

Prevalencia de Hemoparásitos en Ofidios de un medio de Conservación EX-SITU, INSPI, Ecuador.

Prevalence of Haemoparasites in snakes from an EX-SITU conservation Environment

Carelis Nathalie Guerrero Terán¹, Vanessa Yasmisbel Pilligua Pilligua², María del Carmen Terán Zavala².

¹ Universidad Agraria del Ecuador, Guayaquil, Ecuador.

² Instituto Nacional de Salud Pública e Investigación INSPI Dr. Leopoldo Izquierdo Pérez, Guayaquil, Ecuador

Recibido 10 febrero 2025, recibido en forma revisada 10 abril 2025, aceptado 10 de mayo 2025, en línea 2 de junio 2025.

Resumen

El estudio se realizó en el centro de cría y reproducción del Instituto Nacional de Salud Pública e Investigación (INSPI) en Guayaquil, Ecuador, con el objetivo de determinar la prevalencia de hemoparásitos en serpientes mantenidas en cautiverio. Se analizaron muestras de sangre de 30 serpientes de diferentes especies, utilizando técnicas de frotis sanguíneo y tinción de Giemsa. La investigación es de gran importancia debido a la alta prevalencia de hemoparásitos en reptiles y su impacto en la salud de estos reptiles. Además, el estudio se realizó en un centro de cría de serpientes venenosas utilizado para la producción de antivenenos, por lo que el monitoreo de la salud de estos animales es crucial para garantizar la calidad y seguridad de los antivenenos producidos. Los resultados revelaron una prevalencia del 80% de hemoparásitos en las serpientes estudiadas, siendo *Hepatozoon* el más común. Se encontró una asociación entre la presencia de hemoparásitos y un hematocrito inferior al 15%, así como con un tiempo de cautiverio de entre 1 mes y 3 años. El 71% de las serpientes positivas a hemoparásitos provenían de la provincia de Manabí. Este estudio destaca la importancia de monitorear la salud de las serpientes en cautiverio y realizar exámenes de detección de hemoparásitos para prevenir la propagación de enfermedades. Se recomienda realizar estudios adicionales para comprender mejor la relación entre los hemoparásitos y la salud de las serpientes, así como implementar medidas preventivas para controlar la propagación de estas infecciones en los centros de cría.

Palabras clave: Antivenenos, Cautiverio, Hemoparásitos, Ofidios, Prevalencia.

Abstract

The study was conducted at the breeding and reproduction center of the National Institute of Public Health and Research (INSPI) in Guayaquil, Ecuador, with the aim of determining the prevalence of hemoparasites in captive snakes. Blood samples from 30 snakes of different species were analyzed using blood smear and Giemsa staining techniques. The research is of significant importance due to the high prevalence of hemoparasites in reptiles and their impact on the health of these animals. Moreover, the study was conducted at a center breeding venomous snakes for antivenom production, making monitoring of these animals' health crucial to ensure the quality and safety of the produced antivenoms. The results revealed an 80% prevalence of hemoparasites in the studied snakes, with *Hepatozoon* being the most common. An association was found between the presence of hemoparasites and a hematocrit level below 15%, as well as with a captivity duration ranging from 1 month to 3 years. 71% of the snakes positive for hemoparasites came from the province of Manabí. This study underscores the importance of monitoring the health of captive snakes and conducting hemoparasite detection exams to prevent disease spread. Further studies are recommended to better understand the relationship between hemoparasites and snake health, and to implement preventive measures to control the spread of these infections in breeding center.

Keywords: Antivenoms, Captivity, Hemoparasites, Ophidians, Prevalence.

* Correspondencia del autor:

E-mail: carelis_gt3009@hotmail.com

 Esta obra está bajo una licencia de creative commons: atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0. Los autores mantienen los derechos sobre los artículos y por tanto son libres de compartir, copiar, distribuir, ejecutar y comunicar públicamente la obra.

Introducción

Las víboras forman un linaje monofilético de serpientes venenosas que comprende alrededor de 329 especies distribuidas en todo el mundo. Debido a que las víboras se consideran un grupo médicalemente importante, diferentes aspectos de su biología han sido ampliamente estudiados (Fenwick et al. 2011), formando parte de un conspicuo grupo de fauna ofídica en las regiones tropicales alrededor del planeta, con una amplia diversidad morfológica en cuanto a patrones de coloración y aspectos ecológicos (Wolfgang et al. 2002). Ecuador, al ser considerado un país megadiverso posee alrededor de 250 especies de serpientes a nivel nacional, de las cuales pueden considerarse a 36 como potencialmente peligrosas, y que integran dos familias: Viperidae y Elapidae respectivamente (Torres Carvajal 2023).

El esfuerzo que implica para las serpientes la búsqueda de alimento, y en general el riesgo que representan los mecanismos de defensa de sus presas al capturarlas, ha propiciado en algunos ofidios el desarrollo evolutivo de un sofisticado mecanismo de envenenamiento. Este sistema consta de glándulas especializadas para producir veneno y colmillos modificados para liberarlo (Jackson 2003). La energía que necesitan las serpientes para producir el veneno es mucha (Mccue 2006; Morgenstern y King 2013), no obstante, también es liberado como última opción para la defensa.

Cuando hay un encuentro entre humanos y serpientes venenosas, algo frecuente en zonas rurales, entonces se convierte en un problema de salud pública (Frayre-Torres et al. 2006), considerado además desatendido en muchos países tropicales y subtropicales, como es el caso de Ecuador que actualmente promedia entre 1500 y 1800 accidentes anuales (MSP 2023) con reportes de amputaciones, discapacidades permanentes y muertes, por lo que ante esta situación la fabricación de antídotos se convierte en un desafío importante.

La producción de antivenenos de serpiente implica etapas como la producción de veneno, la inmunización de animales para generar plasma hiperinmune, purificación de inmunoglobulinas, inactivación viral (o eliminación), y estabilización de la formulación. Hoy en día, los serpentarios son las instalaciones mayormente utilizadas para producir venenos de serpientes y con la finalidad de cumplir con los objetivos de producción de veneno, que sean empleados en la inmunización de animales y control de calidad, es importante diseñar estrategias para mantener un adecuado número de serpientes (León et al. 2014).

