

**RANGO DE HOGAR, USO DE TIPOS DE HÁBITAT Y EFECTO DE LA
ACTIVIDAD ANTRÓPICA SOBRE LAS POBLACIONES DE TORTUGA
PÍMPANO (*Chelydra acutirostris*) EN DOS MICROCUENCAS DEL
DEPARTAMENTO DEL QUINDÍO-COLOMBIA**

KATHERINE YOUNG VALENCIA

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES, EXACTAS Y DE LA EDUCACIÓN
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA
POPAYÁN
2021**

**RANGO DE HOGAR, USO DE TIPOS DE HÁBITAT Y EFECTO DE LA
ACTIVIDAD ANTRÓPICA SOBRE LAS POBLACIONES DE TORTUGA
PÍMPANO (*Chelydra acutirostris*) EN DOS MICROCUENCAS DEL
DEPARTAMENTO DEL QUINDÍO - COLOMBIA**

Katherine Young Valencia

**Trabajo de investigación para optar al título de Magister en Recursos
Hidrobiológicos Continentales**

Alan Giraldo (Ph.D.)

Director del Trabajo de Investigación

Mónica Patricia Valencia (Ph.D.)

Codirector del Trabajo de Investigación

John L. Carr (Ph.D.)

Asesor del Trabajo de Investigación

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES, EXACTAS Y DE LA EDUCACIÓN
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA
POPAYÁN
2021**

Nota de aceptación

Director _____

Alan Giraldo López (PH.D)

Codirector _____

Mónica P. Valencia (PH.D)

Evaluador _____

John L. Carr (PH.D)

Jurado _____

Jimmy Guerrero (PH.D)

Jurado _____

Andrés Ortega Guío

Popayán, 20 de enero del 2022

TABLA DE CONTENIDO

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
2. JUSTIFICACIÓN.....	4
3. OBJETIVOS.....	7
3.1. Objetivo General.....	7
3.2. Objetivos Específicos.....	7
4. MARCO TEÓRICO.....	8
4.1. Familia Chelydridae (Tortugas Mordedoras).....	8
4.1.1. <i>Chelydra acutirostris</i>	8
4.1.2. Taxonomía y filogenia.....	8
4.1.3. Morfología de <i>Chelydra acutirostris</i>	9
4.2. Rango de Hogar y Uso de Tipos de Hábitat.....	11
4.2.1. Distribución (selección de hábitat de primer orden).....	12
4.2.2. Hábitat acuático (selección de hábitat de segundo orden).....	14
4.2.3. Historia natural (selección de hábitat de tercer y cuarto orden).....	15
4.2.4. Estatus ecológico, amenazas y/o presiones antrópicas.....	16
5. ANTECEDENTES.....	18
6. MATERIALES Y MÉTODOS.....	23
6.1. Área de Estudio.....	23
6.2. Rango de Hogar.....	25
6.3. Uso de Tipos de Hábitat.....	27
6.4. Método de Muestreo y Atributos Ecológicos.....	28
6.5. Efectos Físicos y Químicos del Agua sobre los Atributos Ecológicos.....	29
6.6. Efectos Antrópicos sobre los Atributos Ecológicos.....	30
6.7. Análisis Estadístico de los Datos.....	31
7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	35
7.1. RESULTADOS OBJETIVO 1.....	35
7.1.1. Rango de hogar.....	35
7.1.1.1. Área de actividad potencial al 95% (PMC).....	35

7.1.1.2.	Área de intersección o traslape	37
7.1.2.	Uso de tipos de hábitat.....	39
7.1.2.1.	Área central de actividad a partir del Kernel Adaptativo (95%) para cada tortuga en las quebradas Cajones y Cristales	39
7.2.	DISCUSIÓN OBJETIVO 1	45
7.2.1.	Rango de hogar.....	45
7.3.	RESULTADOS OBJETIVO 2.....	50
7.3.1.	Efecto de las condiciones físicas y químicas del agua sobre los atributos ecológicos de <i>Chelydra acutirostris</i>	51
7.4.	DISCUSIÓN OBJETIVO 2	65
7.4.1.	Efecto de las condiciones físicas y químicas del agua sobre los atributos ecológicos de (<i>Chelydra acutirostris</i>).....	65
7.5.	RESLTADOS OBJETIVO 3	74
7.5.1.	Efecto de actividades antrópicas sobre los atributos ecológicos de las poblaciones de (<i>Chelydra acutirostris</i>)	74
7.5.1.1.	Relaciones y percepciones de los actores.....	74
7.5.1.2.	Lista de tensores antrópicos	84
7.5.1.3.	Historia ambiental del territorio	88
7.6.	DISCUSIÓN OBJETIVO 3	96
7.6.1.	Efecto de actividades antrópicas sobre los atributos ecológicos de las poblaciones de (<i>Chelydra acutirostris</i>)	96
Relaciones y percepciones de los actores		96
Tensores antrópicos.....		100
Historia ambiental del territorio.....		101
8.	CONCLUSIONES	106
9.	BIBLIOGRAFÍA	110

TABLA DE FIGURAS

Figura 1. Caparazón y Plastrón <i>Chelydra acutirostris</i> (Múnera y Regalado 2009)	10
Figura 2. Cabeza y extremidades de <i>Chelydra acutirostris</i> (Young 2017, Múnera y Regalado 2009)	10
Figura 3. Dimorfismo sexual de hembra y macho	11
Figura 4. Mapa de distribución de <i>Chelydra acutirostris</i> (Regalado <i>et al.</i> 2012, TTWG 2017)	Error! Bookmark not defined.
Figura 5. Área de estudio, quebrada Cajones y quebrada Cristales Fuente: (Botero-Botero 2019)	25
Figura 6. Antena y transmisor en <i>Chelydra acutirostris</i> (Young 2019)	26
Figura 7. Método de marcaje en los escudos marginales del caparazón	29
Figura 8. Área de traslape entre las tortugas de la quebrada Cajones	38
Figura 9. Área de traslape entre las tortugas de la quebrada Cristales	38
Figura 10. Kernel a un radio de 10 m de afinidad para la quebrada Cajones	40
Figura 11. Kernel a un radio de 10 m de afinidad para la quebrada Cristales	40
Figura 12. Análisis de correspondencia (sustrato y tipo de componentes de hábitat) para la quebrada Cajones	44
Figura 13. Análisis de correspondencia (sustrato y tipo de componentes de hábitat) para la quebrada Cristales	45
Figura 14. Análisis de correlación canónica en individuos radiomonitoreados y capturados en las quebradas Cajones (A) y Cristales (B)	53
Figura 15. Análisis de correlación canónica. Cajones (A) y Cristales (B)	55
Figura 16. Modelo potencial entre LRC y Peso entre machos, hembras, juveniles y neonatos de la quebrada Cajones	63
Figura 17. Modelo potencial entre LRC y Peso en machos, hembras y juveniles de la quebrada Cristales	63
Figura 18. A. Quebrada Cristales; B. Quebrada Cajones	75
Figura 19. Nube de palabras claves para las quebradas Cajones y Cristales	76

Figura 20. Respuestas sobre el consumo de la tortuga en las quebradas Cristales (A) y Cajones (B)	77
Figura 21. Métodos empleados en el Quindío para la captura de <i>C. acutirostris</i> en la quebradas Cristales (A) y Cajones (B)	78
Figura 22. Lugares donde suelen encontrar a <i>C. acutirostris</i> en la quebradas Cristales (A) y Cajones (B).....	79
Figura 23. Usos que le dan a <i>C. acutirostris</i> en la quebradas Cristales (A) y Cajones (B)	80
Figura 24. Lugares donde se encuentran los huevos de <i>C. acutirostris</i> en la quebradas Cristales (A) y Cajones (B).....	80
Figura 25. Uso que le dan a los huevos de <i>C. acutirostris</i> en la quebradas Cristales (A) y Cajones (B).....	81
Figura 26. El tamaño y sexo de <i>C. acutirostris</i> que se encuentra con mayor frecuencia para la quebradas Cristales (A) y Cajones (B)	82
Figura 27. Impactos sobre <i>C. acutirostris</i> para la zona de estudio en las quebradas Cristales (A) y Cajones (B).....	83
Figura 28. Variación en el número de <i>C. acutirostris</i> en los últimos años para las quebradas Cristales (A) y Cajones (B).....	84
Figura 29. Infografía de los tensores ambientales sobre <i>C. acutirostris</i> en la quebrada Cajones.....	86
Figura 30. Infografía de los tensores ambientales sobre <i>C. acutirostris</i> en la quebrada Cristales	87
Figura 31. Línea de tiempo, quebrada Cajones	89
Figura 32. Línea de tiempo, quebrada Cristales	90
Figura 33. Mapa del pasado (A) y mapa del presente (B) de la quebrada Cajones	92
Figura 34. Proceso de elaboración de la cartografía social para la quebrada Cajones.....	93
Figura 35. Mapa del pasado (A) y mapa del presente (B) de la quebrada Cristales	95

Figura 36. Proceso de elaboración de la cartografía social para la quebrada Cristales.....	95
---	----

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Dato de registro de las tortugas con transmisor. NT: número de transmisor; n: número de localizaciones del individuo; ID: identificación del individuo.....	36
Tabla 2. Área de actividad potencial (95% MCP) de cada tortuga referenciada....	37
Tabla 3. Tipo de sustrato empleado por las tortugas y su frecuencia de uso en las quebradas Cajones y Cristales	41
Tabla 4. Tipo de componente de hábitat empleado por las tortugas y su frecuencia de uso en las quebradas Cajones y Cristales	41
Tabla 5. Variables significativas en el análisis de regresión múltiple de las quebradas Cajones y Cristales	42
Tabla 6. Análisis de correspondencia: sustratos y componentes de hábitat más frecuentados para las quebradas Cajones y Cristales.....	43
Tabla 7. Esfuerzo de muestreo.....	51
Tabla 8. Análisis de correlación canónica (quebrada vs físicoquímicos)	52
Tabla 9. Análisis de correlación canónica (densidad relativa por trayecto vs variables físicoquímicas)	54
Tabla 10. Densidad relativa (capturas y avistamientos / área muestreada)	56
Tabla 11. Densidades promedio por trayecto	57
Tabla 12. Densidad relativa promedio por quebrada.....	57
Tabla 13. Determinación de diferencias significativas entre la densidad relativa promedio por quebrada mediante el análisis de Chi-cuadrado (X^2)	58
Tabla 14. Valores promedio de las variables morfométricas (cm) de los individuos capturados en las quebradas Cajones y Cristales	58

Tabla 15. Estructura y distribución porcentual de la población, según la talla de longitud recto caparazón (LRC) en categorías (M, H, J, N) de las quebradas	61
Tabla 16. Proporción sexual entre sexo y talla	62
Tabla 17. Determinación de diferencias significativas entre el número de individuos de cada grupo de categoría por quebrada y entre quebradas mediante análisis de Chi-cuadrado (χ^2)	65

RESUMEN

La tortuga *Chelydra acutirostris*, es considerada como no evaluada por UICN, y no incluida en los apéndices CITES, situación que vulnera su protección, dificulta los procesos de conservación y favorece que sus poblaciones sean reducidas debido a la fuerte presión antrópica, tal como se ha reportado para los departamentos del Quindío y Valle del Cauca. Sin embargo, hay temas relacionados con su ecología, comportamiento, rango de hogar, uso de tipos de hábitat y degradación del hábitat acuático que han sido poco evaluados y son necesarios para fortalecer las acciones y estrategias que conlleven a una evaluación acertada de su estatus de conservación a nivel nacional y local. Con el desarrollo de la presente investigación se generó información sobre el rango de hogar y uso de tipos de hábitat de *C. acutirostris* a través del seguimiento por telemetría de 12 individuos adultos; y se evaluó la variabilidad de algunos atributos ecológicos de las poblaciones con relación a las características físicas y químicas del agua y los efectos antrópicos sobre las quebradas Cajones y Cristales, departamento del Quindío. El mayor rango de hogar fue descrito para los individuos en la quebrada Cristales, estableciendo una relación directa entre el tamaño y peso del individuo con respecto a su área de actividad. Los tipos de sustratos empleados con mayor frecuencia fueron específicos para cada localidad de estudio. En Cajones fueron lodo, hojarasca y arvenses y los componentes de hábitat fueron cueva, bajo lodo, empalizada y vegetación de borde. Mientras que en la quebrada Cristales los sustratos con mayor uso fueron lodo, pasto y macrófitas; y los componentes de hábitat fueron vegetación de borde, bajo lodo, zona inundable o madreveja, empalizada y bajo arbusto). No se encontró diferencias significativas para la densidad relativa entre ambas quebradas, concentrándose en las dos localidades los mayores registros de densidad en las zonas media y baja. Se estableció una correlación significativa entre temperatura del suelo, agua y ambiental, ancho del

canal, cobertura vegetal, pH, conductividad y sólidos disueltos totales con la presencia de la especie. Finalmente, se determinó que los principales efectos antrópicos sobre la especie en la zona de estudio fueron la contaminación del agua, deforestación por aumento del área agrícola, ganadera e industrial, pérdida de playas para anidación, destrucción de humedales y cacería. Esta investigación permitió generar información ecológica y biológica relevante sobre *C. acutirostris*, la cual podrá ser incorporada por las autoridades ambientales para el fortalecimiento de los planes de manejo y por ende delimitar los planes de acción a partir de una línea base definida que conlleve a la conservación de la especie.

Palabras Claves: Atributos ecológicos, *Chelydra acutirostris*, efectos antrópicos, quebradas Cajones y Cristales, rango de hogar, uso de tipos de hábitat.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Colombia, es considerado el séptimo país más rico en diversidad de especies y subespecies de tortugas a nivel mundial, y el tercero en Suramérica después de Brasil y Ecuador (Forero-Medina *et al.* 2016, Turtle Taxonomy Working Group 2017). Sin embargo, la mayoría de las poblaciones de tortugas en el país se encuentran amenazadas por factores como el calentamiento global, la destrucción de su hábitat, el tráfico y la comercialización para consumo (Páez *et al.* 2012, Silveira *et al.* 2018). Para la tortuga Pímpano (*Chelydra acutirostris*), la vulnerabilidad es quizás más alta, ya que aunque la mayoría de sus poblaciones son fuertemente afectadas por la presión antrópica como resultado de la transformación de su hábitat (ríos, quebradas, lagunas, madre viejas) por el incremento de la agricultura, la ganadería, la infraestructura, el crecimiento en la densidad de personas, la contaminación, el tráfico ilegal y las condiciones

económicas de campesinos que la convierten en una fuente alternativa de proteína (Castaño-Mora 2002, Cuesta-Ríos *et al.* 2007, Corredor *et al.* 2007, De la Ossa *et al.* 2011, Bonilla *et al.* 2012, Young *et al.* 2014, Morales-Betancourt *et al.* 2015). Es considerada por la UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza) como especie no evaluada (NE) (versión 2011.2). Pero, el Grupo de Especialistas en Tortugas Terrestres y Acuáticas (TFTSG) la categorizan a nivel global como casi amenazada (NT) (Rhodin *et al.* 2018). Además, no se encuentra incluida en los apéndices CITES (Convención sobre el comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre), (Castaño-Mora 2002, Rueda-Almonacid *et al.* 2007, ACH 2011) y generalmente se asume que tiene funciones ecológicas y estrategias de historia de vida similares a las reportadas para la especie hermana de Norte América, *Chelydra serpentina*.

La presencia de *Chelydra acutirostris* se registra desde las cercanías de Catacamas y Olancho, en el centro-este de Honduras, a través de Nicaragua, Costa Rica y centro-sur de Panamá, incluyendo las cuencas hidrográficas del Caribe de América Central hasta las cuencas pacíficas de Colombia y Ecuador (Carr y Almendáriz 1990, Ernst 2008, TTWG 2017, McCranie 2018). Generalmente se encuentra asociada a tierras bajas, siendo en todos los casos dependiente de ecosistemas acuáticos, por lo que su área real de ocupación es menor al área de extensión de presencia reportada (Buhlmann *et al.* 2009, Forero *et al.* 2014, Morales-Betancourt *et al.* 2015).

En Colombia, la información científica disponible sobre esta especie se ha incrementado paulatinamente, en temas sobre su taxonomía, distribución geográfica, ecología, estructura poblacional, densidad poblacional y caracterización de hábitat, siendo el departamento del Quindío donde mayor número de estudios se han reportado para la especie (Medem 1977, Mosquera y Murillo 2003, Múnera y Regalado 2009, Regalado *et al.* 2012, Young *et al.* 2014,

Young *et al.* 2017, Arango *et al.* 2017). Sin embargo, hay temas relacionados con su ecología, comportamiento, reproducción, rango de hogar, uso de tipos de hábitat, relación humano-tortuga y principales amenazas en cuanto a la pérdida y contaminación de los cuerpos de agua que aún no han sido evaluados y que se requieren para una adecuada valoración del estado de conservación de esta tortuga (Castaño-Mora 2002, Forero-Medina *et al.* 2016).

Con el desarrollo de la presente investigación, se estableció información científica relevante que permitió determinar cuál es el rango de hogar, uso de tipos de hábitat, el efecto de las condiciones físicas y químicas del agua sobre los atributos ecológicos (proporción sexual, estructura o distribución machos-hembras, juveniles-adultos, tamaño de la población y su densidad) y la descripción de cómo los efectos antrópicos pueden influir sobre la variación en estos atributos en la población de *C. acutirostris* para las quebradas Cajones y Cristales en el departamento del Quindío. Información que permite incrementar el conocimiento científico de la especie, generando el insumo técnico necesario para que la autoridad ambiental diseñe el plan de acción que permita mantener poblaciones de *C. acutirostris* ecológicamente funcionales a través del tiempo.

2. JUSTIFICACIÓN

Las tortugas continentales son uno de los taxones de vertebrados más amenazados del mundo (Mittermeier *et al.* 2015, Stanford *et al.* 2015), por lo que a nivel nacional se han propuesto estrategias de conservación a partir del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, como el Programa Nacional de Conservación de Tortugas Marinas y Continentales en Colombia, y son incluidas en las iniciativas de protección como la Política Nacional para la Gestión Integral

de la Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos, Decreto Ley 2811/1974, Ley 99/1993, Ley 17/1981 (CITES), Ley 84/1989, Planes de Manejo y Acción Regional, Asociaciones (ACH), Corporaciones y ONG (Páez *et al.* 2012, Corredor *et al.* 2006). Sin embargo, debido a que *Chelydra acutirostris* no se encuentra dentro de alguna categoría de amenaza establecida por la UICN, no se priorizan estrategias y programas hacia su conservación. De acuerdo con Forero-Medina *et al.* (2016) es indispensable generar una mayor cantidad de información científica sobre la especie en el país, para poder fortalecer la valoración de su estatus actual de conservación tanto a nivel nacional como local (Castaño-Mora 2002).

La tortuga Pímpano desempeña un rol importante en la red trófica, siendo a la vez presa de otras especies y depredador que regula las poblaciones y disminuye la competencia dentro del ecosistema acuático (Lovich *et al.* 2018, Traveset 1998). Es un organismo carroñero con habilidad para detectar animales en descomposición dentro del agua, disminuyendo la posibilidad de dispersar agentes patógenos y logrando mantener estos ecosistemas en mejores condiciones; además las poblaciones humanas la han convertido en una fuente alternativa de proteína (Rueda-Almonacid *et al.* 2007, Young-Valencia *et al.* 2017, Corredor *et al.* 2007, Carr *et al.* 2014).

Teniendo en cuenta la importancia de la especie dentro del ecosistema acuático y la vulnerabilidad en la que se encuentra, los resultados de esta investigación han sido claves para comprender su ecología, a partir de la evaluación de su hábitat y la respuesta a factores de presión antrópica. En este contexto, establecer el rango de hogar permitió conocer el área que emplea *C. acutirostris* durante sus actividades normales (alimentación, apareamiento, anidación, descanso, protección o refugio) (White y Garrott 1990). Evaluando el uso de tipos de hábitat, se conocieron los recursos que son utilizados por *C. acutirostris* y la proporción de tiempo que pasa dentro de varios componentes del ambiente (White y Garrott

1990, Beyer *et al.* 2010, Litvaitis *et al.*1994), factores críticos para comprender su comportamiento y su relacionamiento con el hábitat (Litzgus y Mousseau 2004). Además, evaluar los atributos ecológicos asociados a *C. acutirostris*, dilucidó información sobre la composición de la población, como la distribución machos-hembras y relación juveniles-adultos. También, se obtuvo una referencia sobre el tamaño de la población y su densidad. Información ecológica que se convierte en el punto de partida para inferir tendencias futuras al incluir información sobre las condiciones ambientales locales y su variación temporal (Morlans 2004). Por otra parte, establecer esta información para localidades diferentes (quebrada Cajones v/s quebrada Cristales) permitió evaluar cómo responden estos atributos ecológicos a las condiciones físicas y químicas particulares del hábitat acuático (Morrison *et al.* 1998, Garshelis 2000, Ureña-Aranda 2007).

Finalmente, describir cómo el efecto de actividades antrópicas podían influir sobre la población de *C. acutirostris* en cada zona de estudio, entendida esta presión como el incremento de la agricultura, la ganadería, la infraestructura, la contaminación del agua, el crecimiento poblacional, el tráfico de fauna y cacería (Castaño-Mora 2002, Young-Valencia *et al.* 2014), permitió identificar las principales amenazas sobre la especie, la concepción humano-tortuga, y direccionó estrategias para mitigar estos impactos y prevenir el declive paulatino de sus poblaciones.

3.OBJETIVOS

3.1. Objetivo General

Determinar el rango de hogar, uso de tipos de hábitat y atributos ecológicos poblacionales de la tortuga Pímpano (*Chelydra acutirostris*) en las quebradas Cajones y Cristales en el departamento del Quindío, Colombia.

3.2. Objetivos Específicos

- Establecer el rango de hogar y uso de tipos de hábitat para los machos y hembras adultos de *C. acutirostris* en las quebradas Cajones y Cristales.
- Evaluar el efecto de las condiciones físicas y químicas del agua sobre los atributos ecológicos (proporción sexual, estructura o distribución machos-hembras, juveniles-adultos, tamaño de la población y su densidad) de las poblaciones de *C. acutirostris* en las quebradas Cajones y Cristales.
- Describir cómo el efecto de actividades antrópicas puede influir sobre los atributos ecológicos de las poblaciones de *C. acutirostris* en las quebradas Cajones y Cristales.

4. MARCO TEÓRICO

4.1. Familia Chelydridae (Tortugas Mordedoras)

La familia Chelydridae, se conoce genéricamente como la familia de las tortugas mordelonas. Se distribuyen desde el sureste de Canadá pasando por Centroamérica hasta el noroeste de Suramérica. No hay subfamilias reconocidas y actualmente la familia está representada por dos géneros y cinco especies (TTFG 2017). *Macrochelys*, presenta dos especies (*M. suwanniensis* y *M. temminckii*) que habitan exclusivamente en los Estados Unidos. El género *Chelydra* incluye tres especies: *C. acutirostris*, que se encuentra en centro y Suramérica; *C. rossignonii* distribuida en Centroamérica y *C. serpentina* en Norteamérica (TTWG 2017). De acuerdo con Restrepo y Páez (2012) en Colombia solo se encuentra la especie *C. acutirostris*.

4.1.1. *Chelydra acutirostris*

Nombres Comunes: Tortuga pímpano, bachará, bache, ba-chí, guáchara, guácharo, guachí, icotea caimana, icotea guáchara, mordedora, tortugaña (Rueda-Almonacid *et al.* 2007, Restrepo y Páez 2012).

4.1.2. Taxonomía y filogenia

La tortuga *Chelydra acutirostris*, fue descrita por Peters (1862) como una variedad de *C. serpentina* a partir del holotipo (ZMB 4500) colectado en las cercanías de Guayaquil, Ecuador. Según Medem (1977), este individuo correspondió a un neonato y su descripción no fue adecuada. Müller (1939) la elevó a *C. var. acutirostris* a la categoría de subespecie y Phillips *et al.* (1996) propusieron que

fuera reconocida como una especie verdadera a partir de la evidencia obtenida utilizando isoenzimas y fragmentos de restricción de mtADN. Sites y Crandall (1997) cuestionaron los resultados; Sin embargo, Shaffer *et al.* (2008) a partir de secuencias de la región control, obtuvieron los mismos resultados que Phillips *et al.* (1996), sugiriendo que *C. acutirostris* fuera reconocida como una especie independiente cuya especie hermana sería *C. rossignonii* (Feuer 1966, Shaffer *et al.* 2008, Restrepo y Páez 2012).

4.1.3. Morfología de *Chelydra acutirostris*

De acuerdo con Rueda-Almonacid *et al.* (2007), es una tortuga acuática que puede llegar a los 49 cm de longitud del caparazón y alcanzar 34 kg de peso. Aunque, Grunewald (2008) en el parque histórico “El Violador” (Ecuador), registró para *Chelydra acutirostris* una medida máxima de longitud del caparazón de 48 cm. Sobre el caparazón se observan tres quillas sobre las hileras de escudos vertebrales y costales, las cuales tienden a desvanecerse a medida que el ejemplar alcanza la madurez. El mismo es de color marrón acanelado, o marrón oscuro, con un patrón de líneas que irradian sobre cada escudo y con pequeñas manchas en individuos jóvenes, pero es unicolor en adultos mayores (Rueda-Almonacid *et al.* 2007). El plastrón es rígido, muy reducido y en forma de cruz, con el puente inusualmente largo y angosto, en adultos es amarillo, bronceado, o gris; en juveniles tiene un patrón de moteado luminoso y oscuro (Rueda-Almonacid *et al.* 2007) (Figura 1. Caparazón: izquierda; Plastrón: derecha).

