

Reporte de malformaciones y quemaduras de caparazón en morrocoys (*Chelonoidis carbonarius*) de vida libre en la Orinoquía colombiana

María Fernanda Barrera Portilla¹ / Gabriel Álvarez Otero² / César Rojano Bolaño³

Resumen

La tortuga morrocoy (*Chelonoidis carbonarius*) es una especie de reptil, categorizado como vulnerable en Colombia, y está presente en las tierras bajas de las diferentes regiones geográficas del país. Este reporte busca evidenciar el hallazgo de lesiones compatibles con quemaduras y malformaciones encontradas en tortugas morrocoy de vida libre en la Orinoquía colombiana. Fueron evaluadas cinco localidades en los departamentos de Arauca y Casanare, en las cuales se realizaron 176 capturas. Se llevó a cabo, además, un análisis de la relación entre estas lesiones y las coberturas y actividades productivas desarrolladas en el local de captura. En 39 casos se reportaron y documentaron hallazgos macroscópicos de lesiones de caparazón (22%). En la mayoría de los casos, las lesiones macroscópicas se describieron como malformaciones de caparazón y plastrón. Otras lesiones observadas fueron las causadas por quemaduras 23,07% (n = 9). La mayor proporción de individuos con quemaduras se encontró en mosaicos mixtos (agricultura y ganadería), mientras que las malformaciones fueron más frecuentes en zonas productivas ganaderas. El estudio evidencia que las lesiones asociadas a incendios o quemas son comunes en individuos que habitan en zonas donde se desarrollan actividades extensivas como la ganadería.

1 Estudiante de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Internacional del Trópico Americano (Unitrópico), Colombia.

✉ mbarreraportilla@gmail.com

✉ <https://orcid.org/0009-0005-9445-8585>.

2 Médico Veterinario Zootecnista MSc, Esp, Universidad de Córdoba, Colombia.

✉ galvarezmvz@gmail.com

✉ <https://orcid.org/0000-0002-2781-9935>

3 Médico Veterinario Zootecnista MSc, Fundación Cunaguardo, Colombia.

✉ c.rojanob@gmail.com

✉ <https://orcid.org/0000-0001-9481-0976>

Palabras clave: quelonios; conservación; caparazón; plastrón; ganadería; agricultura.

Report of Malformations and Shell Burns in Free-Living Morrocoys (*Chelonoidis carbonarius*) in the Colombian Orinoquía

Abstract

In Colombia, the morrocoy turtle (*Chelonoidis carbonarius*) is a reptile species categorized as vulnerable and inhabits the lowlands of different geographic regions. This report seeks to demonstrate the discovery of lesions compatible with burns and malformations in free-living Morrocoy turtles in the Colombian Orinoco. Five locations in the Arauca and Casanare departments were evaluated, capturing 176 specimens. The relationship between these injuries and the production activities and coverage at the capture site was also analyzed. Macroscopic findings of shell lesions were reported and documented in 39 cases (22%). The macroscopic lesions were usually described as shell and plastron malformations. Other injuries observed were those caused by burns, 23.07% (n = 9). The highest proportion of individuals with burns was found in mixed mosaics (agriculture

Cómo citar este artículo: Barrera Portilla MF, Álvarez Otero G, Rojano Bolaño C. Reporte de malformaciones y quemaduras de caparazón en morrocoys (*Chelonoidis carbonarius*) de vida libre en la Orinoquía colombiana. Rev Med Vet. 2025;(51): e5207. <https://doi.org/10.19052/mv.vol1.iss50.5207>



and livestock), while malformations were more frequent in livestock production areas. The study shows that injuries associated with fires or burning are common in individuals who live in areas where extensive activities such as livestock farming are carried out.

Keywords: Chelonians; conservation; shell; plastron; livestock; agriculture.

INTRODUCCIÓN

Colombia, por estar ubicada en la zona tropical, registra altos índices de diversidad de especies de reptiles, considerándose como uno de los países con mayor biodiversidad de este grupo en el planeta (1). Con relación a las especies de tortugas, cuenta con 33 especies y 2 subespecies y por tanto juega un papel preponderante en su estudio y conservación (1-4). No obstante, existe evidencia que demuestra que las poblaciones de tortugas en el mundo, y a nivel local, están disminuyendo debido a actividades antrópicas como la cacería, la pérdida de hábitat, el tráfico ilegal, la introducción de especies y el cambio climático (5-8).

El morrocoy (*Chelonoidis carbonarius*) es un quelonio con distribución en Suramérica y se extiende desde Panamá hasta Argentina, incluyendo a Colombia, Venezuela, Brasil, Bolivia, Paraguay, Surinam, Guayana Francesa y Guyana (9). En la actualidad, la especie no se encuentra incluida en la lista roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN); sin embargo, en Colombia está catalogada como Vulnerable (VU A4cd) (10), principalmente por el tráfico ilegal, la pérdida de hábitat y la cacería (11-13). Teniendo en cuenta esto, la especie es prioritaria para la realización de estudios sobre sus poblaciones de vida libre, información útil para poder definir estrategias de conservación en el corto y largo plazo (14-15).

