

**Condicion de salud y percepciones sociales de la tortuga morrocoy de patas rojas
(*Chelonoidis carbonarius*) en ecosistemas transformados de Colombia**

Trabajo de grado para optar por el título de Médico Veterinario

Juan Pablo Obando Aristizábal

Asesor

Santiago Monsalve Buriticá

MVZ. Dr.Sc

Unilasallista Corporación Universitaria

Facultad de Ciencias Administrativas y Agropecuarias

Medicina Veterinaria

Caldas, Antioquía

2025

Contenido

Resumen	7
Abstract	8
Capítulo uno. Condición sanitaria y concentración de mercurio total en <i>Chelonoidis carbonarius</i> en San Luis de Palenque, Casanare, mediante la determinación de indicadores de salud	9
Introducción	9
Pregunta de investigación	14
Objetivos	15
Objetivo general.	15
Objetivos específicos.	15
Metodología	16
Área de estudio.	16
Captura y manejo de individuos.	17
Evaluación de salud.	17
Determinación de ectoparásitos.	18
Cuantificación de mercurio.	18
Análisis de datos.	18
Resultados	20
Mercurio.	20
Ectoparásitos.	22
Lesiones.	23
Índice de condición corporal.	24
Discusión	26
Capítulo dos. Percepciones Sociales sobre <i>Chelonoidis carbonarius</i> en Nueva Granada, Magdalena.	30
Introducción	30
Pregunta de investigación	33
Objetivos	34
Objetivo general.	34
Objetivos específicos.	34
Metodología	35
Sitio de estudio.	35
Recolección de datos.	36
Trabajo de campo.	37

Tipo de encuesta.	37
Resultados	38
Discusión	41
Referencias	44

Lista de Ilustraciones

Ilustración 1	16
<i>Ubicación geográfica del área de estudio en Casanare.</i>	16
Ilustración 2 A) cicatriz en caparazón. B) quemaduras en caparazón. C) quemaduras en plastrón. D) Individuo muerto encontrado a la orilla de un cultivo de arroz.	24
Ilustración 3	36
Ubicación geográfica del área de estudio en magdalena.	36

Lista de Tablas

Tabla 1	23
<i>Registro de lesiones específicas.</i>	23

Lista de Gráficos

Gráfico 1: Distribución concentraciones mercurio total.	20
Gráfico 2: Concentración mercurio total según sexo.	21
Gráfico 3: Porcentaje de individuos con presencia de ectoparásitos.	22
Gráfico 4: Lugares de avistamiento de tortuga morrocoy reportados por los encuestados en el área de estudio.	39
Gráfico 5: Acciones reportadas por los encuestados tras el avistamiento de tortuga morrocoy en el área de estudio.	39
Gráfico 6: Conocimiento de mitos o agüeros asociados a la tortuga morrocoy entre los encuestados.	40

Resumen

Esta investigación evaluó el estado de salud y las percepciones sociales de *Chelonoidis carbonarius* en dos regiones de Colombia: Casanare y Magdalena. En Casanare, se analizaron indicadores sanitarios como la concentración de mercurio total, presencia de ectoparásitos, lesiones externas y el índice de condición corporal. Se capturaron 68 individuos, encontrando concentraciones de mercurio bajas, aunque con diferencias significativas por sexo y tamaño. El 46,15% de los individuos presentó lesiones, principalmente quemaduras, y se identificó presencia de ectoparásitos en el 18,46% de los individuos capturados. En Magdalena, se aplicaron encuestas para conocer las percepciones sociales sobre la especie. Los habitantes reconocen a la tortuga y la asocian a valores culturales, aunque su tenencia como mascota y consumo siguen siendo prácticas comunes. Los resultados sugieren que las amenazas a la especie incluyen el cambio en el uso del suelo, la presión antrópica y el desconocimiento de su estado de vulnerabilidad. Se concluye que es fundamental implementar estrategias integrales de conservación que consideren tanto los factores ecológicos como sociales que afectan a la especie.

Palabras clave: *Chelonoidis carbonarius*, tortuga morrocoy, estado de salud, mercurio, percepciones sociales, conservación.

Abstract

This study assessed the health status and social perceptions of *Chelonoidis carbonarius* in two regions of Colombia: Casanare and Magdalena. In Casanare, health indicators such as total mercury concentration, presence of ectoparasites, external injuries, and body condition index were analyzed. A total of 68 individuals were captured, revealing low mercury concentrations, although significant differences were found by sex and size. Injuries were observed in 46.15% of individuals, mainly burns, and ectoparasites were present in 18.46% of the captured specimens. In Magdalena, surveys were conducted to explore social perceptions of the species. Local inhabitants recognize the tortoise and associate it with cultural values, although keeping it as a pet and consuming it remain common practices. The findings suggest that threats to the species include land use changes, anthropogenic pressures, and a lack of awareness regarding its vulnerable status. It is concluded that comprehensive conservation strategies are essential, incorporating both ecological and social factors affecting the species.

Keywords: *Chelonoidis carbonarius*, red-footed tortoise, health status, mercury, social perceptions, conservation.

Capitulo uno. Condicion sanitaria y concentraci3n de mercurio total en *Chelonoidis carbonarius* en San Luis de Palenque, Casanare, mediante la determinaci3n de indicadores de salud

Introducci3n

Colombia se posiciona como uno de los pa3ses con mayor cantidad de emisiones de mercurio (Hg)(Cabrera Jaramillo & Arango Ruiz, 2022). Situaci3n que responde en gran medida al contexto geopol3tico del territorio (Soledad & Betancur, 2019). El mercurio (Hg) es un metal que se libera de manera natural por actividades geot3rmicas, vulcanismos y erosi3n y por causas antropog3nicas como la producci3n y el uso de combustibles f3siles, la miner3a, la quema de biomasa, vertimiento de residuos urbanos e industriales y el r3pido desarrollo urbano (Cabrera Jaramillo & Arango Ruiz, 2022; Green, 2007). Este metal se moviliza en el medio ambiente mayormente en su forma inorg3nica a trav3s de la atm3sfera, transportado por corrientes de aire o por medio de corrientes de agua y acumul3ndose en los suelos y cuerpos de agua por deposici3n atmosf3rica (Green, 2007). En condiciones anaerobias y gracias a la metilaci3n bacteriana (bacterias reductoras de azufre) el Hg inorg3nico se convierte en metilmercurio (MeHg), un potente neurot3xico con capacidad de alterar los procesos fisiol3gicos en los organismos (Cabrera Jaramillo & Arango Ruiz, 2022; Hong et al., 2012; H. Zhang et al., 2010; Y. Zhang et al., 2021). El metilmercurio ingresa a la cadena alimenticia en donde se bioacumula en los tejidos ricos en prote3nas y l3pidos y se biomagnifica en cada etapa tr3fica sucesiva (Camacho et al., 2013; Green, 2007).

El departamento de Casanare, con sus ecosistemas de sabana inundable es un entorno propicio para los procesos de metilaci3n de Hg, esta situaci3n se agrava gracias a la expansi3n

acelerada de su frontera agrícola. San Luis de palenque se encuentra dentro del clima cálido húmedo, con altitud variable entre los 125 msnm y 175 m.s.n.m, precipitaciones anuales próximas a los 2000 mm y temperaturas superiores a los 24 grados centígrados, se localiza en una zona denominada bosque húmedo tropical (Alcaldía de San Luis de Palenque, 2021). Cuenta con un 55% de su ecosistema formado por sabana, seguido por ecosistemas de transición con un 31% y bosque con el 12%. Muchas de estas áreas que componen la topografía e hidrografía del municipio de San Luis de Palenque corresponden a bosques inundables como morichales.

La producción departamental en Casanare es liderada por 2 cultivos, el arroz (*Oryza sativa*) y la palma de aceite (*Elaeis guineensis*), aportando entre los dos el 89,6% de la producción, en contraste con 51 cultivos restantes que suman entre todos el 10,4% de la producción departamental (Ramírez et al., 2022). Los arrozales favorecen las condiciones para las bacterias reductoras de azufre, propiciando la metilación de Hg a su forma tóxica (Stubner et al., 1998). El Hg inorgánico metilado a MeHg en el cultivo de arroz es fácilmente absorbido por la planta de arroz convirtiéndose en una ruta importante de contaminación que pone en peligro tanto las especies que habitan, utilizan o coexisten con los cultivos de arroz, así como la población humana expuesta al contaminante a través del consumo de este cereal (Lv et al., 2021).

El crecimiento exponencial de los sistemas de producción de monocultivos ha llevado a la explotación de manera drástica e insostenible del recurso del suelo. Según Muñoz (2016) los suelos sometidos a sistemas de producción de forma intensiva sufren alteración en el tamaño de los agregados causando dispersión de los suelos, además los sistemas comunes de preparación de los suelos están causando compactación, creando limitaciones para el crecimiento de raíces, afectando la capacidad de infiltración del agua, intensificando los procesos erosivos y alterando la extracción

de nutrientes, haciendo que los suelos sean transformados y degradados, causando pérdida de hábitat y aumentando la exposición de la fauna silvestre a contaminantes como el mercurio.