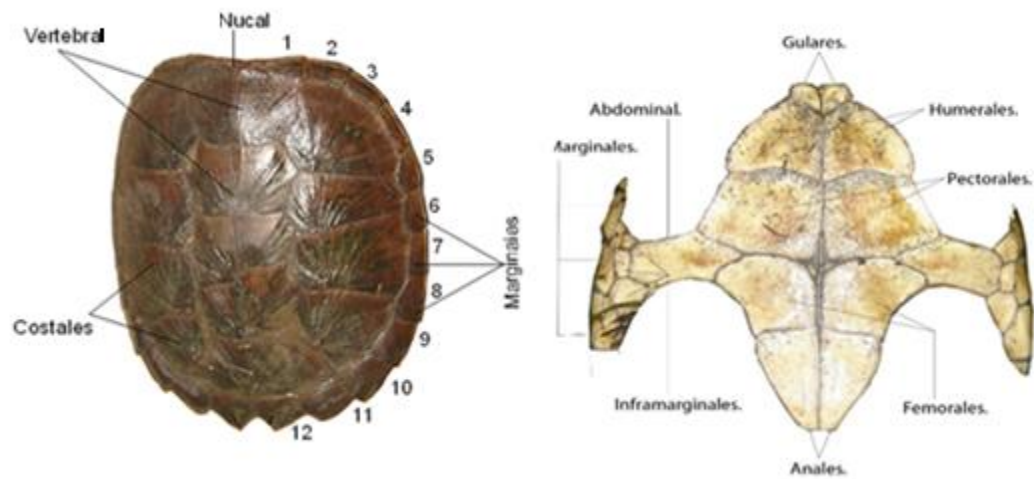


Figura 1. Caparazón y Plastrón *Chelydra acutirostris* (Múnera y Regalado 2009)

La cabeza es grande, aplanada sobre el dorso, los ojos están dispuestos dorso lateralmente; tiene un hocico estrecho, y usualmente de cuatro a seis barbicelos (generalmente seguidos por uno o dos pares más pequeños), verrugas que se sitúan sobre el dorso del cuello; el maxilar posee un gancho apical (Ernst 2008) (Figura 2). Las extremidades son largas, siendo la longitud de las posteriores mayor, y provistas con membranas natatorias y uñas largas y gruesas; las anteriores tienen cinco dedos con uñas y las posteriores solamente cuatro. Las extremidades presentan escamas delgadas (Medem 1977) (Figura 2).



Figura 2. Cabeza y extremidades de *Chelydra acutirostris* (Young 2017, Múnera y Regalado 2009)

En términos generales, los machos son más grandes que las hembras. La cola en ambos sexos es tan larga o un poco más larga que el caparazón; aunque en el sector preanal se puede observar un mayor ensanchamiento y distancia en los machos de esta especie ya que allí contiene el pene (Medem 1977, Mosquera y Murillo 2003) (Figura 3).

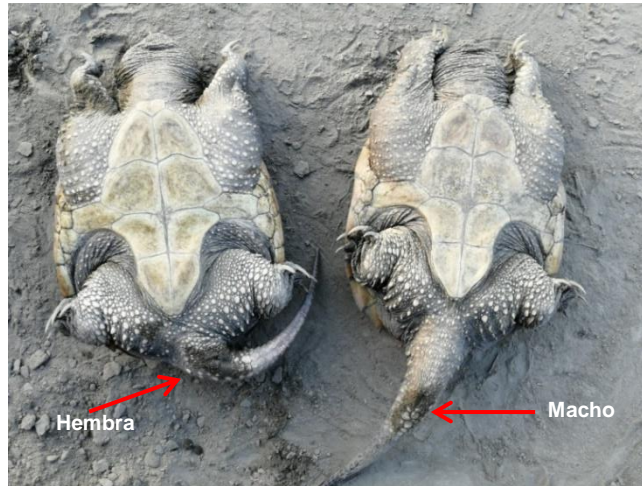


Figura 3. Dimorfismo sexual de hembra y macho

4.2. Rango de Hogar y Uso de Tipos de Hábitat

Los patrones de movimiento o área recorrida durante las actividades normales (rango de hogar) y selección de espacios determinados de hábitat a partir del porcentaje de tiempo que el individuo gasta en él uso de estos (Burt 1943) son factores críticos en el entendimiento de la ecología de *C. acutirostris*.

Información que permite conocer el estado y características de su hábitat acuático y profundizar en la forma como las poblaciones tienden a responder de acuerdo a sus necesidades fisiológicas, morfológicas y etológicas a un conjunto de diversas influencias ambientales, abundancia y distribución de recursos, competencia e interacción con otras especies y presiones antrópicas (Wiens 1989, Martin 2001,

Litzgus y Mousseau 2004, Morlans 2004, Riedle *et al.* 2006, Schofield *et al.* 2010, Slavenko *et al.* 2016, Piczak y Chow-Fraser 2019).

4.2.1. Distribución (selección de hábitat de primer orden)

Este chelonio conocido como *Chelydra acutirostris*, se distribuye desde el Sur de Honduras, Nicaragua, Costa Rica, centro-sur de Panamá; a través de las cuencas hidrográficas del Caribe de América Central a las cuencas pacíficas de Colombia y Ecuador (Carr y Almendariz 1990, Ernst 2008, TTWG 2017, McCranie 2018) (Figura 4).

En Colombia, la especie ha sido reportada en los departamentos de: Antioquia, Cauca, Chocó, Córdoba, Nariño, Quindío y Valle del Cauca (Medem 1977, Mosquera y Murillo 2003, Múnera y Regalado 2009, Regalado *et al.* 2012, Young-Valencia *et al.* 2014, Morales-Betancourt *et al.* 2015) (Fig. 4). Está asociada a las cuencas Caribe, Magdalena, y Pacífico, específicamente en las subcuencas Caribe de los ríos Amparadó, Atrato, Chigorodó, Pavarandó, Sinú, Tanela; en Nariño en el río Yaundé. En el Chocó, en la zona del Bajo Atrato asociada a los ríos Unguía, Sautatá, Sucio, Truandó y Nercua, y en el Caño Saudo y Sandoncito de la Serranía del Baudó en Chocó, y en Córdoba en la zona del Alto Sinú, asociada a las quebradas Juí, Toro y Bijagual (Medem 1977). Subcuencas Pacífico en los ríos Baudó, Bebedó, Condoto, Curay, Dipurdú, Docordó, El Valle, Guapi, Mira, Mataje, Pepé, Rosario, San Juan y Saundé (Medem 1977, Mosquera y Murillo 2003, Múnera y Regalado 2009, Regalado *et al.* 2012, Young-Valencia *et al.* 2014, Arango *et al.* 2017). En las subcuencas del Magdalena-Cauca, asociada a los ríos Espejo, La Vieja, El Roble, Quindío, Manso, Negro, La Argentina, La Jaramilla, Cristales, Cajones y Los Coclí; quebrada Armenia (Medem 1977). En el Valle del Cauca, en Zarzal (río La Paila), Florida (río Fraile), Palmira (río Palmira) (Medem 1977), Madre Vieja La Trozada (Municipio de Guadalajara de Buga), el

Madrigal (entre las veredas de Madrigal y Cascajal, municipios de Riofrío y Trujillo) y la Herradura (Municipio de Bolívar) (Ortega-Guio 2005). Forero-Medina et al. (2014), establecieron que los reportes de esta especie en los Parques Nacionales Naturales (PNN), Reservas Naturales de la Sociedad Civil (RNSC) y áreas protegidas de otras categorías son escasos. Se han encontrado nuevos registros de la especie en diferentes localidades dentro de su rango de distribución en Colombia.

En el departamento del Quindío, ha sido reportada y asociada a la cuenca del río La Vieja: zona baja y media de la subcuenca de los ríos Santo Domingo, Espejo, Quindío, Lejos y Barragán (Botero-Botero, A. y Young-Valencia, K. obs. pers.); quebradas La Picota, municipio de Buenavista; La Congala, Calarcá; Pisamal, Montenegro; Lago Comfenalco, Armenia; Humedales del sector urbano, del Valle de Maravélez y Madre Viejas del sector Pisamal, La Tebaida (Young-Valencia, K. obs. pers.). En el departamento del Valle del Cauca, en el municipio de Sevilla (humedal urbano Siracusa) a una altura aproximada de 1612 m s. n. m.; municipio de Caicedonia en el río Los Kingos y quebrada La Honda; La Paila en Vallejuelo; Roldanillo en Higueroquito y Madre Vieja Madrigal (Botero-Botero, A. obs. pers.). Yotoco (río Frío, Madre Vieja Maizena y Garzonero) (Bolívar-García, W. obs. pers.). Municipio de Buenaventura, kilómetro 13 vía al aeropuerto, barrio El Triunfo, humedal campus Universidad del Pacífico (Ortega-Guio, A. obs. pers.), y en el departamento del Cauca, en Lagos de Morinda - Popayán, a una altura aproximada de 1761 m s. n. m. (Young-Valencia, K. obs. pers.) (Figura 4).

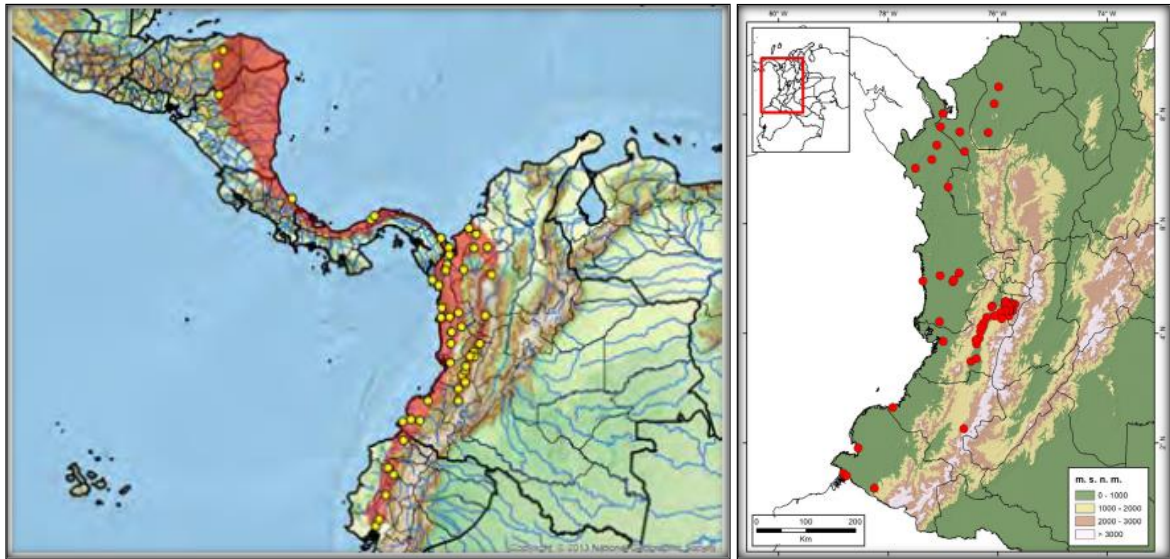


Figura 4. Mapa de distribución de *Chelydra acutirostris* (TTWG 2017, Young *et al.* 2021)

4.2.2. Hábitat acuático (selección de hábitat de segundo orden)

Aunque *Chelydra acutirostris*, se reporta que puede habitar cualquier cuerpo de agua dulce con rango altitudinal entre (970-1250 m.s.n.m) (Medem 1977, Mosquera y Murillo 2003, Young *et al.* 2017) tiene preferencia hacia lagos, lagunas, pantanos, madre viejas, pozos, caños, estanques piscícolas, zonas de remanso, charcas, ríos y quebradas con alta turbidez, baja corriente, poco profundas con cuevas bajo el barranco, fondo lodoso y abundantes troncos caídos, así como una frondosa vegetación acuática y marginal donde se puede camuflar y permanecer enterrada por largas temporadas (Henao y Ruíz 1996, Mosquera y Murillo 2003, Rueda-Almonacid *et al.* 2007, Múnera y Regalado 2009, Regalado *et al.* 2012, Young *et al.* 2014, Young *et al.* 2017, Arango *et al.* 2017).

También, se ha descrito que la presencia de la especie en los cuerpos de agua se ve relacionada principalmente por variables como pH, turbidez, velocidad del agua

y profundidad del lodo. Frecuentando cuerpos de agua con profundidad del canal entre (0,1-1,05 m), enterrada entre lodo o arena a una profundidad de (0-0,81m), con velocidad del agua promedio (0-0,9 m/s), pH entre (5,9-7,2) porcentaje de cobertura de dosel (0-99, 84%), humedad relativa (36%, 91%), con un alto contenido de materia orgánica en descomposición, zonas con playas para anidación y zonas de inundación (Múnera y Regalado 2009, Young *et al.* 2017). Los neonatos y juveniles prefieren zonas de refugio (como quebradas, madre viejas, zonas de inundación) con baja velocidad, baja profundidad y abundante vegetación marginal; mientras que las adultas suelen aventurarse más fácilmente en zonas abiertas como ríos con mayor velocidad de corriente y profundidad del cauce (Mosquera y Murillo 2003, Múnera y Regalado 2009, Young *et al.* 2017).

4.2.3. Historia natural (selección de hábitat de tercer y cuarto orden)

Este individuo, presenta hábito diurno y nocturno, pasa la mayor parte del tiempo en aguas poco profundas, donde alcanza a proyectar la parte anterior de su hocico hacia la superficie para respirar. Este suele caminar fácilmente por el suelo, de manera lenta, levantando el plastrón y arrastrando la cola. Se asolea, flotando cerca de la superficie o apoyada sobre troncos o en playones y bancos de arena.

Es una especie omnívora y voraz, que consume una gran variedad de presas constituidas por cangrejos, camarones, peces, moluscos, lombrices, insectos, ranas, crías de tortugas, serpientes, pájaros y pequeños mamíferos, al igual que carroña y vegetación acuática. Al sentirse amenazada, suele ser defensiva, infringiendo lesiones a sus potenciales atacantes con la ranfoteca, también puede expeler un fuerte y nauseabundo almizcle producido por las glándulas del puente o enterrarse entre el lodo, camuflarse bajo vegetación o esconderse entre cuevas

bajo los barrancos (Medem 1977, Mosquera y Murillo 2003, Rueda-Almonacid *et al.* 2007, Múnera y Regalado 2009, Arango *et al.* 2017, Young *et al.* 2017).

Si requiere moverse de un cuerpo de agua a otro, lo hace a través de tierra firme y generalmente en la noche. Medem (1977) describió que los machos adultos pueden frecuentar determinados lugares fijos e invariables de su hábitat durante periodos prolongados de tiempo. Sin embargo, Ortega (2005) observó que las áreas de actividad de los individuos se solapan, concluyendo que no existe territorialidad ni jerarquía entre machos y hembras o adultos y juveniles, así mismo encontró que el espejo de agua y las zonas con mayor densidad de macrófitas acuáticas, presentaron el mayor número de tortugas con el rango más alto de uso de hábitat.

Las posturas ocurren durante los meses de enero (Rueda-Almonacid *et al.* 2007); febrero (Medem 1977); junio (Mosquera y Murillo 2003) y octubre (Young *et al.* 2014). Las nidadas contienen alrededor de 25 a 30 huevos esféricos (Medem 1977, Henao y Ruíz 1996). Los huevos son circulares con dimensiones de (longitud = 3,49 cm, diámetro = 2,82 cm, peso = 6,30 g) (Young *et al.* 2014). Aunque, en condiciones de cautiverio para el zoológico de Cali, reportan un diámetro del huevo entre 3,5 a 3,9 cm (Henao y Ruíz 1996). El periodo de incubación tarda alrededor de 3 meses y la cópula se lleva a cabo dentro del agua (Medem 1977, Rueda-Almonacid *et al.* 2007, Arango *et al.* 2017, Henao y Ruíz 1996).

4.2.4. Estatus ecológico, amenazas y/o presiones antrópicas

La tortuga *Chelydra acutirostris*, es un organismo oportunista con una dieta muy variada (omnívoro), depredador que se encuentra en el tope superior de la cadena trófica regulando poblaciones y disminuyendo la competencia dentro del

ecosistema acuático; puede actuar en diferentes niveles tróficos, interviniendo en el ciclado de materia y energía, aporta biomasa y contribuye en la productividad secundaria del ecosistema en el que habita (Rueda-Almonacid *et al.* 2007, Lovich *et al.* 2018). También, se alimenta de abundante vegetación acuática, siendo probable que ayude en la dispersión de sus semillas como ha sido reportado en *C. serpentina* (Traveset 1998). Además, es un organismo carroñero con gran habilidad para detectar animales muertos y carne en descomposición en el agua, de esta forma al alimentarse de cadáveres, disminuye la posibilidad de dispersar agentes patógenos en ambientes acuáticos, logrando mantenerlos en mejores condiciones, aunado a que las poblaciones humanas la han convertido en una fuente alternativa de proteína (Rueda-Almonacid *et al.* 2007, Corredor *et al.* 2007, Carr *et al.* 2014, Young-Valencia *et al.* 2017).

De acuerdo con la UICN, la categoría de amenaza a nivel global es no evaluada (NE) (versión 2011.2, Forero-Medina 2016). Aunque, el grupo de Especialistas de Tortugas Terrestres y Acuáticas TFTSG (2018), propusieron una categoría a nivel global como, casi amenazada (NT) (Rhodin *et al.* 2018). Para Colombia, se encontraba categorizada anteriormente como datos deficientes (DD) (Castaño-Mora 2002), pero, de acuerdo con las últimas versiones de amenaza para el libro rojo de Reptiles de Colombia, se categorizó en preocupación menor (LC) (Morales-Betancourt *et al.* 2015). No se encuentra listada en CITES (2019).

Lo anterior, evidencia que el reducido número de estudios reportados para *C. acutirostris* en Colombia, es una de las principales vulnerabilidades que enfrenta la especie, debido a la falta de criterios científicos para brindarle una correcta asignación de categoría de amenaza, lo cual permita generar estrategias de conservación (Giraudó *et al.* 2011). Además, los riesgos y amenazas sobre la especie incrementan toda vez que se comprometen sus poblaciones por sobre-explotación debido al tráfico y/o cacería ilegal para la venta, elaboración de

artesanías, su consumo de carne y huevos como fuente alterna de proteína animal, creencia mágica religiosa. Además, de su pérdida y degradación de hábitat acuático, a causa de la expansión de la frontera agropecuaria y ganadera, el crecimiento poblacional, la infraestructura y la contaminación por agroquímicos y vertimiento de aguas residuales domésticas e industriales (Medem 1977, Rueda-Almonacid *et al.* 2007, Corredor *et al.* 2007, Young *et al.* 2017, Arango *et al.* 2017).

5. ANTECEDENTES

En las primeras descripciones sobre el hábitat de *Chelydra acutirostris*, Medem (1977) indicó que se podía encontrar en el Chocó, Valle del Cauca y Nariño, en aguas mansas como lagunas, pozos y pantanos, mientras en el alto Baudó y en el alto Sinú (Córdoba) vivían principalmente en las cabeceras de los caños y arroyos pequeños donde permanecía enterrada por temporadas largas dentro de la hojarasca húmeda y el fango. También, Medem (1977) mencionó algunos puntos de distribución en el Quindío, donde la especie se podía encontrar en lagunas y pequeñas quebradas como “La Argentina”; resaltando que a principios de los años sesenta los habitantes no la perseguían, razón por la que se podía encontrar hasta en las zonas aledañas al municipio de Armenia. Finalmente, realizó la descripción de los caracteres externos de *Chelydra acutirostris*, a partir de 18 ejemplares procedentes en su gran mayoría de Colombia.

En la evaluación del estado de la población de la tortuga Pímpano (*C. acutirostris*) en la quebrada Cristales del departamento del Quindío, Mosquera y Murillo (2003) reportaron la captura de 28 individuos, conformados por 11 machos, 9 hembras y 8 juveniles. Atribuyendo las diferencias en proporción de edades de la población (20 adultos, 8 juveniles) a la presión por cacería y la degradación y pérdida del

hábitat. Además, reportaron una mayor tasa de mortalidad en los neonatos en relación con los adultos. Así como un tamaño del caparazón y longitud preanal significativamente mayor en machos con respecto a las hembras y una proporción sexual de 1:1.2 a favor de los machos.

En los ríos Roble y Espejo del sistema de río La Vieja, Múnera y Regalado (2009) reportaron una densidad de *C. acutirostris* para el río Roble de 0,18 individuos/ha y de 0,5 individuos/ha en el río Espejo. De acuerdo con Múnera y Regalado (2009), *C. acutirostris* se encontró restringida a la zona media y baja en el río Espejo y a la zona baja en el río Roble, estando ausentes en las zonas altas de estos dos ríos, posiblemente por una baja disponibilidad de presas, pocas zonas de anidación disponibles, alta transparencia y velocidad de la corriente.

En las quebradas Los Coclí y Cajones del departamento del Quindío, Young *et al.* (2014) reportaron una densidad poblacional de tortuga Pímpano (*Chelydra acutirostris*) de 423,77 tortugas/km² en la quebrada Cajones; y 275,34 tortugas/km² en la quebrada Los Coclí. Siendo capturados en la quebrada Cajones 20 individuos y avistados 18 (15 adultos y 5 juveniles). Mientras que en la quebrada Los Coclí se capturaron tres individuos y avistaron siete (3 juveniles) (Young *et al.* 2014). Según Young *et al.* (2014), se registró una mayor densidad en la quebrada Cajones; se presentó una alta relación entre las variables longitud del caparazón y peso en individuos de menor tamaño; las hembras presentaron mayor longitud del caparazón comparado con los machos, aunque la longitud del plastrón y la longitud preanal incrementó en una proporción más rápida en machos, y la proporción sexual fue de 1:1.2 a favor de los machos.

En la determinación de la distribución geográfica de las tortugas continentales de Colombia y su representación en áreas protegidas, Forero *et al.* (2014) presentaron para *C. acutirostris* una distribución en las cuencas hidrográficas de

81472,30 km² con área de ocupación de 656 km², siendo registrada su presencia en tres Parques Nacionales Naturales de Colombia y un área protegida.

En la estructura etaria y morfométrica poblacional de la tortuga Pímpano de tres afluentes del río La Vieja, del departamento del Quindío, Colombia. Arango *et al.* (2017), reportaron la captura de 55 tortugas, siendo 23 en la quebrada Cajones, 16 en la quebrada Cristales y 16 en el río Espejo. Arango *et al.* (2017) también mencionaron que tanto en el río Espejo como la quebrada Cajones, la población estuvo dominada por individuos adultos, encontrando diferencias significativas en la longitud preanal de machos y hembras, siendo mayor en machos. Finalmente, no encontraron diferencias significativas en la proporción de sexos entre los afluentes.

En la quebrada Cajones y Los Coclí, departamento del Quindío, Young *et al.* (2017) evaluaron la influencia de las variables de hábitat sobre la presencia de la tortuga Pímpano (*C. acutirostris*), mencionando que la presencia de la tortuga estuvo altamente relacionada con el pH y profundidad del lodo, debido a que la especie prefiere sitios lodosos donde se pueda enterrar en espera de sus presas y en busca de refugio, siendo una forma de camuflarse ante depredadores. En cuanto al pH, este mostró una tendencia hacia la acidez, siendo relacionado con aguas en estado avanzado de eutrofización, lo que favorece la aglomeración de sedimentos para la formación del lodo.

Durante el estudio del uso de las tortugas continentales en la Costa Pacífica del departamento del Valle del Cauca, Galvis *et al.* (2006), Corredor *et al.* (2006) y Corredor *et al.* (2007), encontraron que el uso de la tortuga *Chelydra acutirostris* se fundamenta en recurso de alimentación, al ser empleada como fuente de proteína animal para la elaboración de caldos, frita o asada; seguido del uso para comercio, como una forma de abastecer el mercado de consumo de carne,

medicina tradicional y elaboración de artesanías, y en el menor de los usos como mascotas. También, reportan que esta especie era capturada con anzuelo para pesca, empleando como carnada vísceras de pollo o pescado y después era mantenida en corrales donde se alimentaba con sobras de comida para ser posteriormente consumida

En el estudio de cacería y cautiverio de *Chelydra acutirostris* en la comunidad de San Cipriano, Buenaventura, Devaux (2010) y Henao y Ruiz (1996) reportaron la presencia de la especie en arroyos donde los aldeanos arrojaban sus basuras. Además, mencionaron que estas tortugas eran atrapadas con redes o trampas y luego eran llevadas a corrales de engorde de aproximadamente dos metros o cavaban un hoyo cerca del río cubierto de árboles; allí las tortugas eran cautivas y engordadas con restos de comida durante meses o años para su posterior sacrificio, siendo usado para consumo de subsistencia o en celebración familiar. También resaltaron que la presión por destrucción de su hábitat y cacería indiscriminada había llevado a la disminución de sus poblaciones; siendo necesario establecer medidas de conservación y uso sostenible para la especie.

En un estudio sobre aprovechamiento de subsistencia de la fauna de tortugas en la provincia de Esmeraldas, Ecuador, Carr *et al.* (2014) reportaron una fuerte presión antrópica sobre *C. acutirostris*, principalmente por ser empleada como fuente de alimento. Además, Carr *et al.* (2014) describieron que su caparazón era empleado para el diseño de artículos artesanales y ornamentales. Así mismo, aclararon que la captura de la especie era generalmente por método de “pozeo”, al limpiar las quebradas en época de bajas lluvias.