Aun cuando se considera una especie amenazada en el país, la información disponible acerca del impacto que tienen las actividades humanas sobre las poblaciones silvestres es escasa, destacándose algunos trabajos sobre usos por comunidades del Caribe, principalmente como mascotas, para fines mágico-religiosos e incluso

consumo; además, se resaltan algunos diagnósticos de tráfico ilegal en departamentos como Norte de Santander y Tolima (11-12, 16).

Dentro de este abordaje, es preciso resaltar que la información disponible sobre la salud de los individuos de esta especie en la naturaleza es escasa para el país (17). En referencia a aquellos que viven dentro de paisajes productivos, no existe información concreta sobre los impactos que tienen las prácticas agropecuarias en las poblaciones del morrocoy. Sin embargo, se han reportado efectos asociados a actividades ganaderas como la tala y la quema, erosión y compactación del suelo, uniformidad genética debido al monocultivo de gramíneas, eliminación de la sucesión vegetal por herbicidas, desecación de humedales, construcción de vías, contaminación de suelos y cuerpos de agua por agroquímicos y plaguicidas, así como las emisiones de gases de efecto invernadero producidas por la fermentación entérica y el manejo de las heces y orina del ganado (13, 18-19).

Uno de los ecosistemas donde se encuentra presente esta tortuga en Colombia son las sabanas inundables de la Orinoquía (27). En esta zona del país se ha reportado una abundancia relativa de hasta 1,68 ind/km, con un alto índice de selección de hábitat para herbazales arbolados y bosques de galería (20). No obstante, las prácticas productivas en la región, especialmente la agricultura de arroz y palma, la extracción de hidrocarburos y la ganadería extensiva podrían poner en riesgo a las poblaciones de este quelonio terrestre (19).

En estos paisajes productivos, la quema a cielo abierto es una práctica común especialmente para preparar cultivos de arroz (21-24) y promover el crecimiento de la vegetación natural para el pastoreo del ganado (25-27).

Sin embargo, en otras localidades esta práctica ha demostrado un efecto negativo sobre las poblaciones naturales de tortugas, con mortalidades de hasta el 21 % de individuos por hectárea (28), y las que logran sobrevivir presentan un índice de condición corporal significativamente menor a tortugas que no han sufrido lesiones producto de las quemas (29). Teniendo en cuenta lo anterior, el objetivo del presente reporte es evidenciar el hallazgo de lesiones compatibles con quemaduras y malformaciones encontradas en tortugas morrocoy (*Chelonoidis carbonarius*) de vida libre en la Orinoquía colombiana.

REPORTE DE CASO

Este trabajo se llevó a cabo entre los años 2015 y 2016 en cinco localidades, en los departamentos de Arauca (Tame) y Casanare (San Luis de Palenque, Nunchía, Paz de Ariporo y Hato Corozal), en la Orinoquía de Colombia (figura 1). El ecosistema corresponde a la sabana natural inundable, caracterizada por una topografía plana y cóncava, con presencia de herbazales y bosques ribereños (30). El clima en la zona es de tipo monomodal, con dos períodos hidrológicos: seco (diciembre-marzo; con un promedio mensual de 28,1 °C de temperatura y 48,2 mm de precipitación) y lluvioso (mayo a octubre; con un promedio mensual de 25,8 °C de temperatura y 274,6 mm de precipitación) (31).