Las serpientes venenosas, mantenidas en serpentarios para uso en la producción de veneno, se deben mantener según los estándares éticos aceptados nacional e internacionalmente. Todas las regulaciones

locales relevantes se deben apegar estrictamente y cuando se requiera el uso de serpientes venenosas, en la producción de veneno se debe realizar conforme a las aprobaciones éticas, obtenidas de las autoridades responsables en la jurisdicción (OMS 2021). Las colecciones mantenidas en cautiverio pueden estar compuestas por animales recolectados de la naturaleza y / o por especímenes criados ex situ (Corrales et al. 2014).

En ambos casos, la salud de las serpientes debe ser monitoreada de cerca, por veterinarios calificados. Además del examen clínico, la determinación de valores hematológicos y química plasmática normales, es importante para lograr este objetivo (Gómez et al. 2016; Krishna y Narayana 2016). Hemoparásitos identificados en reptiles y anfibios han incluido especies de los géneros *Hepatozoon*, *Haemogregarinas*, *Haemoproteus*, y *Trypanosoma sp.*, respectivamente (Jakes et al. 2001; Zadorozhnyaya y Korzh 2013; Paperna y Laison 2004). Los protozoos intracelulares mayormente encontrados en serpientes, son las especies de *Hepatozoon sp.*, cuya transmisión ocurre por la ingesta de invertebrados infectados, picaduras de mosquitos, o mediante transmisión secundaria a través de la depredación de un huésped intermedio, además se ha sugerido la transmisión de tipo congénita (De Vieira Santos et al. 2005; Moco et al. 2002; O'Dwyer et al. 2003; Telford et al. 2001; Zamudio y Ramírez 2007).

El mantenimiento de ofidios en cautiverio podría proporcionar condiciones oportunas para la transmisión de hemoparásitos, que son importantes identificar a fin de evitar la transmisión a especímenes no infectados (Zamudio y Ramírez 2007). El presente trabajo pretende registrar los principales parásitos presentes y su prevalencia en serpientes mantenidas bajo condiciones de cautividad.

Materiales y métodos

Métodos y técnicas

Se recolectaron las muestras sanguíneas a una población de 30 ofidios que se encontraban bajo cautiverio en el área del serpentario del INSPI, la sujeción física de estos animales se realizó con ayuda de ganchos y tubos herpetológicos. Las técnicas que se ejecutaron para la toma de muestras en estos animales fueron mediante venopunción de la vena coccígea ventral. Finalmente, con las muestras de sangre obtenidas se realizó el frotis sanguíneo con la técnica de tinción de Giemsa para la identificación de los hemoparásitos y con el restante de esta sangre se hizo la medición del valor de hematocrito.

Población

Para este estudio se utilizó 30 ofidios que se encontraban presentes en el tiempo establecido en el centro de conservación ex situ, entre ellas *Bothrops asper*, *Bothrops atrox*, *Porthidium arcosae*, *Boa constrictor* y *Stenorrhina degenhardtii*.

Muestra

Para esta investigación no se aplicó muestreo ya que se utilizó toda la población presente en el centro de cría y reproducción del INSPI.

Ánalisis estadístico

Se procesaron los datos en una hoja electrónica donde se realizaron tablas de frecuencia, la cual fue determinada mediante porcentajes en base a los tipos de hemoparásitos, la presencia o ausencia de ellos y los resultados positivos a estos parásitos sanguíneos serán definidos por la especie de serpientes. Para la correlación de variables cualitativas se utilizó la prueba Fisher.

Resultados

Prevalencia de hemoparásitos de ofidios en un medio de conservación ex situ.

En la Tabla 1 podemos presenciar los porcentajes finales, de todas las especies de serpientes analizadas sugieren que el 80% de estos ofidios que se mantienen en el centro de conservación ex situ tienen presencia de parásitos sanguíneos, manteniéndose ausente en un 20% de ellos.

Diagnóstico de la presencia y el tipo de hemoparásitos en ofidios a través de exámenes de laboratorio

Como se puede apreciar en la Tabla 2, el 81.82% correspondiente a 18 de 22 ejemplares de *Bothrops asper* analizados, resultaron positivos a hemoparásitos, mientras que el 18.18%, es decir, 4 de 22 resultaron negativos. *Bothrops atrox* con un total de 2 ofidios, representan un 50% positivo a hemoparásitos y un 50% negativo, así mismo en 2 ofidios de la especie *Porthidium arcosae* analizados, tenemos como resultados un 50% positivos y otro 50% negativos a estos parásitos sanguíneos, en 3 culebras de la especie *Boa constrictor* se detectó el 100% de presencia a hemoparásitos, y finalmente la única especie de *Stenorrhina degenhardtii* resultó positiva. El análisis de Fisher estableció que no existe relación entre las serpientes que se mantienen bajo condiciones de cautiverio ex situ presentes en el centro y la presencia de hemoparásitos.

En la tabla 3 se puede presenciar los tipos de hemoparásitos hallados en los ofidios que resultaron positivos en el centro de conservación ex situ, por

Tabla 1. Presencia de hemoparásitos de ofidios en un medio de conservación ex-situ.

Ofidios	Hemoparásitos		Total F_A (F_R)
	Presencia F_A (F_R)	Ausencia F_A (F_R)	
	24 (80%)	6 (20%)	30 (100%)

F_A: Frecuencia Absoluta, F_R: Frecuencia Relativa

lo cual cabe recalcar que el 80% corresponden a *Hepatozoon*, el 13.33% a *Haemoproteus*, el 10% a *Trypanosoma* y el 6.67% a *Anaplasma*.

Asociación de la presencia de hemoparásitos con la infestación de vectores, valor hematocrito y tiempo en cautiverio.

La Tabla 4 muestra los vectores hallados en los ofidios que resultaron positivos a hemoparásitos. De los 3 ofidios positivos, se pudo apreciar que el 12.5% tenían garrapatas adheridas al momento de su ingreso, mientras que en el 87.5% de ellos no se pudo apreciar la presencia del vector responsable. El análisis de Fisher determinó que no existe asociación entre la presencia de hemoparásitos y la infestación de vectores.

La Tabla 5 describe a los ofidios positivos a hemoparásitos asociados con su hematocrito. Se destaca que el 79.17% correspondiente a 19 ofidios que resultaron positivos, marcaron un hematocrito entre el 15 a 55%, en tanto que el 20.83% correspondiente a 5 ofidios positivos a hemoparásitos, obtuvieron un hematocrito menor a 15%. El análisis de Fisher determinó que no existe asociación entre la presencia de hemoparásitos y el hematocrito.

