivas en un 75%, el contenido estomacal en un 57,1% y los cebos preparados en un 66,6%. La raza más expuesta fue la de los animales híbridos, con un rango de 2 a 6 años. Es imperativo la regulación, verificación y registro de todas las sustancias que se comercializan en nuestro país para prevenir y controlar todo acto que puede atentar con el maltrato animal.

Palabras clave: alcaloides; estricnina; intoxicación; perro.

Citar como:

Valladares-Carranza, B., Sánchez-Torres, J., Delgadillo-Ruiz, L., Bañuelos-Valenzuela, R., Ortega-Santana, C., Zaragoza-Bastida, A., Rivero-Pérez, N., Delgadillo-Ruiz, E., Meza López, C., Arias-Hernández, L., Bedolla Cedeño, J. y Cordero-Valenzuela, R. O. (2025). Determinación de alcaloides en muestras remitidas al CIESA compatibles a intoxicación por estricnina durante el período 2018 a 2021. *Salud Y Tecnología Veterinaria*, 13(1), e6238. <https://doi.org/10.20453/stv.v13i1.6238>

| ABSTRACT

The objective of this study was to analyze cases of dogs diagnosed with strychnine poisoning at the Center for Research and Advanced Studies in Animal Health (CIESA), Mexico. This is a retrospective study based on information from cases that occurred between 2018 and 2021, in which clinical records from the toxicology department were analyzed and systematized. It should be noted that strychnine was identified in the laboratory using a qualitative test. A descriptive method was applied for reporting results, considering variables of epizootiological interest (geographical area of occurrence, type of sample, age, and breed of the affected animals). A total of 17 cases were received from the State of Mexico: Almoloya de Juárez ($n = 3$), Ixtlahuaca ($n = 2$), San Mateo Atenco ($n = 1$), Temoaya ($n = 3$), Toluca ($n = 5$), and Valle de Bravo ($n = 1$), and from the State of Querétaro ($n = 2$). In 2018, 6 cases were recorded; in 2019, 2020, and 2021, there were 4, 4, and 3 cases, respectively. Of the 17 cases, a total of 25 samples were processed in the Toxicology Laboratory and 3 in the Necropsy Unit, where samples were collected from three dogs. The anatomopathological study consistently revealed generalized congestion of the conjunctivae, liver, kidney, gastric mucosa, and brain. The overall positivity rate for strychnine was 68%. Liver samples tested positive in 75% of cases, gastric content in 57.1%, and prepared bait in 66.6%. The most exposed breed was hybrid animals, ranging from 2 to 6 years of age. It is concluded that the regulation, monitoring, and registration of all substances sold in our country is imperative to prevent and control any acts that may endanger animal life.

Keywords: alkaloids; strychnine; poisoning; dog.

| RESUMO

O objetivo do presente trabalho foi analisar os casos de cães diagnosticados com intoxicação por estricnina no Centro de Investigação e Estudos Avançados em Saúde Animal (CIESA), México. Trata-se de um estudo retrospectivo da informação dos processos ocorridos entre 2018 e 2021, onde foi analisada e sistematizada a informação do processo clínico da área de Toxicologia. De referir que a identificação da estricnina foi efectuada em laboratório através de um teste qualitativo. Para o relato dos resultados foi aplicado o método descritivo, considerando variáveis de interesse epizootiológico (área ou zona de ocorrência do processo, tipo de amostra, idade e raça dos animais afectados). Um total de 17 casos foram recebidos do Estado do México: Almoloya de Juárez ($n = 3$), Ixtlahuaca ($n = 2$), San Mateo Atenco ($n = 1$), Temoaya ($n = 3$), Toluca ($n = 5$) e Valle de Bravo ($n = 1$), e do Estado de Querétaro ($n = 2$). Em 2018, foram registados 6 casos e, em 2019, 2020 e 2021, foram registados 4, 4 e 3 casos, respetivamente. Dos 17 casos, um total de 25 amostras foram processadas no Laboratório de Toxicologia e 3 na área de Necropsia, onde foram recolhidas amostras de três cães. A patologia revelou igualmente congestão generalizada das conjuntivas, do fígado, dos rins, da mucosa do estômago e do cérebro. A positividade da estricnina foi de 68 %. As amostras de fígado foram 75 % positivas, o conteúdo do estômago 57,1 % positivo e os iscos preparados 66,6 % positivos. A raça mais exposta foi a dos animais híbridos, com idades compreendidas entre os 2 e os 6 anos. Conclui-se que a regulamentação, verificação e registo de todas as substâncias comercializadas no nosso país é imperativa para prevenir e controlar qualquer ato que possa prejudicar os animais.