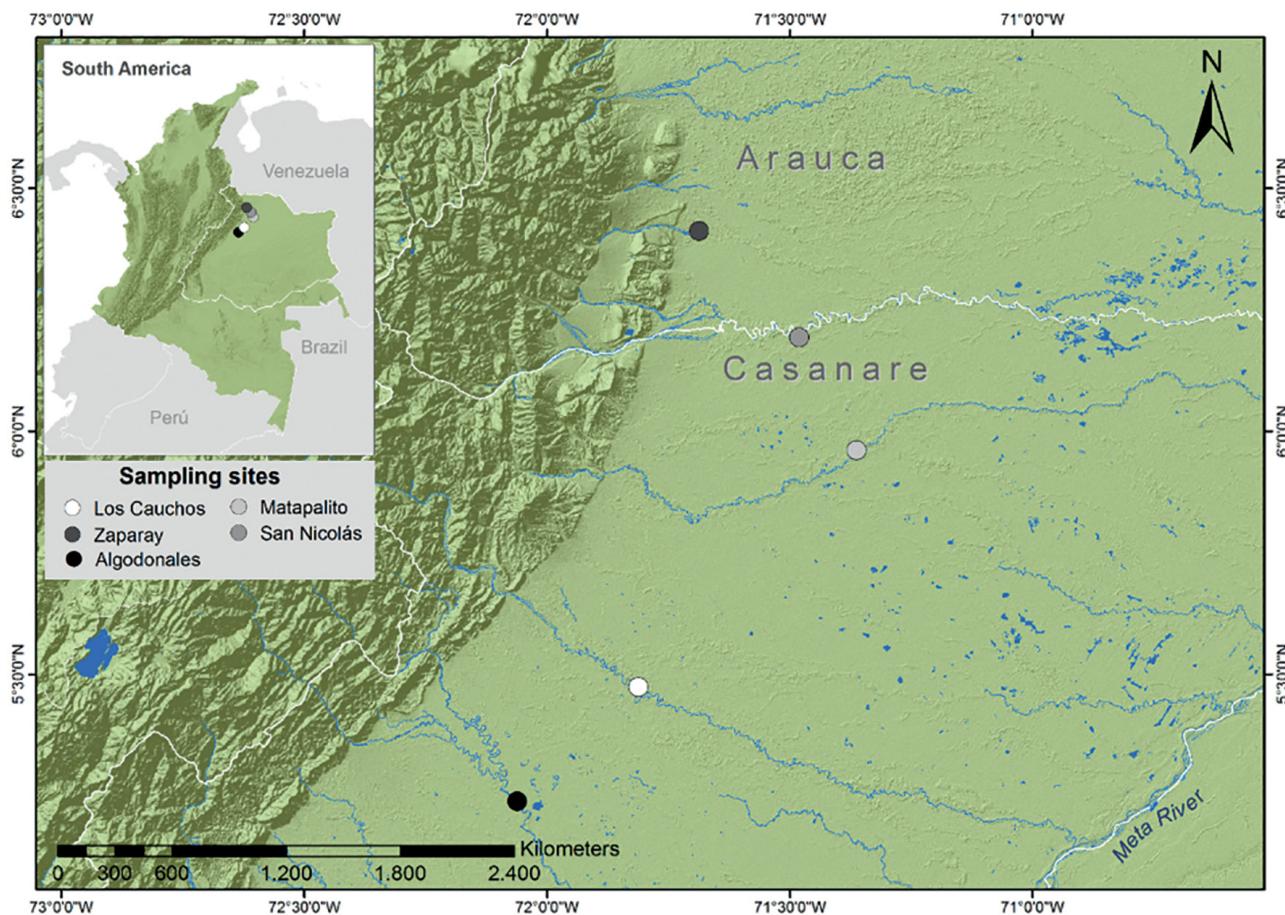


Figura 1. Localidades de muestreo para *Chelonoidis carbonarius* en la cuenca del Orinoco colombiano

Para la captura se usó el método de búsqueda directa, haciendo caminatas o cabalgatas, cubriendo todas las coberturas presentes en el área de estudio (32). Cada día se definieron la dirección y la distancia entre las rutas para evitar contar los mismos ejemplares. El esfuerzo de muestreo en cada punto fue de siete días efectivos por temporada climática, para un total de catorce días por localidad.

De cada ejemplar encontrado se recopilaron datos sobre la presencia de lesiones o anomalías, su estado de salud en general, la cobertura presente en la localidad, el tipo de actividad productiva desarrollada y si existían o no áreas protegidas en la zona. Luego, fueron fotografiados, identificados en el caparazón y liberados en el mismo sitio de captura (33). La captura de estos ejemplares se amparó bajo el marco del convenio de cooperación n.º 15-14-172-012ce celebrado entre la Fundación Cunaguaro y el Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt en el año 2015.

En total se capturaron 176 individuos en las cinco localidades, siendo la vereda Algodonales, ubicada en el

departamento del Casanare, la que registró mayor número de capturas con 120 individuos, correspondientes al 68,2%; seguida de la vereda San Nicolás, Hato Corozal con 33 ejemplares recolectados, correspondiente al 18,7% del total (tabla 1).

Las zonas de herbazales nativos y bosques ribereños correspondieron a áreas donde se desarrolla ganadería tradicional extensiva. En estas dos ventanas de muestreo se adelantan procesos de conservación no restrictiva bajo la figura de Reserva Natural de la Sociedad Civil (RNSC). En las otras tres ventanas se encontraron mosaicos de herbazales, cultivos y remanentes boscosos, donde se adelantan actividades productivas ganaderas y producciones agrícolas industrializadas.

El tipo de cobertura vegetal predominante en la localidad con mayor cantidad de capturas fueron los mosaicos de herbazales nativos y bosques ribereños (78%), mientras que los monocultivos de arroz y palma africana albergaron menos del 1% ($n = 1$) de los ejemplares. En relación con el tipo de actividades productivas desarrolladas en las localidades de muestreo, se encontró

Tabla 1. Localidades de muestreo para *Chelonoidis carbonarius* en la cuenca del Orinoco colombiano