En la Tabla 6 se evidencian los ofidios que resultaron positivos a hemoparásitos en relación con su tiempo bajo condiciones de cautividad. De igual manera, el 79.17% que representa a 19 ofidios positivos, han permanecido en cautiverio entre los períodos de 1 mes a tres años, y el 20.83% perteneciente a 5 ofidios positivos, resultaron ser ejemplares que tienen cuatro años o más bajo condiciones de cautividad. El análisis de Fisher determinó que no existe asociación entre la presencia de hemoparásitos con el tiempo en cautiverio.

Tabla 2. Presencia y ausencia de hemoparásitos en las diferentes especies de ofidios presentes en el centro de conservación ex situ.

Especie	Hemoparásitos		Total F_A (F_R)	p-valor (Fisher)
	Presencia F_A (F_R)	Ausencia F_A (F_R)		
<i>Bothrops asper</i>	18 (81.82%)	4 (18.18%)	22 (100%)	
<i>Bothrops atrox</i>	1 (50%)	1 (50%)	2 (100%)	
<i>Porthidium arcosae</i>	1 (50%)	1 (50%)	2 (100%)	
<i>Boa constrictor</i>	3 (100%)	0 (0%)	3 (100%)	0.42
<i>Stenorrhina degenhardtii</i>	1 (100%)	0 (0%)	1 (100%)	
Total	24	6	30	

F_A: Frecuencia Absoluta, F_R: Frecuencia Relativa.

Tabla 3. Tipos de hemoparásitos presentes en los ofidios en el centro de conservación ex situ.

Tipos de hemoparásitos	Hemoparásitos		
	Presencia F_A (F_R)	Ausencia F_A (F_R)	Total F_A (F_R)
<i>Hepatozoon</i>	24 (80%)	6 (20%)	30 (100%)
<i>Haemoproteus</i>	4 (13.33%)	2 (86.7%)	30 (100%)
<i>Trypanosoma sp.</i>	3 (10%)	27 (90%)	30 (100%)
<i>Anaplasma spp.</i>	2 (6.67%)	2 (93.33%)	30 (100%)

F_A: Frecuencia Absoluta, F_R: Frecuencia Relativa.

Tabla 4. Ofidios cautivos en el centro de conservación ex situ asociados con vectores.

Infestación de vectores	Hemoparásitos			p-valor (Fisher)
	Presencia F_A (F_R)	Ausencia F_A (F_R)		
Si	3 (12.5%)	0 (0%)		
No	21 (87.5%)	6 (100%)		1
Total	24 (100%)	6 (100%)		

F_A: Frecuencia Absoluta, F_R: Frecuencia Relativa.

Tabla 5. Ofidios cautivos en el centro de conservación ex situ asociados con su hematocrito.

Hematocrito	Hemoparásitos			p-valor (Fisher)
	Presencia F_A (F_R)	Ausencia F_A (F_R)		
Entre 15 a 55%	19 (79.17%)	4 (66.67%)		
Menor a 15%	5 (20.83%)	2 (33.33%)		0.60
Total	24 (100%)	6 (100%)		

F_A: Frecuencia Absoluta, F_R: Frecuencia Relativa.

Identificación de la procedencia de los ofidios positivos a hemoparásitos.

Finalmente, la Tabla 7 muestra los ofidios positivos relacionados a su lugar de procedencia. De un total de 6 ofidios positivos a hemoparásitos procedentes de la provincia del Guayas, el 83.33% corresponden a *B. asper* y el 16.67% a *Boa constrictor*. Por otro lado,

Tabla 6. Ofidios cautivos en el centro de conservación ex-situ asociados al tiempo en cautiverio.

Tiempo en cautiverio	Hemoparásitos			p-valor (Fisher)
	Presencia F_A (F_R)	Ausencia F_A (F_R)		
Un mes a tres años	19 (79.17%)	3 (50%)		
Cuatro años o más	5 (20.83%)	3 (50%)		0.30
Total	24 (100%)	6 (100%)		

F_A: Frecuencia Absoluta, F_R: Frecuencia Relativa.

Tabla 7. Ofidios cautivos positivos a hemoparásitos en el centro de conservación ex situ en base a su procedencia.

Especies	Procedencia de ofidios positivos			
	Guayas F_A (F_R)	Manabí F_A (F_R)	Morona Santiago F_A (F_R)	Total F_A
<i>B. asper</i>	5 (83.33%)	1 (76.47%)	0 (0%)	18
<i>B. atrox</i>	0 (0%)	0 (0%)	1 (100%)	1
<i>Porthidium arcosae</i>	0 (0%)	1 (5.88%)	0 (0%)	1
<i>Boa constrictor</i>	1 (16.67%)	2 (11.77%)	0 (0%)	3
<i>Stenorrhina degenhardtii</i>	0 (0%)	1 (5.88%)	0 (0%)	1
Total	6 (100%)	17 (100%)	1 (100%)	24

F_A: Frecuencia Absoluta, F_R: Frecuencia Relativa.

de un total de 17 ofidios positivos a hemoparásitos provenientes de la provincia de Manabí, el 76.47% fueron *B. asper*, el 11.77% correspondieron a *Boa constrictor*, el 5.88% resultaron ser *Porthidium arcosae* y el 5.88% *Stenorrhina degenhardtii*. Por último, en la provincia de Morona Santiago, se encontró únicamente un ofidio positivo a hemoparásitos, el cual fue *B. atrox*, correspondiendo al 100%.

Discusión

El análisis en cuestión a la presencia de hemoparásitos coincide con el estudio realizado por Lino (2013), en el que se analizaron a 160 diferentes serpientes cautivas en el serpentario del Instituto Nacional de Higiene y Medicina Tropical “Leopoldo Izquierdo Pérez”, actualmente Instituto Nacional de Salud Pública e Investigación (INSPI) en Guayaquil. Para este estudio utilizaron técnicas de tinción de Giemsa y microscopía, en donde encontraron 27 ofidios

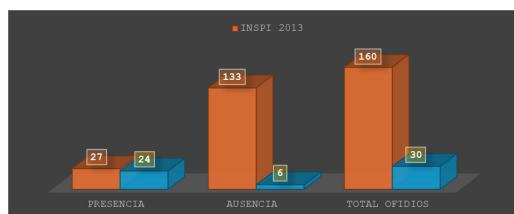


Figura 1.- Gráfico comparativo del estudio en *Haemogregarinas* en el INSPI en los años 2013 y 2024.

positivos a *Haemogregarinas* de 160 serpientes en total analizadas, con una incidencia del 16.875%. En el presente estudio, realizado con las mismas técnicas obtuvimos un 80% de incidencia a *Haemogregarinas* detectadas en 24 ofidios que resultaron positivos de una totalidad de 30 serpientes analizadas, y actualmente presentes en el serpentario del INSPI en la ciudad de Guayaquil (Fig. 1).