Aunque el impacto de la contaminación por mercurio en ecosistemas acuáticos ha sido bastante documentado, su influencia en las especies terrestres como *C. carbonarius*, permanece poco estudiada. Estudios previos han considerado a las tortugas importantes bioindicadoras de la salud ambiental, su elevada posición en las redes tróficas, longevidad, distribución y hábitos alimenticios las convierte en especies susceptibles a mayores niveles de exposición a contaminantes presentes en el ambiente. Blanvillain et al. (2007) encontró que altos niveles de mercurio total pueden causar deficiencias en la función inmunológica en tortugas acuáticas al documentar una correlación negativa entre la concentración de Hg y las lisozimas plasmáticas. López et al. (2022) documentó una concentración de mercurio de (103,76 µg/Kg) en un individuo de tortuga hicoitea del caribe (*Trachemys callirostris*) lo cual representa un riesgo de salud pública en las comunidades que utilizan esta especie como fuente proteica por exposición a altos niveles de Hg que pueden causar alteraciones en el desarrollo cognitivo como discapacidad sensorial y falta de coordinación por hipoplasia cerebelar. Sin embargo, hay poca información disponible sobre cómo los paisajes productivos en zonas con alta presión por actividades humanas como Casanare afectan la distribución y salud de *C. carbonarius*, lo que plantea preguntas sobre la viabilidad de estos ecosistemas para especies terrestres como la tortuga morrocoy de patas rojas.

Chelonoidis carbonarius, también llamada tortuga morrocoy de patas rojas (Rueda-Almonacid, 2007), tortuga morrocoy (Gallego-García et al., 2012), morrocoyo o morroco (Echeverry Alcendra, 2019), es una de las únicas dos especies de tortugas de la familia testudinidae presentes en Colombia (Restrepo & Páez, 2012). Su distribución natural se limita a Suramérica, con presencia desde Panamá hasta Argentina (Castaño Mora et al., 2015). En Colombia se

distribuye en los departamentos de La Guajira, Cesar, Magdalena, Atlántico, Bolívar, Sucre, Córdoba, Antioquia, Santander, Chocó, Tolima, Cundinamarca, Arauca, Casanare, Vichada, Guainía, Meta, y Caquetá, también hay ejemplares en la isla de providencia (Castaño Mora et al., 2015; Gallego-García et al., 2012). La especie hace presencia en las cuencas Caribe, Magdalena, Orinoco y Pacífico (Gallego-García et al., 2012). Es una Tortuga terrestre, diurna y solitaria (Rueda-Almonacid, 2007). Los ejemplares de *C. carbonarius* tienen un tamaño mediano (Gallego-García et al., 2012). Su hábitat natural incluye ambientes secos con matorrales espinosos y bosque seco estacional, la mata de monte (parches de bosque rodeadas por sabana), bosques tropicales como morichales, esteros y bosques de galería (Castaño Mora et al., 2015; Gallego-García et al., 2012). Es una especie de tortuga con una connotación importante en términos ecológicos y culturales en el país. Tiene la capacidad de dispersar semillas, sus hábitos alimenticios incluyen el consumo de frutos, flores, hongos, plantas, semillas, así como insectos, lombrices y carroña (Rueda-Almonacid, 2007). Las comunidades locales en algunas regiones del país usan al morrocoy como fuente proteica y sustento económico (Castaño Mora et al., 2015; Rueda-Almonacid, 2007). La especie tiene importancia en los cultos tradicionales de algunas comunidades indígenas en el territorio colombiano (Morales-Betancourt et al., 2015). *C. carbonarius* es una especie vulnerable (VU A4cd) según la categoría nacional de amenaza (Castaño Mora et al., 2015). Se encuentra incluida en el apéndice II de la convención sobre el comercio internacional de especies amenazadas de fauna y flora silvestres (CITES). Sin embargo, la especie enfrenta múltiples amenazas como la sobreexplotación para consumo, la tenencia ilegal de los individuos como mascota y la fragmentación de su hábitat (Castaño Mora et al., 2015; Daza & Páez, 2007). Debido a que son individuos estrictamente terrestres, la fragmentación de su hábitat y los cambios en el uso de los suelos representan un peligro para la especie, actividades como la ganadería, monocultivos,

quemadas, minería ilegal, extracción petrolera que conllevan a la deforestación y/o alteración del hábitat son una amenaza incluso mayor que el uso directo del morrocotón (Castaño Mora et al., 2015; Morales-Betancourt et al., 2015). En el departamento de Casanare, estas amenazas se han intensificado debido a la expansión de la frontera agrícola, liderada por monocultivos de gran escala como el arroz y la palma.

Esta investigación busca evaluar la condición sanitaria de la especie a través de la evaluación de algunos indicadores del estado de salud de *C. carbonarius* en el departamento del Casanare. Mediante el análisis de las concentraciones de mercurio total, el índice de condición corporal, la evaluación del estado físico y la presencia de ectoparásitos en los individuos se pretende aportar conocimiento sobre una especie amenazada y poco estudiada en Colombia, que sirva para la planeación de estrategias de conservación para la gestión integral de la especie. La alta incidencia de lesiones encontradas en los individuos plantea interrogantes sobre la viabilidad de los ecosistemas transformados para garantizar una calidad de hábitat adecuada para la especie.

Pregunta de investigación

¿Cuál es la condición sanitaria y la concentración de mercurio total en *Chelonoidis carbonarius* en San Luis de Palenque, Casanare, según los indicadores de salud evaluados?

Objetivos

Objetivo general.

Evaluar la condición sanitaria y la concentración de mercurio total en *Chelonoidis carbonarius* en el área de influencia del bloque castor en San Luis de Palenque, Casanare, mediante la determinación de indicadores de salud.

Objetivos específicos.

Reportar el posible estado de salud de los individuos de *Chelonoidis carbonarius* capturados en el área de influencia del bloque castor en San Luis de Palenque, Casanare, mediante el análisis de parámetros morfométricos, presencia de lesiones y ectoparásitos.

Detectar la concentración de mercurio total en individuos de *Chelonoidis carbonarius* capturados en el área de influencia del bloque castor en San Luis de Palenque, Casanare.

Analizar la relación entre la condición sanitaria y la concentración de mercurio total en individuos *Chelonoidis carbonarius* capturados en el área de influencia del bloque castor en San Luis de Palenque, Casanare.

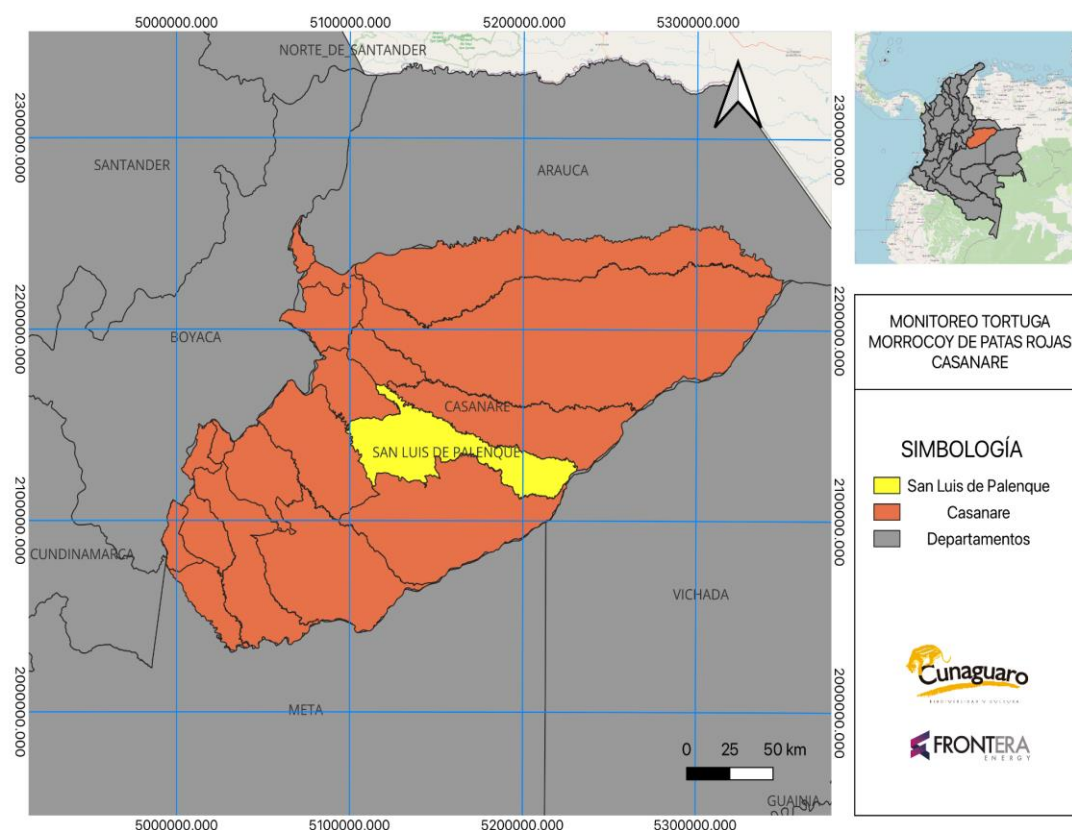
Metodología

Área de estudio.