Localidades	Vereda	Presencia de áreas protegidas	Cobertura vegetal predominante	Actividad económica	Individuos capturados	Malformaciones	Quemaduras
Departamento de Arauca							
Tame	Zaparay	N/A	Mosaico de herbazales nativos o introducidos. Bosques ribereños	Ganadería extensiva	5	1	0
Departamento de Casanare							
San Luis de Palenque	Algodonales	RNSC* Las Delicias	Mosaico de herbazales nativos. Bosques ribereños.	Ganadería extensiva	120	20	4
Nunchía	Los Cauchos	N/A	Mosaico de monocultivos de arroz, herbazales introducidos, palma africana.	Ganadería extensiva y agricultura	1	1	0
Paz de Ariporo y Hato Corozal	Las Vegas y Matapalito	RNSC Hato La Aurora*	Mosaico de herbazales nativos. Bosques ribereños	Ganadería extensiva	17	4	2
Hato Corozal	San Nicolás	N/A	Mosaico de herbazales nativos o introducidos, bosques ribereños, cultivos de arroz	Ganadería extensiva y agricultura	33	4	3
Total					176	30	9

*RNSC: Reserva Natural de la Sociedad Civil.

que el 81 % de registros ($n = 142$) se obtuvieron en áreas de ganadería extensiva; por otro lado, las localidades donde, además, se desarrollaban actividades de agricultura tuvieron un porcentaje menor (19 %) de capturas (figura 2).

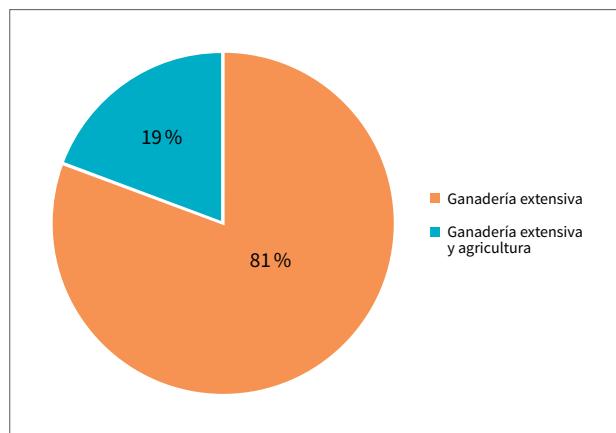


Figura 2. Proporción de individuos de *Chelonoidis carbonarius* capturados en localidades según la actividad productiva desarrollada

Del total de ejemplares recolectados, en 39 casos se reportaron y documentaron hallazgos macroscópicos de lesiones de caparazón. Todos los ejemplares que presentaban malformaciones fueron categorizados como adultos (largo recto del caparazón ≥ 17 cm). El 76,9 % de estas se describieron como malformaciones de caparazón y plastrón, y consistieron, en su mayoría ($n = 22$), de escudos atróficos con depresión medial en los huesos dermales periferales y pleurales del caparazón y en menor proporción a nivel de los huesos neurales ($n = 7$). A nivel de plastrón se observaron subdesarrollos dermales a nivel de hioastrón e hipoplastrón ($n = 1$). No se advirtió evidencia de que estas malformaciones estu-

vieran afectando el desarrollo o comportamiento de los individuos (crecimiento, forrajeo, etc.).

Otras anomalías que pudieron verse en individuos adultos fueron las cicatrices de lesiones ulcerativas compatibles con quemaduras (23,07 %). Estas se presentaron macroscópicamente como depresiones lisas con hoyuelos típicos de lesiones previamente cicatrizadas, decoloración y descamación de la queratina tanto en el caparazón como en el plastrón (figuras 3 y 4). Adicionalmente, se observaron lesiones en la piel, caracterizadas por la pérdida de las escamas de los miembros anteriores y posteriores, y en algunos casos la pérdida parcial de la cola. No se percibieron lesiones compatibles con procesos infecciosos activos en ninguno de los individuos capturados, dado que todas se encontraron cicatrizadas, sin exudados o exposición de tejidos óseos.

En todos los tipos de cobertura vegetal predominante se hallaron individuos con alguna lesión. La mayor proporción de individuos con malformaciones fue encontrada en las áreas de herbazales nativos, como fue el caso de las RNSC Hato La Aurora y Las Delicias, en Hato Corozal y San Luis de Palenque, respectivamente. En referencia a las quemaduras, la mayor proporción se encontró en el mosaico que comprendía herbazales introducidos, bosques de galería y cultivos de arroz (Zaparay y San Nicolás). Es importante mencionar que en esta zona las quemas son una práctica frecuente, especialmente para la preparación del suelo o el control de arves antes de la siembra. Por último, debe aclararse que el único individuo reportado en Los Cauchos fue observado con malformaciones de caparazón, y que la población de esta tortuga en la zona fue considerablemente inferior a la que pudo verse en las otras dos coberturas (figura 5).



Figura 3. Individuos de *Chelonoidis carbonarius* con malformaciones de caparazón y plastrón en la cuenca del Orinoco colombiano. A. Escudos atróficos con depresión medial en caparazón a nivel de los huesos dermales periféricos y pleurales. B. Fusión a nivel de los huesos dermales neurales en caparazón. C. Constricción a nivel medial en caparazón subnumerario por ausencia de huesos dermales neurales. D. Subdesarrollo dermal en plastrón a nivel de hioastrón e hipoplastrón



Figura 4. Individuos de *Chelonoidis carbonarius* con malformaciones de caparazón y plastrón en la cuenca del Orinoco colombiano. A y B. Cicatriz de lesiones ulcerativas compatibles con quemaduras a nivel de caparazón. C y D. Cicatriz de lesiones ulcerativas compatibles con quemaduras a nivel de plastrón.