Palavras-chave: alcalóides; estricnina; envenenamento; cão.

| INTRODUCCIÓN

Todas las regiones de los ecosistemas naturales cuentan con una gran variedad de plantas naturales y ornamentales que tienden a contener estructuralmente algún principio activo, por lo que es importante explicar y marcar con precisión el lugar donde se encuentra o concentra

el tipo de sustancia por cada estructura de la planta (raíces, hojas o frutos) (Nelson et al., 2007; Soto-Ramírez et al., 2018; Velázquez et al., 2021). Las sustancias tóxicas presentes corresponden a metabolitos secundarios que las plantas utilizan como «defensa» tanto contra herbívoros e insectos. Algunas plantas pueden ser venenosas para el hombre; los niños pueden comerlas o los adultos

pueden confundirlas y mezclarlas con plantas comestibles. Otras pueden ser atractivas por sus frutos, como la solanácea (*Atropa belladonna*), y por sus semillas, como el regaliz americano (*Abrus precatorius*), mientras que la cicuta se puede confundir con el perejil u otras plantas umbelíferas comestibles (Cowan y Blakley, 2015).

En la nuez vómica (*Strychnos nux-vomica*) se han determinado una variedad de sustancias químicas que han sido atractivas para diferentes usos o aplicaciones, ya que contiene alcaloides, glicósidos (iridoides y flavonoides), triterpenoides y esteroideos, entre otros. Sus principales componentes bioactivos y tóxicos son los alcaloides: la estricnina y la brucina (Behpour et al., 2012; Chen et al., 2014; Xie et al., 2016; Lee et al., 2017). Algunos datos sobre la nuez vómica (*Strychnos nux-vomica*) y sus propiedades se conocen desde hace tiempo, clasificándose como ampliamente tóxicas, ya que, por lo general, provocan convulsiones y la muerte. En medicina humana y veterinaria, se reporta frecuentemente el uso de estricnina; tras su ingestión la absorción ocurre rápidamente en el tracto gastrointestinal y actúa sobre el sistema nervioso central (SNC), provocando excitación. La intoxicación y muerte a causa de esta sustancia ocurre tras una fijación espasmódica de los músculos respiratorios y/o el agotamiento del SNC, propiamente del centro respiratorio (Calzetta et al., 2002; Behpour et al., 2012; Guo et al., 2018).

Cuando la intoxicación se detecta a tiempo, es recomendable aplicar un tratamiento inmediato, que incluye mantener la respiración y prevenir las convulsiones con benzodiacepinas o barbitúricos. La descontaminación gastrointestinal está indicada tras la ingestión reciente; sin embargo, esto puede precipitar las convulsiones. La recuperación de la intoxicación por estricnina suele ser completa y rápida siguiendo las indicaciones adecuadas de un tratamiento rígido (Ball y Featherstone, 2017).