Otro dato que podemos resaltar entre estas dos investigaciones es la procedencia de los ofidios positivos a hemoparásitos. Del estudio realizado en el año 2013 se obtuvieron 4 diferentes procedencias de los ofidios positivos, entre estos resultaron: Guale 33.92%, Bomboiza-Gualaquiza 14.63%, Chimborazo 3.22% y Flavio Alfaro 33.33%. El presente estudio marca 3 diferentes procedencias de los ofidios que resultaron positivos a hemoparásitos, las incidencias descritas en nuestros resultados muestran a: Guayas con el 25%, Manabí con un 70.83% y Morona Santiago con el 4.17%. Ambos estudios destacan 3 provincias en común que sugieren que los animales positivos procedentes de la provincia de Manabí tienen una mayor incidencia en cuanto a Guayas, Morona Santiago y Chimborazo (Fig. 2).

Dado que la incidencia del estudio en 2013 en base a la presencia y procedencia de hemoparásitos es mayor que la del actual año tenemos que enfatizar que el número de población en ambos estudios tiene una diferencia significativa, destacando el ingreso mayoritario de ejemplares procedentes de la provincia de Manabí con mayor incidencia.

En cuanto a los tipos de hemoparásitos encontrados en el centro de conservación ex situ INSPI, estos hallazgos se encuentran en total concordancia con estudios relacionados en reptiles de manera general (Pereira et al. 2018; Enríquez et al. 2014; Serrano



Figura 3.- Gráfico comparativo de los tipos de hemoparásitos encontrados en reptiles de 4 diferentes estudios.

2023), debido a que se utilizaron técnicas como frotis sanguíneo, tinción de Giemsa y microscopía óptica para la identificación de dichos parásitos. El estudio en Brasil del 2018 analizó una población de 157 serpientes de las cuales solo 20 muestras dieron positivo a *Haemogregarinas* y 8 a *Hepatozoon sp* entre estas, 3 diferentes especies de *Hepatozoon*. En Perú, fueron analizados 30 cocodrilos americanos de los cuales se obtuvo como resultado que el 50% con un total de 15 cocodrilos eran compatibles a *Haemogregarinas*, 16.6% que representaban a un total de 5 cocodrilos dieron positivo a *Hepatozoon* y 23.3% que así mismo representaban a 7 ejemplares de cocodrilo, dieron positivo a ambos tipos de hemoparásitos.

Finalmente, el estudio más reciente del 2023 aquí en Ecuador es en el que se estudiaron 24 cocodrilos del Zoológico el Pantanal, de los cuales solo el 25% que representan a 6 cocodrilos dieron positivo a hemoparásitos, entre estos *Haemogregarinas*, *Proteus spp.* y *Nematodo Filarioide-Micropilaria spp.* Esta investigación en sí encontró 4 tipos de *Haemogregarinas* en los ofidios cautivos del INSPI entre estos: 80% de las serpientes están infectadas con *Hepatozoon sp.*, 13.33% con *Haemoproteus sp.*, 10% infectadas con *Trypanosoma sp.* y finalmente el 6.67% con *Anaplasma sp.* (Fig. 3).

Es posible que los hallazgos encontrados en los animales positivos en cuanto a vectores, hematocrito y tiempo en cautiverio puedan estar relacionados, debido a que sus resultados no tienen mucha diferencia significativa. Los vectores que se pudieron encontrar en la reciente investigación correspondían a serpientes que ingresaron en el tiempo de la ejecución del estudio, a estos ofidios se les emitió su respectiva ficha clínica, mientras que los animales que llevaban mucho más tiempo en cautiverio no presentaban el registro de posibles vectores con los



Figura 2.- Gráfico comparativo de la procedencia de ofidios positivos a hemoparásitos en el INSPI en los años 2013 y 2024.

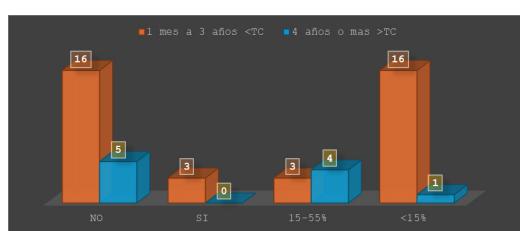


Figura 4.- Gráfico comparativo de los ofidios positivos a hemoparásitos en el INSPI en base a sus vectores y hematocrito.

que pudieron haber ingresado. A pesar de esto, como sabemos, son animales que llegan desde su estado natural en donde están expuestos a un sinnúmero de agentes infecciosos y parásitos.

Los parásitos sanguíneos necesitan vectores hematófagos como pulgas, garrapatas, piojos, sanguijuelas, picaduras de mosquitos o incluso por una transmisión de tipo congénita. Aunque la ingestión de animales previamente infectados también puede ser una consecuencia en la infestación de estos hemoparásitos Enríquez et al. 2014; De Vieira Santos et al. 2005; O'Dwyer et al. 2003; Telford et al. 2001; Zamudio y Ramírez 2007). Dentro del estudio de los parásitos sanguíneos en los ofidios del INSPI se pudo determinar que el 12.5% representando a 3 ofidios positivos a hemoparásitos llegaron con vectores como garrapatas. Mientras que el 87.5% de animales positivos, es decir 21 de ellos, no presentaron vectores.

El hematocrito de estos mismos animales positivos al igual que su tiempo en cautiverio son similares, el 79.17% con un total de 19 ofidios positivos tienen un hematocrito entre el 15 a 55%, por otro lado, el 20.83% con 5 ofidios positivos tienen un hematocrito menor al 15%. Así mismo, 19 animales, es decir, el 79.17% de ofidios positivos que llevan de un mes a tres años de cautiverio en el centro ex situ registraron hemoparásitos, mientras que el 20.83% con 5 ofidios negativos carecen de ellos. Ante esos resultados podemos evidenciar que los animales que llevan mayor tiempo de cautividad son los animales que tienen un hematocrito dentro de su rango normal y los que tienen menos tiempo en cautiverio son animales que tienen un hematocrito inferior al 15% (Fig. 4).