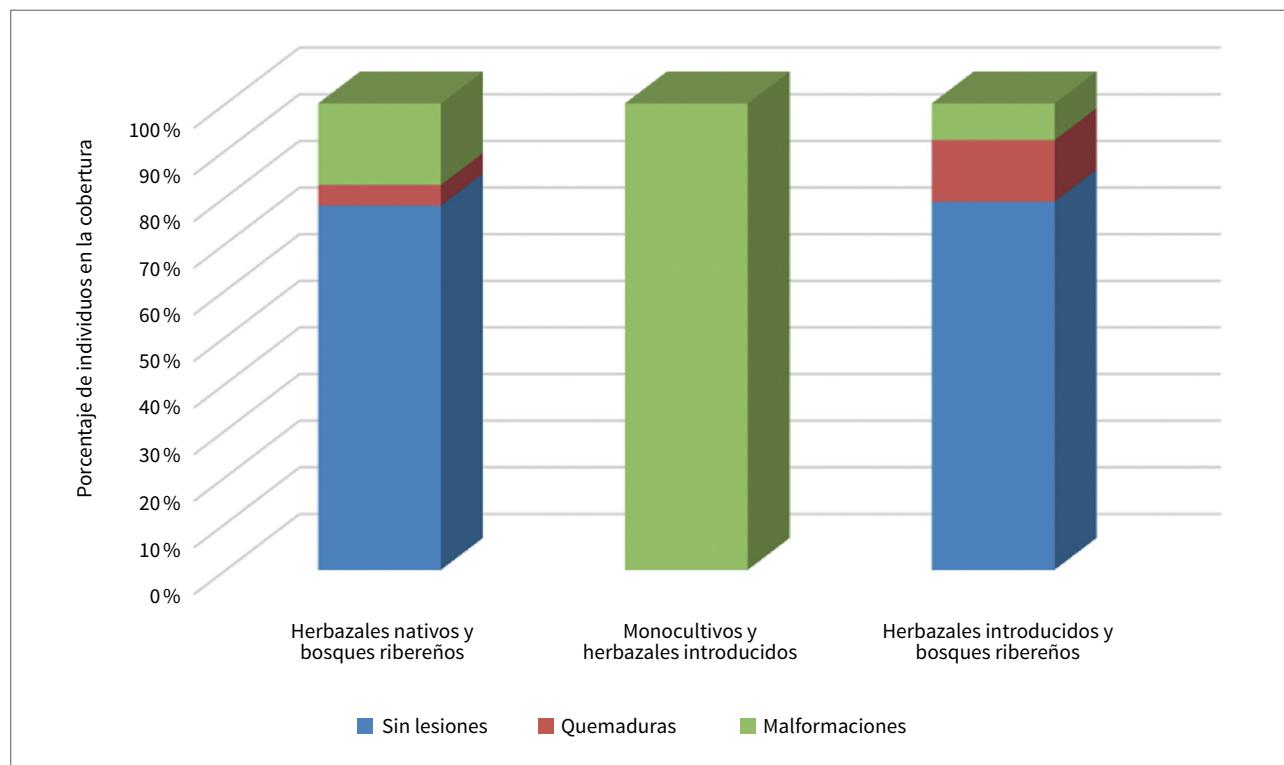


Figura 5. Relación de individuos de *Chelonoidis carbonarius* capturados en localidades según el tipo de lesión y de cobertura vegetal predominante

DISCUSIÓN

Las principales lesiones encontradas en los individuos capturados corresponden a malformaciones del cuerpo, especialmente del caparazón y el plastrón, las cuales no comprometen la supervivencia de los individuos (34-36). Las malformaciones congénitas asociadas a defectos craneofaciales suelen tener una alta incidencia (49 %); sin embargo, generalmente comprometen la vida del individuo, por lo cual no es común encontrar individuos adultos con este tipo de lesiones (35, 37-38).

Se ha reportado que las malformaciones anatómicas en tortugas pueden ser causadas por factores genéticos o factores no genéticos. Las alteraciones genéticas o ambientales ocurren durante el desarrollo temprano del embrión y pueden producir fenotipos aberrantes, en muchos casos incompatibles con la vida (39). Las causas de las malformaciones son multifactoriales. Los factores

genéticos incluyen mutaciones, aberraciones cromosómicas y efectos de endogamia; mientras que los factores no genéticos pueden incluir nutrición, variaciones extremas de temperatura y humedad, radiación o contaminación (40). Se han descrito malformaciones craneofaciales, malformaciones en el cuerpo, incluidos defectos del caparazón y de las extremidades, así como trastornos de pigmentación (34, 35, 37, 40-43).