Para un adecuado diagnóstico de laboratorio y asegurar la presencia de alcaloides (estricnina o brucina), se recomienda obtener y enviar contenido gástrico u orina, en donde a través de una prueba cualitativa es factible confirmar la presencia de estas sustancias. Aunque el envenenamiento por estricnina debería ser un proceso inusual, la presentación e incremento en el número de casos resulta de interés. Esto se debe a que la reacción que provoca la intoxicación son las convulsiones predominantemente a nivel espinal, que son la clave para reconocerla, es decir, una actividad convulsiva en el paciente lúcido sin una fase post-ictal (Lee et al., 2017; Patel et al., 2017). Los envenenamientos con estricnina accidentales y malintencionados en perros (particularmente perros ferales), y otros animales de compañía, son frecuentes en muchas regiones. Esto ocurre especialmente en áreas donde los productos todavía se compran sin restricción alguna (Hashim et al., 2015). Ante esta circunstancia, el objetivo del presente trabajo es reportar los casos en

perros con problemas de intoxicación por estricnina, considerando las zonas en donde más comúnmente se presentan este tipo de incidentes.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo fue de tipo retrospectivo, en donde se conjuntaron y analizaron datos de los casos compatibles con intoxicación por estricnina enviados al área de toxicología del Centro de Investigación y Estudios Avanzados en Salud Animal (CIESA) de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia (FMVZ) de la Universidad Autónoma del Estado de México (UAEMéx), durante el período 2018 al 2022. La información se obtuvo de los archivos clínicos, considerando las solicitudes para la determinación de estricnina. Por otra parte, se rastrearon los casos que habían tenido como solicitud inicial el Área de Necropsias y, a través de esta área, se recopiló toda la información relevante (descripción y hallazgos al estudio anatomo-patológico), que fueron sugestivos de un proceso de intoxicación por estricnina.

Para el análisis toxicológico y la determinación de alcaloides compatibles con estricnina, el tipo de muestras se estableció, de forma general, por la cinética de la sustancia a evidenciar. En este estudio, en particular, se remitieron muestras de contenido gástrico, hígado y cebos preparados. En el Área de Toxicología, se realizó el procedimiento de la determinación de alcaloides, a través de una prueba colorimétrica (prueba cualitativa). El fundamento de esta prueba colorimétrica se basa en la reacción inicial del ácido que se agrega (ácido sulfúrico: H_2SO_4), el cual digiere la materia orgánica contenida en la muestra. Si existe la presencia de alcaloides, estos reaccionan con los gránulos del dicromato de potasio, que generan el cambio de color característico una vez que ha iniciado la reacción (Valladares et al., 2018).

Para el reporte de resultados se usó el método descriptivo (presentándose en cuadros), considerando variables de interés epizootiológico (área o zona de ocurrencia, edad y raza de los perros), de los casos.

RESULTADOS

Durante el período de estudio, en total, se recibieron 17 casos sugestivos de intoxicación por estricnina. Estos, por su procedencia, provinieron del Estado de México, México, en particular de las localidades de Almoloya de Juárez (3), Ixtlahuaca (2), San Mateo Atenco (1), Temoaya (3), Toluca (5) y Valle de Bravo (1), así como del Estado de Querétaro (2). Con respecto al número de solicitudes para un análisis toxicológico, en el año 2018 hubo más casos (6), pero con una disminución a la demanda del servicio para la detección de estricnina para el 2019 (4), 2020 (4) y 2021 (3) (tabla 1).

Tabla 1. Número de casos por año, procedencia y tipo de muestra enviada para detección de estricnina.

Año	Número de casos	Procedencia	Muestra remitida	Muestra obtenida
2018	6	Toluca	Contenido estomacal	
		Almoloya de Juárez	Cebos	
		Temoaya	Cadáver (perro)	Hígado y contenido estomacal
		Toluca	Cebos	
		Temoaya	Hígado	
		Almoloya de Juárez	Hígado	
2019	4	Temoaya	Hígado	
		Valle de Bravo	Hígado	
		Ixtlahuaca	Hígado	
		Toluca	Hígado y contenido estomacal	
2020	4	Querétaro	Hígado, contenido estomacal y cebos	
		Querétaro	Hígado, contenido estomacal y cebos	
		Toluca	Cebos	
		Almoloya de Juárez	Cadáver (perro)	Hígado y contenido estomacal
2021	3	Ixtlahuaca	Cadáver (perro)	Hígado y contenido estomacal
		Toluca	Hígado	
		San Mateo Atenco	Cebos	

