






Serotipificación y perfil de resistencia antimicrobiana de *Salmonella* spp. aislados de crocodilos en cautiverio

Julio César Vargas-Abella¹ ; Luis Edgar Tarazona-Manrique^{1*} ; Roy José Andrade-Becerra¹ .

¹Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Facultad de ciencias agropecuarias. Escuela de medicina veterinaria y zootecnia. Grupo de investigación en salud y producción animal del trópico alto colombiano-GIPATRACOL. Laboratorio de microbiología veterinaria. Línea de investigación en especies silvestres y promisorias. Tunja. Boyacá.

*Correspondencia: luis.tarazona01@uptc.edu.co

Recibido: Septiembre 2022; Aceptado: Diciembre 2022; Publicado: Enero 2023.

RESUMEN

Objetivo. Determinar la presencia de *Salmonella* spp y el PRA en aislamientos de hisopados cloacales y musculares en especímenes de *Caiman crocodilus fuscus* y *Crocodylus acutus* en cautiverio en Colombia. **Materiales y métodos.** Se realizó un muestreo de tipo transversal y descriptivo con un diseño no probabilístico por conveniencia una única vez, durante el mes de febrero de 2021. Se incluyeron 150 animales de *Caiman crocodilus fuscus* y *Crocodylus acutus*, con una distribución 50/50. Se tomaron muestras cloacales y musculares con hisopos estériles. Estas se sembraron en agar MacConkey, posteriormente en agar SS. Luego, se reconfirmaron las muestras positivas en agar TSI. Se realizó la serotipificación con antisueros monovalentes y polivalentes específicos. Se realizó la prueba de difusión en agar Mueller-Hinton. **Resultados.** No existió crecimiento de colonias en ninguna muestra muscular. La presencia de la bacteria en muestras cloacales de *Caiman crocodilus fuscus* fue del 36% y para *Crocodylus acutus* de 50.6%, los dos serotipos con mayor porcentaje de detección en ambos grupos fueron el serogrupo C1 y el serogrupo polivalente B. Ocho colonias fueron resistentes a tetraciclina, mientras que otras colonias tuvieron una resistencia intermedia a ampicilina, cefoxitin, sulfatrimetropim y tetraciclina. **Conclusiones.** Este es el primer reporte relacionado con la detección de *Salmonella* spp. en canales de caimanes en el país, sin encontrar presencia del agente en ninguna muestra evaluada, sin embargo, se recalca la importancia de seguir su monitoreo para garantizar productos inocuos.

Palabras clave: Reptiles; resistencia antimicrobiana; enfermedades transmitidas por alimentos; calidad de carne (*Fuente: MeSH*).

ABSTRACT

Objective. Determine the presence of *Salmonella* spp and the AMR in isolates of cloacal and muscle swabs in specimens of *Caiman crocodilus fuscus* and *Crocodylus acutus* in captivity, in Colombia. **Materials and methods.** A cross-sectional and descriptive sampling was carried out with a non-probabilistic design for convenience, once, during the month of February 2021. 150 *Caiman crocodilus*

Como citar (Vancouver).

Vargas-Abella JC, Tarazona-Manrique LE, Andrade-Becerra RJ. Serotipificación y perfil de resistencia antimicrobiana de *Salmonella* spp. aislados de crocodilos en cautiverio. Rev MVZ Córdoba. 2023; 28(1):e3045. <https://doi.org/10.21897/rmvz.3045>



©El (los) autor (es) 2023. Este artículo se distribuye bajo los términos de la licencia internacional Creative Commons Attribution 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>), que permite a otros distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir de su obra de modo no comercial, siempre y cuando den crédito y licencien sus nuevas creaciones bajo las mismas condiciones.