Las lesiones asociadas a incendios o quemas son comunes en individuos que habitan en zonas donde se desarrollan actividades extensivas como la agricultura y la ganadería (21-22). En las sabanas inundables es común el desarrollo de monocultivos de arroz y la ganadería extensiva; estas prácticas promueven la quema a cielo abierto y en el caso de la cría de ganado ha sido utilizada de forma tradicional en la región para el mantenimiento de los pastizales nativos (25-27).

El efecto real de las quemas e incendios sobre las poblaciones de tortugas continentales no se conoce con absoluta certeza (44), pero esto, sumado a la edad reproductiva tardía, el crecimiento lento y el reclutamiento bajo hace que las poblaciones de tortugas sean especialmente vulnerables a este tipo de eventos (45-47). Este estudio evidenció que el 23,07 % del total de las lesiones encontradas corresponden a quemaduras asociadas a quemas o incendios. Dichas lesiones podrían afectar a mediano y largo plazo a los individuos que logran sobrevivir a estos eventos, causando índices de condición corporal significativamente menor a tortugas que no han sufrido lesiones producto de las quemas (29), no obstante, no se evidenciaron ejemplares con baja condición corporal atribuible a estas afectaciones.

El 100 % de los individuos con quemaduras fueron encontrados en localidades que desarrollan actividades de ganadería extensiva, donde se ha demostrado que la práctica de quemas e incendios controlados es de uso frecuente (25-27). A pesar de ello, el mayor número de ejemplares fue recolectado en este tipo de paisaje productivo, lo que indica que estas zonas brindan los requerimientos de hábitat para la especie. Es necesario que este reporte se complemente con el seguimiento de los ejemplares que presentan este tipo de lesiones para determinar si en el largo plazo podrían mostrar aumentos de la mortalidad producto de las afectaciones.

CONCLUSIÓN

De acuerdo con los resultados obtenidos, las lesiones tipo malformaciones del cuerpo, en especial a nivel del caparazón y el plastrón en los morrocoys, podrían ser un problema común en la Orinoquía colombiana. Es importante evaluar nidadas de morrocoys para verificar los porcentajes de malformaciones no solamente del cuerpo, sino sobre todo malformaciones y defectos craneofaciales que, por lo general, se asocian a la muerte neonatal o temprana. La presencia de lesiones relacionadas con quemaduras en morrocoys parecen estar vinculadas a actividades agropecuarias; especialmente ganadería extensiva, donde la práctica de quemas

controladas es frecuente. Se debe evaluar el efecto de los incendios y las quemas controladas de forma más detallada para conocer las afectaciones reales que estas prácticas tienen sobre las poblaciones de tortugas terrestres como el morrocoy en la Orinoquía colombiana.

REFERENCIAS

- Uetz P, Freed P, Aguilar R, Hošek J. The Reptile Database. 2021.
- Rhodin AGJ, Iverson JB, Bour R, Fritz U, Georges A, Shaffer B *et al.* Turtles of the world: Annotated checklist and atlas of taxonomy, synonymy, distribution, and conservation status (9th Ed.). Chelonian Research Monographs. 2021;8(1):1-472. <https://doi.org/10.3854/crm.8.checklist.atlas.v9.2021>.
- Bock BC, Páez VP. Meta-analysis of the history of the study of the freshwater turtle and tortoise fauna of Colombia. Acta Biolo Colomb. 2017;22(1):67-76. <https://doi.org/10.15446/abc.v22n1.59876>.
- Paez VP, Bock BC, Alzate-Estrada DA, Barrientos-Munoz KG, Cartagena-Otalvaro VM, Echeverry-Alcendra A *et al.* Turtles of Colombia: An annotated analysis of their diversity, distribution, and conservation status. Amphib Reptile Conserv. 2022;16:106-35.
- Lasso CA, Páez VP. Libro rojo de reptiles de Colombia. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH), Universidad de Antioquia; 2017.
- Castro Cortes AA, Brieva C, Witte C. Implications of wildlife trafficking on the health and conservation efforts of an endangered turtle species in Colombia. Conserv Sci Pract. 2022;4(3):e595. <https://doi.org/10.1111/csp2.595>.
- Lovich JE. The spotted turtles of Cedar Bog: Historical analysis of a declining population. Cedar Bog Symposium II, Columbus, OH. 1989;23-8.
- Garber SD, Burger J. A 20-Yr Study documenting the relationship between turtle decline and human recreation. ecological applications. 1995;5(4):1151-1162. <https://doi.org/10.2307/2269362>.
- Castaño-Mora OV, Cárdenas-Arévalo G, Medina-Rangel GF, Carvajal-Cogollo JE, Forero-Medina GA,