El estudio se llevó a cabo en el área de influencia del bloque de extracción petrolera denominado Castor de la empresa Frontera Energy Corp, jurisdicción de los municipios San Luis de Palenque y Trinidad, departamento de Casanare. Se escogió este sitio debido a la oportunidad para la implementación de procesos de conservación asociados a pérdida de biodiversidad, la representatividad del hábitat y la accesibilidad al lugar de muestreo.

Ilustración 1

Ubicación geográfica del área de estudio en Casanare.



Fuente: Elaboración propia.

Captura y manejo de individuos.

La técnica empleada para la captura de los individuos fue búsqueda activa diurna, donde se establecieron transectos lineales de 500 metros de largo en las horas de menor luz durante el día, desde las 5:30 hasta las 18:00, durante el periodo comprendido entre los días 9-15 de octubre del 2024 y los días 5-18 de noviembre del 2024. Los individuos capturados fueron marcados realizando una modificación al esquema de marcaje propuesto por (Rueda-Almonacid, 2007) en donde se asignaron valores a los escudos marginales del caparazón y con la ayuda de una segueta se seccionaron muescas de la periferia del carapacho, la suma de los valores de cada escudo seccionado correspondió al número ID único de cada individuo. Los ejemplares encontrados muertos no se marcaron, se les asignó un número ID diferente, empezando desde el número uno. La manipulación se realizó siguiendo protocolos de bienestar animal y bioseguridad para minimizar el estrés.

Evaluación de salud.

Se registraron parámetros morfométricos como peso, longitud recta de caparazón (LRC), ancho recto del caparazón (ARC), longitud recta del plastrón (LRP), ancho recto del plastrón (ARP) y se calculó el índice de condición corporal (ICC) utilizando el indicador de Robins para relacionar peso/talla de los individuos al momento de captura. La presencia de lesiones externas incluyendo quemaduras, cicatrices y malformaciones fue documentada visualmente, cuantificada y categorizada según su tipo.

El sexo de los individuos se determinó por medio de observación de características morfológicas externas como el largo de la cola (Gallego-García et al., 2012), la depresión en el plastrón (Echeverry Alcendra, 2019) , la compresión lateral en el caparazón (Castaño Mora et al.,

2015a) y la cercanía de los escudos anales del plastrón con los bordes de los escudos marginales del caparazón (Echeverry Alcendra, 2019).

Determinación de ectoparásitos.

Adoptando la metodología propuesta por Fonseca et al. (2020) inmediatamente después de la captura, se realizó un examen visual detallado para identificar la presencia o ausencia de ectoparásitos en cada individuo. Los ectoparásitos encontrados fueron recolectados y fijados en alcohol al 70%.

Cuantificación de mercurio.

Se tomaron muestras de los escudos marginales del caparazón para determinar la concentración de mercurio total. Las muescas de caparazón de cada tortuga se almacenaron en tubos Eppendorf debidamente rotulados con el ID de los individuos y transportados en una nevera portátil con gel refrigerante desde la coordenada donde fueron obtenidas las muestras hasta la casa principal de los predios en donde fueron congeladas. El material biológico fue transportado desde los sitios de muestreo en la zona de influencia del bloque castor hacia la ciudad de Yopal, en donde se congelaron a -17 grados centígrados, posteriormente se enviaron a la ciudad de Medellín para realizar el análisis de mercurio total en el laboratorio de trazabilidad y residualidad de Corporación universitaria Lasallista (Caldas, Antioquia). La técnica utilizada fue espectrofotometría de absorción atómica con lámpara de mercurio, la cual cuantificó los niveles del elemento en microgramos por gramo ($\mu\text{g/g}$) de cada muestra (ICE 3000 Marca Thermo acoplado a un generador de hidruros VP 100 Marca Thermo), siguiendo protocolos estandarizados.

Análisis de datos.

Para evaluar la normalidad de los datos de concentración de mercurio, se calcularon los valores de asimetría, curtosis y coeficiente de variación. Los datos no seguían una distribución

normal, por lo que se utilizaron pruebas no paramétricas para identificar la relación entre la concentración de mercurio y variables como sexo, tamaño y presencia de ectoparásitos., mientras que la relación con la presencia de ectoparásitos se evaluó con la prueba de Mann Whitney U. Se compararon los valores de ICC entre individuos con y sin lesiones para evaluar posibles impactos en la condición corporal y se realizó la prueba de Kruskal Wallis para comparar el índice de condición corporal entre machos, hembras y juveniles.

Resultados

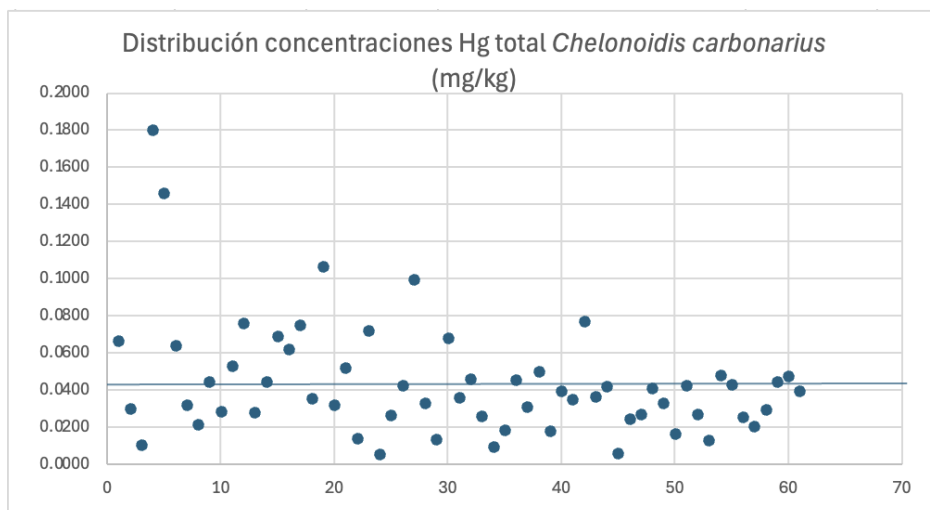
Un total de 68 individuos fueron capturados en el transcurso de la investigación. 26 machos (38,23%), 35 hembras (51,47%), 4 juveniles (5,88%), dos individuos muertos y un individuo que no pudo ser sexado. En cuanto a la distribución por tamaño, se identificaron 3 categorías, LRC<20cm: 3 individuos, LRC [20-30cm]: 17 individuos, LRC>30cm: 46 individuos y dos individuos que no pudieron ser medidos.

Mercurio.

Se identifico presencia de mercurio en los 61 individuos muestreados para determinar la presencia del contaminante (gráfico 1). La concentración de Hg promedio en los individuos de *Chelonoidis carbonarius* fue de 0,0440 mg/kg, con una variabilidad de $\pm 0,0310$ mg/kg. Los valores de Hg total oscilaron entre 0,0058 mg/kg y 0,1801 mg/kg, el individuo con mayor nivel de contaminante fue una hembra capturada en cobertura vegetal natural, la cual presento una concentración de 0,1801 mg/kg.

Gráfico 1

Distribución concentraciones mercurio total.

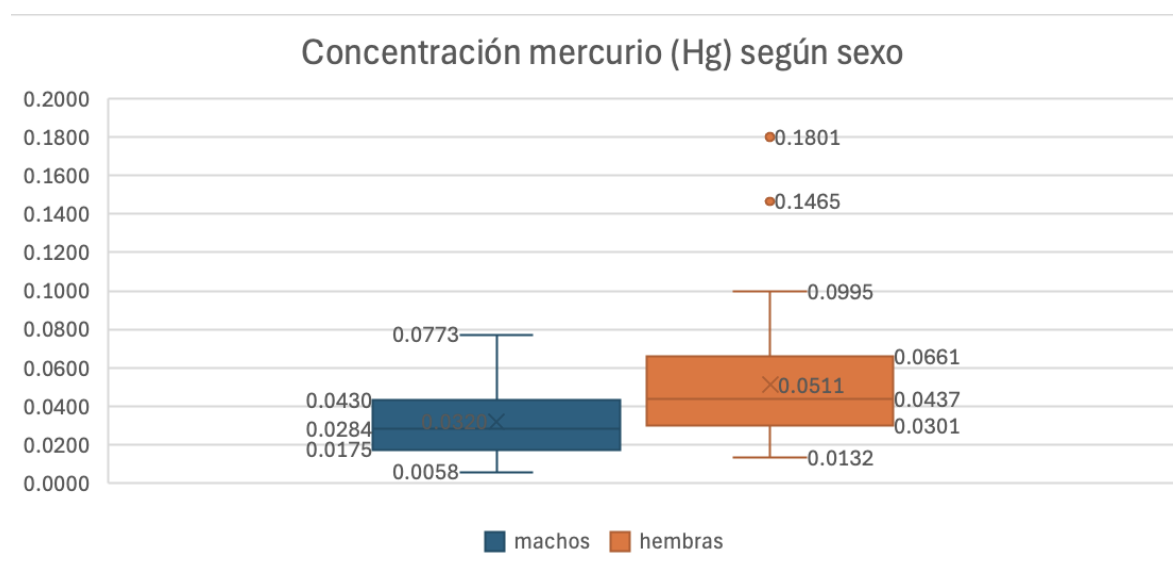


Fuente: Elaboración propia.