fuscus and *Crocodylus acutus* animals were included, with a 50/50 distribution. Cloacal and muscle samples were taken with sterile swabs. These were planted on MacConkey agar, then on SS agar. These positive samples were then reconfirmed on TSI agar. Serotyping was performed with specific monovalent and polyvalent antisera. The diffusion test was performed on Mueller-Hinton agar. **Results.** There was no growth of colonies in any muscle sample. The presence of the bacteria in cloacal samples of *Caiman crocodilus fuscus* was 36% and for *Crocodylus acutus* 50.6%. The serotypes with the highest detection percentage in both groups were serogroup C1 and polyvalent serogroup B. Some colonies were resistant to tetracycline, while other colonies had intermediate resistance to ampicillin, cefoxitin, sulfa trimethoprim, and tetracycline. **Conclusions.** This is the first report related to the detection of *Salmonella* spp. in alligator carcasses in the country, without finding the presence of the agent in any sample evaluated, however, the importance of continuing its monitoring is emphasized to guarantee innocuous products

Keywords: Reptiles; antimicrobial resistance; foodborne diseases; meat quality (*Source: MeSH*).

INTRODUCCIÓN

Salmonella spp., es una bacteria gram negativa con potencial patogénico. Puede encontrarse en diversos huéspedes vertebrados tanto endotermos como ectotermos. Dentro de estos últimos, en los reptiles como los caimanes, esta está presente en su tracto gastrointestinal de forma normal sin causar una sintomatología clínica característica (1,2). Sin embargo, en situaciones de estrés, relacionados principalmente con el cautiverio y el manejo, se puede desencadenar la enfermedad clínica generalmente de tipo gastrointestinal e inclusive septicémico. La enfermedad gastrointestinal se caracteriza por generar anorexia, pérdida progresiva de peso e incluso muerte súbita sin sintomatología aparente, dependiendo del tipo de serovariedad involucrada (1,2).

Salmonella spp., también es un patógeno asociado a brotes de enfermedades gastrointestinales de curso moderado a grave en humanos por lo cual es importante en salud pública. El humano la adquiere debido al contacto directo de la bacteria con superficies expuestas de su piel, así como por la ingestión de productos contaminados con ella, principalmente carnes con un proceso de control higiénico poco efectivo durante el faenado (3). En Colombia, la zootecnia de caimanes se da en alrededor de 47 establecimientos, cuyos objetivos principales son: la producción de carne y pieles, así como el repoblamiento en zonas en donde debido a la acción humana su número ha disminuido en el ecosistema (4).

El aumento en la demanda de carnes y pieles derivados de estos animales ha crecido paulatinamente en las últimas décadas alrededor del mundo debido principalmente a características

nutricionales como la presencia de proteínas de alto valor biológico con una alta digestibilidad y el bajo porcentaje de ácidos grasos poliinsaturados con respecto a las carnes convencionales (5,6,7,8). Sin embargo, con esta demanda también aumentó los requerimientos de los consumidores para que estos productos tengan la suficiente calidad nutricional y microbiológica, que no ponga en riesgo su salud, para lo cual resulta necesario disminuir las fuentes de contaminación bacteriana que ocurre entre la carcasa, la piel y los desechos durante el faenado con el fin de disminuir patógenos como *Salmonella* spp en el producto final (7,8,9).

En otros países, la salmonelosis humana con origen en los reptiles cautivos es una enfermedad reportada y es asociada principalmente al contacto con heces, partes de animales, fómites y carne contaminada (2). En Colombia, se han realizado investigaciones con el fin de detectar e identificar especies de salmonellas presentes en los caimanes (10), sin embargo, la información en este ámbito es poca y resulta necesario aumentarla con la finalidad de tener mejores herramientas de juicio al momento de mejorar los procesos productivos como el faenado e inclusive implementar metodologías de eliminación del patógeno para garantizar que los productos destinados al consumo humano cumplan los estándares sanitarios esperados (11,12,13,14).