De las muestras remitidas para el análisis, en la mayoría de los casos se enviaron muestras de hígado, contenido estomacal y cebos preparados (tabla 1). El número de casos atendidos fueron 17, de los cuales se procesaron un total de 25 muestras en el Laboratorio de Toxicología. Adicionalmente, se recibieron, por el Área de Necropsias, tres cadáveres de perros, donde se realizó la colecta de muestras (tabla 1 y 2). De acuerdo con el historial clínico, se refirió que estos perros murieron de forma inesperada (sin signos clínicos previos) y que fueron encontrados muertos al amanecer. En cuanto a la descripción del estudio anatomo-patológico, las lesiones reportadas, que fueron similares en los tres casos, fueron la congestión generalizada desde conjuntivas (ocular, oral y nasal) y de varios tejidos (hígado, riñón, mucosa estomacal y encéfalo).

Tabla 2. Relación del tipo de muestras procesadas para la detección de alcaloides por año.

	2018	2019	2020	2021	Número de muestra (por tipo)
Número de casos	6	4	4	3	
Hígado	3	4	3	2	12
Contenido estomacal	2	1	3	1	7
Cebos preparados	2	-	3	1	6
Muestras procesadas por año	7	5	9	4	25

De acuerdo con el número de muestras analizadas para la detección de estricnina, la positividad de las 12 muestras de hígado fue del 75%; en el contenido estomacal, del 57,1%; y en los cebos preparados, del 66,6% (tabla 3).

Tabla 3. Relación del tipo de muestra de acuerdo con el resultado obtenido en la determinación de estricnina por año.

Año	Hígado	Contenido estomacal		Cebos preparados		Positivos		Negativos	
		+	-	+	-	+	-	n	n
2018	2	1	1	1	1	1	1	4	3
2019	3	1	0	1	0	0	0	3	2
2020	2	1	2	1	2	1	1	6	3
2021	2	0	1	0	1	0	0	4	0
Total	9	3	4	3	4	2	17	8	

Con respecto a los datos de los perros, obtenidos a través del historial clínico, la raza de los animales expuestos al proceso de intoxicación por estricnina fue: híbridos, pastor alemán, bóxer, dóberman, yorkshire y border collie. En cuanto a la edad, estuvieron comprendidas en un rango de 2 a 6 años (tabla 4).

Tabla 4. Razas y edades de los perros expuestos a estricnina.

	n	Edad
Híbrido	12	2-6 años
Border collie	1	6 años
Bóxer	1	3 años
Dóberman	1	2,7 años
Pastor alemán	1	2,5 años
Yorkshire	1	3 años

DISCUSIÓN

Considerando el reporte y atención de los propietarios que están al tanto del estado o situación en la que se encuentran sus perros, durante el período de este estudio, la distribución del número de casos fue muy variado (tabla 1). Esto con lo que ocurre en otro sector de la misma especie que en muchas ocasiones llegan a morir y a «desaparecer», o pueden ser subdiagnosticados por otra causa de muerte cuando los perros se encuentran libres fuera de la casa habitación. En este sentido, cualquier proceso de intoxicación debe valorarse según la forma de presentación, ya que al ocurrir pueden ser malintencionados o accidentales debido al consumo de cebos mezclados o preparados con algún rodenticida u otra sustancia (Bobadilla, 2022). En particular, la estricnina es altamente tóxica y tiene una dosis letal oral de 0,75 mg/kg de peso corporal en los perros; y con una probabilidad baja de supervivencia sin intervención médica (Osweiler et al., 1985).