Para comparar la concentración de mercurio entre sexos, se aplicó la prueba de Mann Whitney U. El resultado arrojó un valor $p = 0.017$, indicando una diferencia significativa en la concentración de Hg total entre machos y hembras (gráfico 2). Se registró en las hembras capturadas una concentración de mercurio promedio de $0,0511 \text{ mg/kg} \pm 0,0357 \text{ mg/kg}$, mientras que para los machos se registró un promedio de $0,0320 \text{ mg/kg} \pm 0,0191 \text{ mg/kg}$.

Gráfico 2

Concentración mercurio total según sexo.



Fuente: Elaboración propia.

Para evaluar correlación entre la concentración de mercurio total y el tamaño de los individuos se calculó la correlación de Spearman, la cual reflejó un coeficiente de Spearman = -0.328, con un valor de $p = 0.0106$ lo que sugiere una correlación negativa significativa entre la concentración de mercurio y el tamaño corporal. El grupo de tortugas con $LRC < 20 \text{ cm}$ registró la cantidad de contaminante más elevada, con un promedio de $0,0803 \text{ mg/kg}$, seguido del grupo de individuos con $LRC [20-30 \text{ cm}]$ con una concentración promedio de $0,0536 \text{ mg/kg}$, mientras que

el grupo de tortugas con LRC>30 cm registró la concentración de mercurio total más baja con un promedio de 0,0362 mg/kg.

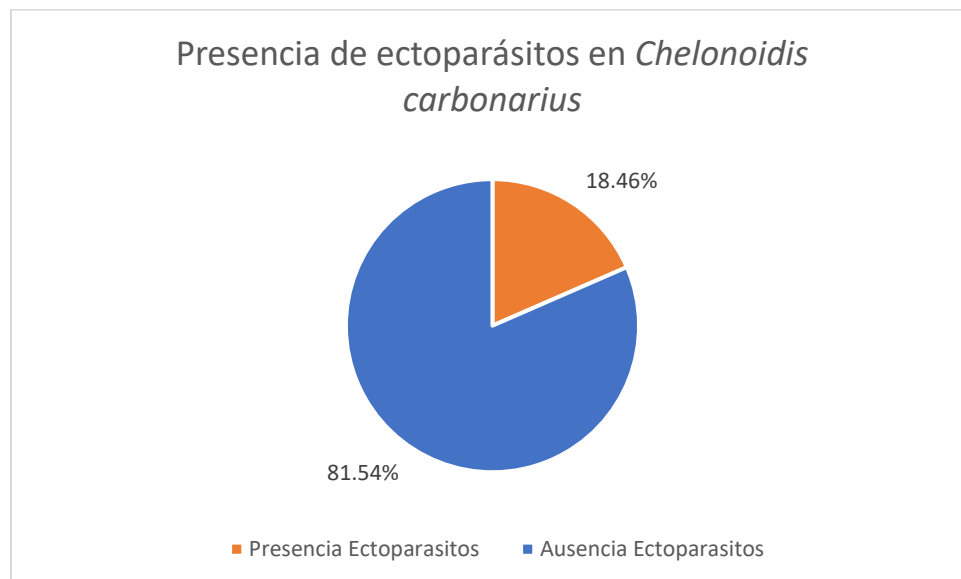
Se realizó la prueba Mann Whitney U para evaluar diferencias en la concentración de mercurio total entre individuos con y sin ectoparásitos, el resultado fue un valor de $p=0,60$ lo que reflejó que no hay diferencias significativas en la concentración de mercurio entre individuos con presencia de ectoparásitos e individuos que no tenían presencia de ectoparásitos.

Ectoparásitos.

De los 65 individuos examinados en búsqueda de ectoparásitos, 12 presentaron ectoparásitos, representando el 18,46% de la muestra, mientras que 53 individuos (81,54%) no presentaron ectoparásitos. No se identificaron las especies de ectoparásitos presentes en el grupo estudiado.

Gráfico 3

Porcentaje de individuos con presencia de ectoparásitos.



Fuente: Elaboración propia.

Lesiones.

Se cuantificaron las lesiones y se categorizaron en quemaduras, cicatrices y malformaciones. Del total de los individuos examinados en busca de lesiones (65 individuos), el 46,15% (30 individuos) presentaron algún tipo de lesión, mientras que el 53,85% (35 individuos) no presentaron ningún tipo de lesión. Las lesiones específicas incluyeron: 21 individuos (32,31%) con quemaduras, 9 individuos (13,85%) con cicatrices y 4 individuos (6,15%) con malformaciones.

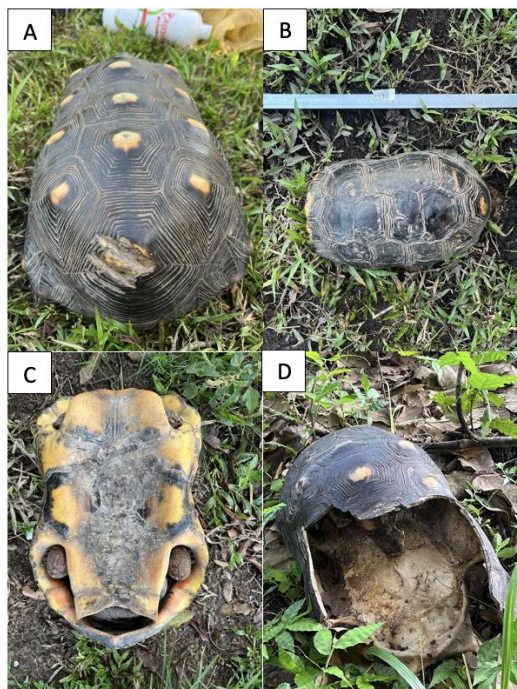
Tabla 1

Registro de lesiones específicas.

Tipo de Lesión	Cantidad de individuos	Porcentaje (%)
Quemaduras	21	32.31
Cicatrices	9	13.85
Malformaciones	4	6.15
Sin lesiones	35	53.85

Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 2 A) cicatriz en caparazón. B) quemaduras en caparazón. C) quemaduras en plastrón. D) Individuo muerto encontrado a la orilla de un cultivo de arroz.



Fuente: Elaboración propia.

Índice de condición corporal.

El peso promedio de los individuos capturados fue 5,13 kg, con un mínimo de peso registrado de 1 kg correspondiente a un juvenil y un máximo de 8,7 kg correspondiente a una hembra adulta. La longitud recta de caparazón (LRC) promedio fue de 31,41 cm, con un rango que oscilo entre 18,05 y 39,4 cm. El índice de condición corporal promedio de los individuos *Chelonoidis carbonarius* analizados fue de 0,1597 con una variabilidad de $\pm 0,0341$. Se registro un mínimo de ICC de 0,0543, correspondiente a un juvenil, mientras que un máximo de 0,3159 fue registrado para una hembra adulta.

Se realizo la prueba de Kruskal Wallis para comparar el índice de condición corporal entre machos, hembras y juveniles. Los resultados mostraron diferencias significativas entre los grupos

analizados ($H=12.77$, $p<0.05$). Los valores promedio de ICC fueron: machos $0,1477 \pm 0,0103$, hembras $0,1661 \pm 0,0323$ y juveniles $0,1763 \pm 0,0930$. La comparación del Índice de Condición Corporal (ICC) entre individuos con y sin lesiones mediante la prueba de Mann Whitney U arrojó un valor $p=0,77$, lo que indica que no hay diferencias significativas de condición corporal entre individuos con lesiones e individuos sin ninguna lesión.

Discusión

Las concentraciones de mercurio en *Chelonoidis carbonarius* registradas en esta investigación son significativamente más bajas que los niveles de mercurio reportados en otros estudios realizados en tortugas marinas como *Caretta caretta* (Day et al., 2005; Rodríguez et al., 2019). Están considerablemente por debajo del límite para consumo humano de 0,3 mg/kg (U.S. Environmental Protection Agency [EPA], 2000), lo que sugiere que no existe evidencia de un riesgo tóxico para la especie. Green et al. (2010) también reportó menor presencia de Hg en especies terrestres (*Geochelone elegans*). Diferencias en las rutas de contaminación podrían ser las responsables de una menor bioacumulación en ecosistemas terrestres. Mientras este estudio se centró en un sitio de muestreo en donde la exposición a mercurio probablemente está asociada a actividades agrícolas, los ecosistemas marinos responden a una contaminación proveniente de actividades de tipo industrial. Otro factor que podría estar relacionado con diferencias en las concentraciones de mercurio entre ecosistemas terrestres y marinos es la dieta, pues los hábitos alimenticios mayormente herbívoros de *C. carbonarius* hace que este menos expuesta a contaminación por Hg que especies carnívoras como *C. caretta*.