Por ello, el objetivo del presente trabajo fue determinar la presencia de *Salmonella* spp y el perfil de resistencia antimicrobiana (PRA) en aislamientos de hisopados cloacales y musculares en especímenes de *Caiman crocodilus fuscus* y *Crocodylus acutus* en cautiverio en Colombia.

MATERIALES Y MÉTODOS

Sitio y tipo de muestreo. Se realizó un muestreo de tipo transversal y descriptivo con un diseño no probabilístico por conveniencia una única vez. Los animales se encontraban en el mismo zocriadero ubicado en la región del Magdalena medio en el departamento de Tolima. Las muestras fueron obtenidas cada ocho días durante las cuatro semanas del mes de febrero de 2021.

Los estanques donde se extrajeron los animales para el proceso de muestreo cuentan con un sistema de agua cerrado, esta es filtrada y reutilizada en los estanques. El zocriadero cuenta con una cantidad de 42 estanques distribuidas por todo el lugar, se dividen según la etapa de crecimiento separándolas en neonato, juveniles y adultos.

Animales incluidos en el estudio. Se incluyeron 150 animales de *Caiman crocodilus fuscus* y *Crocodylus acutus*, con una distribución 50/50. Los ejemplares de *Caiman crocodylus fuscus* son destinados al sacrificio y estos tenían una longitud entre 60-70 centímetros al momento del faenado. Por otro lado, especímenes de *Crocodylus acutus* son destinados a procesos de repoblación, y su tamaño también estaba en el rango entre 60 – 70 centímetros al momento de la toma de la muestra.

Con esta población se tomaron las siguientes muestras: de los ejemplares destinados al sacrificio se tomaron dos muestras distintas, utilizando hisopos estériles, se tomó una muestra en la cloaca en el momento previo al faenado. Luego del proceso de faenado, se frotó otro hisopo estéril en el músculo *Caudofemoralis longus*, ubicado en la región ventral y caudal. Por lo tanto, se tomaron 150 muestras en total de animales de *Caiman crocodilus fuscus*. Por otro lado, los ejemplares destinados a la repoblación solo se les tomó muestra de hisopado cloacal, por lo tanto, se obtuvieron 75 muestras de ejemplares de *Crocodylus acutus*.

Obtención y almacenamiento de muestras. La toma de muestras se realizó utilizando guantes e hisopos estériles. Para la muestra cloacal, el espécimen fue colocado en decúbito dorsal, sostenido de forma manual para reducir sus movimientos y, utilizando el hisopo estéril, se realizaron movimientos circulares en la cloaca hasta que se cubriera totalmente, con una duración de alrededor de cinco segundos en cada

muestra. Para la toma de muestras musculares los hisopos fueron pasados con movimientos lineales durante cinco segundos hasta cubrir toda la extensión del músculo *Caudofemoralis longus*.

Las muestras fueron rotuladas de acuerdo con el tipo de muestra (cloacal o muscular) y de acuerdo con el tipo de caimán, sumado a seriales internos de los investigadores. Los hisopos se introdujeron en medio Stuart y fueron mantenidas en refrigeración durante su transporte hacia la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, sede Tunja – Boyacá, al laboratorio de microbiología veterinaria.

Procedimiento de laboratorio. Las muestras se mantuvieron en refrigeración a 4°C durante 18 h hasta su procesamiento; las mismas fueron sembradas en agar MacConkey (Merck KGaA, Alemania) y se incubaron por 24 h a una temperatura de 37°C. Las colonias lactosa negativas se sembraron en agar específico SS (Salmonella-Shigella Agar, (Merck KGaA, Alemania) en donde se dejaron incubar durante 48 h. Posteriormente se reconfirmaron las muestras positivas mediante resiembra en agar TSI (Triple Sugar Iron Agar-Merck KGaA, Alemania) e incubadas por 48 h a temperatura de 35°C, pasado ese tiempo se tomaron los resultados finales. Estos se consideraron positivos cuando las colonias tomaron una coloración marrón rojiza en todo el tubo, indicando la presencia de la enterobacteria incapaz de fermentar la lactosa y el H₂S demostrado antes con el agar SS. Cada muestra se sembró en duplicado para validar los resultados obtenidos.