De acuerdo con lo observado en Canadá por Cowan y Blakley (2016), es probable que los datos sobre intoxicación por estricnina en Alberta y Manitoba hayan sido subestimados y no reflejaran completamente el impacto de la intoxicación por este alcaloide en dichas provincias. Por ello, al momento de la solicitud es importante considerar todos los aspectos epizootiológicos que estén asociados al problema de toxicosis. A la fecha, por la atención de protección y bienestar animal a nivel mundial, los remitentes han enfocado su atención a que es importante la adecuada colecta de la muestra, aunado a que es necesario orientar o dirigir el diagnóstico. Esto se debe a la gran cantidad de sustancias que pueden provocar intoxicación en las diferentes especies de animales domésticos, principalmente en perros y gatos (Valladares et al., 2021; Bobadilla, 2022).

Por otra parte, de acuerdo con el período de remisión de la muestra y la historia clínica, los casos han tenido una variabilidad desde el inicio de año o hasta el final de cada uno de estos, y en el que no se observa una tendencia en cuanto a si existieran factores de riesgo asociados a las fechas, meses o temporadas de ocurrencia de los procesos de intoxicación (tabla 2 y 3). Sin embargo, en el estudio de Blakley (1984), se reportó que el número de intoxicaciones en perros fue mayor en los meses de marzo, abril y mayo, lo que refleja el patrón de uso de alcaloides como raticida. Durante la primavera, los cebos con estricnina se colocan típicamente para controlar las infestaciones de ardillas terrestres y, por el contrario, durante los meses de invierno no se espera el uso de cebos. Se considera que el envenenamiento durante el invierno puede estar asociado con intoxicaciones maliciosas, a diferencia de lo que expresaron McLean y Khan (2010), de lo ocurrido en EE. UU., en donde el número de casos fue mayor durante los meses de verano. Sin encontrar

una condición del uso estacional de alcaloides, lo que posiblemente refleje un uso más extenso de estricnina durante todo el año.

Según Martínez-Haro et al. (2008), sostienen que a pesar de que en países como EE. UU. y España se ha restringido el uso de alcaloides (estricnina) desde hace algunas décadas, estas no han disminuido la incidencia de intoxicaciones. En España se ha encontrado que los alcaloides son una de las toxicosis más comunes en el perro (según reportes del período 1990 y 2005), afirmando que el uso de estas sustancias aún continúa siendo un problema de riesgo a nivel mundial.

En el estudio de Cowan y Blakley (2016), refirieron que el número de intoxicaciones más alto por alcaloides confirmadas en perros ocurrió en los años 2000 y 2001. Esto porque durante estos dos años la formulación de concentrado de estricnina líquida al 2 % se liberó como una medida de emergencia para controlar las infestaciones masivas de ardillas y en el que circunstancialmente los perros, de manera accidental, consumieron el alcaloide. Sin embargo, señalaron que lo anterior tiene implicaciones normativas y de diagnóstico, ya que los veterinarios pueden prever casos de intoxicación durante períodos de uso intensivo de estricnina. Al reportar 93 casos de intoxicación en perros por alcaloides, señalan que la intoxicación por estricnina es responsable de aproximadamente el 90 % de las toxicosis en perros atendidos en puntos de atención veterinaria primaria.

En el análisis y conjunción de información sobre este tema, McLean y Khan (2010) reportaron que la ocurrencia de los procesos de intoxicación en los animales es premeditada y/o accidental. Según las encuestas aplicadas con el apoyo de los miembros veterinarios de la Asociación Americana de Atención Animal, de 3452 casos posibles de intoxicación, 415 (12 %) se atribuyeron a intoxicación por alcaloides. La mayoría de estos se informaron únicamente sobre la base de una evaluación clínica. Además, refieren que, en Canadá, entre abril de 1990 hasta septiembre del mismo año, de 57 muestras de contenido estomacal enviadas para análisis toxicológico de estricnina, 31 resultaron positivas.

De manera similar, la Sociedad Estadounidense para la Prevención de la Crueldad hacia los Animales (ASPCA®), en su base de datos, reportó 161 casos atribuidos a intoxicación por estricnina en diferentes especies animales. Los perros fueron los más afectados, con 132 casos (82 %), seguido de 12 caballos (7 %), 7 gatos (4 %), 4 cerdos (3 %) y 2 aves (1 %) (McLean y Khan, 2010).