En la determinación del área de actividad y uso del hábitat de la tortuga bache *C. acutirostris* reintroducida y silvestre en el Valle del Cauca, Ortega (2005) indicó que la especie no presenta preferencia de movimiento si no que el mismo se

genera de manera aleatoria y que las distancias recorridas de los individuos no dependían del tamaño de la tortuga. Ortega (2005), también evaluó la diferencia entre el uso y disponibilidad de hábitat de *C. acutirostris*, encontrando que el espejo de agua y las zonas con mayor densidad de macrófitas acuáticas presentaron el mayor número de tortugas con el rango más alto de uso de hábitat. Finalmente, este autor indicó que las madrevejas pueden mantener una población de *C. acutirostris* viable por la variedad de nichos, los cuales brindar protección tanto a neonatos como adultos.

Aunque los pocos estudios desarrollados sobre *C. acutirostris* en Colombia han permitido establecer elementos generales sobre su historia natural, atributos como el rango de hogar y uso de hábitat aún son desconocidos. Generalmente, se ha asumido que esta especie exhibe tendencias similares de rango de hogar y uso de hábitat a las de su especie hermana *Chelydra serpentina*, la cual habita las zonas de lagunas y humedales de Norte América. Razón por la cual, se mencionan algunos estudios en relación y llevados a cabo con *C. serpentina*:

En la determinación del rango de hogar y uso de hábitat de la tortuga *Chelydra serpentina*, en un paisaje agrícola de la cuenca Inbanuma del centro de Japón, Kobayashi *et al.* (2006) rastrearon 28 tortugas adultas y subadultas (10 macho y 18 hembras) en un periodo continuo, y 4 tortugas más en periodos aislados; todas bajo el método de radio telemetría. Además, reportando que el tamaño del rango de hogar no difirió significativamente entre sexos y no se vio afectado por el periodo de seguimiento, pero la frecuencia de uso de las quebradas incrementó con el aumento de tamaño del individuo. El hábitat utilizado por las tortugas adultas (19 individuos) durante la época activa, estuvo restringido a las corrientes, mientras que las tortugas más pequeñas (subadultas) tendían a usar áreas agrícolas como los arrozales y zanjas (13 individuos). También, mencionaron que la frecuencia de uso de las corrientes en los individuos adultos, fue baja durante el

periodo de hibernación ya que se entierran bajo lodo entre los campos de arroz. Finalmente, concluyeron que la frecuencia de uso de hábitat para esta especie, difiere entre los periodos activos e inactivos (estivación).

En el estudio de movimiento y uso de hábitat de la tortuga *Chelydra serpentina* en un paisaje urbano del Canal Central de Indianápolis USA”, Ryan *et al.* (2014) encontraron de 11 hembras y 12 machos que el rango de movimiento medio en temporada activa no difería entre sexos, estimando que *C. serpentina* empleaba entre 1 y 2.5 km del hábitat acuático lineal de 11 km disponibles. Ryan *et al.* (2014) también refirieron que su distribución no era aleatoria al usar con mayor frecuencia hábitats de bosque, y que se relacionada con un hábitat fangoso y rodeado de vegetación ribereña, además sus densidades aumentaban cuando había mayor productividad de macrófitas acuáticas, usando con menor frecuencia el flujo hacia áreas residenciales y asociadas a carreteras.

6. MATERIALES Y MÉTODOS

6.1. Área de Estudio

El área de estudio se circunscribió en la cuenca hidrográfica del río La Vieja, en la cuenca del alto río Cauca, Colombia, de donde se seleccionó la quebrada Cajones, en la que se tiene el mayor número de registros para *C. acutirostris* en el departamento del Quindío (Arango *et al.* 2017). Esta quebrada, se localiza a 04° 32' 22.08" N, 75° 46' 6.28" W, entre 997-1250 metros de elevación; aflora después del casco urbano del municipio de Montenegro, atraviesa los predios pertenecientes al Parque Nacional de la Cultura Cafetera y tras un recorrido de 3000 m desemboca en el río Espejo (Young *et al.* 2014). En su zona alta, se

encuentra una matriz dominada por relictos boscosos de *Guadua angustifolia* y potreros, sustrato conformado principalmente por arena y rocas, y sus aguas son claras (Young *et al.* 2017). En su zona media, recibe una alta descarga de aguas residuales domésticas y comerciales provenientes del casco urbano del municipio de Montenegro, a través de su convergencia con la quebrada Chochalito; predomina el sustrato arenoso y fangoso, sus aguas son turbias y se encuentran pequeños relictos de *Guadua angustifolia*, pastos y arvenses (Young *et al.* 2014, 2017). En su zona baja, encontramos una matriz conformada por relictos de *G. angustifolia*, pastos, plantaciones de café y plátano, sustrato principalmente fangoso, un alto nivel de turbidez y alto contenido de materia orgánica en descomposición, debido a que en esta zona se concentra la mayor contaminación. A su vez, esta zona se encuentra inmersa en un entorno turístico rodeado de atracciones recreativas (Young *et al.* 2014, 2017).

La quebrada Cristales, con el segundo mayor número de registros en capturas de *C. acutirostris* para el departamento del Quindío según Arango *et al.* (2017), se encuentra ubicada en la zona Centro Occidental del departamento, en medio de su recorrido involucra a los municipios de Armenia y La Tebaida. Nace en el sector sur de Armenia (4° 30' 41" N, 75° 42' 32" W, a 1475 m de elevación), desemboca en el río La Vieja, sector Pisamal (4° 24' 53" N, 75° 51' 15" W, a 1047 m de elevación) y cuenta con una longitud aproximada de 33.66 km (García-Álzate *et al.* 2009, Arango *et al.* 2017). Se encuentra inmersa en una matriz del paisaje conformada por tres zonas diferenciadas: zona alta, con una vegetación conformada por bosques de *Guadua angustifolia* y remanentes boscosos; la cual recibe descargas de aguas servidas de los barrios aledaños que la convierte en una zona altamente eutrofizada. En la zona media de la quebrada, encontramos vegetación ribereña conformada por bosques de *G. angustifolia* y bosques en sucesión secundaria, sustrato conformado principalmente por arena, rocas, cantos rodados y materia orgánica de origen vegetal en descomposición, así como zonas

de remanso y corrientes rápidas. La zona baja, está entre el valle de Maravellez y Pisamal, en donde presenta áreas de inundación o pequeñas madrevejas con asociación de macrófitas, poca cobertura boscosa, su sustrato inestable y conformado principalmente por sedimentos finos de arena y fango, siendo una zona predominantemente turbia (García-Álzate *et al.* 2009) (Figura 5).

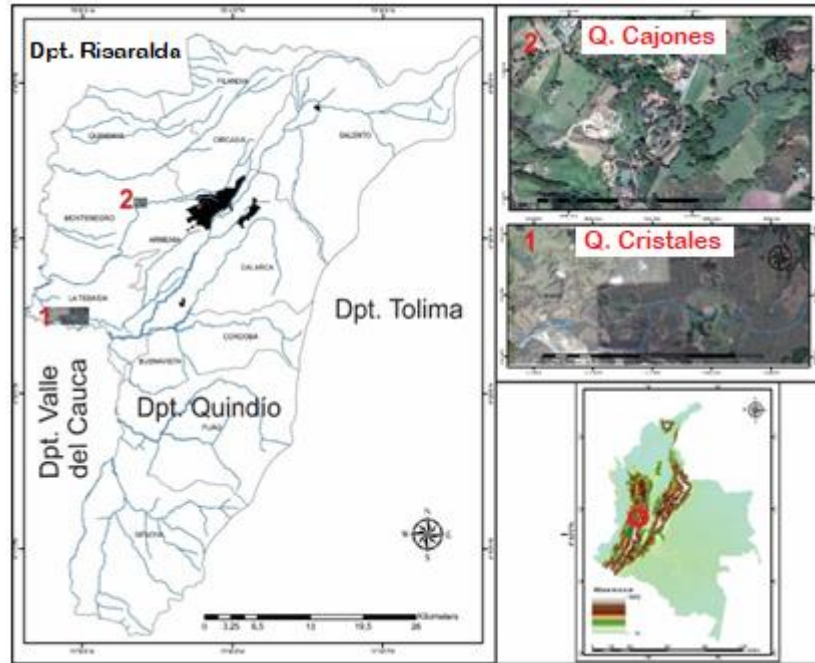


Figura 5. Área de estudio, quebrada Cajones y quebrada Cristales Fuente: (Botero-Botero 2019)

6.2. Rango de Hogar

Para determinar el rango de hogar de *C. acutirostris* en las quebradas Cajones y Cristales, se realizó una búsqueda intensiva de tres machos y tres hembras adultos a lo largo de cada zona de estudio, a los cuales se les adosó al lado izquierdo de las placas vertebrales y costales del caparazón un radiotransmisor (frecuencia 149 KMZ), con una resina epóxica y camuflada con pintura en aerosol

negra; una vez secada la resina, se procedió a la liberación en el punto donde fueron capturados (Kobayashi *et al.* 2006) (Figura 6).



Figura 6. Antena y transmisor en *Chelydra acutirostris* (Young 2019)

Este método permitió el seguimiento de la tortuga en su entorno natural, ya que utiliza una frecuencia única para cada individuo programada en el transmisor y recibida por el receptor (radio) a través de una antena (White y Garrott 1990, Thompson *et al.* 2017). El seguimiento temporal se realizó durante siete meses y diez días para cada uno de los individuos, en intervalos de ocho días con esfuerzo de ocho horas por jornada diurna y nocturna, entre el mes de agosto del 2019 y marzo del 2020. Cada vez que se establecía la ubicación de la tortuga, se tomaba registro de la posición geográfica utilizando un GPS Garmin GSmap y se trasladaba el registro en un mapa de la localidad en escala de 1/1500. Los puntos de registro de movimiento de cada tortuga fueron conectados para formar un polígono sobre el mapa y definiéndose de esta manera el área de movilización de cada tortuga a lo largo de la quebrada (Minimum Convex Polygon) (Mohr 1947, ArcGis 2015).

6.3. Uso de Tipos de Hábitat

Para evaluar el uso de tipos de hábitat, fueron seguidas las recomendaciones sobre selección del hábitat propuesta por Johnson (1980) a través de una perspectiva jerárquica, en la que se estudió la selección del hábitat por parte de *C. acutirostris*, mediante la selección de segundo orden, que involucra el rango de acción del individuo dentro de su distribución geográfica, es decir, el rango de hogar de cada tortuga a lo largo de la quebrada (mesohábitat). Después, se analizó la selección de tercer orden, en la que concierne a los sitios específicos de acción de cada tortuga dentro de los rangos de acción, es decir, el uso de varios componentes del hábitat acuático dentro del rango de hogar de la tortuga (micro hábitat) (Johnson 1980).

Para determinar el uso de tipos de hábitat a partir de la selección de tercer orden, en cada lugar donde era localizada una tortuga se registró información etológica, biótica y abiótica, como la actividad que estaba desarrollando y las características físicas del lugar (ancho del cauce, profundidad del agua, velocidad de la corriente, caudal promedio, profundidad dentro del sustrato lodo) y tipo de sustrato (lodo, roca, arena, pasto o arvenses, hojarasca y macrófitas), temperatura ambiental y del suelo, penetración lumínica y porcentaje de cobertura del dosel), así como registros físicos y químicos del agua como conductividad, pH, temperatura del agua y sólidos disueltos totales (medida con un PC 60, Premium Multi-Parameter tester, marca Apera Instruments).

Los componentes que se tuvieron en cuenta para los patrones de tipos de hábitat fueron: (espejo de agua, vegetación de borde, zona inundable y/o madreveja, isla, bajo lodo o enterrada, cueva, arbusto y/o empalizada).

6.4. Método de Muestreo y Atributos Ecológicos

Con el propósito de establecer los atributos ecológicos de las poblaciones de tortugas como el tamaño, estructura, demografía y densidad. Se empleó el método de muestreo aleatorio, en el cual se presupone un arreglo espacial al azar, tanto de los individuos a muestrear como de los puntos muestrales. Dividiendo el área en unidades muestrales de igual tamaño (400 metros de longitud) de acuerdo a lo topografía del terreno y siendo enumeradas en secuencia. De esta forma, se garantizó que cada individuo en la población tuviera la misma probabilidad de ser muestreado (Ojasti 2000, Rabinovich 1980). Los muestreos, se llevaron a cabo durante seis meses (desde septiembre del 2019 hasta febrero del 2020), con repeticiones una vez por semana, donde se realizó una búsqueda manual intensiva diurna y nocturna en cada quebrada. Los individuos capturados recibieron una marca única mediante una combinación de muescas en su caparazón que permitió realizar la identificación posterior del individuo. Además, se realizó el registro de medidas morfométricas como: longitud recta del caparazón (LCR), longitud curva del caparazón (LCC), ancho recto del caparazón (ARC), ancho curvo del caparazón (ACC), altura de la concha (AC), longitud recta del plastrón (LRP), longitud del puente (LP), longitud preanal (LPR), longitud postanal (LP) y el peso, de acuerdo a la metodología planteada por (Rueda-Almonacid *et al.* 2007) (Figura 7).

Se debe aclarar que, los trayectos de muestreo respetaron una distancia mínima de 200 metros del área donde previamente se habían localizado las seis tortugas con transmisor, a fin de evitar interferencias en la determinación del rango de hogar y uso hábitat por perturbación durante la búsqueda de las tortugas (desplazamiento por huida de las tortugas con transmisor). Además, se consideraron a los individuos con una longitud recta de caparazón mayor a 20 cm como maduros sexualmente (adultos) y menor a 20 cm como juveniles (Medem

1977). Los individuos adultos fueron catalogados como macho o hembra de acuerdo a la longitud preanal, siendo este sector más grueso y distante de la cloaca en los machos respecto a las hembras por encontrarse alojado el pene (Medem 1977, Corredor *et al.* 2001, Múnera y Regalado 2009).



Figura 7. Método de marcaje en los escudos marginales del caparazón

6.5. Efectos Físicos y Químicos del Agua sobre los Atributos Ecológicos

Para evaluar el efecto de las condiciones físicas y químicas del agua sobre los atributos ecológicos de la especie, se contó con el registro de los parámetros físicos y químicos que habrían sido recopilados previamente en cada lugar donde era localizada o capturada una tortuga. Con estos parámetros, se determinaron las condiciones físicas y químicas de las quebradas Cajones y Cristales, y cuáles de estos parámetros físicos y químicos estuvieron contribuyendo en la presencia de la especie por quebrada. Después, se identificó cómo la diferencia o similitud en estos parámetros físicos y químicos en cada trayecto de cada quebrada, tendrían influencia sobre la variación en la abundancia, densidad, estructura etaria y

proporción sexual de las poblaciones de *C. acutirostris* en las quebradas Cajones y Cristales.

6.6. Efectos Antrópicos sobre los Atributos Ecológicos

Teniendo en cuenta que se deben llevar a cabo una serie de pasos protocolarios por acontecimiento del “COVID”, se replanteó la metodología de diseño del objetivo tres, a fin de reducir los riesgos de contagio durante el proceso de elaboración, y así mismo agilizar y dinamizar el desarrollo de la actividad.

Para describir cómo el efecto de actividades antrópicas podría influir sobre los atributos ecológicos de las poblaciones de *C. acutirostris* en las quebradas Cajones y Cristales, se diseñó en conjunto con la comunidad local una cartografía social, la cual consistió en la elaboración manual de un mapa a partir de información oral y el conocimiento territorial (FIDA 2009). También, se generó un listado de tensores antrópicos y ambientales tanto positivos como negativos para la especie con valores de puntuación, seguido de una encuesta semi-estructurada de preguntas abierta y de selección múltiple. Finalmente, el diseño de una línea de tiempo que nos permitió conocer eventos histórico-ambientales y sociales sobre cada área de estudio y su relación con la abundancia y distribución espacio temporal de la especie (FIDA 2009, Gallini *et al.* 2015).

Para la elaboración de lo anterior, la sesión estuvo dividida en tres momentos: **Planificación**, se seleccionaron y convocaron actores claves de la población con los que se trabajó, integrando representantes, personas con diferentes roles socio-económicos (principalmente cazadores, pescadores, barequeros, agricultores) y con antigüedad de residencia. El taller no excedió de cuatro horas, durante ese tiempo, se introdujeron aspectos básicos sobre la especie, el territorio, metodología y diseño de trabajo. **Construcción**, el mapa fue diseñado en dos

tiempos, uno de 20 años atrás y otro del tiempo actual. A medida en que iban diseñando el mapa sobre papel bond, se iban formulando preguntas orientadoras que permitieron obtener una encuesta semi-estructurada de manera abierta y un nivel de puntuación de 0 a 5 para cada pregunta de selección múltiple. Así mismo, se fue diseñando una línea de tiempo sobre los mapas, con datos y fechas histórico ambientales y sociales mencionadas por los pobladores. Para esto, se dividieron dos grupos de trabajo tanto en Pisamal como Parque del Café, cada grupo contó con la ayuda de un facilitador.

El coordinador del grupo mediante preguntas orientadoras, buscaba que los participantes identificaran la transformación del territorio y su relación con la tortuga en los últimos años. **Socialización**, al final de la sesión se recopilaban dos mapas, uno de tiempo pasado y otro del presente, divididos por trayectos, los cuales fueron contrastados para ver gráficamente los cambios en el tiempo del territorio a lo largo de cada zona de estudio, permitiendo generar una lista con los principales factores antrópicos y ambientales tanto positivos como negativos y con valores de puntuación en cuanto a la relevancia de cada uno de ellos sobre los atributos ecológicos de la especie. Seguido de la encuesta semi-estructurada y una línea de tiempo que permitió conocer eventos histórico-ambientales y sociales sobre cada área de estudio. Información que fue resumida y socializada a los grupos participantes del proceso (FIDA 2009, Gallini *et al.* 2015).

6.7 Análisis Estadístico de los Datos

Objetivo 1

En la determinación del rango de hogar, se estableció el hábitat potencial a utilizar de cada tortuga a partir de la estimación del polígono mínimo convexo (PMC) al 95%, utilizando el paquete `adehabitatHR` en el software R, versión 3.6.2 (RStudio

2020); y posteriormente trasladando los polígonos generados a cartografía de la zona utilizando el software ArcGIS, versión 10.6 pro (ArcGIS 2020), con este mismo software se determinó las áreas de intersección (solape) entre los polígonos de cada zona (Worton 1989).

Para la determinación del uso de tipos de hábitat, se empleó la función Kernel al 95% (KD) en un radio de círculo de búsqueda de 10 m a través del software ArcGIS 10.4.1, permitiendo conocer el área central de actividad para machos y hembras adultos en cada quebrada (Hooge y Fiechenlaud 1997, Worton 1989). De acuerdo al Kernel, entre más cercano se encuentre el viraje al color morado oscuro, indica que hay una mayor intensidad de frecuencia de uso de ese hábitat y/o mayor afinidad a esa zona de preferencia. Este análisis, se realizó de forma individual para cada una de las 6 tortugas monitoreadas en el área de estudio, y en conjunto para conocer las áreas que presentan traslape en cuanto a la frecuencia e intensidad de uso de los tipos de hábitat, y teniendo en cuenta un radio de 10 m de cobertura para descartar los puntos más alejados del kernel al 95% y así conocer los puntos con mayor afinidad a la zona donde se está centrando la mayor actividad de cada tortuga (ArcGIS 2020).

Para conocer la relación entre el área de actividad con respecto al sexo, tamaño y peso de la tortuga, se realizó un Modelo Lineal Generalizado (MGL) a partir de la Regresión de Poisson, a través del software R con interfaz RWizard 3.5 (RWizard 2019). Para determinar posibles diferencias significativas del área de actividad de hembras/hembras, machos/machos y machos/hembras entre las quebradas Cajones y Cristales, se utilizó el Test U Mann-Whitney (RStudio 2020).

Con el propósito de identificar los componentes de hábitat más significativos en cuanto al uso entre quebradas, se implementando un análisis de regresión múltiple (RWizard 2019). Para conocer cuáles tortugas radiomonitoreadas tuvieron una

mayor frecuencia de uso de determinado sustrato y componente de hábitat, se empleó un análisis de correspondencia, identificando los sustratos y componentes de hábitat mayormente frecuentados por cada una de las tortugas. tomando como variable independiente (x: los individuos radio monitoreados) y variable dependiente (y: el tipo de sustrato y componente de hábitat frecuentado por cada individuo). Los tipos de sustratos fueron: lodo, roca, arena, pasto o arvenses, hojarasca y macrófitas; y los componentes de hábitat fueron: espejo de agua, vegetación de borde, zona inundable y/o madreveja, isla, bajo lodo, cueva, arbusto y empalizada) (RWizard 2019).

Objetivo 2

Para conocer la correlación o asociación entre dos grupos de variables (x, y), en este caso las variables físicas y químicas del agua (y) con máxima correlación por trayecto (x) y por quebrada (x); se implementó el método de análisis de correlación canónica (ACC), siendo la unidad de análisis: 1. Los individuos radio monitoreados. 2. Individuos radio monitoreados, capturados y avistados. 3. La densidad relativa. Tanto para la quebrada Cajones como Cristales (RWizard 2019).

La densidad de tortugas capturadas y avistadas en las quebradas Cajones y Cristales, se definió como $\hat{D} = \sum i ni / \sum i ai$, donde ni es el número de tortugas capturadas y avistadas en cada trayecto, ai el área de cada trayecto, calculando la densidad estimada de tortugas capturadas y avistadas por unidad de área (trayecto) (Greenwood y Robinson 2006). Y definiéndose la densidad estimada de tortugas por quebrada con la fórmula $\hat{D} = \sum li * Di / L$, donde $li * Di$ es la sumatoria de las densidades promedio de tortugas capturadas y avistadas por cada trayecto sobre L , el área total de la quebrada (Hurtado 1995). El esfuerzo de muestreo fue calculado como (tiempo de muestreo/área del trayecto) por persona.

Para determinar diferencias significativas entre las cuatro densidades promedio obtenidas por trayecto en cada quebrada, se empleó una prueba de Friedman (RWizard 2019). Para comparar las densidades del grupo de datos de la quebrada Cajones con el grupo de datos de la quebrada Cristales se utilizó la prueba U de Mann-Whitney (RStudio 2020). Estas dos pruebas no paramétricas, se emplearon debido a que los datos no se ajustaron a los supuestos de normalidad y de homogeneidad de varianza para hacer análisis paramétricos. En cuanto a la comparación de la estructura poblacional, distribución porcentual y proporción sexual de los individuos capturados, se implementaron tablas, histogramas y pirámides poblacionales donde se combinó abundancia, sexo y edad (RWizard 2019).

Se empleó un análisis de regresión para conocer la relación entre las variables largo del caparazón y peso; largo del plastrón y peso; así como el largo del plastrón y longitud preanal en machos y hembras (Montes y Ramírez 1978, Brower y Zar 1998) (RWizard 2019).

Se determinó si había diferencias significativas entre las densidades relativas registradas por quebrada; y diferencias significativas entre el número de individuos de cada clase de tallas por quebrada y entre quebradas mediante un análisis de bondad de ajuste de Chi-cuadrado (χ^2) (Montes y Ramírez 1978, Brower y Zar 1998, Krebs 1989, RStudio 2020).

Objetivo 3

Todos los resultados obtenidos en este objetivo, se analizaron a partir de estadística descriptiva, empleando la herramienta Excel para gráficos de barras y de pastel, así como el empleo de aplicaciones interactivas para la representación gráfica de los resultados (FIDA 2009, Gallini *et al.* 2015). En cuanto a las

encuestas, las preguntas de selección con múltiple respuesta, tuvieron una categoría de asignación de valores de 0 a 3, siendo 0 el menor puntaje y 3 el mayor, encuestas que fueron tabuladas teniendo en cuenta la sumatoria total del valor asignado a cada opción de respuesta entre todos los participantes por localidad.

7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

7.1. RESULTADOS OBJETIVO 1

7.1.1. Rango de hogar

El seguimiento con radio telemetría presentó una duración de siete meses y 10 días, para un total de 216 días por localidad. Para el rango de hogar se utilizó una inversión de 2808 horas de monitoreo desde el mes de agosto del 2019 hasta el mes de marzo del 2020. Obteniendo en la quebrada Cajones 444 puntos (444/6) y en la quebrada Cristales 348 puntos (348/6) (Figura 8 y 9).

7.1.1.1. Área de actividad potencial al 95% (PMC)

En la quebrada Cristales la tortuga que presentó el área de actividad más grande fue un macho (T1) con 15,29 ha y el menor dato fue para una hembra (T9) con 1,83 ha; en general, las otras tortugas de esta zona presentaron área de actividad entre 2,55 a 8,58 ha (Tabla 2). Para la quebrada Cajones, la mayor área de actividad fue para una hembra T10 con 3,15 ha, y la menor área para un macho T6 con 0,046 ha (Tabla 1 y 2).

Basado en la regresión de Poisson (MGL) para ambas quebradas, se encontró una relación directa del área de actividad de la tortuga con su tamaño del caparazón ($p = 0,010$) y el peso, siendo de mayor significancia el peso ($p = 0,00077$) (Tabla 1 y 2).

Con la regresión de Poisson, no se encontró significancia entre el área de actividad de la tortuga según el sexo ($p = 0,96$). Información corroborada al aplicar el Test U Mann-Whitney (MW) y no encontrar diferencias significativas entre el área de actividad de machos/machos ($p = 0,1$) y hembras/hembras ($p = 0,2$) radio monitoreados en las quebradas Cristales y Cajones (Tabla 1 y 2).