Conclusiones

En el actual estudio, se registró presencia de hemoparásitos en un 80% de prevalencia en los ofidios del Centro de cría para la reproducción sostenible. Este incremento, comparado con la prevalencia de 16.875% encontrada en el estudio realizado en el 2013, podría atribuirse a las actividades que hoy en día han sido incorporadas para reproducir a los ejemplares y aumentar el número de serpientes que serían utilizadas para la producción de sueros antiofídicos. Cabe recalcar que, para este objetivo, varios ejemplares de la misma especie tanto hembras como machos comparten grandes terrarios hasta cumplir su etapa de gestación, por lo que podríamos estipular una transmisión de tipo congénita. En cuanto a los tipos de hemoparásitos encontrados en el estudio, 6 de las serpientes positivas presentaron hasta 3 tipos de parásitos en sangre y 18 de ellas solo 1 tipo de hemoparásito, al realizar la identificación de ellos, podemos confirmar que estos individuos con: *Hepatozoon*, *Haemogregarinas*, *Trypanosoma* y *Anaplasma*, además de ser los más comunes en reptiles, destaca la importancia de realizar exámenes complementarios como los frotis sanguíneos para la identificación de estos parásitos en los ofidios que

ingresan al centro, ya que en muchos casos estos animales infectados, expuestos además al estrés por la manipulación y el mantenimiento en cautiverio, podrían infectar a otras serpientes aparentemente sanas.

Durante el estudio pudimos determinar que vectores como las garrapatas están asociadas a las serpientes ingresadas en el centro, cabe recalcar que algunas de ellas no contaban con este dato específico en sus fichas de ingreso, por lo que se presume se debe a una transmisión de tipo congénita. El rango normal del hematocrito en los reptiles está entre el 15 al 55%, y 19 de 24 ofidios positivos marcaron un hematocrito dentro de este rango, por lo que se considera que estos resultados obtenidos no podrían estar relacionados a los hemoparásitos que presentan estas serpientes. El análisis del hematocrito es importante para evaluar la salud y el estado fisiológico del ejemplar, pues al tener un rango normal de su hematocrito podemos considerar el espécimen se encuentra gozando de salud óptima en general, por lo que las 5 serpientes que presentaron un hematocrito menor al 15%, podrían estar relacionadas a la presencia de estos hemoparásitos.

Así mismo para el caso de los animales positivos en cuanto a su tiempo en cautiverio, en el presente estudio, 19 de 24 serpientes se mantienen alojadas entre un mes a tres años y 5 serpientes por el lapso de más de cuatro años, por lo que la mayoría de estas serpientes positivas a hemoparásitos son las que llevan menor tiempo bajo condiciones de cautividad. Son muchos los factores que pueden influenciar la prevalencia de estos hemoparásitos con el tiempo en que permanecen en cautividad. Durante el desarrollo de esta investigación, se pudo verificar que las serpientes ingresadas en el centro llegan desde un entorno natural donde están expuestas a diferentes vectores responsables de la transmisión de estos hemoparásitos, agregado a esto, cabe destacar el estrés adicional ocasionado por el traslado y la adaptación al cautiverio.

Finalmente, la procedencia de los ofidios positivos en el estudio resultó ser mayoritaria en la Provincia de Manabí. Sin embargo, es importante tomar en consideración que el mayor número de ingresos de serpientes corresponde a esta provincia, por lo que el lugar de procedencia no es un factor relacionado a la prevalencia de hemoparásitos en el centro.

Recomendaciones

Es importante destacar la implementación de exámenes complementarios a cualquier tipo de animal que este predestinado a vivir en cautiverio, especialmente animales como los reptiles, por lo que su bienestar en cautiverio dependerá mucho de su entorno, dieta, salud y manejo. Este estudio pudo demostrar la prevalencia y diferentes tipos de hemoparásitos en los ofidios cautivos presentes de este centro de conservación ex situ con exámenes

sencillos de laboratorio como lo es el frotis sanguíneo y la microscopía. Además de realizar un análisis del hematocrito para considerar su estado de salud en general en base a los ofidios positivos a estos parásitos sanguíneos.

Aunque los resultados obtenidos no estuvieron relacionados a estos hemoparásitos, se recomienda realizar exámenes hematológicos más completos periódicamente para estudiar y evaluar esta posible relación. En cuanto a las 5 serpientes positivas que si obtuvieron un hematocrito menor al 15% se sugiere evaluar la dieta para así implementar suplementos nutricionales que las ayuden a elevar su hematocrito.

Por último, en relación con los vectores y tiempo en cautiverio de los ofidios positivos a hemoparásitos, se recomienda que los ofidios ingresados recientemente al centro refuerzen la cuarentena y la realización de los exámenes de laboratorio para así conocer su estado de salud antes de ser designados a un terrario con otras especies aparentemente sanas para su reproducción.

Agradecimientos. - Al Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica por otorgar la autorización de investigación Nro. MAATE-ARSFC-2024-0104, al personal del Centro de Cría para la Reproducción Sostenible del Instituto Nacional de Investigación INSPI y AGROCALIDAD por su asesoramiento, sabiduría y tiempo dedicado, proporcionando todas las facilidades para el desarrollo y finalización de este trabajo.