Se remitieron para diagnóstico anatopatológico tres cadáveres (tabla 2 y 3), de perros encontrados muertos de un día para otro y de forma inesperada, en los cuales no se encontraron lesiones significativas o aparentes, solo congestión de moderada a severa en varios tejidos

(de los cuales se colectó hígado y contenido estomacal para análisis). De acuerdo con Fernando et al. (2015), al realizar la valoración de las alteraciones a la necropsia en un cuadro de intoxicación por alcaloides, solo se podría apreciar una marcada congestión del corazón y de la mucosa del estómago. El envenenamiento por estricnina es inusual, pero dramático en el que las convulsiones son la principal amenaza para la vida. Las convulsiones son predominantemente a nivel espinal, y la clave para reconocer esta intoxicación es la observación de la actividad convulsiva.

La orientación diagnóstica es importante para el caso de la intoxicación por alcaloides. Este puede basarse en muerte «súbita» sin algún signo clínico aparente, por antecedente de exposición a cebos, a los signos clínicos de convulsiones tetálicas, hipersensibilidad a estímulos externos y rigidez muscular; e identificación química del alcaloide en órganos viscerales (hígado y riñón), contenido estomacal, sangre completa u orina (Gupta, 2007).

Con respecto a la raza de los animales valorados (tabla 4), resaltan el caso de las muestras remitidas de los perros de la raza *yorkshire* (animal que estaba adiestrado para el apoyo psicológico de niños con trastornos de ansiedad, estrés postraumático y síndrome de down) y el *border collie* (perro adiestrado con certificación en búsqueda y rescate). Estos tuvieron un impacto notorio para la sociedad protectora de animales, por la valía e importancia de estos perros, que derivó en un proceso judicial. En este sentido, en el estudio de Cowan y Blakley (2015), se reportaron que las razas grandes y los machos se vieron afectados con mayor frecuencia. El pastor alemán fue una de las razas más comúnmente afectadas (14,6%). Además, determinaron que el número de casos fue similar para los distritos urbanos y rurales, y entre el 15 y 20 % de los casos se registraron como múltiples (varios animales afectados en un mismo caso o área) de intoxicación por alcaloides.

Al considerar la edad de los perros en riesgo, a diferencia de lo encontrado en este estudio, se observó una variabilidad en las edades de los perros (tabla 4). Cowan y Blakley (2015) reportaron que, durante un período de 15 años (1968 a 1982), al revisar y analizar los archivos recuperados del Laboratorio de Toxicología del Western College of Veterinary Medicine y de acuerdo con el registro de 261 casos de intoxicación por estricnina en perros, el proceso ocurrió con más frecuencia en perros jóvenes, con un 61 % de los casos en animales menores de 2 años.

De acuerdo con Luzardo et al. (2014), y Sell et al. (2018), la detección de residuos de alcaloides se puede realizar y cuantificar mediante la cromatografía de gases (GC), detector de ionización de llama o espectrometría de masas. Además, los alcaloides producen elevación de las enzimas séricas, como la transaminasa glutámica

oxalacética, creatinfosfoquinasa y lactato deshidrogenasa. Asimismo, la acidosis láctica, hiperpotasemia y leucocitosis pueden ser hallazgos de laboratorio característicos que los alcaloides producen en un organismo que ha sido expuesto a estas sustancias.

La regulación, verificación y registro de todas las sustancias que se comercializan en nuestro país deben efectuarse de forma completa por las entidades regulatorias correspondientes, con el fin de prevenir y controlar todo acto que pueda atentar con el maltrato animal. El mal uso de muchas sustancias puede afectar no solo a las pequeñas especies, como perros y gatos, sino también incrementar los casos de exposición e intoxicación para otras especies silvestres y productivas que pongan en riesgo incluso la salud del hombre.