Se encontraron diferencias significativas en la concentración de Hg total entre machos y hembras. Este hallazgo no es compatible con lo reportado por Burger et al. (2010) y Mosquera Martínez (2017) en especies acuáticas, lo cual puede ser sugerente a que en ecosistemas terrestres las dinámicas comportamentales propias de cada sexo podrían influir en los procesos de bioacumulación de Hg. Las hembras, al estar en mayor contacto con los sustratos durante la nidificación podrían estar más expuestas a la contaminación por Hg. A diferencia de lo descrito por Mosquera Martínez (2017), se encontró una fuerte correlación negativa entre las concentraciones de mercurio total y el tamaño de los individuos. Los individuos con LRC < 20 cm

registraron mayores niveles de mercurio total en comparación a los individuos con LRC > 20 cm que registraron menor concentración de mercurio total, lo que podría estar relacionado con diferencias en la tasa metabólica entre juveniles y adultos. Por otro lado, no hay evidencia de una posible relación entre la concentración de mercurio y la presencia de ectoparásitos o lesiones. Los resultados sugieren que mayores niveles de mercurio no se correlacionan con una mayor susceptibilidad por parte de los individuos a presentar infestaciones por ectoparásitos o daños físicos.

Los parámetros morfométricos analizados en este estudio son comparables con los reportados por Cárdenas-Arévalo et al. (2019) en poblaciones silvestres de *Chelonoidis carbonarius* en el departamento del Cesar, Colombia, donde se registraron individuos con valores de LRC dentro de un rango semejante. Similar a lo documentado en el departamento del Cesar, se encontró una mayor cantidad de individuos adultos en comparación con juveniles, lo que sugiere bajo reclutamiento y poca tasa de supervivencia de neonatos y juveniles, común en individuos longevos y con un periodo reproductivo tan extenso. Los machos, hembras y juveniles mostraron variaciones en cuanto al índice de condición corporal (ICC), lo que podría estar relacionado con diferencias en la dieta, los requerimientos metabólicos o incluso el acceso a los recursos en el ecosistema.

Otros estudios han caracterizado la presencia de lesiones en *Chelonoidis carbonarius* en los llanos orientales de Colombia. El mayor índice de lesiones en esta investigación corresponde a quemaduras, en contraste con lo reportado por Barrera Portilla et al. (2025) donde se describieron las malformaciones como la lesión más abundante en la población estudiada. Esta diferencia puede deberse a que el sitio de estudio de esta investigación contempla en su totalidad extensiones ganaderas en donde es común la práctica de quema de biomasa vegetal para el mantenimiento de

potreros y pastizales. Aunque no se identificaron las causas específicas de las lesiones, podrían estar relacionadas con la fragmentación del hábitat y el uso intensivo del suelo en la región. La expansión de monocultivos como el arroz y la palma y la fuerte presencia de ganadería extensiva en el departamento de Casanare podrían fomentar el contacto de los individuos con maquinaria agrícola, incendios forestales y quema de biomasa vegetal, comprometiendo el bienestar de las poblaciones de tortugas en el territorio. Se comparó el ICC corporal entre individuos con y sin lesiones, sin embargo, no se encontró una correlación entre las variables, indicando que individuos con presencia de lesiones no son estrictamente susceptibles a presentar una pobre condición corporal.

Se identificó presencia de ectoparásitos en el 18,46% de los individuos evaluados. Las garrapatas encontradas podrían corresponder al género *Amblyomma*, según lo reportado por Fonseca et al. (2020) en diversas especies de tortugas terrestres en América del sur. Sin embargo, no fue posible determinar si las especies de ectoparásitos observadas en *Chelonoidis carbonarius* han sido previamente reportadas debido a la falta de identificación taxonómica en laboratorio.

La concentración de mercurio total en caparazón de individuos *C. carbonarius* no superan los límites tóxicos, no obstante, el caparazón puede actuar como un depósito de mercurio a largo plazo ante exposiciones crónicas, por lo que se debe profundizar en el análisis de concentraciones de mercurio total en otros tejidos como músculo, hígado y riñón para evaluar exposiciones agudas por mercurio. Investigaciones sobre niveles de mercurio en *C. carbonarius* podrían servir para evaluar límites tóxicos en otras zonas de la sabana inundable donde es común el consumo de carne de esta tortuga. Se requieren mayores esfuerzos de investigación para evaluar la correlación entre la alta incidencia de lesiones y la presión antrópica a la que está sometida la especie en Casanare. La mayor proporción de individuos adultos sobre juveniles hace necesario investigar los factores

que afectan el reclutamiento y la tasa de supervivencia de neonatos y juveniles. Si se quiere garantizar su supervivencia a largo plazo, deben implementarse estrategias integrales para la conservación de la tortuga morrocoy de patas rojas, especie vulnerable (VU), ante un escenario con múltiples amenazas para la especie.

Capítulo dos. Percepciones Sociales sobre *Chelonoidis carbonarius* en Nueva Granada, Magdalena.

Introducción

Colombia alberga una gran diversidad de tortugas continentales a lo largo y ancho de su territorio, ocupa el séptimo lugar a nivel mundial y el segundo lugar en Sudamérica después de Brasil, con 27 especies reconocidas y 9 familias representadas (Páez et al., 2012; Rueda-Almonacid, 2007). Sin embargo, más del 40% de las tortugas continentales colombianas se encuentran amenazadas (Castaño Mora et al., 2015). Esta cifra responde principalmente a procesos de transformación del hábitat, tráfico ilegal y consumo de su carne como fuente de alimento (Páez et al., 2012). Las tortugas continentales desempeñan un papel importante dentro de las redes tróficas, al interactuar con diversas especies y, en algunos casos, como *Chelonoidis carbonarius* contribuyen a la restauración del ecosistema al actuar como dispersoras de semillas (Páez et al., 2012). Además, muchas de estas especies adquieren una connotación importante a nivel cultural y social, pues están relacionadas con tradiciones locales, prácticas alimenticias y economías de subsistencia en algunas regiones rurales del país (Morales-Betancourt et al., 2015).

Chelonoidis carbonarius, conocida en distintas zonas del país como tortuga morrocoy de patas rojas, es una de las únicas dos especies de tortugas de la familia Testudinidae presentes en Colombia (Restrepo & Paez, 2012). Actualmente la especie se encuentra catalogada como vulnerable (VU) en el territorio nacional (Castaño Mora et al., 2015). La sobreexplotación para consumo, la comercialización de individuos en los mercados de mascotas y la degradación del hábitat constituyen algunas de las principales amenazas a las que se tiene que enfrentar la especie y que han causado un declive progresivo de las poblaciones en diferentes regiones de Colombia (Páez et al., 2012).

En el departamento del Magdalena, los procesos de transformación en el uso de los suelos han impactado significativamente la biodiversidad, incluyendo a especies como *Chelonoidis carbonarius*. Las microcuencas de esta región han presentado una deforestación acelerada, se estima que solo el 10% de la cobertura total corresponde a áreas de bosque (Corporación Autónoma Regional del Magdalena [Corpamag], 2021). La degradación de los bosques asociada principalmente a las actividades pecuarias ha resultado en la pérdida de la capacidad de retención de las aguas causando sequías en arroyos y quebradas en época de verano y provocando un arrastre de gran cantidad de sedimentos a fuentes hídricas como el río Magdalena y el sistema cenagoso de la región en temporada de lluvias (Corpamag, 2021). De esta manera, la alteración en el uso de los suelos favorece procesos de lixiviación en épocas lluviosas y aumenta la erosión, llevando a la transformación y degradación del hábitat.

Además del impacto directo sobre el hábitat, según Arroyave et al. (2014), el departamento del Magdalena es uno de los departamentos clave dentro de la red de tráfico de *Chelonoidis carbonarius* a nivel nacional, pues actúa como un dispensario para extraer individuos silvestres e introducirlos con fines comerciales al circuito económico para satisfacer la demanda interna, ya sea en mercados de mascotas o para el consumo de la carne, agravando su situación de vulnerabilidad. Por esta razón se plantean interrogantes sobre el estado de las poblaciones en una región con ecosistemas altamente transformados, en donde es frecuente la extracción de individuos para comercialización y el consumo de carne de tortuga como parte de la dieta.

Aunque en Colombia aún son pocos los estudios en donde se integren las percepciones sociales en estrategias de conservación de tortugas terrestres como *Chelonoidis carbonarius*, estudios realizados previamente han abordado la influencia de factores culturales y sociales en la relación entre las comunidades locales y especies de tortugas en diferentes zonas del país. Zapata-

Ciro et al. (2016) documentaron a través de encuestas semiestructuradas el conocimiento popular y las prácticas de tenencia ilegal, consumo y comercialización por parte de las comunidades locales sobre especies de tortugas continentales en la zona de influencia de la parte baja del río La miel, en el departamento de Caldas. De manera similar, Luna Borda (2010) analizó en el el municipio de Acandí, departamento de Chocó, las creencias y prácticas asociadas a tortugas marinas, destacando su relevancia cultural y el potencial de las comunidades como aliadas en la protección de estas especies. No obstante, aún existen vacíos de conocimiento que permitan comprender el impacto que tienen las dinámicas culturales, sociales y económicas, sobre la interacción de las comunidades locales con *Chelonoidis carbonarius* en Nueva Granada, Magdalena.