Tabla 1. Dato de registro de las tortugas con transmisor. NT: número de transmisor; n: número de localizaciones del individuo; ID: identificación del individuo

Afluentes	N.T	n	ID	Sexo	LRC (cm)	Peso (kg)
Cristales	1	45	82	Macho	29,25	5,73
	2	49	85	Macho	27,56	4,74
	3	65	86	Hembra	28,04	5,10
	4	64	88	Macho	23,62	3,01
	5	64	87	Hembra	27,15	5,01
	9	61	95	Hembra	29,83	6,11
Cajones	6	77	89	Macho	36,28	11,63
	7	75	27	Hembra	30,88	8,61
	8	77	20	Macho	32,98	10,05
	10	67	101	Hembra	29,11	7,00
	11	74	90	Hembra	29,69	7,15
	12	74	91	Macho	34,18	9,35

Con respecto a los patrones de movimiento generados por las tortugas, estos no fueron al azar, al usar con mayor frecuencia quebradas y madre viejas que se relacionan con los componentes de hábitat como cuevas, empalizadas y zonas fangosas (Tabla 1 y 2). Siendo incluso, significativamente diferente el área de

actividad potencial de la quebrada Cajones en relación a la quebrada Cristales (MW; $p = 0,0087$) (Tabla 1 y 2).

Tabla 2. Área de actividad potencial (95% MCP) de cada tortuga referenciada

Cristales	Área (ha)	Cajones	Área (ha)
T1 Macho	15,29	T6 Macho	0,05
T2 Macho	2,55	T7 Hembra	1,26
T3 Hembra	5,92	T8 Macho	0,21
T4 Macho	3,90	T10 Hembra	3,15
T5 Hembra	8,59	T11 Hembra	0,21
T9 Hembra	1,83	T12 Macho	0,44

7.1.1.2. Área de intersección o traslape

En la quebrada Cajones, se registró un traslape entre las áreas de actividad de los individuos T6, T7, T8, T10 y T11, correspondiendo al 83,33%, donde La tortuga T6 exhibió el mayor número de traslapes con las tortugas T7, T8, T10 y T11. Seguido de la T7 que sobrepone su área de actividad con T10, T11 y T6 y la tortuga T8 que tuvo traslape con T10, T11 y T6. Por último, la tortuga T12 no presentó traslape con otros individuos radiomonitorados, quedando aislada en una pequeña área de 0,44 ha. El traslape entre el área de actividad de las tortugas, se presentó principalmente en el trayecto número 2, zona media de la quebrada (Tabla 2 y Figura 8).

En la quebrada Cristales, se presentó un área de traslape entre las tortugas identificadas como T1, T2, T3, T4, T5 y T9, correspondiendo al 100%; donde la tortuga T1 exhibió traslape con todas las tortugas radiomonitoradas, seguido de T2 que sobrepone su área de actividad con T1, T3, T4 y T5; la tortuga T3 con T1, T2, T4 y T5; la tortuga T4 con T1, T2, T3 y T5; y T9 que solo sobrepuso su área de actividad con T1, compartiendo el área más pequeña de 0,099 ha. Es importante destacar que la tortuga T1 presentó el mayor rango de movilidad y tuvo solape con

todas las demás tortugas. El solape entre el área de actividad de las tortugas, se presentó principalmente en la madre vieja que linda con el trayecto número dos, ubicado en la zona media de la quebrada (Tabla 2 y Figura 9).

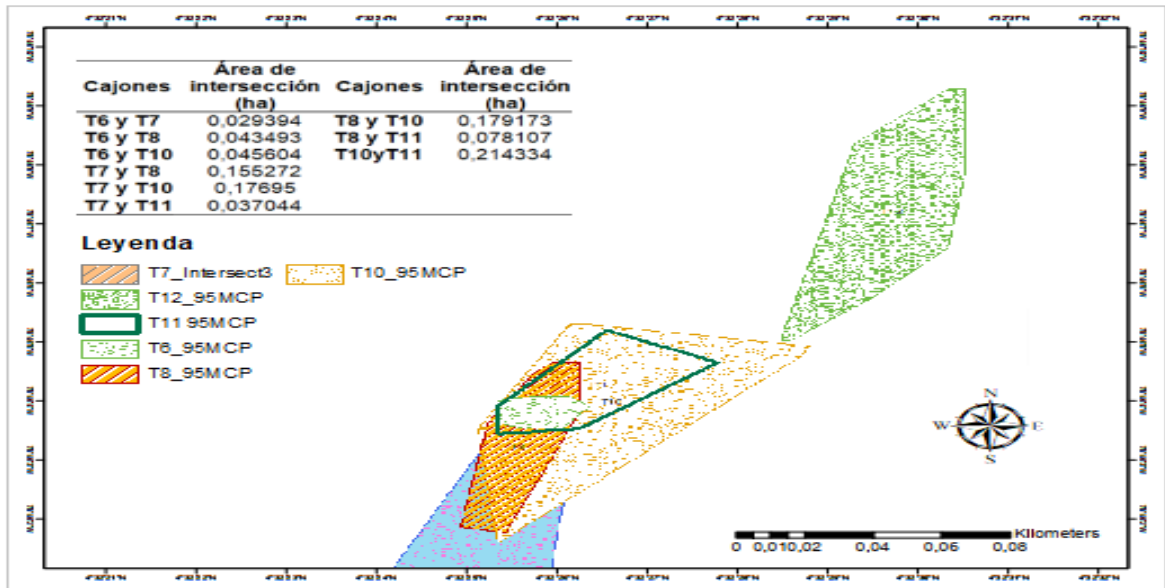


Figura 8. Área de traslape entre las tortugas de la quebrada Cajones

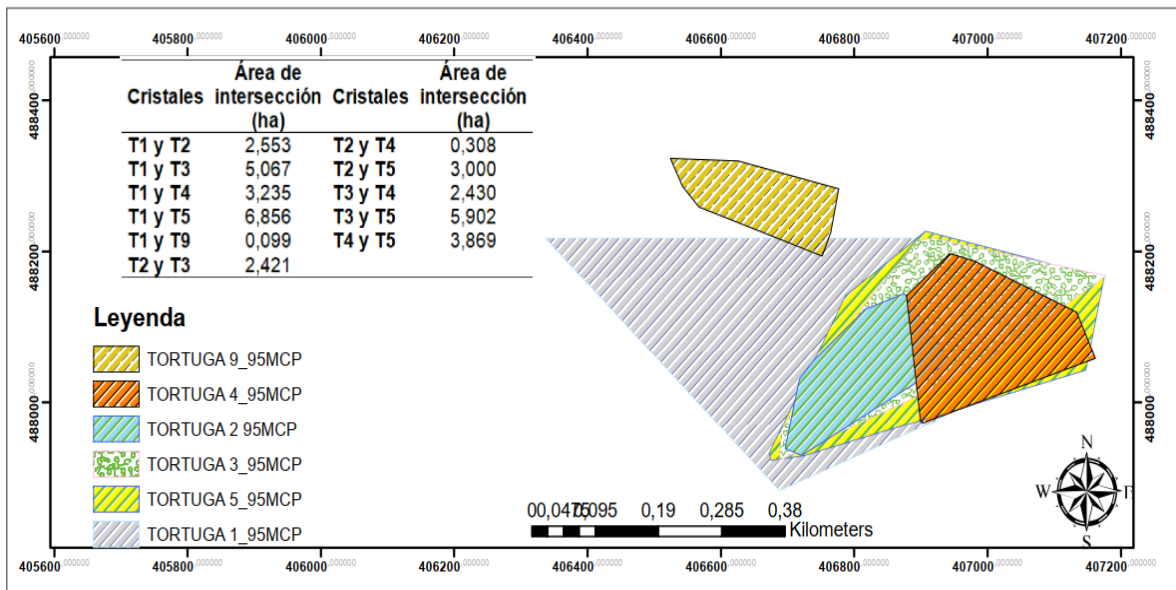


Figura 9. Área de traslape entre las tortugas de la quebrada Cristales

7.1.2. Uso de tipos de hábitat

7.1.2.1. Área central de actividad a partir del Kernel Adaptativo (95%) para cada tortuga en las quebradas Cajones y Cristales

De acuerdo con el análisis, en la quebrada Cajones, cinco de las seis tortugas están centrando su actividad en un misma área (T6, T7, T8, T10, T11) ya sea porque permanecieron allí durante todo el muestreo o simplemente frecuentaron en repetidas ocasiones la zona media de la quebrada (trayecto 2), zona de remanso en la que se evidencio actividades de reproducción, forrajeo y refugio (Figura 10). Para la quebrada Cristales, cuatro de las seis tortugas (T1, T2, T3, T5) presentaron traslape en el área de actividad central, área con mayor número de localizaciones, siendo un complejo de humedales cerca de la zona media de la quebrada donde se está concentrando la mayor frecuencia de uso con respecto a las demás áreas de actividad a lo largo del rango de hogar de estas tortugas (Figura 11).

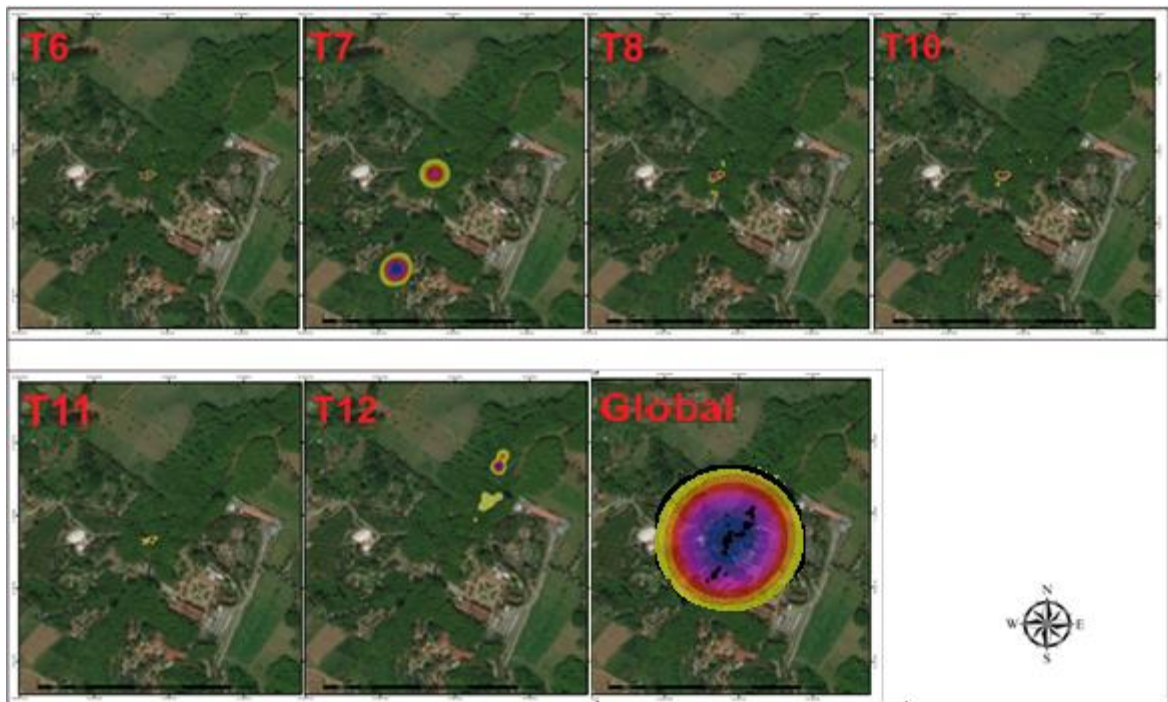


Figura 10. Kernel a un radio de 10 m de afinidad para la quebrada Cajones

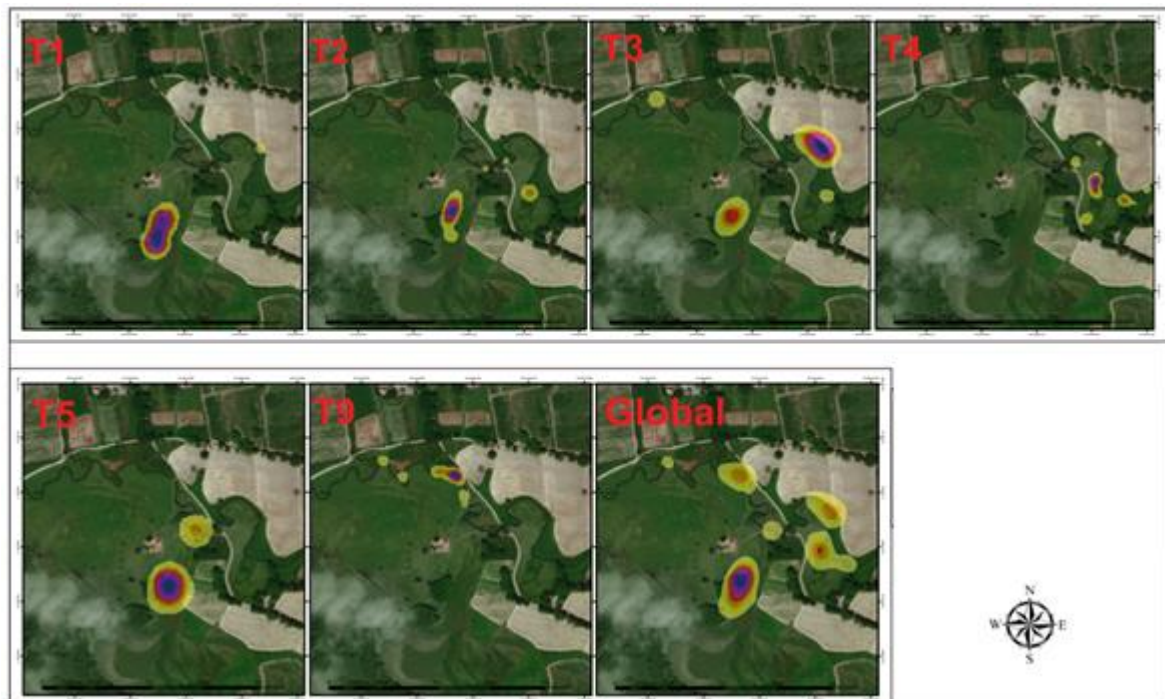


Figura 11. Kernel a un radio de 10 m de afinidad para la quebrada Cristales

Dentro del uso de hábitat, se muestran las tablas con los valores de frecuencia de uso de sustratos (Tabla 3) y componentes de hábitat (Tabla 4) para cada individuo en las quebradas Cajones y Cristales. Datos que fueron empleados para obtener la regresión múltiple y el análisis de correspondencia que se muestran a continuación:

Tabla 3. Tipo de sustrato empleado por las tortugas y su frecuencia de uso en las quebradas Cajones y Cristales

Quebrada Cajones						
Individuo	Lodoso	Rocoso	Arena	Pasto/Arvenses	Hojarasca	Macrófitas
T6	78	7	14	15	51	0
T7	77	3	3	21	35	1
T8	79	5	4	26	45	0
T10	70	5	14	14	54	0
T11	75	2	3	16	60	0
T12	76	20	8	9	40	0

Quebrada Cristales						
Individuo	Lodoso	Rocoso	Arena	Pasto/Arvenses	Hojarasca	Macrófitas
T1	43	2	0	29	19	32
T2	47	0	0	30	8	28
T3	56	4	0	30	9	13
T4	52	4	5	42	4	9
T5	56	3	0	36	8	19
T9	52	3	0	46	0	10

Tabla 4. Tipo de componente de hábitat empleado por las tortugas y su frecuencia de uso en las quebradas Cajones y Cristales

Quebrada Cajones								
Individuo	Espejo agua	Vegetación de borde	Bajo lodo	Zona inundable	Cueva	Isla	Bajo arbusto	Empalizada
6	17	28	30	0	38	2	10	42
7	15	15	45	0	21	2	3	49
8	8	40	23	0	48	1	9	30
10	13	23	12	0	51	2	6	42
11	18	26	18	0	60	0	3	41
12	28	21	10	0	54	0	7	66

Quebrada Cristales								
---------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--

Individuo	Espejo agua	Vegetación de borde	Enterrada	Madrevieja	Cueva	Isla	Bajo arbusto	Empalizada
1	1	34	37	34	0	0	16	11
2	8	11	34	37	0	0	14	6
3	0	38	38	14	2	0	31	24
4	1	53	41	4	5	0	26	23
5	7	32	48	29	3	0	26	16
9	1	38	28	7	13	0	8	16

Selección de los componentes del hábitat

En la selección de los componentes del hábitat entre quebradas, para la quebrada Cajones: bajo lodo o enterrada, isla o playón, empalizada y bajo arbusto, explicaron el 98,9% de la varianza observada en el uso de hábitat ($r^2 = 0,99$) (Tabla 5), y en la quebrada Cristales: cueva, zona inundable o madre vieja, bajo arbusto y bajo lodo, explicaron el 98,9% de la varianza observada en el uso de hábitat ($r^2 = 0,99$), siendo componentes que estarían determinando el rango de hogar (Tabla 5).

Tabla 5. Variables significativas en el análisis de regresión múltiple de las quebradas Cajones y Cristales

Quebrada Cajones				
Variabes	Enterrada	Isla	Empalizada	Bajo Arbusto
Factor de inflación de la varianza (VIF)	1,69	1,74	1,15	1,22
Normalidad	p-valor	0,28		
Autocorrelación	p-valor	1,0		
Homocedasticidad	p-valor	0,29		
R-cuadrado	0,99			
Quebrada Cristales				
Variabes	Enterrada	Zona Inundable	Cueva	Bajo Arbusto
Vif de variables seleccionadas	4,43	8,82	8,19	9,49
Normalidad	p-valor	0,46		

Autocorrelación	p-valor	2,2 e-16
Homocedasticidad	p-valor	0,21
R-cuadrado	0,99	0,99

Frecuencia de uso de sustrato y los componentes del hábitat

Se estableció la frecuencia de uso del sustrato y los componentes del hábitat para cada una de las tortugas radiomonitoreadas, definiendo que los sustratos lodo, hojarasca y pastos y componentes de hábitat cueva, empalizada, vegetación de borde, bajo lodo y espejo de agua, fueron los más frecuentados por las tortugas en la quebrada Cajones (Figura 12). Explicando los dos primeros ejes el 76% de la variación (Tabla 6).

Para la quebrada Cristales, los sustratos lodo, pastos o arvenses y macrófitas; y los componentes de hábitat como vegetación de borde, enterrada o bajo lodo, zona inundable o madreveja, bajo arbusto y empalizada, fueron los más frecuentados o de mayor uso por las tortugas, explicando los dos primeros ejes el 83% de la variación (Tabla 6 y Figura 13).

Tabla 6. Análisis de correspondencia: sustratos y componentes de hábitat más frecuentados para las quebradas Cajones y Cristales

Quebrada Cajones		
Sustrato y Componente	Inercias	Masa
Lodo	0,00078	239
Roca	0,01443	22
Arena	0,00912	24
Pasto/Arvenses	0,00643	53
Hojarasca	0,00443	149
Macrófitas	0,00292	1
Espejo de agua	0,00585	52
Vegetación borde	0,00668	80
Enterrada	0,02277	72
Cueva	0,00956	143

Isla	0,00234	4
Bajo arbusto	0,00315	20
Empalizada	0,00752	142
Quebrada Cristales		
Sustrato y componente	Inercias	Masa
Lodo	0,002115	202
Roca	0,002501	11
Arena	0,015285	3
Pasto/Arvenses	0,006915	141
Hojarasca	0,015892	32
Macrófitas	0,018255	73
Espejo de agua	0,014346	12
Vegetación borde	0,015217	136
Enterrada	0,001113	149
Zona inundable	0,034464	83
Cueva	0,024002	15
Bajo arbusto	0,009101	80
Empalizada	0,008244	63

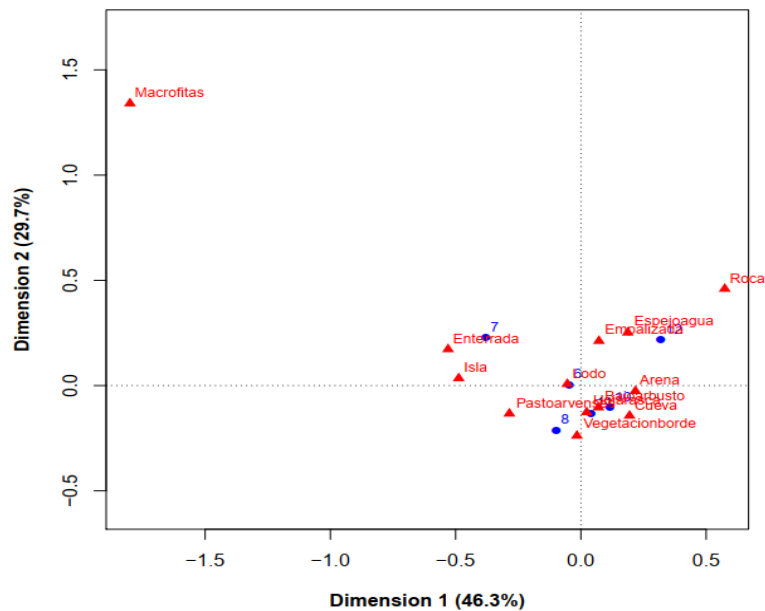


Figura 12. Análisis de correspondencia (sustrato y tipo de componentes de hábitat) para la quebrada Cajones

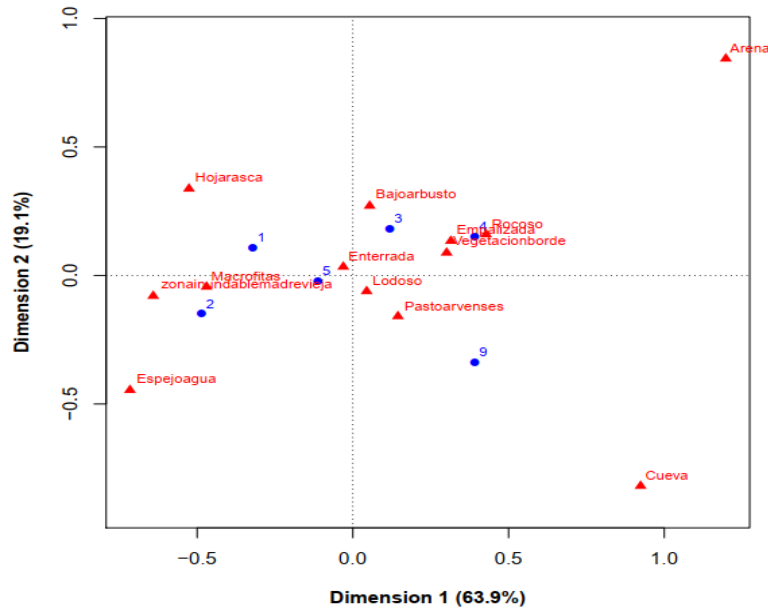


Figura 13. Análisis de correspondencia (sustrato y tipo de componentes de hábitat) para la quebrada Cristales

7.2. DISCUSIÓN OBJETIVO 1

7.2.1. Rango de hogar

El rango de hogar es un parámetro importante en el campo de la ecología espacial, corresponde al espacio físico utilizado por un individuo para ejecutar actividades diarias, como buscar comida, apareamiento, anidación y cuidado parental (Börger *et al.* 2008, Powell y Mitchell 2012). Los resultados de este estudio, permitieron determinar que *Chelydra acutirostris* en las zonas de estudio presenta un área potencial de actividad entre 0,046 y 15,29 ha. Área que se relacionada con los registro de Ortega (2005) entre 12,32 y 22,2 ha en zonas de madreveja. Aunque mayor en comparación con Harrel *et al.* (1996) en la especie *Macrochelys temminckii* con una distancia media entre 0,349 y 0,142 ha. Pero mucho menor al área reportada por Ryan *et al.* (2014) en *Chelydra serpentina*

empleando entre 100 y 250 ha del hábitat acuático. Si comparamos el área de actividad potencial de *C. acutirostris* con su especie hermana *C. serpentina*, se destaca que el área de actividad establecida para *C. acutirostris* en la zona de estudio puede llegar a ser entre uno a tres órdenes de magnitud menores que lo establecido para *C. serpentina* en Norte América.

Dentro del rango de hogar de *C. acutirostris* para las quebradas Cajones y Cristales, hubo una relación entre el área de actividad de la tortuga con su tamaño del caparazón y el peso. Aunque en nuestro estudio solo se monitorearon individuos adultos, es probable que la explicación se base desde el hecho en que los individuos adultos tienden aventurarse en aguas abiertas y con mayor profundidad, ya que la probabilidad de ser arrastrados por la corriente es menor y debido a su gasto energético pueden requerir de una dieta más variada y una mayor ingesta de alimento, mientras que los individuos juveniles por ser más livianos y propensos a ser depredados, suelen permanecer en aguas mansas, poco profundas y con baja corriente, enterrados bajo el lodo o entre vegetación acuática donde pueden encontrar los recursos alimenticios necesarios (Congdon *et al.* 1994, Mosquera y Murillo 2003, Múnera y Regalado 2009, Young *et al.* 2014, Arango *et al.* 2017). Además, Vogt (1981) y Moll (1990) mencionan que la alimentación puede explicar la diferencia en el uso de hábitat en las tortugas de agua dulce. Incluso el hábitat puede dividirse en relación con las tácticas de búsqueda de alimento, aun cuando la dieta es similar entre las especies (Williams y Christiansen 1981). Adicionalmente, Rivera (2008), Viana *et al.* (2018), describen que las características del paisaje influyen en el tamaño del área de distribución, ya que tiene impacto en rasgos individuales importantes, como la etapa de vida, la forma y el tamaño del cuerpo.

No se encontró una relación significativa entre el tamaño del rango de hogar de la tortuga y el sexo, información que concuerda con lo encontrado por Ortega (2005),

Kobayashi *et al.* (2006) y Ryan *et al.* (2014), quienes registraron que no existen diferencias significativas entre el sexo y las distancias recorridas de las tortugas. Esto tiene relación con el resultado anterior, ya que el peso y el tamaño están determinando el rango de movilidad del individuo, siendo probable que al tener un mayor peso se reduzca la movilidad. Además, en estado adulto los individuos suelen permanecer por largas temporadas en un área fija e invariable (Medem 1977, Ortega 2005).