Referencias bibliográficas

- Ateuves. 2018. *Técnicas utilizadas para el estudio hematológico*. <https://ateuves.es/tecnicas-utilizadas-para-el-estudio-hematologico/>
- Bioweb Reptiles. 2020. *Stenorrhina degenhardtii*. <https://bioweb.bio/faunaweb/reptiliaweb/FichaEspecie/Stenorrhina%20degenhardtii>
- Bioweb Reptiles. 2024. *Boa constrictor*. <https://bioweb.bio/faunaweb/reptiliaweb/FichaEspecie/Boa%20constrictor>
- Clínica Universidad de Navarra. 2023. *Tinción de Giemsa*. <https://www.cun.es/diccionario-medico/terminos/tincion-giemsa>
- Cooper, C., Clode, P., Peacock, C., y Thompson, R. 2017. *Host-Parasite Relationships and Life Histories of Trypanosomes in Australia*. *Advances in Parasitology* 97(1): 47-109. <https://doi.org/10.1016/bs.apar.2016.06.001>
- Corrales, G., Meidinger, R., Rodríguez, S., Chacón, D., y Gómez, A. 2014. *Reproduction in captivity of the Central American bushmaster (Lachesis stenophrys, Serpentes: Viperidae), in Costa Rica*. *Cuadernos de Herpetología* 28(2): 137-139. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/57411>
- Crespo Garay, C. 2023. ¿Cuál es la diferencia entre una serpiente, una víbora y una culebra? Nationalgeographic.es. <https://www.nationalgeographic.es/animales/serpiente-vibora-culebra-diferencia>
- Mader, Douglas R. 2006. *Medicina y cirugía de reptiles*. Elsevier. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/B072169327X500596>
- Bowman, Dwight D. 2021. *Georgis' Parasitology for Veterinarians*. Elsevier. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/B978032354396500012X>
- Enríquez, C., Elias, R., Montes, D., y Saldarriaga, F. 2014. *Presencia de hemoparásitos de los géneros Hepatozoon y Haemogregarina en ejemplares de cocodrilo americano (Crocodylus acutus) mantenidos en cautiverio en Tumbes, Perú*. *Zoológica* 1(1): 1-7. <https://www.researchgate.net/publication/306106730>
- Fenwick, A. M., Greene, Harry W., y Parkinson, Christopher L. 2011. *La serpiente y el huevo: ¿evolución unidireccional del modo reproductivo en las víboras?* *Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research* 50(1): 8. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0469.2011.00646.x>
- Finke, A., Haldeman Englert, C., y Novick, T. 2022. *Frotis de sangre*. Carefirst.staywellsolutionsonline.com. https://carefirst.staywellsolutionsonline.com/Spanish/RelatedItems/167,blood_smear_es
- Fonseca Guerrero, M. 2016. *Características anatómicas y morfología de reptiles*. Animalesbiología.com. <https://animalesbiologia.com/reptiles/anatomiamorfologia/anatomia-de-las-serpientes>
- Forlano, M. D., y Meléndez Roy, D. 2013. *Diagnóstico de Hepatozoon spp. en perros (Canis familiaris) y sus vectores en áreas rurales de los Estados Lara y Yaracuy-Venezuela*. *Revista de la Facultad de Ciencias Veterinarias* 54(2): 1. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-65762013000200005
- Frases. 2021. *Anatomía y fisiología de las serpientes, escamas, esqueleto y órganos*. Frases333.com. <https://www.frases333.com/anatomia-y-fisiologia-de-las-serpientes-escalas-esqueleto-y-organos/>
- Frayre-Torres, M. J., S-G, E., O-V, M. J., Armas, J., y Celis, A. 2006. *Mortalidad por contacto traumático con serpiente y lagarto venenosos*. México, 1979-2003. *Gaceta Médica de México* 142(3): 209-213. <https://www.medigraphic.com/pdfs/gaceta/gm-2006/gm063f.pdf>
- Gómez, A., Arroyo, C., Astorga, W., y Chacón, D. 2016. *Hematological and biochemical reference intervals for Bothrops asper and Crotalus simus (Serpentes: Viperidae), maintained in captivity for venom extraction*. *Comparative Clinical Pathology* 25(1): 615-623. <https://doi.org/10.1007/s00580-016-2240-2>
- González Blázquez, M. 2021. *Efectos y consecuencias de las interacciones hemoparásito-hospedador en anfibios y reptiles*. Universidad de Extremadura. <http://hdl.handle.net/10261/257475>
- González Camacho, L. 2019. *Identificación de hemoparásitos presentes en la herpetofauna de diferentes departamentos de Colombia*. Universidad Nacional de Colombia. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/75766>
- Gutiérrez Liberato, G., Lotta Arévalo, I., Rodríguez Almonacid, C., Vargas Ramírez, M., y Matta, N. 2021. *Molecular and morphological description of the first Hepatozoon (Apicomplexa: Hepatozooidae) species infecting a neotropical turtle, with an approach to its phylogenetic relationships*. *Parasitology* 148(6): 747-759.