- Gallego-García N *et al.* *Chelonoidis carbonarius* Spix 1824. En: Morales-Betancourt MA, Lasso CA, Páez VP, Bock BC, editores. Libro rojo de reptiles de Colombia. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH), Universidad de Antioquia; 2015. p. 172-75.
10. MADS. Por la cual se establece el listado de las especies silvestres amenazadas de la diversidad biológica colombiana continental y marino costera que se encuentran en el territorio nacional y se dictan otras disposiciones. 2017.
 11. Suarez TEL, Bonilla-Liberato ED, López-Delgado EO. ¿Cómo ha evolucionado el tráfico ilegal de fauna en el Tolima? Análisis multitemporal de una amenaza para la biodiversidad. *Rev Acad Colomb Cienc Exactas Fis Nat.* 2024;48(186):94-108. <https://doi.org/10.18257/racce-fyn.2223>.
 12. Martínez CHC, Villamizar MP, Alzate AFA. Diagnóstico sobre el tráfico de fauna silvestre en el departamento de Norte de Santander, Colombia. *Rev Biodivers Neotrop.* 2017;7(3):189-99. <https://doi.org/10.18636/bioneutropical.v7i3.652>.
 13. Páez VP, Morales-Betancourt MA, Lasso CA, Castaño Mora OV, Bock BC. Editores. Biología y conservación de las tortugas continentales de Colombia. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH); 2012.
 14. Congdon JD, Dunham AE, Van Loben Sels RC. Delayed sexual maturity and demographics of blanding's turtles (*Emydoidea blandingii*): Implications for conservation and management of long-lived organisms. *Conservation biology.* 1993 Dec 1;7(4):826-33. <https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.1993.740826.x>.
 15. Tinkle DW. Long-term field studies. *Bioscience.* 1979 Dec 1;29(12):717. <https://doi.org/10.1093/bioscience/29.12.717>.
 16. Herrera RG, Racero-Casarrubia J, Ballesteros-Correa J. Uso de fauna silvestre por comunidades campesinas en Plato, Magdalena, Región Caribe colombiana. *Acta Biolo Colomb.* 2023;28(1):49-56. <https://doi.org/10.15446/abc.v28n1.94140>.
 17. Parés-Casanova PM, Salamanca-Carreño A, Brando P, Caviedes D. Different Carapace Asymmetry among Sexes in Wild Red-Footed Tortoise *Chelonoidis carbonarius* Spix 1824 (Testudines: Testudinidae). 2024. <https://doi.org/10.20944/preprints202401.0088.v1>.
 18. González TM, González-Trujillo JD, Muñoz A, Armenteras D. Differential effects of fire on the occupancy of small mammals in neotropical savanna-gallery forests. *Perspect Ecol Conserv.* 2021;19(2):179-88. <https://doi.org/10.1016/j.pecon.2021.03.005>.
 19. Folharini S, Vieira A, Bento-Gonçalves A, Silva S, Marques T, Novais J. Bibliometric analysis on wildfires and protected areas. *Sustainability.* 2023;15(11):8536. <https://doi.org/10.3390/su15118536>.
 20. Antelo R, Durán Z, Rojano C, Diaz Olaya M. El reto de conservar y producir. *Biodiversidad y sistemas productivos en la cuenca media y baja del río cravo sur.* 2021.
 21. Sahai S, Sharma C, Singh SK, Gupta PK. Assessment of trace gases, carbon and nitrogen emissions from field burning of agricultural residues in India. *Nutr Cycl Agroecosyst.* 2011;89:143-57. <https://doi.org/10.1007/s10705-010-9384-2>.
 22. Ferreira LEN, Muniz BV, Bittar TO, Berto LA, Figueroa SR, Groppo FC *et al.* Effect of particles of ashes produced from sugarcane burning on the respiratory system of rats. *Environ Res.* 2014;135:304-10. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2014.07.030>.
 23. Holder AL, Gullett BK, Urbanski SP, Elleman R, O'Neill S, Tabor D *et al.* Emissions from prescribed burning of agricultural fields in the Pacific Northwest. *Atmos Environ.* 2017;166:22-33. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2017.06.043>.
 24. Prato DF, Huertas JI. Determination of the area affected by agricultural burning. *Atmosphere (Basel).* 2019;10(6):312. <https://doi.org/10.3390/atmos10060312>.
 25. Rodríguez I. Pemon perspectives of fire management in Canaima National Park, southeastern Venezuela. *Hum Ecol.* 2007;35:331-43. <https://doi.org/10.1007/s10745-006-9064-7>.
 26. Romero-Ruiz MH, Flantua SGA, Tansey K, Berrio JC. Landscape transformations in savannas of northern South America: Land use/cover changes since 1987 in the Llanos Orientales of Colombia. *Applied Geography.* 2012;32(2):766-76. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2011.08.010>.