Con respecto a los patrones de movimiento generados por las tortugas, estos no fueron aleatorios, ya que la frecuencia de uso fluctuó acorde a las variaciones en la pluviosidad, disponibilidad de hábitats y requerimientos biológicos y ecológicos de la especie, utilizando con mayor frecuencia quebradas y madrevejas las cuales se relacionaron con los componentes de hábitat como cuevas, empalizadas y zonas fangosas para enterrarse o camuflarse bajo abundante vegetación marginal, siendo similar a lo encontrado por Kobayashi *et al.* (2006) y Ryan *et al.* (2014), pero diferente a lo reportado por Ortega (2005), quienes mencionaron que el movimiento de las tortugas en las madrevejas era aleatorio. Aunque, Litzgus y Mousseau (2004), Millar y Blouin-Demers (2011), mencionan que en general, el movimiento de los machos está estrechamente relacionado con la búsqueda de parejas sexuales, mientras que las hembras priorizan la búsqueda de sitios de anidación.

En relación a las áreas potenciales de actividad, se encontraron diferencias significativas entre el área de actividad de la quebrada Cajones y la quebrada Cristales. Este resultado podría tener concordancia con las dinámicas y características de cada área de estudio, ya que la quebrada Cristales se encuentra inmersa en un valle andino rodeado de madrevejas, lo que aumenta la oferta en variedad y disponibilidad de hábitats e incentiva la movilidad del individuo, teniendo en cuenta que suele ser generalista, como se ha reportado en “C.

serpentina” (Paterson *et al.* 2012). Mientras que Cajones es una quebrada de menor orden (Arango *et al.* 2017) lo que podría estar restringiendo la movilidad de las tortugas a un menor área y en lugares determinados donde puedan encontrar una mayor oferta de recursos. Además, la quebrada Cajones se encuentra inmersa en un lugar de acceso restringido, lo que limita la cacería y reduce la presión antrópica, generando que la especie se pueda establecer por largos periodos de tiempo en un mismo área sin requerir mayor movilidad durante la búsqueda de refugio, el forrajeo y/o reproducción (Medem 1977, Young *et al.* 2014) siendo una razón por la cual los tamaños de las áreas de actividad de las tortugas fueron menores para la quebrada Cajones.

Uso de tipos de hábitat

Las tortugas no mostraron comportamientos de territorialidad, debido a que están solapando sus áreas de actividad central, ya que en la quebrada Cajones se presentó un área de interacción fuerte entre cinco de las seis tortugas radio monitoreadas independiente del sexo o tamaño, exhibiendo el mayor número de solapes para la zona media de la quebrada. Lo mismo ocurrió en la quebrada Cristales donde todas las tortugas presentaron intersección para la zona media donde están ubicadas las madre viejas. Información que coincide con lo reportado por Ortega (2005) quienes también encontraron solape entre el área central de actividad de las tortugas en zonas de madre vieja para el Valle del Cauca. Simmonds e Isaac (2007), mencionan que muchas especies se han adaptado a ciertas condiciones ambientales óptimas al exhibir algún grado de plasticidad conductual y/o fisiológico para hacer frente a las limitaciones o presiones competitivas. Tal plasticidad puede permitir la convivencia y la superposición de nichos (Vogt 1981).

Debido a que *C. acutirostris* permanece la mayor parte de su tiempo bajo el agua, el ecosistema acuático sería el resultado de la interacción de estos organismos con la calidad física y química del agua, la atmósfera y el medio terrestre que lo rodea (Young *et al.* 2017). Por lo tanto, se encontró que los sustratos (lodo, hojarasca, pastos, macrófitas) y los componentes de hábitat (cueva, empalizada, vegetación de borde, bajo arbusto, bajo lodo, espejo de agua, madre vieja) fueron los más frecuentados por las tortugas, ya que son empleados como refugio ante depredadores, camuflaje, acecho de presas, reproducción, desarrollo, termorregulación y aquellas funciones que le permitan satisfacer sus requerimientos biológicos (Medem 1977, Mosquera y Murillo 2003, Rueda-Almonacid *et al.* 2007, Ortega 2005, Young *et al.* 2014, Young *et al.* 2017 y Arango *et al.* 2017).

Los componentes de hábitat que fueron más significativos y que estarían influyendo sobre el rango de hogar para los seis individuos radio monitoreados a lo largo de la quebrada Cajones serían: bajo lodo, bajo arbusto, entre empalizada y presencia de isla o playón. Mientras que los componentes de hábitat más significativos en la quebrada Cristales son: cueva, zona inundable o madre vieja, bajo arbusto y bajo lodo. Información que concuerda con lo mencionado en estudios anteriores (Dosapey y Montañó 2004, Ortega 2005, Rueda-Almonacid *et al.* 2007, Medem 1977, Young *et al.* 2014, Young *et al.* 2017 y Arango *et al.* 2017); donde las tortugas buscan zonas lodosas para enterrarse, empalizadas y arbustos bajos como cobertura para esconderse y/o refugio e islas o playones de arena para anidar y termorregular. Medem (1977), también menciona que la especie pasa por temporadas de inmovilidad y letargia, enterrada en el lodo durante la época seca, como medida preventiva contra el desecamiento. Comportamiento similar al reportado por King *et al.* (2014) en *C. serpentina*, mencionando que la especie suele permanecer enterrada en zonas fangosas que quedan inmersas entre los humedales secos y bajo las raíces de los árboles.

La diferencia del componente de hábitat madreveja y sustrato macrófitas entre la quebrada Cajones y Cristales, se asocia a que las tortugas en la quebrada Cristales tuvieron un tiempo transitorio entre madreveja y quebrada, debido a que en época de altas lluvias el nivel del cauce de la quebrada aumenta considerablemente y la corriente es mayor, promoviendo la inundación de las planicies y los humedales, lo cual incrementa el área de movilidad en las tortugas, incentivando su desplazamiento temporal en busca de mejores recursos como un lugar con bajo caudal, abundante vegetación acuática (macrófitas) y superficie de lodo, a modo de prevenir ser arrastrados por la corriente y garantizar refugio contra depredadores (Ryan *et al.* 2014, King 2014).

Además, durante las altas lluvias, estos humedales se convierten en la cama cuna de los alevines, lo cual atrae y garantiza una buena oferta de alimento para las tortugas y al ser aguas someras, esto reduce su gasto energético durante el forrajeo (Arango *et al.* 2017, Ortega 2005). Cabe resaltar que una vez pasaba el periodo de altas lluvias y el nivel del agua bajaba, las áreas lodosas de los humedales se comenzaban a secar, lo cual promovía la movilidad de las tortugas nuevamente hacia la quebrada, coincidiendo con lo reportado por King *et al.* (2014), quienes mencionan que un individuo adulto de *C. serpentina* radiomonitoreado, permaneció en un mismo lugar durante 19 días, ya que al iniciar las lluvias se mudó a un área diferente del humedal.

7.3. RESULTADOS OBJETIVO 2

Se muestreó durante 6 meses, para un total de 24 salidas diurnas y 24 salidas nocturnas. Siendo muestreado dos trayectos al azar por visita nocturna y diurna entre dos personas. Cada tiempo de recorrido dependió del área a muestrear por trayecto. En la siguiente tabla, se muestra el esfuerzo de muestreo invertido por trayecto para la captura y avistamiento de tortugas en cada una de las quebradas:

Tabla 7. Esfuerzo de muestreo

Quebrada Cajones					
Trayecto	Muestreo: Días/mes	Intensidad: Horas:minutos	Área del trayecto (m ²)	Total horas por persona: Horas:minutos	Total indiv. capturados y avistados
1	11/6	4:28	2382,74	49:10	14
2	14/6	4:13	2255,42	59:13	42
3	11/6	4:30	2401,29	49:30	17
4	12/6	4:6	2184,17	49:12	16
Quebrada Cristales					
Trayecto	Muestreo: Días/mes	Intensidad: Horas:minutos	Área del trayecto (m ²)	Total horas por persona: Horas:minutos	Total indiv. capturados y avistados
1	12/6	4:56	2633,09	69:16	11
2	19/6	4:52	2601,03	92:43	32
3	10/6	7:9	3815	71:30	4
4	7/6	3	2800	36:30	1

7.3.1. Efecto de las condiciones físicas y químicas del agua sobre los atributos ecológicos de *Chelydra acutirostris*

Los siguientes análisis de correlación se realizaron con los valores físicos y químicos recopilados durante cada punto de localización de las tortugas en las quebradas Cajones y Cristales, donde las variables físicas y químicas evaluadas fueron: temperatura del suelo, temperatura ambiental, temperatura del agua, ancho del canal, velocidad del caudal, profundidad del canal, cobertura vegetal, pH, conductividad, sólidos disueltos totales, penetración lumínica, caudal promedio y profundidad del lodo. Análisis que permitieron conocer la correlación entre el

grupo de variables físicas y químicas (x, y) registradas durante el monitoreo de cada individuo en las quebradas.

Relación entre las variables físicoquímicas por quebrada y los individuos de *C. acutirostris*

Se utilizaron los registros físicos y químicos consolidados de las tortugas radiomonitoreadas, capturadas y avistadas a lo largo del muestreo en las quebradas. Para la quebrada Cajones, el primer y segundo par de variables canónicas explicaron la mayor parte de la varianza (99,46%), y los restantes pares, explicaron sucesivamente la varianza restante. La correlación solo fue significativa para el primer ($p < 0,0001$), segundo ($p < 0,0001$) y tercer eje canónico ($p < 0,0001$). Mientras que en la quebrada Cristales, entre el primer y segundo par de variables canónicas explicaron el (99,59%) de la varianza, siendo la correlación significativa para el primer, segundo ($p < 0,0001$), tercer eje ($1,064e^{11}$) y cuarto eje canónico (0,005) (Tabla 8 y Figura 14).

Tabla 8. Análisis de correlación canónica (quebrada vs físicoquímicos)

Quebrada Cajones					
R canónico	Equivalencia CanR	Porcentaje	Acumulado	Significancia Pr (> F)	Significancia
CanR 1	0,917	89,411	89,41	$<2e^{-16}$	Significativo
CanR 2	0,496	5,535	94,95	$<2e^{-16}$	Significativo
CanR 3	0,458	4,511	99,46	$<2e^{-16}$	Significativo
CanR 4	0,151	0,389	99,74	0,791	
CanR 5	0,094	0,152	99,90	0,918	
CanR 6	0,009	0,001	99,98	0,819	
Quebrada Cristales					
R canónico	Equivalencia CanR	Porcentaje	Acumulado	significancia Pr (> F)	Significancia
CanR 1	0,907	87,271	87,27	$<2e^{-16}$	Significativo
CanR 2	0,538	7,683	94,95	$<2e^{-16}$	Significativo
CanR 3	0,401	3,617	98,57	$1,064e^{-11}$	Significativo

CanR 4	0,226	1,018	99,59	0,005	Significativo
CanR 5	0,129	0,319	99,91	0,223	
CanR 6	0,069	0,092	100,00	0,000	

Las variables con mayor correlación en la quebrada Cajones fueron: Intensidad de penetración lumínica, conductividad, sólidos disueltos totales, pH, cobertura vegetal, ancho del canal, temperatura del suelo y temperatura ambiental, temperatura del agua. Y en la quebrada Cristales: intensidad de penetración lumínica, temperatura del suelo, temperatura ambiental, temperatura del agua, ancho del canal, cobertura vegetal, conductividad, sólidos disueltos totales. De esta manera, se conoció la correlación canónica entre los grupos de variables físicas y químicas (x, y) registradas durante la captura y monitoreo de cada individuo en las quebradas (Tabla 8 y Figura 14).

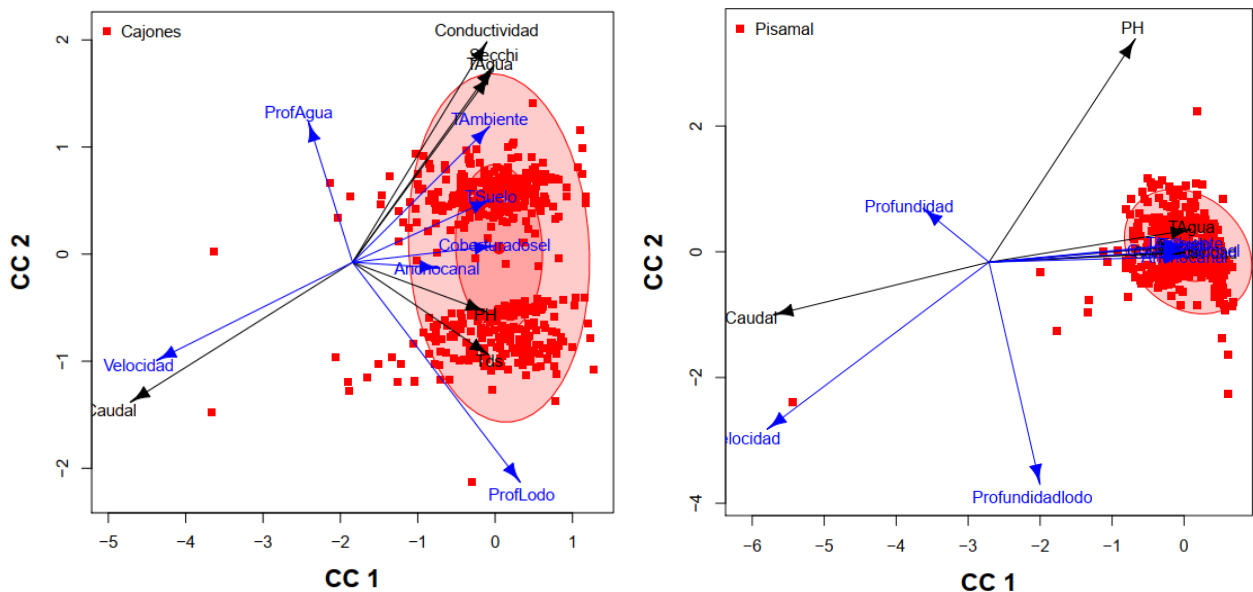


Figura 14. Análisis de correlación canónica en individuos radiomonitorizados y capturados en las quebradas Cajones (A) y Cristales (B)

Relación entre las variables físicoquímicas y la densidad de *C. acutirostris* por trayecto en la quebrada Cajones y Cristales

Al evaluar estas relaciones con los registros agrupados de densidad por trayecto se encontró que para la quebrada Cajones, el primer par de variables canónicas explicaron el (94,04%) de la varianza. La correlación solo fue significativa para el primer eje ($p < 0,0001$) y segundo eje canónico (0,031). Mientras que en la quebrada Cristales, el primer par de variables canónicas explicaron la mayor parte de la varianza (85,9%). La correlación solo fue significativa para el primer eje ($6,066e^{-5}$) y segundo eje canónico (0,001) (Tabla 9, Figura 15).

Tabla 9. Análisis de correlación canónica (densidad relativa por trayecto vs variables físicoquímicas)

Quebrada Cajones					
R canónico	Equivalencia CanR	Porcentaje	Acumulado	Significancia Pr (> F)	Significancia
CanR 1	0,880	84,059	84,06	<2e⁻¹⁶	Significativo
CanR 2	0,538	9,980	94,04	0,031	Significativo
CanR 3	0,359	3,607	97,65	0,547	
CanR 4	0,213	1,155	99,80	0,817	
CanR 5	0,179	0,815	99,62	0,693	
CanR 6	0,124	0,382	100,00		
Quebrada Cristales					
R canónico	Equivalencia CanR	Porcentaje	Acumulado	significancia Pr (> F)	Significancia
CanR 1	0,848	54,729	54,73	6,066E-05	Significativo
CanR 2	0,771	31,175	85,9	0,001	Significativo
CanR 3	0,523	7,987	93,89	0,278	
CanR 4	0,435	4,957	98,85	0,573	
CanR 5	0,224	1,117	99,97	0,909	
CanR 6	0,039	0,033	100,00		

En ambas quebradas, las variables con mayor correlación canónica en relación a la densidad presentada para cada uno de los trayectos fueron: conductividad,

sólidos disueltos totales, pH, cobertura vegetal, ancho del canal, temperatura del suelo, temperatura del agua y temperatura ambiental (Tabla 9 y Figura 15).

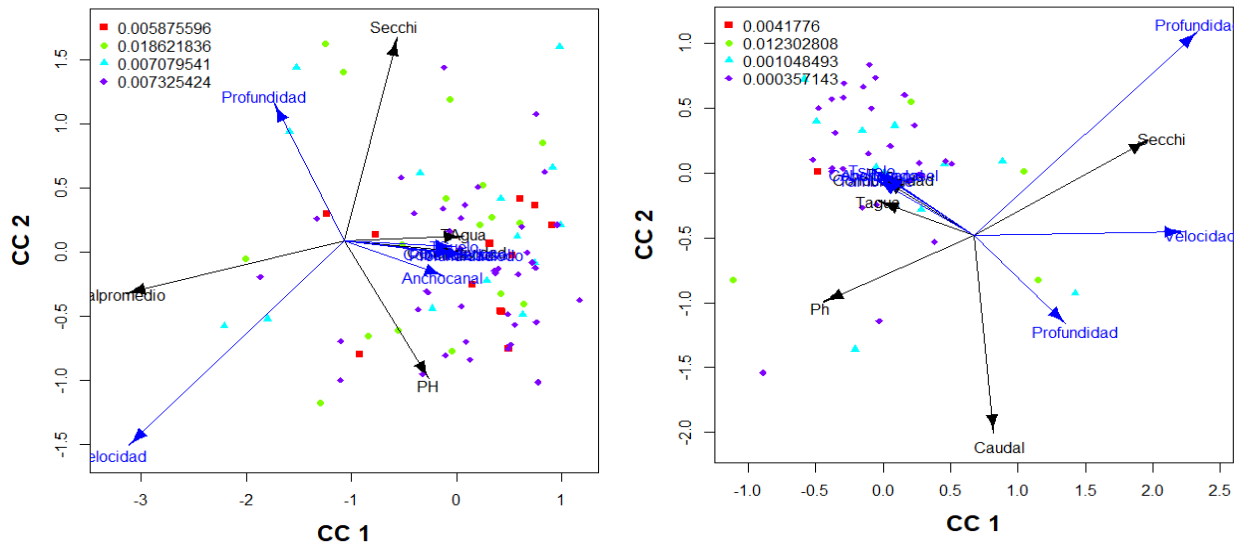


Figura 15. Análisis de correlación canónica. Cajones (A) y Cristales (B)

Variación de la densidad relativa

Se establecieron diferencias significativas de densidad entre los trayectos de la quebrada Cajones (Friedman; $p = 0,045$), siendo mayor la densidad para el trayecto 2, seguido del trayecto 4 y 3, y por último el trayecto 1, siendo un total de 89 individuos capturados y avistados en un área de muestreo de 0,922 Ha, lo cual corresponde a una densidad relativa $\approx 96,491$ individuos por Ha (Tabla 10). Mientras que en la quebrada Cristales, se encontraron diferencias significativas entre los trayectos ($p = 0,045$), mostrando una mayor densidad para el trayecto número 2, seguido del trayecto número 1, y por último el trayecto número 3 y 4, siendo un total de 48 individuos capturados y avistados en la quebrada Cristales

en un área de muestreo de 1,184 Ha, lo cual corresponde a una densidad relativa de 40,509 individuos por Ha (Tabla 10).

En ambas quebradas las mayores densidades estuvieron concentradas en la zona media y baja, zonas características por presentar disponibilidad de playas de arena para anidación, profundidad intermedia y poca corriente, cuevas bajo los barrancos, cobertura vegetal mediante arbustos y vegetación de borde que brindan sombra, refugio, así como zonas de inundación y variada oferta de alimento para la especie (Tabla 10).

Tabla 10. Densidad relativa (capturas y avistamientos / área muestreada)

Quebrada Cajones					
Trayecto	Días muestreados	N. tortugas	Área (Ha)	(capt. + avist./ área Ha)	Densidad promedio
1	11	14	0,238	58,756	5,341
2	14	42	0,225	186,218	8,096
3	11	17	0,240	70,795	5,899
4	12	16	0,218	73,254	6,104
Densidad relativa	48	89	0,922	96,491	97,256
Quebrada Cristales					
Trayecto	Días muestreados	N. tortugas	Área (Ha)	(capt. + avist./área Ha)	Densidad promedio
1	12	11	0,263	41,776	5,222
2	19	32	0,260	123,028	8,202
3	10	4	0,381	10,485	2,621
4	7	1	0,280	3,571	3,571
Densidad relativa	48	48	1,185	40,509	44,715

Se establecieron diferencias significativas entre las densidades promedio registradas por trayecto para la quebrada Cajones (Friedman, $df = 1$, $p = 0,045$) y la quebrada Cristales (Friedman, $df = 1$, $p = 0,045$) (Tabla 11), encontrando que la quebrada Cajones presentó la mayor densidad promedio para el trayecto número dos y la menor densidad para el trayecto número uno; en cuanto a la quebrada

Cristales, la mayor densidad promedio se presentó para el trayecto número dos (zona media) y la menor densidad en el trayecto 3 (zona alta) (Tabla 11).

Sin embargo, no se establecieron diferencias significativas para la densidad de *C. acutirostris* entre la quebrada Cajones y la Quebrada Cristales (MW, $p = 0,34$). Este resultado se relaciona con que las mayores densidades de ambas quebradas estuvieron concentradas en la zona media y baja, y las menores densidades en la zona alta de las quebradas (Tabla 11).

Tabla 11. Densidades promedio por trayecto

Densidad promedio por trayecto		
Trayecto	Densidad (Ha)	
	Cristales	Cajones
1	5,22	5,34
2	8,20	8,09
3	2,62	5,89
4	3,57	6,10

Mediante la prueba de Chi-cuadrado (X^2), se acepta la hipótesis nula, al no encontrar diferencias significativas entre las densidades relativas registradas entre la quebrada Cajones vs la quebrada cristales ($p=0,96$) (Tabla 12 y 13).

Tabla 12. Densidad relativa promedio por quebrada

Densidad relativa por quebrada	
Zona	Densidad (Ha)
Cajones	97,25
Cristales	44,72

Tabla 13. Determinación de diferencias significativas entre la densidad relativa promedio por quebrada mediante el análisis de Chi-cuadrado (χ^2)

χ^2	gl	p
0,0019	1	0,965

Estructura poblacional

Para la quebrada Cajones, el mayor número de individuos se presentó en machos (25) con talla de LRC máxima 41,2 cm y mínima de 28,43 cm, siendo los machos quienes presentaron el mayor tamaño; seguido de hembras (20) con tallas de LRC entre 24,45 y 37,52 cm y por último los juveniles (3) con tallas de LRC entre 12,25 y 19,21 cm, y un neonato con talla de LRC de 3,71, siendo el individuo más pequeño capturado durante el muestreo (Tabla 14).

En la quebrada Cristales, el mayor número de individuos se presentó en juveniles (18) con talla de LRC desde 9,33 a 18,68 cm; seguido de hembras (11) con talla de LRC desde 19,63 a 33,62 cm y los machos (9) con tallas de LRC desde 21,55 a 37,4 cm, siendo los machos quienes presentaron el mayor tamaño de LRC. Finalmente, los individuos de menor tamaño capturados fueron los neonatos (5) con medida de LRC desde 4,67 a 8,93 cm (Tabla 14).