Serotipificación. Las muestras positivas fueron serotipificadas hasta antígeno somático con antisueros polivalentes específicos (PB y PC) y antisueros monovalentes de grupo (B, C1, C2 y D1), se identificaron de acuerdo con el esquema de Kauffman – White (10,14)

Perfil de resistencia antimicrobiana. El perfil de resistencia antimicrobiana de cada muestra evaluada se realizó mediante la prueba de difusión en agar Mueller-Hinton (Merck KGaA, Alemania), se evaluaron los siguientes antibióticos: Sulfatrimetoprim 25 µg, Norfloxacin 10 µg, Ampicilina 10 µg, Cloranfenicol 20 µg, Cefoxitin 20 µg, y Tetraciclina 30 µg (10) (Becton Dickinson, USA). Las cepas fueron clasificadas como susceptibles, intermedias o resistentes de acuerdo con el tamaño del halo de inhibición luego de una incubación a 37°C durante 24 h, y comparándola con las instrucciones del fabricante de los sensidiscos.

Análisis estático. Los resultados obtenidos de crecimiento y serotipificación fueron consignados en el programa Excel® a partir del cual se realizaron las gráficas para la descripción de la presencia o no del agente, así como de la susceptibilidad antimicrobiana determinada utilizando estadística descriptiva.

RESULTADOS

Detección de *Salmonella* spp. en muestras de *Caiman crocodilus fuscus* y *Crocodylus acutus*. El número de muestras positivas por cada tipo de muestra en cada especie de caimanes puede evidenciarse en la figura 1. Es interesante notar que en ninguna muestra muscular se evidenció el crecimiento de colonias compatibles con *Salmonella* spp., mientras que, para las muestras cloacales, el número de muestras positivas fue de 27, lo cual corresponde a un 36% del total de muestras cloacales del *Caiman crocodilus fuscus*. Por otro lado, de las muestras cloacales de especímenes de *Crocodylus acutus* corresponden a 38, lo cual es el 50.6% del total de muestras evaluadas en esta especie.

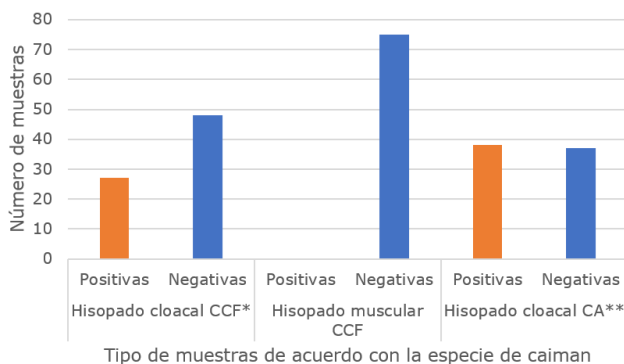


Figura 1. Distribución de muestras positivas a *Salmonella* spp. en *Caiman crocodilus fuscus* y *Crocodylus acutus* en cautiverio.
*CCF: *Caiman crocodilus fuscus*.
**CA: *Crocodylus acutus*.

Serotipificación de los aislados bacterianos. Los 65 aislados bacterianos totales recuperados (27 de CCF y 38 de CA), fueron serotipificados. La figura 2 muestra el porcentaje de detección para cada serotipo de *Salmonella* spp. con respecto al número total de muestras positivas por cada especie de caimán evaluada. Es interesante notar que los dos serotipos con mayor porcentaje de detección en ambos grupos fueron el serogrupo C1 (azul) y el serogrupo polivalente B-PB (morado).