CONCLUSIONES

Durante el período 2018 al 2021, el análisis de muestras mostró una positividad del 68 % a alcaloides compatibles con estricnina. En las muestras de hígado se determinó una positividad a alcaloides del 75 %, en el contenido estomacal del 57,1 %, y en los cebos preparados del 66,6 %. La edad de los perros afectados estuvo comprendida entre los 2 y 6 años, siendo la raza criolla la que presentó mayor número de casos.

REFERENCIAS

- Ball, C. M. y Featherstone, P. J. (2017). Pharmacological treatment of shock-strichnine. *Anaesthesia and Intensive Care*, 45(1), 3-5. <https://doi.org/10.1177/0310057x1704500101>
- Behpour, M., Ghoreishi, S. M., Khayatkashani, M., Motaghe-difard, M. (2012). A new method for the simultaneous analysis of strichnine and brucine in *Strychnos nux-vomica* unprocessed and processed seeds using a carbon-paste electrode modified with multi-walled carbon nanotubes. *Phytochemical Analyses*, 23(2), 95-102. <https://doi.org/10.1002/pca.1327>
- Blakley, B. R. (1984). Epidemiologic and diagnostic considerations of strichnine poisoning in the dog. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 184(1), 46-47. <https://avmajournals.avma.org/view/journals/javma/184/1/javma.1984.184.01.46.xml>
- Bobadilla SAF. (2022). Toxicopatología en intoxicación por fosfuro de zinc. Tesis de Licenciatura. FMVZ. UAEMéx. Toluca, México.
- Calzetta, L., Cavalieri, M., Ruggeri, E., Ricci, A., Crescenzo, G. y Morena, M. (2002). Incidence of intentional poisoning of dogs in the Abruzzo region of Italy. *Veterinary and Human Toxicology*, 44(2), 111-113. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11931499/>
- Chen, J., Qu, Y., Wang, D., Peng, P., Cai, H., Gao, Y., Chen, Z. y Cai, B. (2014). Pharmacological evaluation of