Tabla 14. Valores promedio de las variables morfométricas (cm) de los individuos capturados en las quebradas Cajones y Cristales

Quebrada Cajones						
Q. Cajones	Variable	N	Promedio	Valor. Min	Valor. Max.	Desvest.p
Hembras	LRC		30,77	24,45	37,52	2,98
	ARC		26,15	20,66	32,04	2,65
	LCC	20	33,06	26,5	38,5	2,73
	ACC		33,76	26,2	45,2	3,77
	AC		7,51	4,53	9,97	1,28

	LRP		23,61	18,24	28,02	2,03
	LCP		25,18	19,8	29,8	2,53
	ARP		23,54	18,75	29,51	2,30
	ACP		25,68	15,19	32,2	3,59
	LPreanal		9,06	6,83	10,94	1,01
	LPostanal		21,68	16,25	24,8	2,07
	LPI		2,81	2,12	3,47	0,34
	LPD		2,76	2,02	3,77	0,42
	Peso		8,81	6,33	17,50	2,63
Machos	LRC	25	33,54	28,43	41,20	3,12
	ARC		29,92	20,056	41,20	4,39
	LCC		35,67	29,80	39,50	2,70
	ACC		36,44	31,90	40,10	2,30
	AC		9,38	4,65	36,00	5,55
	LRP		25,61	21,78	28,25	1,72
	LCP		25,74	2,55	31,00	5,16
	ARP		26,11	20,44	28,98	2,20
	ACP		26,81	2,55	31,20	5,46
	LPreanal		13,82	9,04	19,00	1,87
	LPostanal		21,62	13	25,40	2,58
	LPI		3,50	2,51	13,19	2,09
	LPD		3,99	2,34	27,40	5,00
	Peso		10,14	4,19	18,32	2,55
	Juveniles y neonatos		LRC	4	12,89	3,71
ARC		10,84	3,71		15,95	4,59
LCC		13,77	4,00		19,90	5,99
ACC		13,8	4,50		19,20	5,64
AC		3,71	1,62		5,22	1,37
LRP		9,74	2,78		14,51	4,43
LCP		10,07	2,80		14,30	4,45
ARP		9,89	3,31		14,54	4,17
ACP		10,62	3,70		15,2	4,29
LPreanal		3,51	0,78		5,87	1,88
LPostanal		9,17	3,82		13,13	3,68
LPI		1,39	0,39		2,13	0,64
LPD		1,36	0,40		1,99	0,60
Peso		2,65	0,02		5,95	2,32

Quebrada Cristales

Q. Cristales	Variable	N	Promedio	Valor. Min	Valor. Max.	Desvest.p
Hembras	LRC	11	25,3	19,63	33,62	4,67
	ARC		20,4	14,35	26,17	4,13

	LCC		26,16	19,00	32,00	4,04
	ACC		26,89	19,20	32,00	4,37
	AC		6,68	3,16	9,42	1,66
	LRP		19,32	14,01	23,85	3,65
	LCP		19,06	13,61	23,24	3,51
	ARP		21,08	14,2	28,20	4,08
	ACP		22,64	15,00	31,20	4,89
	LPreanal		6,39	4,50	8,48	1,18
	LPostanal		17,85	13,43	22,85	3,49
	LPI		2,69	1,81	4,82	0,78
	LPD		2,50	1,95	4,52	0,68
	Peso		4,09	1,39	6,35	1,55
	<hr/>					
	LRC		28,31	21,55	37,4	5,20
	ARC		23,09	18,22	29,12	3,44
	LCC		28,42	22,70	34,30	3,93
	ACC		29,64	23,20	35,20	4,15
	AC		7,36	4,93	8,91	1,41
	LRP		21,07	15,78	27,00	3,45
	LCP	9	20,53	16,21	26,00	3,05
	ARP		21,64	16,5	27,00	3,21
	ACP		20,89	17,00	24,00	2,72
	LPreanal		10,45	6,69	16,40	3,07
	LPostanal		19,51	16,52	23,72	2,33
	LPI		2,50	1,92	3,21	0,42
	LPD		2,35	1,82	3,06	0,43
	Peso		6,17	2,67	11,06	2,69
	<hr/>					
	LRC		11,27	4,67	18,68	3,78
	ARC		9,49	4,01	16,33	3,19
	LCC		12,2	5,6	19,2	3,94
	ACC		12,3	6,2	20	3,99
	AC		3,29	0,31	5,81	1,17
	LRP		8,59	3,34	14,5	2,89
	LCP	23	8,59	3,35	14,51	2,99
	ARP		9,24	4,50	14,9	3,05
	ACP		9,62	4,80	15,2	3,16
	LPreanal		2,75	0,10	5,27	1,23
	LPostanal		8,88	4,23	14,72	2,77
	LPI		1,45	0,09	9,02	1,71
	LPD		1,79	0,09	9,02	2,22
	Peso		0,65	0,14	1,46	0,41
	<hr/>					

Distribución porcentual de la población

En la quebrada Cajones, el mayor porcentaje se presentó para los machos con un 51,02%, seguido de las hembras con un 40,82%, juveniles con el 6,12% y por último un neonato representando el 2,04%, siendo dominantes los individuos adultos sobre los juveniles (Tabla 15).

Para la quebrada Cristales, el mayor porcentaje se presentó para los juveniles con un 41,86%, seguido de las hembras con un 25,58%, machos con el 20,93% y por último los neonatos representando el 11,63%, siendo equitativa la composición entre adultos (46,51%) y juveniles y neonatos (53,49%) en esta localidad (Tabla 15).

Tabla 15. Estructura y distribución porcentual de la población, según la talla de longitud recto caparazón (LRC) en categorías (M, H, J, N) de las quebradas

Quebrada Cajones					
LRC (cm)	Macho	Hembra	Juvenil	Neonato	Población Total
28,4 - 41,2	25 (51%)	0	0	0	25
24,4 - 37,5	0	20 (41%)	0	0	20
12,2 - 19,2	0	0	3 (6%)	0	3
0-3,7	0	0	0	1 (2%)	1
Total	25	20	3	1	49
Quebrada Cristales					
LRC (cm)	Macho	Hembra	Juvenil	Neonato	Población Total
21,6-37,4	9 (21%)	0	0	0	9
19,6-33,6	0	11(26%)	0	0	11
9,3-18,7	0	0	18(42%)	0	18
4,7-8,9	0	0	0	5(12%)	5
Total	9	11	18	5	43

Proporción sexual

La proporción sexual entre macho y hembra de la quebrada cajones, no fue significativamente diferente a una proporción 1:1 ($1,3:1$; $x^2 = 0,556$; $gl = 1$; $p = 0,556$), lo que indica que hay un macho por cada hembra. Mientras que en la proporción adulto/juvenil si hubo diferencias significativas a una proporción 1:1 ($11,3:1$; $x^2 = 36,750$; $gl = 1$; $p = 0,0004$), lo cual se vio representado en el bajo número de capturas de individuos inmaduros sexualmente (Tabla 16).

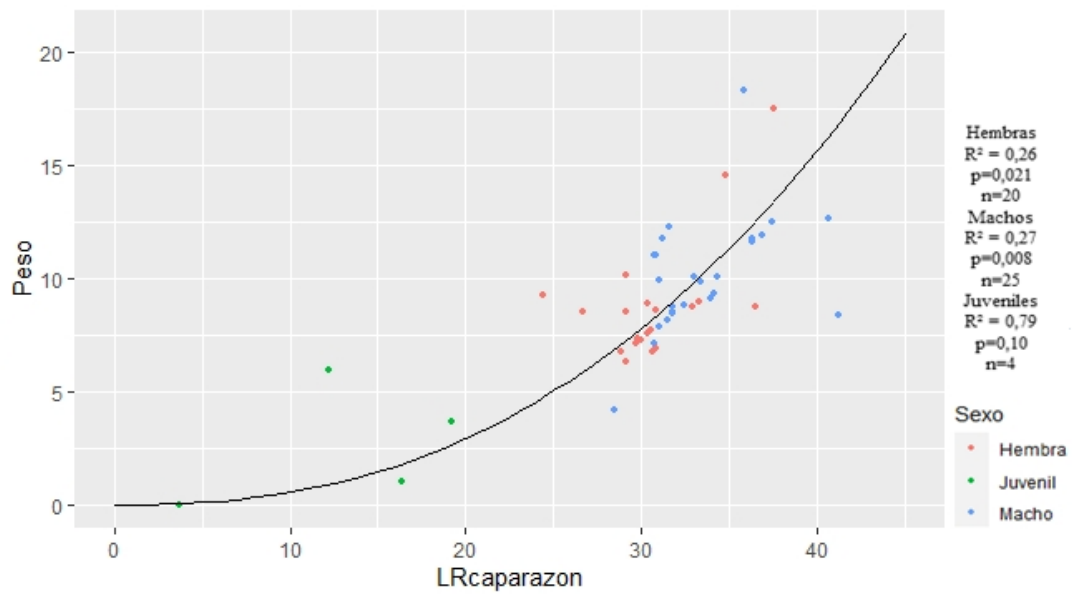
Para la quebrada Cristales, la proporción sexual no fue significativamente diferente a una proporción 1:1 ($0,8:1$; $x^2 = 0,2$; $gl = 1$; $p = 0,838$) al igual que la proporción adultos/juveniles ($0,9:1$; $x^2 = 0,105$; $gl = 1$; $p = 0,878$) (Tabla 16).

Tabla 16. Proporción sexual entre sexo y talla

Cajones		
Sexo y Talla	Macho/Hembra	Adulto/Juvenil
N. Individuos	25:20	45:04
Proporción sexual	1,3:1	11,3:1
Cristales		
Sexo y Talla	Macho/Hembra	Adulto/Juvenil
N. Individuos	9:11	20:23
Proporción sexual	0,8:1	0,9:1

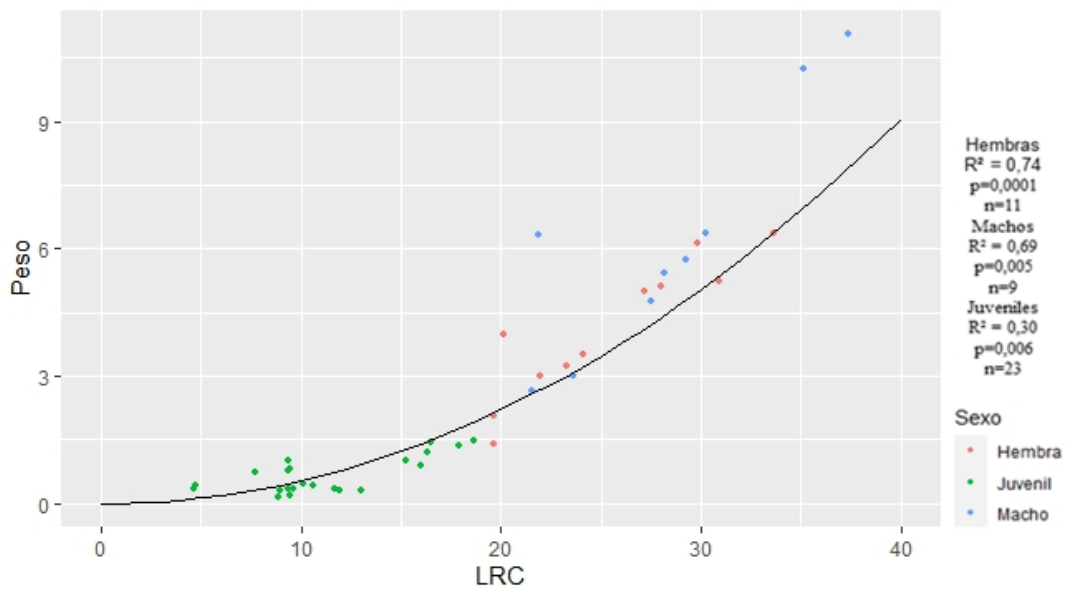
Relación Tamaño-Peso

La relación entre la medida tamaño-peso de *Chelydra acutirostris* en la quebrada Cajones fue de tipo alométrico ($y = 0,002x^{2,4171}$; $r^2 = 0,833$ (paramétrico); $p = 2,2e^{-16}$) (Figura 16), al igual que en la quebrada Cristales ($y = 0,004x^{2,0846}$; $r^2 = 0,809$; $p = 2,83e^{-16}$) (Figura 17). Además, el modelo potencial muestra que los datos de los individuos juveniles se ajustan mejor a la línea de tendencia central, aumentando de tamaño en una proporción más rápida que los adultos (Figura 16 y 17). El coeficiente de determinación empleado para reflejar la bondad del ajuste del modelo a la variable a explicar fue de tipo paramétrico.



(Sxy) Covarianza	(St) Desviaci	(Sy)	(rxY(coef. Correlac. Pearson)	R ²	p
15,102	12,005	3,251	0,722	0,833	2,2e ⁻¹⁶

Figura 16. Modelo potencial entre LRC y Peso entre machos, hembras y juveniles de la quebrada Cajones



(Sxy) Covarianza	(St) Desviaci	(Sy)	(rxY(coef. Correlac. Pearson)	R ²	p
26,769	10,313	3,695	0,816	0,809	2.83e ⁻¹⁶

Figura 17. Modelo potencial entre LRC y Peso en machos, hembras y juveniles de la quebrada Cristales

Prueba de Chi-Cuadrado (χ^2) entre cada clase de talla por quebrada

En relación a la prueba de Chi-cuadrado para determinar la aceptación o rechazo de la hipótesis nula, basada en el número de individuos por cada categoría para la quebrada Cajones, encontramos que hay diferencias significativas entre macho, hembra y juvenil. El número de individuos adulto es mayor en comparación con las demás tallas ($p = 0,00049$). No se encontraron diferencias significativas entre macho y hembra ($p = 0,5567$) pero si entre adulto y juvenil de la quebrada Cajones ($p = 0,00049$) (Tabla 17).

En la prueba de Chi-cuadrado para la quebrada Cristales, se encontraron diferencias significativas entre las tallas: macho, hembra y juvenil ($p = 0,04198$). Sin embargo, no hubo diferencias significativas entre macho y hembra ($p = 0,8381$) o entre adulto y juvenil ($p = 0,8786$), ya que el número de individuos por talla fue similar (Tabla 17).

Al comparar las tallas y sexo entre quebradas, se encontraron diferencias significativas entre macho, hembra y juvenil ($p = 0,00049$). En cuanto a machos y hembras de ambas quebradas no hubo diferencias significativas ($p = 0,6049$), a pesar de que en la quebrada Cajones se presentó un mayor número de machos y hembras en relación a la quebrada Cristales. En cuanto a la talla adulto-juvenil, se encontraron diferencias significativas ($p = 0,00003$), siendo mucho menor el número de juveniles registrados en la quebrada Cajones en comparación con la quebrada Cristales, la cual presentó un número similar de adultos-juveniles (Tabla 17).

Tabla 17. Determinación de diferencias significativas entre el número de individuos de cada grupo de categoría por quebrada y entre quebradas mediante análisis de Chi-cuadrado (χ^2)

Quebrada vs talla de tortuga	χ^2	gl	p	p (al 2000)	Aceptación o rechazo de la Hipótesis (Ho)
CAJONES vs GRUPO DE CATEGORÍAS					
H,M,J	35,49	3	9,599E-08	0,00049	Se rechaza/ SI Hay diferencias significativas
H,M	0,556	1	0,456	0,5567	Se acepta/ No hay diferencia significativa
A,J	36,75	1	1,343E-09	0,00049	Se rechaza la Ho
CRISTALES vs GRUPO DE CATEGORÍAS					
H,M,J,N	8,256	3	0,041	0,04198	Se rechaza la Ho
H,M	0,2	1	0,655	0,8381	Se acepta la Ho
A,J	0,105	1	0,746	0,8786	Se acepta la Ho
CAJONES Y CRISTALES vs GRUPO DE CATEGORÍAS					
H,M,J,N	23,231	3	-	0,00049	Se rechaza la Ho
H,M	0,268	1	0,6049	-	Se acepta la Ho
A,J	17,266	1	0,00003	-	Se rechaza la Ho

7.4. DISCUSIÓN OBJETIVO 2

7.4.1. Efecto de las condiciones físicas y químicas del agua sobre los atributos ecológicos de (*Chelydra acutirostris*)

Hábitat, son los recursos y condiciones presentes en un área donde ocupa un organismo determinado. Implica más que la vegetación o su estructura; es la suma de los requerimientos específicos necesarios. Dentro de los recursos se incluye la alimentación, cobertura, el agua, y los factores especiales requeridos por una especie para sobrevivir y tener éxito reproductivo (Thomas 1979). Evaluar los atributos ecológicos asociados a *C. acutirostris*, dilucidó información sobre la

composición de la población y permitió evaluar cómo responden estos atributos ecológicos a las condiciones físicas y químicas particulares del hábitat acuático (Morrison *et al.* 1998, Garshelis 2000, Ureña-Aranda 2007). Encontrando que, las variables físicas y químicas que tuvieron relación con la presencia de la tortuga en los trayecto de las quebradas donde se concentraron sus mayores densidades fueron conductividad, sólidos disueltos totales, pH, profundidad del lodo, cobertura vegetal, ancho del canal, temperatura del suelo, ambiental y del agua.

Los valores de conductividad y sólidos disueltos totales, se relacionaron con la alta turbidez del agua, esto aunado a la profundidad del lodo, permiten que la especie se entierre en espera de sus presas y en busca de refugio, siendo una forma de camuflarse debido a la coloración marrón oscuro de su caparazón (Young *et al.* 2017). Medem (1977), afirmó que la especie se entierra bajo el lodo como medida preventiva contra el desecamiento. Rueda-Almonacid *et al.* (2007) también reportan que viven en aguas turbias, mansas y con fondos lodosos, similar a lo establecido por (Medem 1977, Mosquera y Murillo 2003, Múnera y Regalado 2009, Young *et al.* 2017, Arango *et al.* 2017). En cuanto al pH, este tuvo una tendencia hacia la acidez, tanto en las quebradas como en las madrevejas. Según Acuña *et al.* (1983), un pH igual o menor a seis es característico en cuerpos de agua con avanzado estado de eutrofización, donde es común el establecimiento de macrófitas acuáticas, formando grandes masas de vegetación que retienen y acumulan sedimentos para la formación del lodo; siendo propicio para el establecimiento de individuos juveniles y neonatos durante el refugio contra depredadores y en espera de presas (Múnera y Regalado 2009, Young *et al.* 2014, Young *et al.* 2017).

La cobertura vegetal y el ancho del canal, influyó sobre la temperatura del suelo, ambiental y del agua, relacionándose con la incidencia de la energía solar, para que la especie pueda abastecer una variedad de necesidades, incluyendo la

termorregulación, mediante la exposición directa a los rayos solares en las playas, sobre troncos o exponiendo el dorso del caparazón sobre la superficie del agua y bajo la misma (Medem 1997, Rueda-Almonacid *et al.* 2007, Múnera y Regalado 2009). Además, les permite incrementar la temperatura para acelerar los procesos digestivos, madurar los huevos, acondicionamiento de la piel, el caparazón y el retardo de infestaciones epizoóticas y epífitas (Mosquera y Murillo 2003, Boyer 1965, Rueda-Almonacid *et al.* 2007, Young *et al.* 2014). Boyer (1965) y Reese y Welsh (1998) mencionan que los sitios de asoleamiento son críticos en la termorregulación de las tortugas, particularmente cuando la temperatura del agua es baja, generando que las tortugas pasen más tiempo asoleándose, hasta que la temperatura del cuerpo de agua sea apta para permitir que los procesos fisiológico y energéticos sean adecuados para sus funciones como la alimentación, evitar ser depredados y la reproducción.

Esfuerzo de muestreo (tiempo / área)

Durante este estudio, se generó la misma metodología de esfuerzo de muestreo reportado para la quebrada Cajones por Young *et al.* (2014, 2017) y para la quebrada Cristales por Arango *et al.* (2017). A pesar de ser el mismo esfuerzo, en el presente estudio se obtuvo un mayor éxito en el número de individuos capturados en ambas quebradas, lo que puede estar indicando un aumento en la densidad de individuos para las quebradas Cajones y Cristales desde el año 2013 al año 2020, o es posible que debido a las mejoras implementadas en la metodología de muestreo se haya incrementado el éxito de captura.

Densidad relativa

La abundancia de una especie puede estar determinada por las condiciones microclimáticas, el alimento disponible y otros rasgos elusivos para el observador

(Ceballos y Miranda 1986). A través de la prueba de Friedman, se pudo determinar que existen diferencias significativas entre las densidades promedio registradas por trayecto para la quebrada Cajones ($df = 1, p = 0,045$) y la quebrada Cristales ($df = 1, p=0,045$); encontrando que la quebrada Cajones presentó la mayor densidad promedio para el trayecto número dos y la menor densidad para el trayecto número uno. En cuanto a la quebrada Cristales, la mayor densidad promedio se presentó para el trayecto número dos (zona media) y la menor densidad en el trayecto 3 (zona alta). Además, mediante la prueba de Mann-Whitney, se encontró que no existen diferencias significativas entre las densidades promedio de los cuatro trayectos de la quebrada Cajones en relación a los cuatro trayectos de la quebrada Cristales ($p = 0,34$). Este resultado se relaciona con que las mayores densidades de ambas quebradas estuvieran concentradas en la zona media y baja, y las menores densidades en la zona alta de las quebradas (Young *et al.* 2014, Arango *et al.* 2017).

La baja densidad de tortugas en la zona alta de la quebrada Cajones, se podría relacionar con la baja turbiedad del agua, un canal estrecho y baja profundidad. Múnera y Regalado (2009), describen que las aguas claras y la poca disponibilidad de presas pueden ser un factor limitante en la presencia de la tortuga. Además, en lo más alto de esta zona hay predominio de rocas grandes que incrementan la velocidad de la corriente e impiden el desplazamiento de las tortugas hacia dicha área. Mosquera y Murillo (2003), Múnera y Regalado (2009) afirman que la velocidad de la corriente es uno de los factores que determina la presencia de la especie, razones que pudieron haber influido a encontrar una baja densidad para esta zona.

La mayor densidad promedio en la zona media y baja de la quebrada Cajones, se asocia con una menor velocidad de la corriente, un canal más amplio, una mayor profundidad del agua y del lodo e incremento en la turbidez. Young *et al.* (2014)

mencionan que en estas zonas de la quebrada Cajones hay un alto contenido de materia orgánica en descomposición activa, disponibilidad de cuevas bajo los barrancos y palizadas represadas que brindan hábitat y refugio a la especie, variables similares a las encontradas por Medem (1977), Mosquera y Murillo (2003), Rueda-Almonacid *et al.* (2007), Múnera y Regalado (2009) y Regalado *et al.* (2012). En estas zonas también se encuentra una gran variedad de vegetación acuática que sirve de alimento y camuflaje a la tortuga mientras acecha a sus presas. Además, existe disponibilidad de playas de arena que están funcionando como sitios aptos para la anidación, ya que durante este estudio se encontraron nidadas. Múnera y Regalado (2009) afirman que la presencia de zonas para la anidación contribuye positivamente en la presencia de la tortuga. Entonces, debido a que estos sitios son los que están cumpliendo con los requerimientos biológicos y ecológicos básicos de las tortugas, las lleva a concentrarse en estas zonas del cauce. Resultados similares a los encontrados en el mismo área de estudio por Young *et al.* (2014) y Arango *et al.* (2017), a diferencia en que ellos tuvieron un menor éxito de captura para la zona baja de la quebrada, lo cual se relaciona con los cambios en la matriz del paisaje que el Parque del Café ha generado a partir de la tala de cobertura vegetal como *Guadua angustifolia* por el establecimiento de especies ornamentales a lo largo de la quebrada en los últimos 6 años, lo cual podría haber contribuido ampliar el área de uso de hábitat de la especie desde la zona media hacia la zona baja, y resaltando que en la zona baja está el desemboque al río espejo, lo que permite el ingreso de individuos del río a la quebrada (Young *et al.* 2014).

En la quebrada Cristales, la menor densidad promedio de tortugas para la zona alta pudo estar relacionada con el predominio de sustrato arena y roca, un canal más angosto, mayor profundidad y velocidad de la corriente, mayor cobertura boscosa lo cual genera un descenso de la temperatura del agua, pero principalmente del ambiente y del suelo (Young *et al.* 2014, Arango *et al.* 2017).

También, puede afectar a la especie, ya que requiere de la incidencia de luz solar para llevar a cabo la termorregulación, elevando la temperatura corporal para acelerar los procesos digestivos, de crecimiento, desarrollo de folículos, acondicionando y el retardo de infestación por ectoparásitos (Medem 1997, Rueda-Almonacid *et al.* 2007, Mosquera y Murillo 2003, Múnera y Regalado 2009, Young *et al.* 2014). Además, en esta zona existe poca disponibilidad de playas de arena o zonas aptas para anidación. Pero a medida en que se desciende y nos aproximamos a la zona media de la quebrada incrementa la turbidez del agua, así como la presencia de zonas lodosas, cuevas bajo los barrancos, abundancia de vegetación acuática y marginal, el canal se torna más amplio, la velocidad disminuye, encontramos el represamiento de varias palizadas que funcionan como refugio y zonas propicias para el acecho de las presas (Young *et al.* 2014). Algo muy importante y característico entre la zona media y baja de los trayectos de estudio en la quebrada son las zonas de inundación y madre viejas, zonas únicas y características en la geomorfología del Valle de Pisamal, el cual brinda una mayor diversidad de recursos en cuanto a microhábitats en donde la especie puede llevar a cabo una serie de funciones biológicas y ecológicas (Arango *et al.* 2017); siendo estas las variables y componentes de hábitat relacionadas con la mayor densidad de individuos para la zona media y baja de la quebrada Cristales.

Estructura poblacional

En cuanto a la estructura poblacional para las quebradas Cajones y Cristales, los machos presentaron un mayor tamaño y peso respecto a las hembras (Medem 1977, Rueda-Almonacid *et al.* 2007, Young *et al.* 2014, Arango *et al.* 2017, Regalado *et al.* 2012); una longitud recta del caparazón de 41,2 cm en un macho de la quebrada Cajones fue el mayor registro de tamaño reportado para el departamento del Quindío en condiciones de vida silvestre, ya que en el zoológico de Guayaquil se reportó una medida de 48 cm de LRC (Grunewald 2008).

También, se encontró la menor talla en un neonato con LRC de 3,71 cm y LRP de 2,78 cm, el cual se asume que tenía pocos días de haber nacido, ya que se encontró cerca del nido, coincidiendo con lo reportado por Mosquera y Murillo (2003) quienes encontraron en el año 2001 a un neonato con pocos días de eclosión y con las mismas medidas reportadas en este estudio. Aunque, Múnera y Regalado (2009) reportaron una menor medida de LRC de 3,4 cm.

Distribución poblacional y proporción sexual

Acorde con la distribución poblacional de los individuos por categorías en la quebrada Cajones, el mayor porcentaje se presentó para los machos, seguido de las hembras y en menor porcentaje los juveniles, observando que para la quebrada Cajones hubo predominio de individuos adultos respecto a los juveniles (11:1). Esto puede tener relación con el acceso restringido y la prohibición de caza dentro de las instalaciones del Parque del Café, lo cual permite que los individuos puedan alcanzar mayores tamaños. En cuanto al bajo número de juveniles es probable que estos se expongan menos debido a la alta tasa de depredación que presentan en esta etapa (Brooks *et al.* 1991). Además, Congdon y Gibbons (1990) y Congdon *et al.* (1994) reportan que las tasas de mortalidad son naturalmente altas para las categorías huevos, neonatos y juveniles, y relativamente bajas para los subadultos y adultos. Encontrando que los depredadores potenciales de *C. acutirostris* para la zona de estudio en categoría huevo y juvenil fueron el armadillo (*Dasyopus novemcinctus*), Zorro cangrejero (*Cerdocyon thous*), guatín (*Dasyprocta punctata*), Zarigueya (*Didelphis marsupialis*), aves como coquito (*Phimosus infuscatus*), gallinazo (*Coragyps atratus*) y serpientes como *Micrurus mipartitus*, *Spilotes pullatus*, *Chironius monticola*, y para la etapa tanto juvenil como adulta tenemos a la nutria (*Lontra longicaudis*).