Sin propósitos comparativos con los resultados obtenidos en el primer capítulo, esta investigación busca contribuir a llenar dicho vacío, analizando las percepciones sociales, conocimientos y usos de *Chelonoidis carbonarius* por parte de las comunidades locales en Nueva Granada, Magdalena, y con esto, aportar información que sirva para generar estrategias de conservación para la especie en las cuales las poblaciones humanas sean tenidas en cuenta como agentes primarios, reconociendo su rol fundamental en la protección y sostenibilidad de la biodiversidad local.

Pregunta de investigación

¿Cuáles son las percepciones sociales sobre *Chelonoidis carbonarius* en Nueva Granada, Magdalena?

Objetivos

Objetivo general.

Analizar las percepciones sociales de las comunidades de Nueva Granada, Magdalena, sobre *Chelonoidis carbonarius* para comprender su relación con la especie y sus actitudes con respecto a su conservación.

Objetivos específicos.

Identificar los conocimientos, creencias y usos que las comunidades de Nueva Granada, Magdalena, tienen sobre *Chelonoidis carbonarius*, incluyendo aspectos como su captura, tenencia y consumo.

Determinar la actitud de la población hacia la conservación de *Chelonoidis carbonarius* y evaluar posibles estrategias para su protección en la región.

Metodología

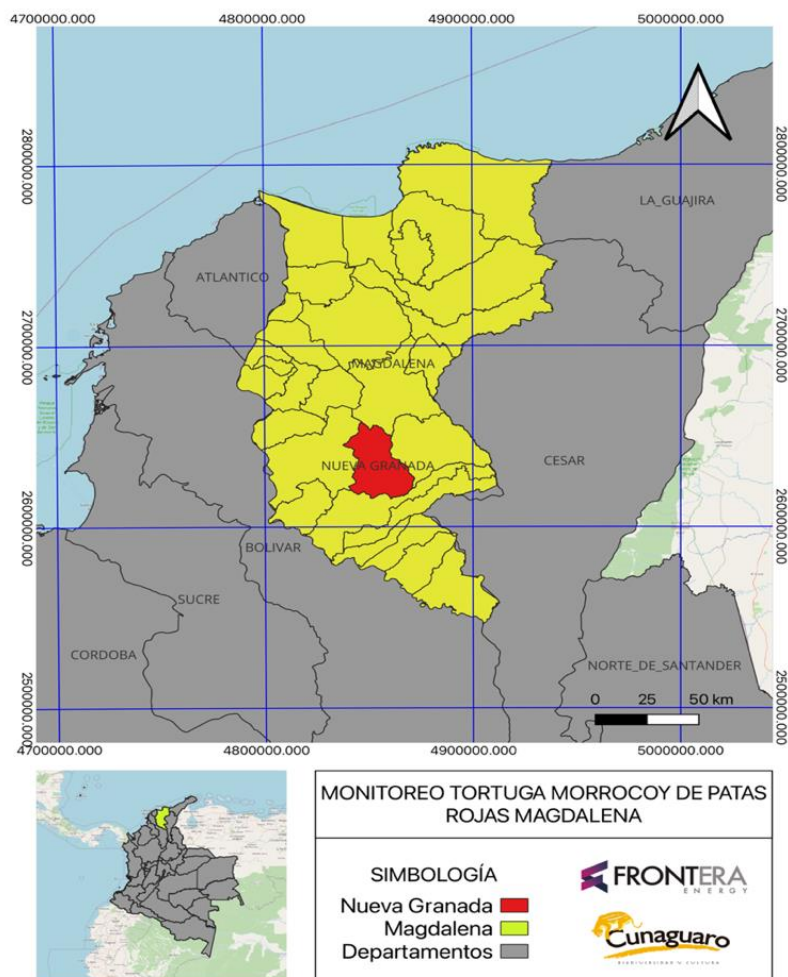
Sitio de estudio.

El estudio de percepciones sociales sobre *C. carbonarius* se realizó en el área de influencia del bloque de extracción petrolera denominado Guama de la empresa Frontera Energy Corp, que comprende los municipios Nueva Granada, Santa Ana, Ariguaní y Pijiño del Carmen, departamento de Magdalena y el municipio de Astrea, departamento del César, Colombia.

Nueva Granada se ubica a una altitud en su cabecera municipal de 20 m.s.n.m, con una temperatura media de 33 grados centígrados. El municipio se encuentra dentro del ecosistema fisiográfico de los Valles y Colinas del Ariguaní, este ecosistema se localiza en el sector centro y suroriental del departamento del Magdalena.

Ilustración 3

Ubicación geográfica del área de estudio en magdalena.



Fuente: Elaboración propia.

Recolección de datos.

Para recopilar la información se utilizó una encuesta semiestructurada presencial, compuesta por 31 preguntas distribuidas en siete secciones temáticas, la encuesta fue elaborada de manera digital utilizando la plataforma Google Forms. Las secciones de la encuesta incluían:

Sección 1: Autorización de tratamiento de datos personales e imagen

Sección 2: Caracterización sociodemográfica

Sección 3: Reconocimiento visual de especies a través de imágenes

Sección 4: Experiencias de avistamiento, uso, interacción y conocimiento de la especie

Sección 5: Conocimiento ecológico local

Sección 6: Percepción emocional y actitudinal hacia la especie

Sección 7: Presencia de creencias, mitos o agüeros asociados a la tortuga morrocoy

Se exploraron percepciones sociales sobre la especie, frecuencia de avistamientos, usos, conocimientos sobre su biología, actitudes hacia su conservación y valor simbólico en la comunidad.

Trabajo de campo.

Para conocer las percepciones sociales sobre *C. carbonarius* se realizó una salida de campo, del 9-12 de diciembre del 2024. Durante la salida se desarrollaron encuestas de forma asistida entre el encuestador y el encuestado. El equipo de trabajo estaba conformado por 2 tesistas y un guía local.

Tipo de encuesta.

La encuesta que se desarrollo fue semiestructurada de tipo retrospectivo, ya que muchas de las preguntas formuladas iban dirigidas a poder ahondar en experiencias con la especie que los encuestados vivieron en el pasado, también se buscaba conocer los conocimientos tradicionales y empíricos que los locales fueron adquiriendo con el paso de los años viviendo en el territorio.

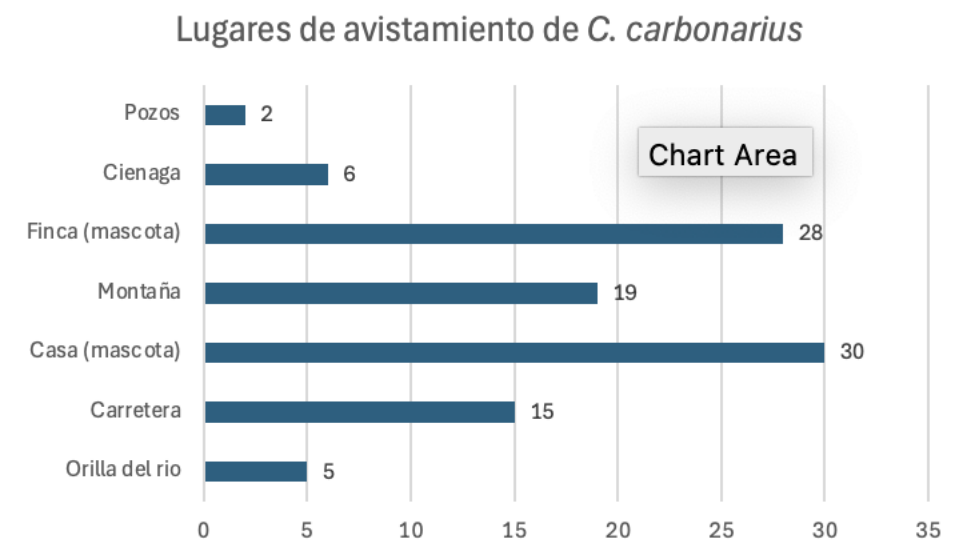
Resultados

Se realizaron un total de 47 encuestas, en las cuales se registró que el 68% de las personas encuestadas llevan viviendo más de 10 años en el área de influencia del bloque Guama. El 100% de los encuestados afirmaron reconocer visualmente a *C. carbonarius*. La mayoría la perciben con el nombre común de Morrocoyo (37,3%) o alguna de sus variantes como morrocoy o morroco, solo 2 de los encuestados (3,9%) la reconocen con el nombre de galápago. Los lugares de avistamiento más frecuentes reportados fueron casas (57,7%) o fincas (53,8%) donde se mantienen como mascotas, carreteras (28,8%) y zonas de montaña (36,5%) (gráfico 4). Respecto al comportamiento al momento de los avistamientos el 58,8% de los encuestados afirma haber dejado quietos a los individuos, mientras que el 21,6% la tomaron como mascota (gráfico 5). Sin embargo, el 88,2% de los encuestados considera que tales avistamientos son poco frecuentes en la actualidad.