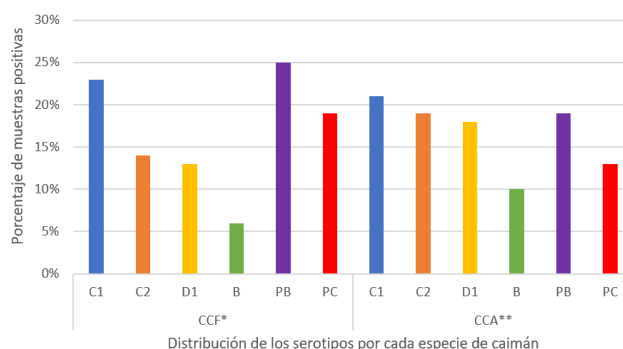


Figura 2. Porcentaje de serotipos por muestras positivas de acuerdo con la especie de caimán evaluada.
*CCF: *Caiman crocodilus fuscus*.
**CA: *Crocodylus acutus*.

Perfil de susceptibilidad/resistencia antimicrobiana de los aislados de *Salmonella* spp. Los resultados obtenidos para el perfil de susceptibilidad/resistencia para los microorganismos utilizados se encuentran en la tabla 1. Se evidencia que a excepción de la tetraciclina ningún aislado de *Salmonella* spp. fue resistente a los antimicrobianos evaluados. Destaca el estudio que los aislados microbianos en los dos grupos tuvieron un comportamiento similar frente a los fármacos utilizados.

Tabla 1. Resultados obtenidos para el perfil de susceptibilidad/resistencia antimicrobiana de los aislados de *Salmonella* spp., de acuerdo con la especie de caimán evaluada.

Fármaco	<i>Caiman crocodilus fuscus</i>		
	Sensible (n)	Intermedio (n)	Resistente (n)
Ampicilina	25	2	
Cefoxitin	23	4	
Cloranfenicol	27		
Norfloxacin	27		
Sulfatrimetropim	26	1	
Tetraciclina	20	5	2
<i>Crocodylus acutus</i>			
Ampicilina	32	6	
Cefoxitin	29	9	
Cloranfenicol	38		
Norfloxacin	38		
Sulfatrimetropim	35	3	
Tetraciclina	30	2	6

DISCUSIÓN

En Colombia, estudios han detectado la presencia de diversos serotipos de *Salmonella* spp. en reptiles, principalmente caimanes y algunas especies de tortugas. En su estudio, Pachón et al (10) determinaron una positividad del 40% de los estanques muestreados en donde estaban en cautiverio especímenes de caimanes (*Caiman crocodilus fuscus* y *Crocodylus intermedius*) en los llanos orientales, resultado similar al reportado en este estudio para ambas especies de caimanes evaluados (*Caiman crocodilus fuscus* y *Crocodylus acutus*).

La presencia de *Salmonella* spp varía de acuerdo con el ambiente en donde se encuentren los caimanes, así, las bacterias tienen mayor capacidad de supervivencia en el agua y su recirculación en los estanques lo cual favorece la exposición constante de los caimanes a la bacteria, hipótesis que está soportada por los resultados de Gay et al (15) quienes determinaron que a pesar de que los caimanes sean el tipo de reptiles menos frecuente a infección con *Salmonella* spp. esta es más frecuente en animales que permanecen en cautiverio.

Debido a que los ejemplares de *Crocodylus acutus* muestreados en este estudio tenían como finalidad la repoblación, que más del 50% de los especímenes cuentan con la presencia de *Salmonella* spp. podría alterar las dinámicas de exposición al agente en la naturaleza por parte de otros caimanes y demás fauna presente (Figura 1).

Con respecto a la serotipificación, los serogrupos determinados en mayor porcentaje fueron: C1, PB y PC, para las dos especies de caimanes, sin embargo, los serogrupos D1 y C2 también fueron prevalentes para los especímenes de CA. Estos resultados concuerdan con los resultados de Pachón et al (10) para especímenes en cautiverio. Esto podría relacionarse con posibles factores propios de estos serogrupos que favorezcan su multiplicación, supervivencia y, por ende, su transmisión más fácil entre los animales, ello pone de manifiesto su importancia como causantes de posibles enfermedades en caimanes y, en el caso de zocriaderos, la posible implicación en la salud de los trabajadores.