- <https://doi.org/10.1017/S0031182021000184>
- Vilcins, Inger-Marie E., Beata Ujvari, Julie M. Viejo, y Elizabeth Deane. 2009. *Molecular and Morphological Description of a Hepatozoon Species in Reptiles and Their Ticks in the Northern Territory, Australia*. *Journal of Parasitology* 95(2): 434-442. <https://doi.org/10.1645/GE-1725.1>
- Instituto Nacional de Patrimonio Nacional. 2019. *Reglamento al Código Orgánico del Ambiente*. <https://site.inpc.gob.ec/pdfs/lotaip2020/REGLAMENTO%20AL%20CODIGO%20ORGANICO%20DEL%20AMBIENTE.pdf>
- Jackson, K. 2003. *The Evolution of Venom-Delivery Systems in Snakes*. *Zoological Journal of the Linnean Society* 137(3): 337-354. <https://doi.org/10.1046/j.1096-3642.2003.00052.x>
- Jakes, K., P. J. O'Donoghue, y S. L. Cameron. 2003. *Phylogenetic Relationship of Hepatozoon (Haemogregarina) boigae, Hepatozoon sp., Haemogregarina clelandi and Haemoproteus chelodina from Australian Reptiles to Other Apicomplexa Based on Cladistic Analyses of Ultrastructural and Life-Cycle Characters*. *Parasitology* 126(6): 555-559. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12866793/>
- Jakes, K. A., Peter O'Donoghue, Margaret Munro, y Robert Adlard. 2001. *Hemoprotezoos de tortugas de agua dulce en Queensland*. *Journal of Wildlife Diseases* 37(1): 12-19. <https://espace.library.uq.edu.au/view/UQ:59595>
- Muliya, Krishna S., y Narayana Bhat, M. 2016. *Hematology and Serum Biochemistry of Indian Spectacled Cobra (Naja naja) and Indian Rat Snake (Ptyas mucosa)*. *Veterinary World* 9(8): 909-914. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2016.909-914>
- O'Dwyer, L. H., T. C. Moço, T. H. Barrella, F. C. Vilela, y R. J. Silva. 2003. *Prevalência de Hepatozoon spp. (Apicomplexa, Hepatozooidae) em serpentes recém-capturadas no Brasil*. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia* 55(3): 1. <https://doi.org/10.1590/S0102-09352003000300010>
- León, G., Segura, A., Gómez, A., Hernández, A., Navarro, D., Villalta, M., Vargas, M., Herrera, M., y Gutiérrez, J. M. 2014. *Industrial Production and Quality Control of Snake Antivenoms. Reference Module in Biomedical and Life Sciences*. SpringerLink. <https://hdl.handle.net/10669/77323>
- Lima, E. S., y R. A. Silva. 2004. *Aspectos morfológicos do parasita Hepatozoon caimani em jacaré (Caiman crocodilus yacare) no Pantanal Sul*. *Embrapa Pantanal* 1(1): 1517-4875. <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/812034/>
- Lino Quijije, R. 2013. *Incidencia de Haemogregarinas en serpientes mantenidas en cautiverio en el serpentario del I.N.H.M.T. "L.I.P." para producción de biológicos*. Universidad de Guayaquil. <https://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/6908>
- Morena de Vieira Santos, M., L. O'Dwyer, y R. Da Silva. 2005. *Seasonal Variation of Hepatozoon spp. (Apicomplexa, Hepatozooidae) Parasitemia from Boa constrictor amarali (Serpentes, Boidae) and Hydrodynastes gigas (Serpentes, Colubridae)*. *Parasitology Research* 97(2): 94-97. <https://doi.org/10.1007/s00436-005-1385-8>
- Martínez Silvestre, A., S. Lavín González, y R. Cuenca Valera. 2011. *Hematología y citología sanguínea en reptiles*. *Revista Oficial de la Asociación Veterinaria Española*
- de Especialistas en Pequeños Animales
- 31(3): 131-141. [https://ddd.uab.cat/pub/clivetpeqani/clivetpeqaniv31n3p131.pdf](https://ddd.uab.cat/pub/clivetpeqani/clivetpeqani_a2011v31n3/clivetpeqaniv31n3p131.pdf)
- Marzal, A., A. Ibáñez, M. González Blázquez, P. López, y J. Martín. 2017. *Prevalence and Genetic Diversity of Blood Parasite Mixed Infections in Spanish Terrapins, Mauremys leprosa*. *Parasitology* 114(11): 1449-1457. <https://doi.org/10.1017/S0031182017000889>
- McCue, M. D. 2006. *Cost of Producing Venom in Three North American Pitviper Species*. *Copeia* 2006(4): 818-825. [https://doi.org/10.1643/0045-8511\(2006\)6\[818:COPVIT\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1643/0045-8511(2006)6[818:COPVIT]2.0.CO;2)
- Mendoza Roldán, J., M. Mendoza Roldán, y D. Otranto. 2021. *Reptile Vector-Borne Diseases of Zoonotic Concern*. *International Journal for Parasitology: Parasites and Wildlife* 15(1): 132-142. <https://doi.org/10.1016/j.ijppaw.2021.04.007>
- Mendoza-Roldán, J., R. Santhakumari Manoj, M. Latrofa, R. Iatta, G. Annoscia, P. Lovreglio, A. Stufano, F. Dantart Torres, B. Davoust, Y. Laidoudi, O. Mediannikov, y D. Otranto. 2021. *Role of Reptiles and Associated Arthropods in the Epidemiology of Rickettsioses: A One Health Paradigm*. *PLOS Neglected Tropical Diseases* 15(2): e0009090. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0009090>
- Ministerio de Salud Pública. 2023. *Subsecretaría de Vigilancia, Prevención y Control de la Salud*. Gobierno del Ecuador. <https://www.salud.gob.ec/wp-content/uploads/2023/03/GACETA-DE-INTOXICACIONES-SE-10.pdf>
- Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica. 2017. *Código Orgánico del Ambiente*. https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/01/CODIGO_ORGANICO_AMBIENTE.pdf
- Morgenstern, D., y G. F. King. 2013. *The Venom Optimization Hypothesis Revisited*. *Toxicon* 63(1): 120-128. <https://doi.org/10.1016/j.toxicon.2012.11.022>
- Organización Mundial de la Salud. 2021. *Anexo 5: Guías para la Producción, Control y Regulación de Inmunoglobulinas Antiveneno de Serpiente*. Instituto Clodomiro Picado, Universidad de Costa Rica. <https://iris.who.int/handle/10665/347281>
- Paperna, I., y R. Laison. 2004. *Hepatozoon cf. terzii (Sampon & Seligman, 1907) Infection in the Snake Boa constrictor constrictor from North Brazil: Transmission to the Mosquito Culex quinquefasciatus and the Lizard Tropidurus torquatus*. *Parasite Journal* 11(2): 175-181. <https://doi.org/10.1051/parasite/2004112175>
- Parejo Pulido, D., C. Mora Rubio, A. Marzal, y S. Magallanes. 2023. *Molecular Characterization of Haemosporidian and Haemogregarine Diversity in Southwestern Iberian Amphibians and Reptiles*. *Parasitology Research* 122(1): 1139-1149. <https://doi.org/10.1007/s00436-023-07814-6>
- Pazmiño Otamendi, G. 2020. *Bothrops atrox*. Bioweb. <https://bioweb.bio/faunaweb/reptiliaweb/FichaEspecie/Bothrops%20atrox>
- Pereira Úngari, L., A. Quagliatto Santos, L. O'Dwyer, M. Lucas da Silva, T. Rodrigues Santos, M. Rodrigues da Cunha, y R. Costa Pinto. 2018. *Molecular Characterization and Identification of Hepatozoon Species Miller, 1908 (Apicomplexa: Adeleina: Hepatozooidae) in Captive Snakes from Brazil*. *Parasitology Research* 117(12): 3857-3865. <https://doi.org/10.1007/s00436-018-6092-3>