27. Herrera AH, Ballera BLGB, Toro-Manríquez MDR, Len-cinas M V, Martínez Pastur GJ, Ramírez HH. Changes in vegetation of flooded savannas subject to cattle grazing and fire in plains of Colombia. *Land (Basel)*. 2021;10(2):108. <https://doi.org/10.3390/land10020108>.
28. Platt SG, Liu H, Borg CK. Fire ecology of the Florida box turtle (*Terrapene carolina bauri* Taylor) in pine rockland forests of the lower Florida keys. *Natural Areas Journal*. 2010;30(3):254-60. <https://doi.org/10.3375/043.030.0301>.
29. Howey CAF, Roosenburg WM. Effects of prescribed fire on the eastern box turtle (*Terrapene carolina carolina*). *Northeast Nat (Steuben)*. 2013;20(3):493-97. <https://doi.org/10.1656/045.020.0312>.
30. Osorio-Peláez C, Lasso C, Trujillo F. Aplicación de criterios bioecológicos para la identificación, caracterización y establecimiento de límites funcionales en humedales de las sabanas inundables de la Orinoquia. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH); 2016.
31. Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales IDEAM. Promedios precipitación y temperatura media. 2017.
32. De La Ossa-VJ, Cárdenas-Arévalo G, Páez VP. Métodos de campo para estudios demográficos. En: Páez VP, Morales- Betancourt MA, Lasso CA, Castaño-Mora OV, Bock BC. Biología y conservación de las tortugas continentales de Colombia (pp. 171-186). Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH); 2012.
33. Rueda-Almonacid JV, Mittermeier R, Carr JL, Rodríguez-Mahecha JV, Mast RB *et al.* Las tortugas y los cocodrilianos de los países andinos del trópico. Bogotá: Conservación Internacional; 2007.
34. Bentley BP, McGlashan JK, Bresette MJ, Wyneken J. No evidence of selection against anomalous scute arrangements between juvenile and adult sea turtles in Florida. *J Morphol*. 2021 Feb 1;282(2):173-84. <https://doi.org/10.1002/jmor.21294>.
35. Bárcenas-Ibarra A, de la Cueva H, Rojas-Lleonart I, Abreu-Grobois FA, Lozano-Guzmán RI, Cuevas E *et al.* First approximation to congenital malformation rates in embryos and hatchlings of sea turtles. *Birth Defects Res A Clin Mol Teratol*. 2015 Mar 1;103(3):203-24. <https://doi.org/10.1002/bdra.23342>.
36. Miller JD. Embryology of marine turtles. *Biology of the Reptilia*. 1985;14:269-328.
37. Bárcenas Ibarra A, Maldonado Gasca A. Malformaciones en embriones y neonatos de tortuga golfinha (*Lepidochelys olivacea*) en Nuevo Vallarta, Nayarit, México. *Veterinaria México*. 2009;40(4):371-80.
38. Drenen JD. Occurrence of physical abnormalities in *Caretta caretta* at Hobe Sound National Wildlife Refuge, 1987 and 1988. *Marine Turtle Newsletter*. 1990;48: 19-20.
39. Hernández-Montoya V, Páez VP, Ceballos CP. Effects of temperature on sex determination and embryonic development in the red-footed tortoise, *chelonoidis carbonarius*. *Chelonian conservation and biology [Internet]*. 2017 Dec 1 [cited 2023 Sep 16];16(2):164-71. <https://dx.doi.org/10.2744/CCB-1267.1>.
40. Martín-del-campo R, Calderón-Campuzano MF, Rojas-Lleonart I, Briseño-Dueñas R, García-Gasca A. Congenital malformations in sea turtles: Puzzling interplay between genes and environment. *Animals* 2021, Feb 8;11(2):444. <https://doi.org/10.3390/ani11020444>.
41. Plymale HH, Jackson CG, Collier G. Kyphosis in *Chrysemys scripta yaquia* (Testudines: Emydidae) and other turtles. *southwest nat*. 1978 Aug 10;23(3):457. <https://doi.org/10.2307/3670252>.
42. Trembath DF. Kyphosis of *emydura macquarii krefftii* (Testudines: Chelidae) from Townsville, Queensland, Australia. *Chelonian Conservation and Biology*. 2009 May 1;8(1):94-5. <https://doi.org/10.2744/CCB-0727>.
43. Turner G. An instance of kyphoscoliosis in Irwin's snapping turtle "Elseya irwini". *Queensland Naturalist*. 2018;56(1):12-17.
44. Kiester AR, Willey LL. *Terrapene carolina* (Linnaeus 1758)-eastern box turtle, common box turtle. *Chelonian Res Monogr*. 2015;5:81-5. <https://doi.org/10.3854/crm.5.085.carolina.v1.2015>.
45. Budischak SA, Hester JM, Price SJ, Dorcas ME. Natural history of *terrapene carolina* (box turtles) in an urbanized landscape. *Southeastern Naturalist*. 2006;5(2):191-204. [https://doi.org/10.1656/1528-7092\(2006\)5\[191:NHOTCB\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1656/1528-7092(2006)5[191:NHOTCB]2.0.CO;2).

46. Nazdrowicz NH, Bowman JL, Roth RR. Population ecology of the eastern box turtle in a fragmented landscape. *J Wildl Manage.* 2008;72(3):745-53. <https://doi.org/10.2193/2005-521>.
47. Laarman PB, Keenlance PW, Altobelli JT, Schumacher CM, Huber P, Jacquot JJ *et al.* Ecology of neonate eastern box turtles with prescribed fire implications. *J Wildl Manage.* 2018;82(7):138513-95. <https://doi.org/10.1002/jwmg.21503>.