Relacionado con los reportes de resistencia antimicrobiana en aislados bacterianos de caimanes, (10), determinaron que múltiples

aislados presentan resistencia a fármacos como tetraciclinas y cefoxitinas, lo cual es un resultado similar a lo reportado en este estudio y al reportado por Merkevicene et al (16); evidencias que sustentan el manejo prácticas de control de enfermedades compartidas que llevan a una mala utilización de los fármacos permitiendo el desarrollo de estas resistencias. Esto podría influir en la salud de los trabajadores debido a que se ha demostrado que *Salmonella* spp circula en múltiples espacios de los zoológicos, situación que manifiesta la contaminación cruzada de los diferentes lugares y, por lo tanto, la posibilidad de que los humanos adquieran la bacteria y desarrollen enfermedad. Con respecto a esto último, en su estudio, Bauwens et al (17), determinaron la circulación de múltiples serovariedades de *Salmonella* spp., con posible potencial patógeno para los humanos no solo en los reptiles testeados sino también en zonas como las cocinas del zoológico, ambientes cerrados, cuartos de servicio y espacios públicos.

Uhart et al (2) determinaron en Argentina que la prevalencia de salmonelosis en caimanes tanto de vida silvestre como en cautiverio puede llegar al 77%, afectando principalmente a los caimanes a nivel del tracto gastrointestinal. Además de los posibles efectos sobre el tracto gastrointestinal que tiene *Salmonella* spp. en los caimanes, se reporta su implicación en manifestaciones neurológicas como agente responsable de casos de osteomielitis en caimanes (18), y también en muertes súbitas debido a coinfecciones con otros agentes bacterianos tal como lo reportado por Silva et al (19); además los estudios demuestran que *Salmonella* spp. es un patógeno que está envuelto en enfermedades de tipo gastrointestinal en caimanes de las especies *Crocodylus intermedius* y *Crocodylus acutus* principalmente relacionados con onfalitis en neonatos y síndrome de las crías en zocriaderos venezolanos (1).

Se han propuesto algunos mecanismos para tratar de reducir la presencia de *Salmonella* spp. en caimanes a través del uso de probióticos en la alimentación de especímenes de *Caiman yacare*, sin embargo, los resultados obtenidos por Carvalho et al (20) mostraron que no existe ningún efecto de esta técnica en la presencia de la bacteria.

De acuerdo con el conocimiento de los autores, este es el primer reporte en el país en donde se analizaron muestras de músculo después del faenado con el fin de determinar la presencia de

esta bacteria que tiene un potencial patogénico importante para la salud humana. A pesar de obtener resultados negativos, lo cual muestra una fortaleza del método del faenado empleado por lo operarios, resulta necesario seguir investigando la presencia de la bacteria en las canales y también, identificar cuáles son las prácticas que favorecen o no la contaminación con el fin de obtener procedimientos estandarizados que potencialicen el sector nacional. Todo esto es importante debido a que existen reportes alrededor del mundo en donde una fuente importante de salmonelosis humana, lo constituyen estas especies silvestres (8,15,21,22,23)

En conclusión, este fue el primer reporte relacionado con la detección de *Salmonella* spp. en canales de caimanes en el país demostrando que estas no fueron positivas al agente, sin embargo, se recalca la importancia de seguir su monitoreo para garantizar productos inocuos. Además de ello, se demostró que el porcentaje de muestras positivas varían entre estanques de los caimanes evaluados, los serogrupos: C1, PB

y PC fueron los más comunes para CCF y CA. Los reportes de los perfiles de resistencia antibiótica muestran que a pesar de que la mayoría de los fármacos aún son efectivos, aquellos como las tetraciclinas y la cefoxitina presentan resistencia en algunos aislados lo cual debe llevar a pensar en corregir prácticas de manejo y mejorar las medidas de control farmacológico que se utilicen en los estanques de los zocriaderos.