Se identificó que las respuestas sobre la percepción emocional hacia la especie reflejan que el 73,2% de los participantes perciben a la especie como un animal “bonito” o “muy bonito”, idea que se vio reforzada al registrar que el 86,5% no la considera ni peligrosa ni estorbosa. Sobre las amenazas para la especie, la tala de árboles (71,2%) y el consumo directo (61,5%) fueron las percibidas con un mayor impacto negativo.

Gráfico 4

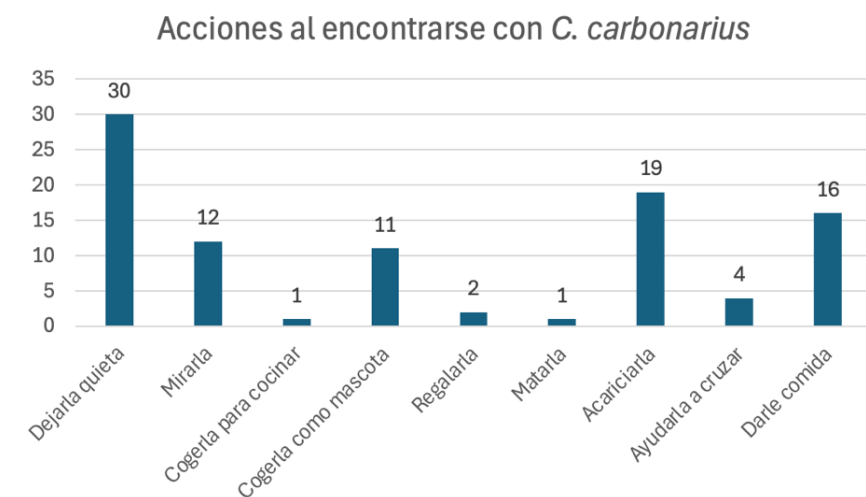
Lugares de avistamiento de tortuga morrocoy reportados por los encuestados en el área de estudio.



Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 5

Acciones reportadas por los encuestados tras el avistamiento de tortuga morrocoy en el área de estudio.



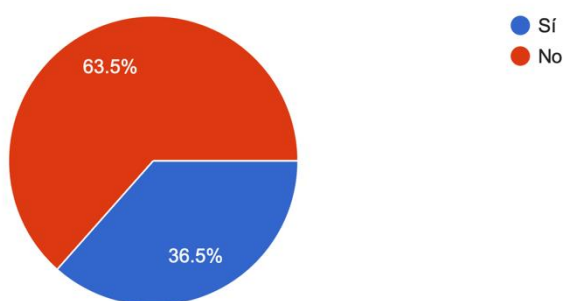
Fuente: Elaboración propia.

Un porcentaje significativo (36,5%) de las personas afirman conocer mitos o agüeros relacionados con el morrocoy, de estos, el más común es la creencia de que la tortuga morrocoy “atrae dinero” o “buena suerte” (gráfico 6). Además de los mitos principales que relacionan a las tortugas morrocoy con la suerte y el dinero, se registraron también otras asociaciones simbólicas reportadas por algunos encuestados, como la idea de que “protegen el hogar” o que su presencia “aleja las malas energías” o incluso que ayudan “para no envejecerse”.

Gráfico 6: *Conocimiento de mitos o agüeros asociados a la tortuga morrocoy entre los encuestados.*

¿Conoce algún mito o agüero en torno a los morrocoyo?

52 responses



Fuente: Elaboración propia.

Por último, el 63,5% de los encuestados no tiene la percepción de que las tortugas morrocoy están relacionadas con un entorno cultural ya que no la vincularon con ningún mito o agüero.

Discusión

Chelonoidis carbonarius es una especie bastante reconocida por los habitantes de la región, no solo por su presencia física sino también por su significado cultural. Esta connotación cultural de la especie está en línea con lo señalado por Morales-Betancourt et al. (2015) y Páez et al. (2012) quienes destacan que las tortugas continentales en Colombia suelen tener una importante carga simbólica en comunidades rurales. La identificación de *C. carbonarius* por sus nombres populares en la región mayormente como “Morrocoyo” o sus variantes similares como “Morrocoy” o “Morroco” refleja su integración en el lenguaje y la vida cotidiana de los pobladores.

No obstante, a pesar de este reconocimiento, la poca frecuencia de avistamientos de la mayoría de los encuestados a la tortuga morrocoy sugiere un declive en las poblaciones locales que podría estar asociado a la fragmentación del hábitat y prácticas como el consumo y la tenencia como mascota. El hecho de que los lugares más comunes de avistamiento reportados fueran las casas y las fincas, seguido de entornos naturales como la montaña sugiere un patrón de coexistencia cercana entre la especie y las personas. Esta situación podría deberse a procesos de domesticación no oficial de fauna silvestre, ya que los individuos de *C. carbonarius* no solo son tolerados por la comunidad, sino que en muchos casos son mantenidos voluntariamente como mascotas.

Aunque la mayoría de los encuestados percibe de manera positiva a la especie como un animal bonito, tierno e importante, se documentó que algunos participantes cuando avistaron individuos de tortuga morrocoy los cogieron para tenerlos de mascota, para regalarlos e incluso para cocinarlos y consumirlos. Estos hallazgos reflejan una coexistencia entre el valor afectivo que la comunidad tiene sobre la especie y los usos directos que le dan a esta. Esta dualidad ha sido observada en otros contextos socioculturales, Zapata-Ciro et al. (2016) reportaron que en la cuenca baja del río La Miel, las tortugas continentales hacen parte integral de la vida cotidiana de las

comunidades, tanto como recurso alimenticio y como símbolo cultural. De manera similar en el departamento de Choco, Luna Borda (2010) documento prácticas de usos tradicionales y creencias relacionadas con las tortugas marinas, incluyendo mitos relacionados con la protección espiritual y la buena suerte.

En el caso de Nueva Granada, las percepciones de la comunidad también reflejaron una asociación mitológica bastante arraigada, como la idea de que los individuos de *C. carbonarius* "atraen dinero" o "buena suerte", lo que puede estar fomentando la extracción de los individuos en estado silvestre para tenencia doméstica como respuesta a creencias populares. Este tipo de simbolismo refuerza la idea de que la especie adquiere una connotación cultural y no solo ecológica para las comunidades locales, lo que puede ser aprovechado en estrategias de conservación con un enfoque biológico y cultural.

Las amenazas consideradas como más dañinas para la especie en la región fueron la tala de árboles, la contaminación de fuentes hídricas y el consumo directo del morrocoy, estas prácticas fueron percibidas por los encuestados como factores de alto impacto sobre la especie. Esta información sobre las amenazas podría ser producto de un conocimiento empírico valioso de los pobladores que puede ser utilizado en programas de conservación participativa. Coincidiendo con lo planteado por Zapata-Ciro et al. (2016) el conocimiento local puede actuar como una fuente legítima de información para la toma de decisiones ambientales, cobrando mayor relevancia en regiones marginales donde el monitoreo técnico es limitado.

Finalmente, los resultados sugieren que las comunidades locales presentes en el área de influencia del bloque Guama tienen un alto potencial para transformarse en participes claves en los planes de conservación de la biodiversidad, por lo que se recomienda que futuras investigaciones aborden las percepciones sociales de las comunidades locales y su interacción con

la especie como un pilar fundamental en los esfuerzos de construir estrategias integrales de conservación que permitan la protección de *C. carbonarius* en Colombia.

Referencias

- Alcaldía de San Luis de Palenque. (2021, November 9). *Geografía*. Alcaldía de San Luis de Palenque. <https://www.sanluisdepalenque-casanare.gov.co/publicaciones/146/geografia/>
- Arroyave, F. J., Romero Goyeneche, O. Y., Bonilla Gómez, M. A., & Hurtado Heredia, R. G. (2014). Illegal Trade of Tortoises (Testudinata) in Colombia: A Network Analysis Approach. *Acta Biológica Colombiana*, 19(3), 381. <https://doi.org/10.15446/abc.v19n3.41590>
- Barrera Portilla, M. F., Álvarez Otero, G., & Rojano Bolaño, C. (2025). Reporte de malformaciones y quemaduras de caparazón en morrocoys (*Chelonoidis carbonarius*) de vida libre en la Orinoquía colombiana. *Revista de Medicina Veterinaria*, 50, e5207. <https://doi.org/10.19052/mv.vol1.iss50.5207>
- Blanvillain, G., Schwenter, J. A., Day, R. D., Point, D., Christopher, S. J., Roumillat, W. A., & Owens, D. W. (2007). Diamondback terrapins, *Malaclemys terrapin*, as a sentinel species for monitoring mercury pollution of estuarine systems in South Carolina and Georgia, USA. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 26(7), 1441–1450. <https://doi.org/10.1897/06-532R.1>
- Burger, J., Jeitner, C., Schneider, L., Vogt, R., & Gochfeld, M. (2010). Arsenic, cadmium, chromium, lead, mercury, and selenium levels in blood of four species of turtles from the Amazon in Brazil. *Journal of Toxicology and Environmental Health. Part A*, 73(1), 33–40. <https://doi.org/10.1080/15287390903248877>
- Cabrera Jaramillo, A., & Arango Ruiz, Á. (2022). *Minería, mercurio y salud. Aportes de la comunidad académica*. (1st ed.). Editorial Lasallista.