Para la quebrada Cristales, en la distribución poblacional el mayor porcentaje se presentó para los juveniles, seguido de adultos. Sin embargo, no hubo una diferencia demarcada, mostrando que la población tanto adulta como inmadura sexualmente se encuentra en equilibrio (0,9:1). Es probable que el haber encontrado un número similar de adultos con respecto a juveniles, se relacione con la misma probabilidad de tasa de mortalidad para ambas etapas en relación a la alta presión por cacería reportada para la zona de estudio (Arango *et al.* 2017), o simplemente este indicando que esta localidad está funcionando como zona de anidación efectiva para esta especie; tal y como lo reporta Young *et al.* (2014) para la quebrada Los Coclí.

La proporción sexual entre macho y hembra de la quebrada Cajones, no fue significativamente diferente (1:1), lo que indica que hay un macho por cada hembra. En la quebrada Cristales, la proporción sexual entre machos/hembras, tampoco fue significativamente diferente siendo de (0,8:1). El haber encontrado un número similar de hembras y machos en ambas quebradas, puede tener relación con la temperatura de incubación, debido a que en la especie *C. serpentina*, la temperatura es la que determina el sexo en los neonatos (Yntema, 1979 en *Chelydra serpentina* citado por Páez *et al.* 2012) y tiene un patrón tipo II (TSD-II) que se relaciona en las hembras con temperaturas de incubación bajas y altas, y machos asociados con temperaturas de incubación intermedias (Páez *et al.* 2012, Ewert y Nelson 1991, Giraldo *et al.* 2012) de esta manera es muy probable que el equilibrio en la proporción de machos y hembras de *C. acutirostris* en la quebrada Cajones esté asociada con que los nidos hayan estado expuestos a condiciones variables de temperatura, teniendo efecto sobre el sexo de los neonatos.

Crecimiento de *C. acutirostris* en relación al tamaño-peso

El crecimiento de *Chelydra acutirostris* en las quebradas Cajones y Cristales, con base en la relación tamaño-peso, fue estadísticamente significativo y de tipo alométrico, evidenciando que el individuo conforme incrementa el tamaño del caparazón también gana masa corporal. Los juveniles, mostraron un crecimiento más rápido y progresivo respecto a adultos, ya que los adultos al iniciar la reproducción su tasa de crecimiento corporal es más baja (Congdon y Gibbons 1990) e invierten energía en otras funciones, como lo es el caso de las hembras, las cuales al alcanzar la madurez sexual, su mayor gasto energético es en forrajeo, reproducción, producción de huevos y búsqueda de sitios aptos para anidación (Young *et al.* 2014, Arango *et al.* 2017, Páez *et al.* 2012). Además, se encontraron hembras grávidas, lo que probablemente generó el aumento significativo de sus pesos (Páez *et al.* 2012).

Variación en la abundancia y grupo de categorías

En este estudio se capturó un mayor número de individuos tanto adultos como juveniles para la quebrada Cajones, coincidiendo con Arango *et al.* (2017). Si comparamos los datos de abundancia registrados desde el año 2013 por Young *et al.* (2014), quienes capturaron 15 individuos adultos (7 machos y 8 hembras) y 5 juveniles, y el estudio realizado en el año 2016 por Arango *et al.* (2017), los cuales registraron 23 capturas entre 22 adultos (12 machos y 10 hembras) y 1 juvenil, es notado que la abundancia de individuos adultos tiene una tendencia a incrementar a lo largo del tiempo para la quebrada Cajones. Sin embargo, se siguen presentando bajos registros en el número de juveniles y neonatos (Young *et al.* 2014, Arango *et al.* 2017). En cuanto a la quebrada Cristales, el número de individuos adultos fue similar al de juveniles, presentándose un equilibrio entre tallas dentro de la población de la quebrada, resultados que también coinciden con

los reportados por Arango *et al.* (2017); aunque el número de individuos capturados en este estudio fue significativamente mayor en relación al año 2016 (Arango *et al.* 2017), lo cual evidencia un incremento en la abundancia de individuos para la quebrada Cristales.

7.5. RESULTADOS OBJETIVO 3

7.5.1. Efecto de actividades antrópicas sobre los atributos ecológicos de las poblaciones de *Chelydra acutirostris*

7.5.1.1. Relaciones y percepciones de los actores

Una vez evaluada la demografía de *C. acutirostris* y las variaciones en los parámetros físicos y químicos de su hábitat, se efectuó una primera aproximación sobre su reconocimiento por parte de los pobladores y los principales efectos antrópicos que podrían estar teniendo influencia en la variación de sus atributos ecológicos para la quebrada Cajones y Cristales.

Al aplicar encuestas semi-estructuradas de selección múltiple con diferente categoría de puntuación (0-3), para la quebrada Cristales en total se logró obtener 10 encuestas de nueve hombres y una mujer. Mientras que en la quebrada Cajones, fueron 5 encuestas de 3 hombres y 2 mujeres. Participantes que generaron las siguientes respuestas:

Nivel de estudio:

Para la quebrada Cristales, el mayor porcentaje estuvo representado por un nivel de escolaridad secundaria, seguido de primaria y en menor proporción

Universitario. Para los 5 participantes de la quebrada Cajones, el mayor porcentaje fue para profesional universitario y escolaridad secundaria (Figura 18).

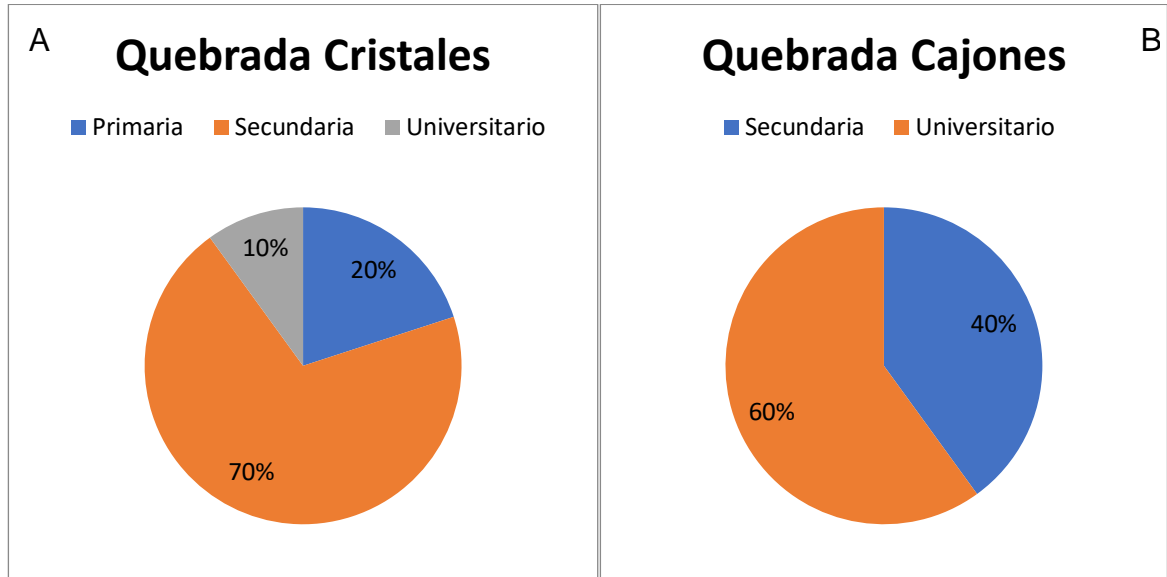


Figura 18. Nivel de estudio: A. Quebrada Cristales; B. Quebrada Cajones

Principal actividad laboral y/o económica:

En cuanto al tipo de actividad laboral y/o económica para la quebrada Cristales, el 60% manifestó dedicarse u obtener sus recursos básicos de la agricultura, el 20% de actividades pecuarias (ganadería), el 10% del turismo y el otro 10% restante se ocupa de las labores del hogar mientras su esposo trabaja; dado que esta población vive en zona rural. Mientras que para la quebrada Cajones, el 100% obtiene sus ingresos de la labor en el Parque del Café mediante la operatividad, atención al cliente (turismo y recreación) y suelen vivir en zona urbana.

¿Sabe usted qué es una tortuga? ¿Mencione qué entiende por tortuga?

De las personas encuestadas en ambas localidades, el 100% respondieron que si saben que es una tortuga, y al solicitar que la describieran en una sola palabra, se obtuvieron 13 palabras claves asociadas con la tortuga y sus características biológicas básicas, principalmente las de color verde que fueron las de mayor empleo, dejando en evidencia que entre los pobladores de las zonas de estudio si hay un reconocimiento directo sobre la especie (Figura 19).



Figura 19. Nube de palabras claves para las quebradas Cajones y Cristales

- **¿Alguna vez ha consumido tortuga en el Quindío? ¿Cuál es la tortuga que consume y cómo le llama?**

Luego de preguntar a las personas si habían consumido tortuga, en la quebrada Cristales el mayor número respondió que no, pero a pesar de no consumirla, tres de ellos manifestaron haberla visto consumir por pescadores, comunidades indígenas y población flotante de la zona, mientras que solo un encuestado manifestó sí haberla consumido (Figura 20A). En la quebrada

Cajones, todos los encuestados manifestaron no consumirla ni haberla visto consumir (Figura 20B).

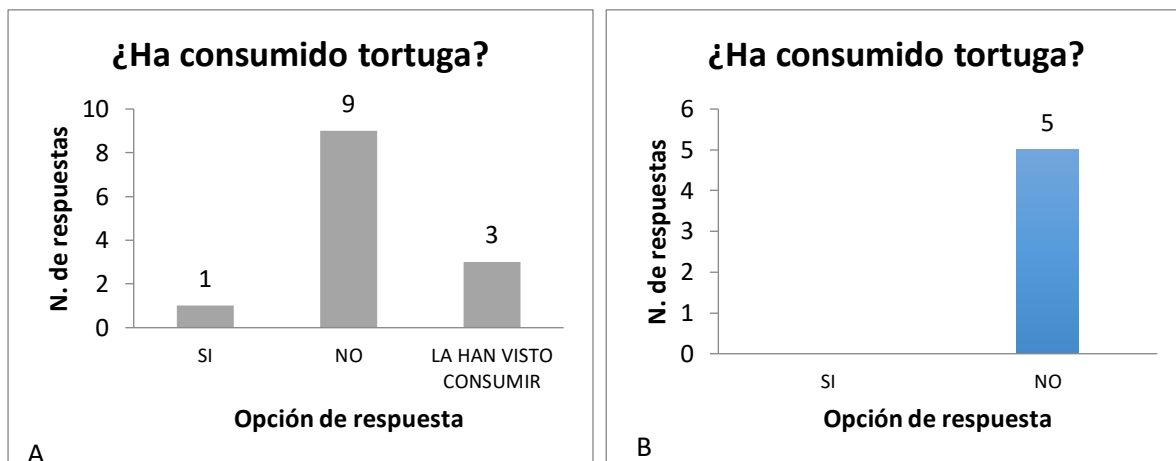


Figura 20. Respuestas sobre el consumo de la tortuga en las quebradas Cristales (A) y Cajones (B)

Las siguientes preguntas tuvieron opción de respuesta múltiple y con una puntuación de 0 a 3, siendo 0 el puntaje más bajo y 3 el puntaje más alto o con mayor frecuencia. Los gráficos de barra, representan la sumatoria del valor de las categorías de numeración asignadas por los participantes a cada opción de respuesta:

- **¿Cuáles son los métodos que emplean en el Quindío para la captura de la tortuga?**

En el siguiente esquema de barras, se evidencia que para la quebrada Cristales, el método con “redes” fue el mayormente empleado, seguido del método manual y con anzuelo (Figura 21A). En cuanto a la quebrada Cajones, los encuestados señalaron haber visto emplear principalmente las redes y el método de captura manual (Figura 21B). Es de resaltar que las respuestas para esta última quebrada,

se basa en observaciones directas durante el desarrollo del estudio en la zona, ya que en el Parque del café es prohibida la pesca o caza de animales silvestres (Figura 21).

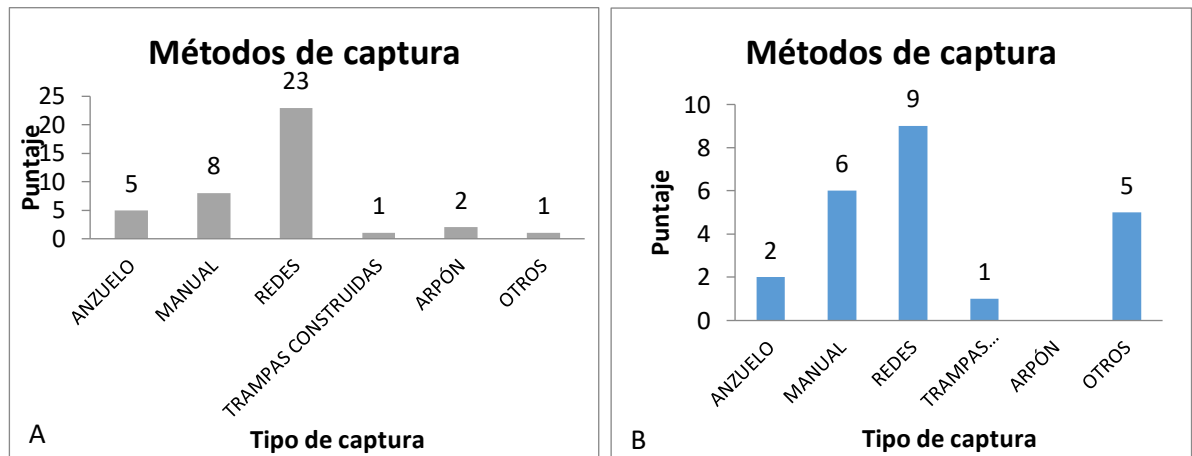


Figura 21. Métodos empleados en el Quindío para la captura de *C. acutirostris* en las quebradas Cristales (A) y Cajones (B)

➤ **¿Dónde suelen encontrar a la tortuga?**

Basado en las respuestas para las quebradas Cristales y Cajones, la tortuga *C. acutirostris*, suele ser encontrada principalmente en las quebradas y humedales (madreviejas), y en algunas ocasiones suele ser vista caminando por las vías terciarias y en medio de potreros (Figura 22).

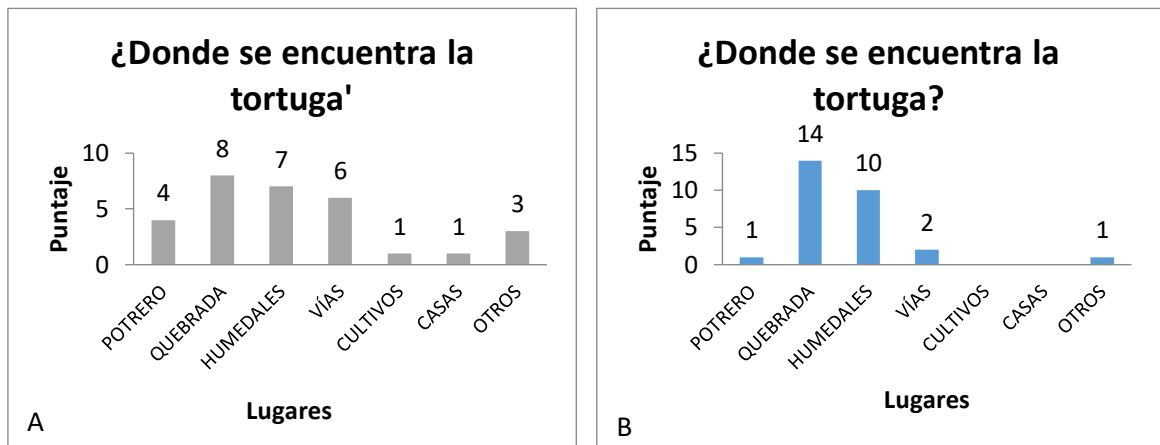


Figura 22. Lugares donde suelen encontrar a *C. acutirostris* en las quebradas Cristales (A) y Cajones (B)

➤ **¿Cuál es el uso que le dan a la tortuga?**

En la quebrada Cristales, la sumatoria entre los valores de cada respuesta arrojó que la mayoría de personas no le dan un uso a la tortuga, pero los que si le dan un uso principalmente la emplean para el consumo (Figura 23A). En relación a la quebrada Cajones, los encuestados fueron enfáticos en que no la habían consumido, ni la han visto consumir, pero que sí habían escuchado sobre su habitual consumo, seguido de su empleo para la venta como mascota, entre otros usos como artesanías y remedios caseros (Figura 23B).

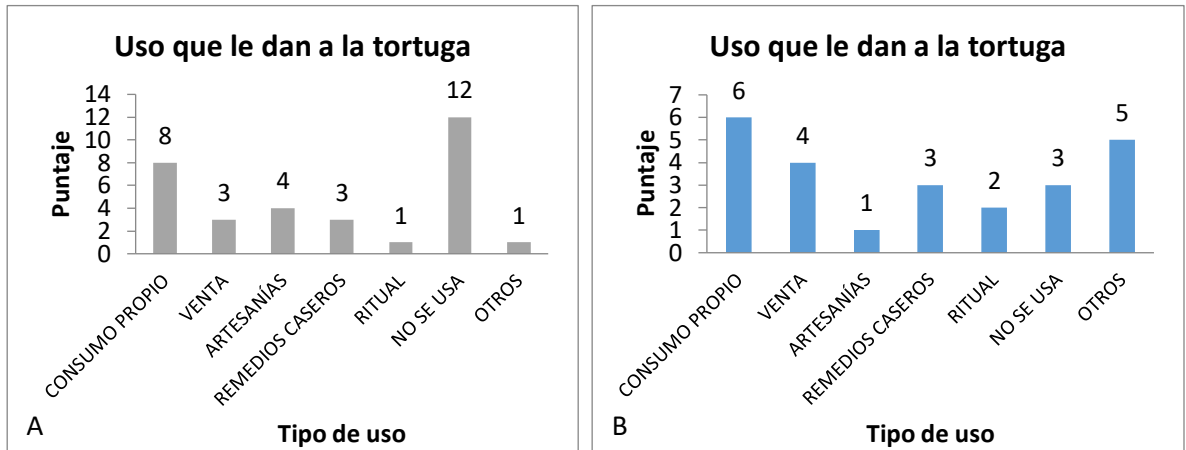


Figura 23. Usos que le dan a *C. acutirostris* en las quebradas Cristales (A) y Cajones (B)

➤ **¿Dónde se pueden encontrar sus huevos?**

Para la quebrada Cristales y Cajones, la mayor puntuación con respecto al lugar donde se pueden encontrar los huevos fue en “playas de arena, rodeadas de vegetación marginal y cercanas al borde de quebrada y/o humedales” (Figura 24).

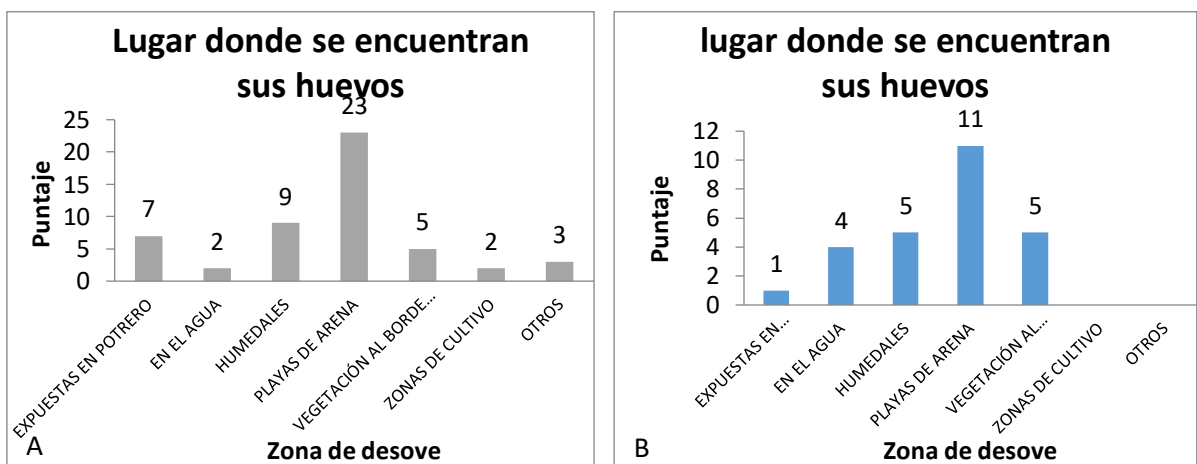


Figura 24. Lugares donde se encuentran los huevos de *C. acutirostris* en las quebradas Cristales (A) y Cajones (B)

➤ **¿Qué uso le dan a sus huevos?**

Acorde a la encuesta para la quebrada Cristales, la mayoría no consumen huevos de tortuga, seguido de los que sí la consumen ya sea como afrodisiaco o remedio casero (Figura 25A). Para la quebrada Cajones, las encuestas arrojaron que los huevos eran empleados principalmente para la venta, seguido de su empleo como afrodisiaco o remedio casero (Figura 25B).

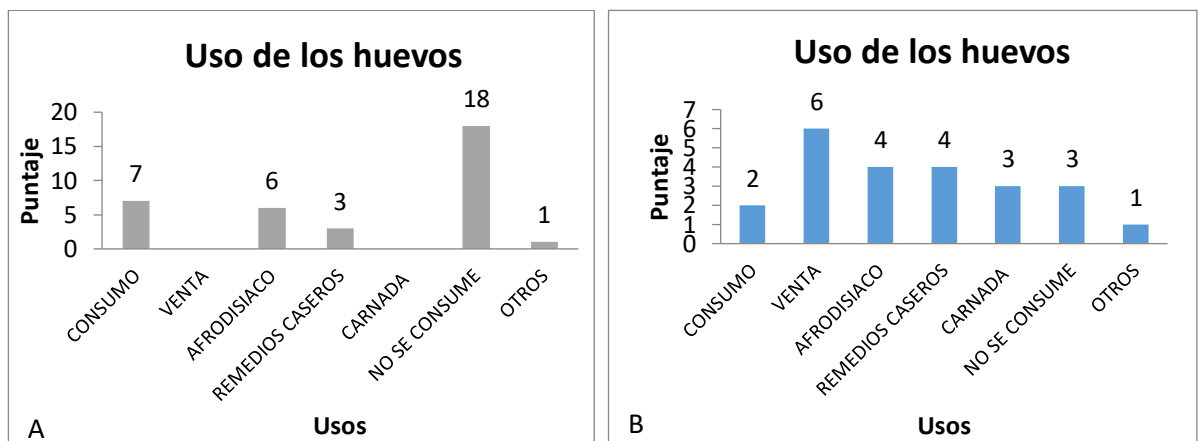


Figura 25. Uso que le dan a los huevos de *C. acutirostris* en las quebradas Cristales (A) y Cajones (B)

➤ **¿Qué tamaño y sexo del individuo se encuentra con mayor frecuencia para la zona?**

Basado en la sumatoria de puntajes obtenidos para cada opción de respuesta en cada pregunta, la mayor asignación fue para el tamaño de tortuga adulta, seguido de tortuga mediana (juvenil) y recién nacido (neonato), lo cual indica que los individuos de *C. acutirostris* avistados para la quebrada Cristales en su mayoría son adultos (Figura 26A). En cuanto a la quebrada Cajones, predominaron los individuos adultos en relación a juveniles y neonatos. También, es importante resaltar que a pesar de que la diferenciación sexual es compleja, algunas

personas de ambas quebradas manifestaron diferenciar machos de hembras (Figura 26B).

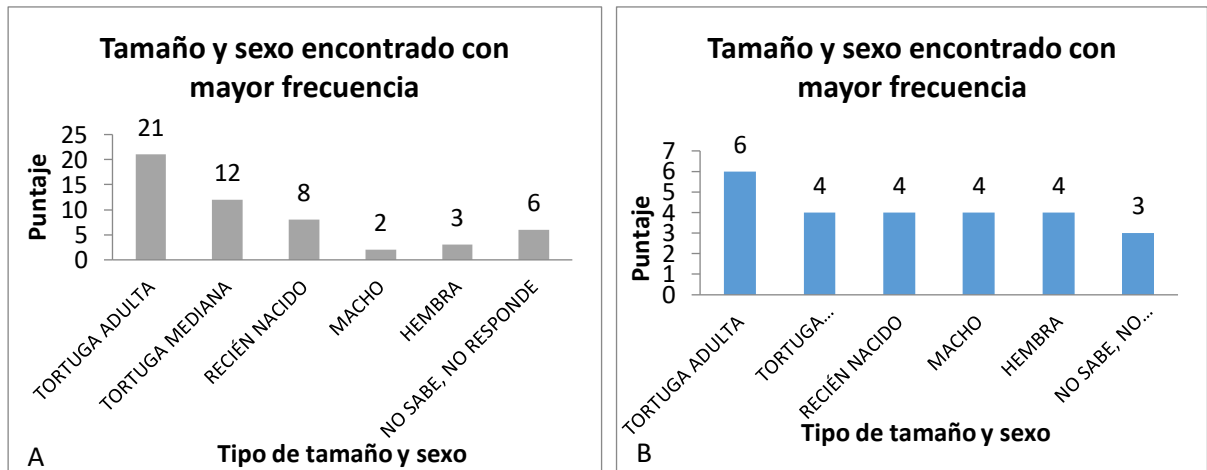


Figura 26. El tamaño y sexo de *C. acutirostris* que se encuentra con mayor frecuencia para las quebradas Cristales (A) y Cajones (B)

➤ **¿Cuáles considera usted que son los mayores impactos sobre la tortuga Pímpano en la zona?**

Según el puntaje, los mayores impactos o presión que se está presentando en la quebrada Cristales para la especie, es la contaminación del cuerpo de agua y destrucción de humedales, seguido de la presión por consumo, aumento de la actividad agrícola y ganadera y la destrucción de zonas aptas para anidación (Figura 27A). Mientras que en la quebrada Cajones los mayores impactos se reflejaron en la contaminación del agua, la destrucción de los humedales, la destrucción de zonas aptas para anidación, la deforestación para la expansión del área mecánica o infraestructura y plantaciones agrícolas (Figura 27B).