Conflicto de intereses

Los autores declaramos que no existen conflictos de intereses durante la planificación, implementación, redacción y presentación del documento a la revista MVZ Córdoba.

Agradecimientos

Los autores quieren agradecer a la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia la financiación de esta investigación.

REFERENCIAS

1. Boede E, Sogbe E. Enfermedades en caimanes del orinoco (*Crocodylus intermedius*) y caimanes de la costa (*Crocodylus acutus*) mantenidos en zocriaderos venezolanos. Rev Cient FCV-LUZ. 2000; 1(4):328-338. <https://produccioncientificaluz.org/index.php/cientifica/article/view/14718>
2. Uhart M, Ferreyra H, Mattiello R, Caffés M, Terragno R, Schettino A, Prado W. Isolation of *Salmonella* spp. from yacare caiman (*Caiman yacare*) and broad-snouted caiman (*Caiman latirostris*) from the argentine chaco. J Wildlife Dis. 2011; 47(2):271-277. <http://dx.doi.org/10.7589/0090-3558-47.2.271>.
3. Targino T, Quadros P, Cardoso Y, Saraiva J, Neris D, Curbaní F, et al. Predominant bacterial microbiota of the mouth and cloaca from captive *Caiman latirostris* (Daudin, 1802). Herpetol Notes. 2020; 13:451-455. <https://www.biotaxa.org/hn/article/view/58133/61421>
4. Grijalba J, Forero E, Contreras A, Vargas J, Andrade R. Determination of hematological values of common crocodile (*Caiman crocodilus fuscus*) in captivity in the Magdalena medio of Colombia. Acta biol Colomb. 2019; 25(1):75-81. <http://dx.doi.org/10.15446/abc.v25n1.76045>
5. Canto A, Costa-Lima B, Suman P, Monteiro M, Marsico T, Conte-Junior C, et al. Fatty acid profile and bacteriological quality of caiman meat subjected to high hydrostatic pressure. J Food Sci Technol. 2015; 63:872-877. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.05.003>
6. Hoffman L, Cawthorn D. What is the role and contribution of meat from wildlife in providing high-quality protein for consumption? Anim Front. 2012; 2:40-53. <https://doi.org/10.2527/af.2012-0061>
7. Hoffman L, Cawthorn D. Exotic protein sources to meet all needs. Meat Sci. 2013; 95:764-771. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.04.027>