- Petri, W. 2022. *Ehrliquiosis y Anaplasmosis*. University of Virginia School of Medicine 1(1): 1. <https://www.msdmanuals.com/es-es/professional/enfermedades-infecciosas/rickettsias-y-microorganismos-relacionados/ehrliquiosis-y-anaplasmosis>
- RenyLab. 2018. Giemsa. <https://es.renylab.ind.br/wpcontent/uploads/2018/05/Giemsa.pdf>
- Reserva Natural Cabildo Verde en Sabana de Torres. 2020. *Manual de Manejo y Toma de Muestras en Fauna Silvestre*. <https://repositorio.udes.edu.co/server/api/core/bitstreams/3a275c68-0544-422f-a83c-861a218c7552/content>
- Retamales Castelletto, E., y V. Manzo Garay. 2018. *Recomendaciones para la Tinción de Frotis Sanguíneos para la Lectura del Hemograma*. Instituto de Salud Pública, Gobierno de Chile. <https://www.ispch.cl/sites/default/files/RECOMENDACIONES%20PARA%20LA%20TINCI%C3%93N%20DEL%20FROTIS%20SANGU%C3%88DNEO.pdf>
- Rodríguez, C., y N. Varela. 2014. *Guía para el Manejo y Cuidado de Ofidios Colombianos en Cautiverio. Memorias de la Conferencia Interna en Medicina y Aprovechamiento de Fauna Silvestre, Exótica y no Convencional* 10(1): 31-61. <https://doi.org/10.5281/zenodo.10007991>
- Rodríguez Guerra, A. 2020. *Bothrops asper*. Bioweb. <https://bioweb.bio/faunaweb/reptiliaweb/FichaEspecie/Bothrops%20asper>
- Rodríguez Guerra, A. 2020. *Porthidium arcosae*. Bioweb. <https://bioweb.bio/faunaweb/reptiliaweb/FichaEspecie/Porthidium%20arcosae>
- Rojas, G. R. A. 2011. *Presencia de Hepatozoon caimani (Apicomplexa: Hepatozoidae) en el "caimán blanco" Caiman crocodilus (Linnaeus 1758) en un zoológico de Lima, Perú*. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú* 22(1): 1. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1609-91172011000100010
- Serrano Vega, V. 2023. *Determinación de Presencia de Hemoparásitos en Coccodrilos del Zoológico El Pantanal*. Universidad Agraria del Ecuador. <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/SERRANO%20VEGA%20VALERIA%20ABIGAIL.pdf>
- Sevillano Mera, G. 2017. *Identificación de Organismos del Filo Apicomplexa y Orden Rickettsiales en Tortugas Gigantes (Chelonoidis spp.) en las Islas Galápagos*. Universidad de las Fuerzas Armadas.
- Sloboda, M., M. Kamler, J. Bulantová, J. Votipka, y D. Modrý. 2008. *Rodents as Intermediate Hosts of Hepatozoon ayorgbor (Apicomplexa: Adeleina: Hepatozoidae) from the African Ball Python, Python regius?* *Folia Parasitologica* 55(1): 13-16. <https://doi.org/10.14411/fp.2008.003>
- Telford, S. R. Jr. 2009. *Hemoparasites of the Reptilia*. CRC Press 2(40): 376 pp. <https://doi.org/10.1186/1756-3305-2-40>
- Telford, S. R. Jr., E. J. Wozniak, y J. F. Mayordomo. 2001. *Haemogregarine Specificity in Two Communities of Florida Snakes, With Descriptions of Six New Species of Hepatozoon (Apicomplexa: Hepatozoidae) and a Possible Species of Haemogregarina (Apicomplexa: Haemogregarinidae)*. *The Journal of Parasitology* 87(4): 890-905. [https://doi.org/10.1645/0022-3395\(2001\)087\[0890:HSITCO\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1645/0022-3395(2001)087[0890:HSITCO]2.0.CO;2)
- Madsen, T., B. Ujvari, y M. Olsson. 2005. *Old Pythons Stay Fit; Effects of Haematozoan Infections on Life History Traits of a Large Tropical Predator*. *Oecologia* 142(3): 407-412. <https://doi.org/10.1007/s00442-004-1742-9>
- Torres Carvajal, O. 2023. *Siete en Uno: Especie de Lagartija Amazónica es Dividida en Siete Especies*. Reptiles del Ecuador. <https://bioweb.bio/faunaweb/reptiliaweb/>
- Troiano, J. C. 2013. *Colecta de Muestras Sanguíneas en Reptiles. Memorias de la Conferencia Interna en Medicina y Aprovechamiento de Fauna Silvestre, Exótica y no Convencional* 9(1): 68-72. <https://www.revistas.veterinariosvs.org/index.php/cima/article/view/129>
- Trujillo, E., R. Elias, W. Silva, y D. Montes. 2016. *Valores Hematológicos de Bothrops atrox Mantenidos en Cautiverio en la Ciudad de Lima*. *Salud y Tecnología Veterinaria* 4(2): 44-52. <https://revistas.upch.edu.pe/index.php/STV/article/view/3246/pdf>
- Ujvari, B., T. Madsen, y M. Olsson. 2004. *High Prevalence of Hepatozoon spp. (Apicomplexa, Hepatozoidae) Infection in Water Pythons (Liasis fuscus) from Tropical Australia*. *Journal of Parasitology* 90(3): 670-672. <https://doi.org/10.1645/GE-204R>
- Vásquez Almazán, C., y A. Chaquín. 2009. *Manual para la Identificación, Prevención y Tratamiento de Mordeduras de Serpientes Venenosas en Centro América*. IRIS PAHO. <https://iris.paho.org/handle/10665.2/34498>
- Vintimilla de Haz, A. 2013. *Identificación de Bacilos Gram Negativos en la Cavidad Bucal de Serpientes Bothrops asper en Cautiverio en el Serpentario del Instituto Nacional de Investigación de Salud Pública (INSPI)*. Universidad Agraria del Ecuador. <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/VINTIMILLA%20DE%20HAZ%20ANDREA%20NATHALY.pdf>
- Viola, L., M. Campaner, C. Takata, R. Ferreira, A. Rodrigues, R. Freita, y M. Teixeira. 2008. *Phylogeny of Snake Trypanosomes Inferred by SSU rDNA Sequences, Their Possible Transmission by Phlebotomines, and Taxonomic Appraisal by Molecular, Cross-Infection and Morphological Analysis*. *Parasitology* 135(5): 595-605. <https://doi.org/10.1017/S0031182008004253>
- Wüster, W., A. Quijada, Maria da Graça Salomão, y Roger S. Thorpe. 2002. *Biology of the Vipers*. Eagle Mountain. https://www.researchgate.net/publication/255980692_Origins_and_evolution_of_the_South_American_pitviper_fauna_evidence_from_mitochondrial_DNA_sequence_analysis
- Zadorozhnyaya, V., y A. Korzh. 2013. *The Biological Characteristic of Representatives of the Genus Hepatozoon (Apicomplexa, Adeleorina) in the Marsh Frog (Pelophylax ridibundus) Separate Populations of Zaporozhzhya Region*. *Semantic Scholar* 47(2): e-34-e-39. <https://doi.org/10.2478/vzoo-2013-0013>
- Zamudio Zuluaga, N., y M. Ramírez Monroy. 2007. *Presencia de Hepatozoon spp. en Serpientes del Centro de Atención y Valoración de Fauna Silvestre (CAV) del Área Metropolitana del Valle de Aburrá, Barbosa - Antioquia*. *Revista CES* 2(2): 33-38. <https://es.scribd.com/document/399528613/Hepatozoon-en-Reptiles>