- total alkaloids from nux vomica: Effect of reducing strychnine contents. *Molecules*, 19(4), 4395-4408. <https://doi.org/10.3390/molecules19044395>
- Cowan, V. E., Blakley, B. R. (2015). A retrospective study of canine strychnine poisonings from 1998 to 2013 in Western Canada. *The Canadian Veterinary Journal*, 56(6), 587-590. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4431156/>
- Cowan, V. y Blakley, B. (2016). Characterizing 1341 cases of veterinary toxicoses confirmed in western Canada: a 16-year retrospective study. *The Canadian Veterinary Journal*, 57(1):53-58. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4677609/>
- Guo, R., Wang, T., Zhou, G., Xu, M., Yu, X., Zhang, X., Sui, F., Li, C., Tang, L. y Wang, Z. (2018). Botany, phytochemistry, pharmacology and toxicity of *Strychnos nux-vomica* L.: a review. *The American Journal of Chinese Medicine*, 46(1), 1-23. <https://doi.org/10.1142/s0192415x18500015>
- Gupta, R. C. (2007). Non-anticoagulant rodenticides. Strychnine. En R. C. Gupta (ed.), Veterinary toxicology: Basic and clinical principles (pp. 548-550). Academic Press.
- Hashim, A., Mohammed, R., Umar, D., Veena, V. R., Bahija, B. y Kusai, B. (2015). A reverse phased high-pressure liquid chromatographic method for the estimation of a poisonous matter in *Strychnos nux-vomica*. *Journal of Advanced Pharmaceutical Technology and Research*, 6(3), 108-113. <https://doi.org/10.4103/2231-4040.161506>
- Fernando, K., Jayasekara, K., Warushahennadi, J., Kumarsinghe, I., Weerakoon, K. y Kularatne, S. A. (2015). Intentional ingestion of *Strychnos nux-vomica* seeds causing severe muscle spasms and cardiac arrest: a postmortem report. *Wilderness and Environmental Medicine*, 26(1), 101-102. <https://doi.org/10.1016/j.wem.2014.08.006>
- Lee, G. S., Namkoong, G., Park, J. y Chen, D. (2017). Total synthesis of strychnine. *Chemistry*, 23(64), 16189-16193. <https://doi.org/10.1002/chem.201704455>
- Nelson, L. S., Shih, R. D. y Balick, M. J. (2007). *Handbook of poisonous and injurious plants* (2.a ed.). Springer.
- Luzardo, O. P., Ruiz-Suárez, N., Valerón, P. F., Camacho, M., Zumbado, M., Henríquez-Hernández, L. A. (2014). Methodology for the identification of 117 pesticides commonly involved in the poisoning of wildlife using GC-MS-MS and LC-MS-MS. *Journal of Analytical Toxicology*, 38(3), 155-163. <https://doi.org/10.1093/jat/bku009>
- Martínez-Haro, M., Mateo, R., Guitart, R., Soler-Rodríguez, F., Pérez-López, M., María-Mojica, P. y García-Fernández, A. J. (2008). Relationship of the toxicity of pesticide formulations and their commercial restrictions with the frequency of animal poisonings. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 69(3), 396-402. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2007.05.006>
- McLean, M. K. y Khan, S. A. (2010). Toxicology brief: Epidemiology and management of strychnine poisoning. *Veterinary Medicine*, 2, 10.
- Osweiler, G. D., Carson, T. L., Buck, W. P. y van Gelder, G. A. (1985). *Clinical and diagnostic veterinary toxicology* (3.a ed.). Kendall/Hunt Publishing.
- Patel, K., Laloo, D., Singh, G. K., Gadewar, M. y Patel, D. K. (2017). A review on medicinal uses, analytical techniques and pharmacological activities of *Strychnos nux-vomica* Linn.: a concise report. *Chinese Journal of Integrative Medicine*. <https://doi.org/10.1007/s11655-016-2514-1>
- Sell, B., Sniegocki, T., Zmudzki, J. y Posyniak, A. (2018). Development of an analytical procedure for the determination of multiclass compounds for forensic veterinary toxicology. *Journal of Analytical Toxicology*, 42(3), 183-191. <https://doi.org/10.1093/jat/bkx093>
- Soto-Ramírez, L., Garduño-Ríos, M., Millán-Carbajal, K., Moreno-López, A. y Valladares-Carranza, B. (2018). Intoxicación por teobromina en perros. Una revisión. *Revista Electrónica de Veterinaria*, 19(3), 1-7. https://www.researchgate.net/profile/Valente_Ordonez/publication/324174220_Intoxication_by_theobromine_in_dogs_A_review/links/5ac3dd40f7e9becc9d49369/Intoxication-by-theobromine-in-dogs-A-review.pdf
- Valladares, C. B., Tenorio, B. E. y Lagunas, B. S. (2018). Manual de prácticas: Toxicología. FMVZ-UAEM.
- Valladares, C. B., Delgadillo, R. L., Zaragoza, B. A., Rivero, P. N., Ortega, S. C. y Velázquez, O. V. (2021). Diagnóstico de warfarina en muestras remitidas al CIESA durante el período 2015-2018. Una problemática recurrente. *Journal of the Selva Andina Animal Science*, 8(1): 12-21. <https://doi.org/10.36610/j.jsa-as.2021.080100012>
- Velázquez-Ordoñez, V., Zaragoza-Bastida, A., Rivero-Pérez, N., Delgadillo-Ruiz, L., Gallegos-Flores, P. y Valladares-Carranza, B. (2021). Metaplasia cartilaginosa en aurícula derecha de ovino, atribuible al consumo de *Trisetum flavescens*. Abanico Veterinario, 11, 1-11. <https://abanicoacademico.mx/revistasabanco/index.php/abanico-veterinario/article/view/314>
- Xie, B. X., Tang, W. Z., Wang, L. H. y Wang, X. J. (2016). Study on chemical constituents of *Strychnos nux-vomica*. *Journal of Chinese Medicinal Materials*, 39(1), 86-89.