Camacho, M., Orós, J., Boada, L. D., Zaccaroni, A., Silvi, M., Formigaro, C., López, P., Zumbado, M., & Luzardo, O. P. (2013). Potential adverse effects of inorganic pollutants on clinical parameters of loggerhead sea turtles (*Caretta caretta*): Results from a nesting colony from Cape Verde, West Africa. *Marine Environmental Research*, 92, 15–22.
<https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2013.08.002>

Cárdenas-Arévalo, G., Medina-Rangel, G. F., & Castaño-Mora, O. V. (2019). Evaluación de poblaciones de *Chelonoidis carbonarius* y caracterización de su hábitat en el departamento del Cesar, Colombia. En Ardila Robayo, M. C. & Martínez Barreto, W. (Eds.), *Homenaje a Federico Medem, aportes a la herpetología colombiana* (pp. 121–132). Universidad Nacional de Colombia.

Castaño Mora, O. V., Cardenas Arevalo, G., Medina Rangel, G. F., Carvajal Cogollo, J. E., Forero Medina, G. A., Gallego Garcia, N., Ulloa Delgado, G., Rojas Murcia, L. E., & Gaitan Guerron, J. (2015). *Chelonoidis carbonarius* Spix 1824. En Morales-Betancourt, M. A., Lasso, C. A., Páez, V. P. & Bock, B. C. (Eds.), *Libro Rojo de Reptiles de Colombia* (pp. 172–175). Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH), Universidad de Antioquia.

Corporación Autónoma Regional del Magdalena (Corpamag). (2021, November 19). *Ecosistema Fisiográfico de los Valles y Colinas del Ariguaní*.
<https://www.corpamag.gov.co/older/informacion-ambiental/ecosistemas-fisiograficos/valles-y-colinas-del-ariguani>

- Day, R. D., Christopher, S. J., Becker, P. R., & Whitaker, D. W. (2005). Monitoring Mercury in the Loggerhead Sea Turtle, *Caretta caretta*. *Environmental Science & Technology*, 39(2), 437–446. <https://doi.org/10.1021/es049628q>
- Daza, J. M., & Páez, V. P. (2007). Morphometric variation and its effect on reproductive potential in female colombian slider turtles (*Trachemys Callirostris Callirostris*). *Herpetologica*, 63(2), 125–134.
- Echeverry Alcendra, A. M. (2019). *Chelonoidis Carbonarius* (Spix, 1824). En *Catálogo de anfibios y reptiles de Colombia* 5(1). 13–29.
- Fonseca, M. S., Bahiense, T. C., Silva, A. A. B., Onofrio, V. C., Barral, T. D., Souza, B. M. P., Lira-da-Silva, R. M., Biondi, I., Meyer, R., & Portela, R. W. (2020). Ticks and Associated Pathogens From Rescued Wild Animals in Rainforest Fragments of Northeastern Brazil. *Frontiers in Veterinary Science*, 7. <https://doi.org/10.3389/fvets.2020.00177>
- Gallego-García, N., Cárdenas-Arévalo, G., & Castaño-Mora, O. V. (2012). *Chelonoidis carbonaria* (Spix 1824). En Páez, V.P., Morales Betancourt, M.A., Lasso, C.A., Castaño Mora, O.V. & Bock, B. C. (Eds.), *Biología y conservación de las tortugas continentales de Colombia* (pp. 407–411). Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH).
- Green, A. (2007). *Mercury in turtles from the asian food trade*. University of Georgia.
- Green, A. D., Buhlmann, K. A., Hagen, C., Romanek, C., & Gibbons, J. W. (2010). Mercury contamination in turtles and implications for human health. *Journal of Environmental Health*, 72(10), 14–22.

- Hong, Y.-S., Kim, Y.-M., & Lee, K.-E. (2012). Methylmercury Exposure and Health Effects. *Journal of Preventive Medicine & Public Health*, 45(6), 353–363.
<https://doi.org/10.3961/jpmp.2012.45.6.353>
- López, L., Restrepo, L., & Monsalve, S. (2022). Mercurio total en sangre de tortuga hicotéa del Caribe (*Trachemys callirostris*) en el departamento de Córdoba. En Cabrera Jaramillo, A. & Arango Ruiz, A. (Eds.), *Minería, mercurio y salud. Aportes de la comunidad académica*. (pp. 97–108). Editorial Lasallista.
- Luna Borda, J. P. (2010). *Identificación de las percepciones y prácticas sobre las tortugas marinas (Dermochelys coriacea, Eretmochelys imbricata, Chelonia mydas y Caretta caretta) que tienen los actores locales de acandí, chocó, 2009*. Pontificia universidad javeriana.
- Lv, W., Zhan, T., Abdelhafiz, M. A., Feng, X., & Meng, B. (2021). Selenium-amended biochar mitigates inorganic mercury and methylmercury accumulation in rice (*Oryza sativa* L.). *Environmental Pollution (Barking, Essex : 1987)*, 291, 118259.
<https://doi.org/10.1016/j.envpol.2021.118259>
- Morales-Betancourt, M. A. ., Páez, V. P. ., & Lasso, C. A. . (2015). *Conservación de las tortugas continentales de Colombia : evaluación 2012-2013 y propuesta 2015-2020*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Mosquera Martínez, Y. (2017). *Concentración de mercurio total (hg-t) de Trachemys c. callirostris en las cuencas de los ríos Sinú y San Jorge, en el departamento de Córdoba, Colombia*. Universidad Nacional de Colombia.

- Muñoz, D. A. (2016). *Diagnóstico de la degradación de los suelos en cultivos de arroz riego intermitente y seco bajo el sistema de labranza tradicional aplicado, en los llanos del Casanare*. Universidad Nacional de Colombia.
- Páez, V. P., Morales-Betancourt, M. A., Lasso, C., & Bock, B. (2012). *Biología y Conservación de las Tortugas Continentales de Colombia*.
<https://www.researchgate.net/publication/264977418>
- Ramírez, A., Olmos, Y., Alfonso, Y., Arias, L., & Cárdenas, P. (2022, Julio). *Priorización de alternativas productivas agropecuarias y diagnóstico de mercados para el departamento de Casanare*. UPRA y Secretaria de Desarrollo Económico, Agricultura, Ganadería y Medio Ambiente Del Casanare. https://upra.gov.co/Kit_Territorial/2-%20Información%20por%20Departamentos/CASANARE/Priorización%20de%20alternativas%20productivas%20agropecuarias%20y%20diagnóstico%20de%20mercados%20para%20el%20departamento%20de%20Casanare.pdf
- Restrepo, A., & Paez, V. P. (2012). Familia Testudinidae. En Páez, V. P., Morales Betancourt, M. A., Lasso, C. A., Castaño Mora, O. V. & Bock, B. C. (Eds.), *Biología y conservación de las tortugas continentales de Colombia*. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH).
- Rodriguez, C. A. B., Bezerra, M. F., Rezende, C. E. DE, Bastos, W. R., & Lacerda, L. D. DE. (2019). Mercury and methylmercury in carapace of the marine turtle *Caretta caretta*, in northeastern Brazil and its potential for environmental monitoring. *Anais Da Academia Brasileira de Ciências*, 91(2). <https://doi.org/10.1590/0001-3765201920180672>

Rueda-Almonacid, J. Vicente. (2007). *Las tortugas y los cocodrilianos de los países andinos de trópico*. Conservación Internacional.

Soledad, M., & Betancur, B. (2019). *Minería del oro, territorio y conflicto en Colombia Retos y recomendaciones para la protección de los derechos humanos y del medio ambiente*.
www.germanwatch.org

Stubner, S., Wind, T., & Conrad, R. (1998). Sulfur Oxidation in Rice Field Soil: Activity, Enumeration, Isolation and Characterization of Thiosulfate-oxidizing Bacteria. *Systematic and Applied Microbiology*, 21(4), 569–578. [https://doi.org/10.1016/S0723-2020\(98\)80069-6](https://doi.org/10.1016/S0723-2020(98)80069-6)

U.S. Environmental Protection Agency (EPA). (2000). *Guidance for Assessing Chemical Contaminant Data for Use in Fish Advisories. 2*.

Zapata-Ciro, J., Guevara, G., & Castaño-Villa, G. J. (2016). Conocimiento popular y perspectivas de conservación sobre las tortugas continentales en la parte baja del río La Miel (Colombia). *Luna Azul*, 43, 15–28. <https://doi.org/10.17151/luaz.2016.43.2>

Zhang, H., Feng, X., Larssen, T., Qiu, G., & Vogt, R. D. (2010). In Inland China, Rice, Rather than Fish, Is the Major Pathway for Methylmercury Exposure. *Environmental Health Perspectives*, 118(9), 1183–1188. <https://doi.org/10.1289/ehp.1001915>

Zhang, Y., Song, Z., Huang, S., Zhang, P., Peng, Y., Wu, P., Gu, J., Dutkiewicz, S., Zhang, H., Wu, S., Wang, F., Chen, L., Wang, S., & Li, P. (2021). Global health effects of future atmospheric mercury emissions. *Nature Communications*, 12(1), 3035.
<https://doi.org/10.1038/s41467-021-23391-7>