8. Vilhena A, Guerra M, Carneiro B, Aquiles C, Teixeira E, Pimentel T, et al. 2018. Effect of UV-C radiation on *Salmonella* spp. reduction and oxidative stability of caiman (*Caiman crocodilus yacare*) meat. *J Food Saf.* 2018; e12604. <https://doi.org/10.1111/jfs.12604>
9. Yang S, Sadekuzzaman M, Ha S. Treatment with lauric arginate ethyl ester and commercial bacteriophage, alone or in combination, inhibits *Listeria monocytogenes* in chicken breast tissue. *Food Control.* 2017; 78:57–63. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2017.02.021>
10. Pachón D, Pulido A, Moreno C. Aislamiento y serotipificación de *Salmonella* sp. en estanques con *Crocodylus intermedius* y testudines cautivos en Villavicencio – Colombia. *Rev MVZ Córdoba.* 2011; 16(2):2564-2575. <https://revistamvz.unicordoba.edu.co/article/view/1021>
11. Monteiro M, Mársico E, Mano B, Alvares S, Rosenthal A, Lemos M, et al. Combined effect of high hydrostatic pressure and ultraviolet radiation on quality parameters of refrigerated vacuum-packed tilapia (*Oreochromis niloticus*) fillets. *Sci Rep.* 2018; 8:9524. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-27861-9>
12. Rodrigues B, Alvares T, Sampaio G, Cabral C, Araujo J, Franco R, et al. Influence of vacuum and modified atmosphere packaging in combination with UV-C radiation on the shelf life of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fillets. *Food Control.* 2016; 60:596–605. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2015.09.004>
13. Santos J, Mársico E, Lemos M, Cinquini M, Silva F, Dutra Y, et al. 2018. Effect of the UV-C radiation on shelf life of vacuum-packed refrigerated pirarucu (*Arapaima gigas*) fillets. *J Aqua Food Prod Tech* 27:48–60. <https://doi.org/10.1080/10498850.2017.1402840>
14. Grimont P, Weill F. *Antigenic Formulas of the Salmonella Serovars.* 9a ed. World Health Organization- Institut Pasteur. París, Francia; 2007. https://www.pasteur.fr/sites/default/files/veng_0.pdf
15. Gay N, Le Hello S, Weill F, Thoysi B, Berger F. *Salmonella* serotypes in reptiles and humans, French Guiana. *Vet Microbiol.* 2014; 170(1-2):167-171 <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2014.01.024>
16. Merkeviciene L, Butrimaite-Ambrozeviciene C, Paškevičius G, Pikuniene A, Virgailis M, Dailidaviciene J, et al. Serological variety and antimicrobial resistance in *salmonella* isolated from reptiles. *Biology.* 2022; 11(6):836. <https://doi.org/10.3390/biology11060836>
17. Bauwens L, Vercammen F, Bertrand S, Collard J, De Ceuster S. Isolation of *Salmonella* from environmental samples collected in the reptile department of Antwerp Zoo using different selective methods. *J Appl Microbiol.* 2006; 101(2):284-289. <https://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2672.2006.02977.x>
18. Maluta A, Zajac M, Krajewska-Wedzina M, Wasyl D, Heckers K, Didkowska A, et al. Mixed Infection of *Mycobacterium szulgai*, *M. lentiflavum*, and Gram-Negative Bacteria as a Cause of Death in a Brown Caiman *Caiman crocodylus*: A Case Report. *J Vet Sci.* 2022; 9:133. <https://doi.org/10.3390/vetsci9030133>
19. Silva J, Mota R, Pinheiro J, Almeida M, Ferreira D, Azevedo J. Aerobic bacterial microflora of Broad-snouted caiman (*Caiman latirostris*) oral cavity and cloaca, originating from parque Zoológico Arruda Câmara, Paraíba, Brazil. *Braz J Microbiol.* 2009; 40(1):194-198. <https://dx.doi.org/10.1590/S1517-838220090001000034>.
20. Carvalho G, Bérnago A, Aleixo V, Veiga A, Moreira L, Knöbl T, et al. Hematological parameters and frequency of *Salmonella* spp. in swabs of caiman yacare after of probiotics. *RICA.* 2018; 9(5):51-63. <http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2018.005.0006>
21. Ríos R, Flores B, Mora-Sánchez B, Torres D, Sheleby-Elías J, Jirón W, et al. Isolation of *Salmonella* spp. from black spiny-tailed iguana (*Ctenosaura similis*) meat commercialized in markets of León city, Nicaragua. *Vet Med Sci.* 2022; 8:695–699. <https://doi.org/10.1002/vms3.654>
22. Morrison BJ, Rubin J. Detection of multidrug-resistant Gram-negative bacteria from imported reptile and amphibian meats. *J Appl Microbiol.* 2020; 129(4):1053–1061. <https://doi.org/10.1111/jam.14658>
23. O’Neal L, Alvarez D, Mendizábal-Cabrera R, Ramay BM, Graham J. Community-Acquired Antimicrobial Resistant Enterobacteriaceae in Central America: A One Health Systematic Review. *Int J Environ Res Public Health.* 2020; 17(20):7622. <https://doi.org/10.3390/ijerph17207622>