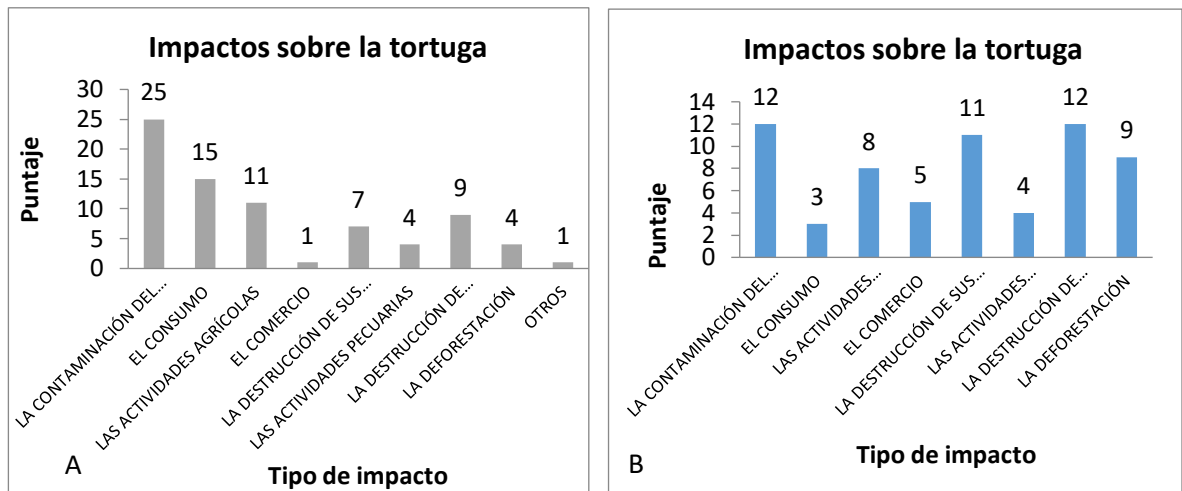


Figura 27. Impactos sobre *C. acutirostris* para la zona de estudio en las quebradas Cristales (A) y Cajones (B)

- **¿Hay variación en el número de tortugas con el pasar de los años para la zona?**

Para la quebrada Cristales, se presentó una similitud en cuanto a la respuesta de sí la población de tortugas “ha aumentado” o “han disminuido” en los últimos años (Figura 28A). Lo mismo ocurrió en la quebrada Cajones, donde la sumatoria de los puntajes arrojó similitud entre “han disminuido” y “se mantienen”. Lo anterior se debe a que los encuestados han percibido a lo largo del tiempo fluctuaciones en el número de tortugas, principalmente la personas que tienen alguna relación directa con el área de influencia de la especie, lo que genera la heterogeneidad en las respuestas, o simplemente marcaron la respuesta al azar (Figura 28B).

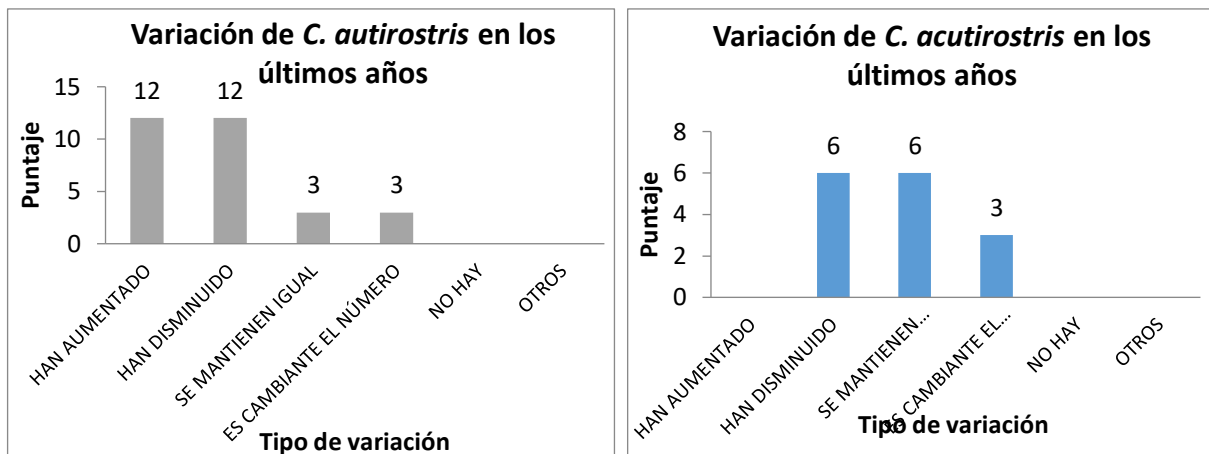


Figura 28. Variación en el número de *C. acutirostris* en los últimos años para las quebradas Cristales (A) y Cajones (B)

7.5.1.2. Lista de tensores antrópicos

A través del diseño de la cartografía social con un mapa del pasado (2000) y mapa del presente (2020) en cada zona de estudio, se obtuvo una lista de tensores, los cuales son mostrados e interpretados mediante una infografía, según la agrupación de la valorización e importancia asignada por cada grupo de participantes encuestados en cada localidad, siendo de mayor representación los valores más cercanos a uno (1) (Figuras 29 y 30).

Para las quebradas Cristales y Cajones, los tensores ambientales en orden de mayor representación fueron: contaminación del agua (1), la deforestación (2), ampliación de la frontera agrícola y ganadera (3), pérdida y desecación de madrevejas (4), la pérdida de playas de arena (5), destrucción de sus nidadas (6), el turismo (7), pesca incidental y/o cacería (8) (Figuras 29 y 30).

Acorde con lo analizado en ambas quebradas, fueron priorizados casi los mismo tipos de tensores ambientales que podrían estar teniendo influencia sobre la

variación en los atributos ecológicos de *C. acutirostris* desde hace 20 años atrás a la fecha actual, aunque en la quebrada Cristales fueron incluidos nuevos tensores como la cacería y la quema de cultivos, tensores no registrados para la quebrada Cajones donde su potencial tensor fue el turismo y la contaminación (Figuras 29 y 30).

LISTA DE TENSORES AMBIENTALES QUEBRADA CAJONES



TENSOR 1: DEFORESTACIÓN

Aprovechamiento de los guaduales y su tala para extensión de la frontera agrícola y atracciones turísticas



TENSOR5: DESTRUCCIÓN DE NIDADAS

Las nidadas son saqueadas por pequeños mamíferos, aves y afectadas por las hormigas. También son afectadas por las crecientes repentinas en época de altas lluvias

TENSOR 2: CONTAMINACIÓN DEL AGUA

Vertimiento de aguas residuales domésticas e industriales provenientes del casco urbano del municipio de Montenegro y de las instalaciones del Parque del café



TENSOR6: PÉRDIDA DE PLAYAS APTAS PARA LA ANIDACIÓN

Se pierde la disponibilidad de estas playas ya sea por desbordamiento de la quebrada, acumulación de residuos sólidos y ampliación de la actividad agrícola al margen de la misma o



TENSOR 3: PESCA INCIDENTAL

Presencia eventual de pescadores no autorizados



TENSOR 7: PÉRDIDA DE HUMEDALES

La tala genera la evaporación rápida del espejo de agua de los humedales, estas también son secadas para ampliar el área agrícola y establecimiento de zonas de potrero.

TENSOR4: TURISMO (PERSONAS Y TRANSITO VEHICULAR)

Las personas que visitan el Parque del Café y evidencian la presencia de la especie, suelen arrojarle trozos de alimento y fotografiarlos, situación que puede perturbar a la tortugas ante el alto flujo de personas y ruido generado por los vehículos que a través de puentes pasan cerca de su hábitat.



TENSOR8: CULTIVOS AGRÍCOLAS

Los cultivos son establecidos al margen de la quebrada, generando la contaminación del agua por los lixiviado de los cultivos o los agroquímicos y pesticidas empleados durante el proceso de siembra.



Figura 29. Infografía de los tensores ambientales sobre *C. acutirostris* en la quebrada Cajones

LISTA DE TENSORES AMBIENTALES QUEBRADA CRISTALES



TENSOR 1: DEFORESTACIÓN

Deforestación masiva para la siembra y recambio de cultivos transitorios y el establecimiento de zonas de potrero para ganadería.



TENSOR5: DESTRUCCIÓN DE NIDADAS

Las nidadas suelen ser saqueadas por pequeños mamíferos, aves, reptiles, hormigas, incluso por pobladores locales. También son afectadas por las crecientes repentinas en época de altas lluvias.

TENSOR 2: CONTAMINACIÓN DEL AGUA

Vertimiento de aguas residuales domésticas e industriales provenientes del casco urbano del municipio de La Tebaida y de las viviendas alrededor de la quebrada.



TENSOR6: PÉRDIDA DE PLAYAS APTAS PARA LA ANIDACIÓN

Se pierde la disponibilidad de estas playas ya sea por desbordamiento de la quebrada, acumulación de residuos sólidos y ampliación de la frontera agrícola al margen de la misma.



TENSOR 3: PESCA INCIDENTAL Y CACERÍA

Presencia continua de pescadores y cazadores furtivos que consumen la especie y sus huevos.



TENSOR 7: PÉRDIDA DE MADREVIEJAS

En época de verano, las madre viejas pierden espejo de agua y muchas de estas han sido secadas para ampliar el área agrícola y establecer potreros para el ganado y equinos.

TENSOR4: TURISMO (PERSONAS Y TRANSITO VEHICULAR)

Es común encontrar personas empleando la quebrada como zona de balneario y recreación familiar. Por este afluente también cruzan vehículos livianos y de carga, ante la ausencia de una infraestructura vial.



TENSOR8: CULTIVOS AGRÍCOLAS Y QUEMAS

Los cultivos son establecidos a borde de quebrada sin respetar el área de protección de la ronda hídrica, generando la contaminación del agua por los lixiviados de los cultivos y agroquímicos o pesticidas empleados durante el proceso de siembra.



Figura 30. Infografía de los tensores ambientales sobre *C. acutirostris* en la quebrada Cristales

7.5.1.3. Historia ambiental del territorio

Los eventos históricos que han representado cambios significativos sobre las dinámicas poblacionales de *C. acutirostris* y la matriz del paisaje han sido representados a partir de una línea de tiempo:

En la quebrada Cajones se evidenció un relevante cambio a lo largo de los últimos 20 años, provocado principalmente por el cambio de infraestructura, el aumento del área recreativa y mecánica, aunado al aumento en el número del personal contratado, el alto flujo de turistas que visitan a diario el Parque y el acceso vehicular cerca o en medio de la fuente hídrica, así como el aumento de la población del casco urbano del municipio de Montenegro que ha generado un incremento en la descarga de aguas residuales tanto domésticas como industriales, contaminando progresivamente la quebrada Cajones. También, ha sido importante el rol del control que ha tomado el Parque del Café al restringir el acceso de pescadores a la quebrada y prohibir el consumo de la tortuga, contribuyendo en el mantenimiento año tras año de sus poblaciones (Figura 31).

En cuanto a la quebrada Cristales, los cambios a lo largo del tiempo han estado demarcados principalmente por el aumento en el área agrícola y pecuaria, promoviendo la deforestación, quemas y cambio en la composición física y química del suelo. En relación a la calidad del agua, esta se ha visto reducida por la contaminación que generan los lixiviados de agroquímicos y el estiércol del ganado, sumado al aumento en la población tanto local como del casco urbano del municipio de La Tebaida y de Armenia que han generado un incremento en las descargas de aguas residuales domésticas en la quebrada Cristales. Además, la cacería ha ido en incremento, debido a las condiciones tanto culturales como económicas de la población campesina, flotante y local que han convertido la especie en una fuente alternativa de proteína (Figura 32).



Figura 31. Línea de tiempo, quebrada Cajones

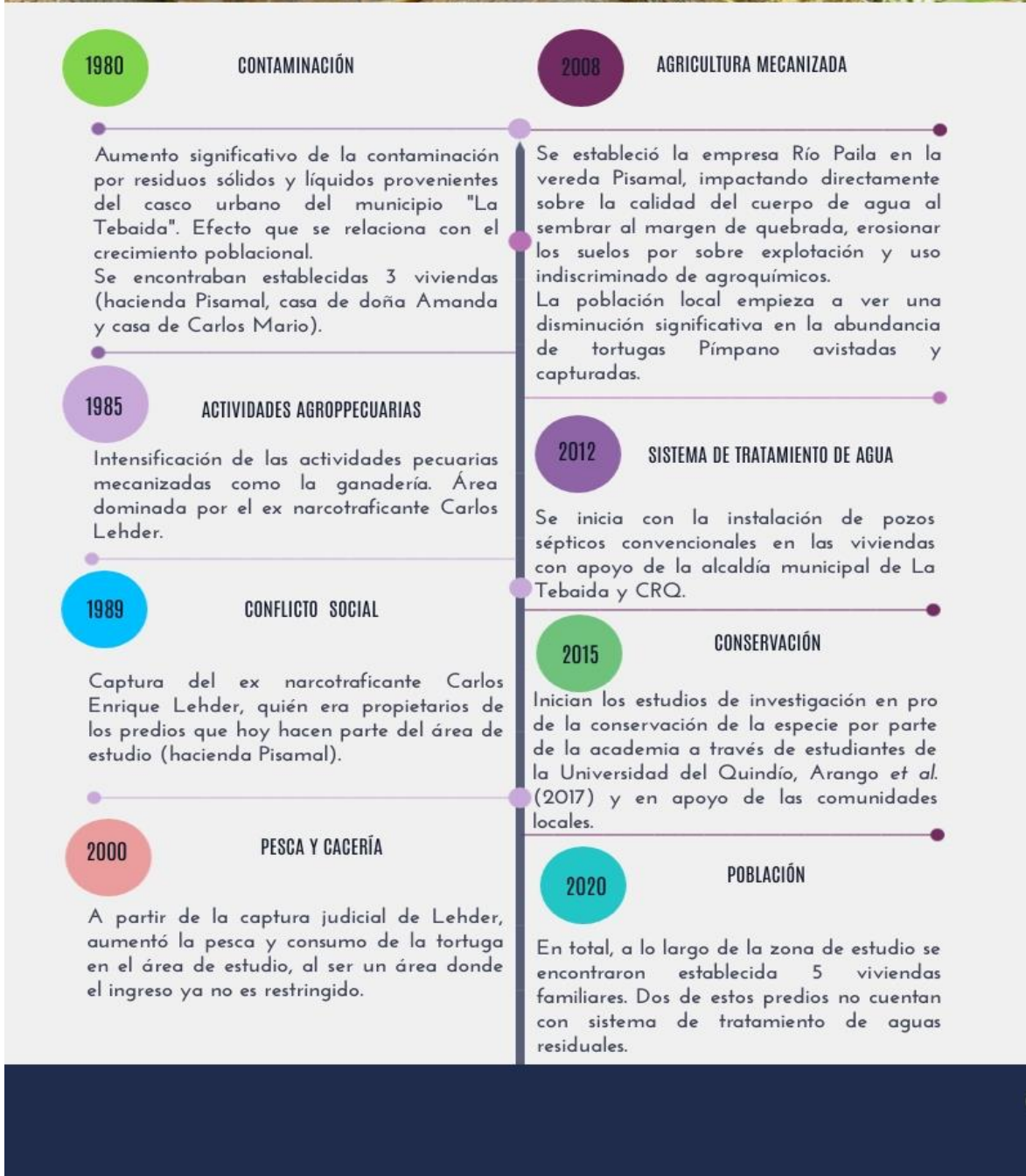


Figura 32. Línea de tiempo, quebrada Cristales

En relación a la cartografía social de la quebrada Cajones para el pasado y el presente, es notado que en el pasado (20 años atrás), el Parque del café solo contaba con dos atracciones mecánicas grandes (cafeteritos y montaña acuática) y el resto de atracciones eran basadas en eventos socio-culturales y recorridos que abordaban el paisaje y costumbres de la cultura cafetera de la región. Siendo un paisaje menos intervenido a lo largo de la quebrada Cajones y con solo dos puntos de descarga de aguas residuales. Además, las tortugas Pímpano se distribuían y concentraban su mayor actividad cerca al puente colgante (trayecto 2) y al área que colinda con el lago la paquita y los cultivos de café (trayecto 3). (Figura 33 y 34).

Para el mapa del año 2020, la matriz del paisaje a lo largo de la quebrada Cajones, tuvo cambios físicos significativos, uno muy importante fue el aumento de la contaminación proveniente del casco urbano del municipio, y el número de descargas generadas por el Parque a lo largo de la quebrada, siendo un total de 8 vertimientos directos al cuerpo de agua y con los mismos dos pozos sépticos de ahora 20 años, pero que ahora deben soportar una mayor carga contaminante debido al aumento significativo del flujo de turistas. En cuanto a la distribución, las tortugas se encuentran a lo largo de toda la quebrada (trayecto 1, 2, 3 y 4), pero concentran su mayor actividad cerca del puente peatonal bambusario (trayecto 2), puente colgante, puente vehicular teleférico (trayecto 3), puente vehicular karts y puente férreo (trayecto 4). Algo muy importante, es la identificación de los puntos de anidación (trayecto 2 y 4), ya que no se contaba con esta información para la zona baja de la quebrada, logrando hacer una recopilación puntual de estos lugares al creer que algunas tortugas ingresan del río a la quebrada en busca de zonas aptas para la anidación (Figura 33 y 34).



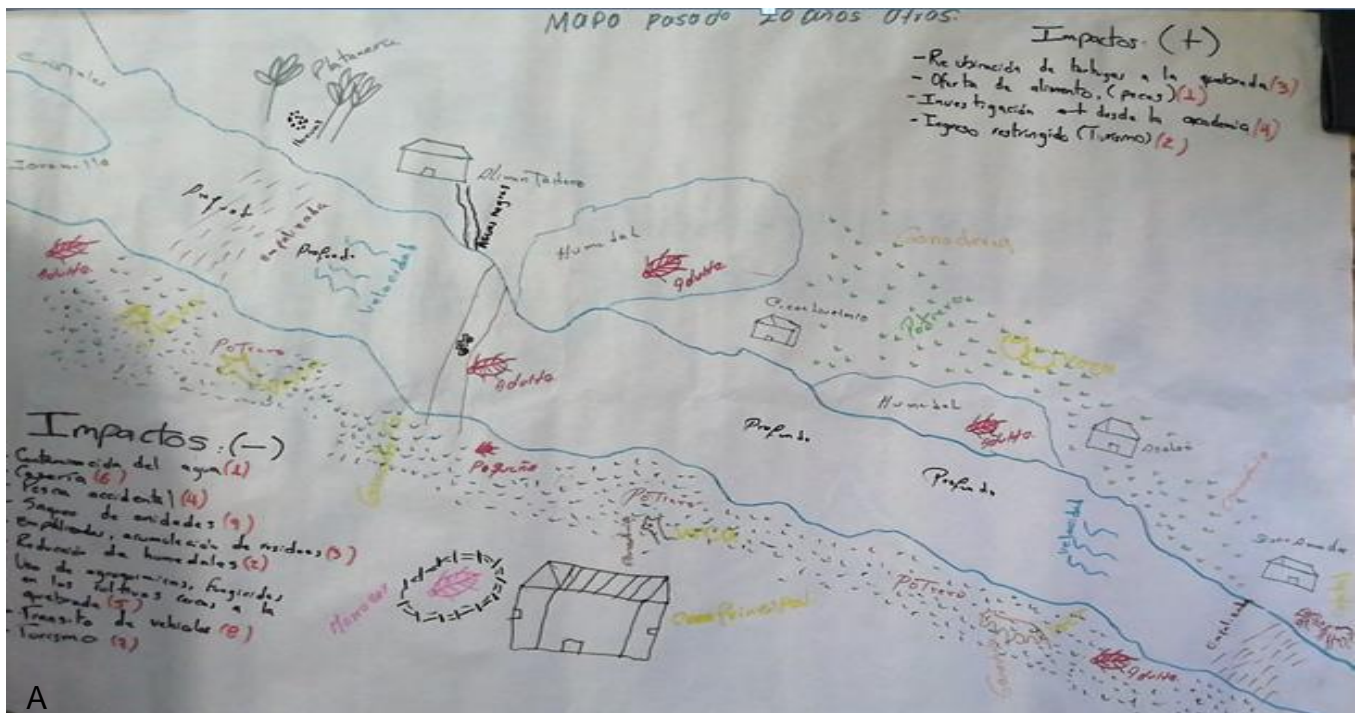
Figura 34. Proceso de elaboración de la cartografía social para la quebrada Cajones

En la cartografía social de la quebrada Cristales para el pasado y el presente, es notado que 20 años atrás, la matriz del paisaje estaba dominada por potreros destinados a la ganadería, cultivos de plátano, y el cuerpo de agua aún no era tan contaminado, teniendo en cuenta que la población en el casco urbano del municipio de La Tebaida era menor y existían menos asentamientos a lo largo de la quebrada Cristales. Pero después de la llegada de la empresa Río Paila, la mayor parte del área de potrero fue destinada a los monocultivos de caña de azúcar, lo cuales tuvieron un gran impacto en el declive de la calidad del agua por contaminación de agroquímicos y cambios en las características físicas y químicas del suelo. En relación a la distribución y área central de actividad de las tortugas, los participantes demarcaron que estas se encontraban a lo largo de toda la quebrada (trayecto 1, 2, 3 y 4), incluyendo las áreas de humedal (Figura 35 y 36).

En la cartografía del presente (2020), se observa que la matriz está dominada por áreas de cultivo transitorio (plátano, papaya, maracuyá, maíz, ahuyama, yuca) y potreros ganaderos; el número de habitantes ha incrementado en el área local y

urbana de donde provienen las mayores descargas de aguas residuales domésticas e industriales (municipio de La Tebaida y Armenia) generando un mayor foco de contaminación al cuerpo de agua y deplorando las condiciones bajo las cuales debe sobrevivir *Chelydra acutirostris*. En cuanto al crecimiento poblacional humano, en el área de la vereda Pisamal se encuentra una hacienda de extensión de dominio la cual hoy en día es refugio de una población reinsertada flotante proveniente de zona costera, quienes debido a su actividad cultural y condiciones económicas han generado la caza incidental sobre la especie y han contribuido en la ampliación de la frontera agricultura, influyendo directamente sobre la destrucción de su hábitat, nidadas y pérdida de disponibilidad de playas para la anidación (Figura 35 y 36).

- **Quebrada Cristales (Vereda Pisamal)**



7.6. DISCUSIÓN OBJETIVO 3

7.6.1. Efecto de actividades antrópicas sobre los atributos ecológicos de las poblaciones de (*Chelydra acutirostris*)

El proceso cartográfico y los mapas como productos son materiales pedagógicos e investigativos con alta densidad de información (Vélez *et al.* 2012), razón por la cual en este estudio se realiza el análisis de los temas visibles en las representaciones gráficas contenidas en los mapas, y que se consideran de particular interés para la geografía y los estudios relación humano-tortuga, teniendo en cuenta las representaciones de las fronteras y las posiciones enunciativas desde la afirmación y desde el silencio de los diagramas.

Relaciones y percepciones de los actores

Los encuestados de la quebrada Cristales, tienen un nivel de escolaridad menor (primaria, secundaria) en comparación con los de Cajones (universitario, secundaria), también se encuentran más asociados con el entorno en que vive la especie, ya que se dedican principalmente al trabajo en campo a partir de la agricultura y la ganadería, y viven en zona rural. Mientras que en la quebrada Cajones, no están tan asociados con las dinámicas del entorno natural de la especie y sus actividades económicas se relacionan principalmente con el turismo y operatividad de maquinaria recreativa, lo cual exige tener un mayor nivel de escolaridad y en algunos casos un mejor ingreso económico que abre la posibilidad de vivir en sectores urbanos. Teniendo en cuenta que hay una diferencia en la relación que puedan tener los pobladores de cada zona con la especie, todos manifestaron saber qué es y cómo reconocerla, empleando principalmente como referentes el caparazón, la cola, el pico, animal longevo que vive en el agua y al que llaman Pímpano. Información que concuerda con lo

mencionado por Medem (1977) en relación a que en el departamento del Quindío esta especie es llamada comúnmente como “Tortuga Pímpano”.

En cuanto al consumo de la especie, en la quebrada Cristales es común ver que los pescadores o la misma comunidad de la zona la consuman o la extraigan de su hábitat para ser vendida como fuente de proteína. Además, a pesar de que la quebrada Cajones se encuentra inmersa en un área privada que restringe el ingreso a pescadores o cazadores, en el año 2012 durante los estudios de Young *et al.* 2014, encontraron una tortuga desmembrada a orilla de la quebrada, producto de cacería. Varios autores reportan para el Quindío y Valle del Cauca que estas tortugas son altamente consumidas y las condiciones económicas de los campesinos las convierten en un recurso económico, siendo empleada para la comercialización de su carne y huevos, como mascota, diseño de artesanías, remedios caseros o en rituales de creencias mágico religiosas (Henaó y Ruíz 1996, Castaño-M. 2002, Rueda-Almonacid *et al.* 2007, Cuesta-Ríos *et al.* 2007, Corredor *et al.* 2007, Páez *et al.* 2012, Young *et al.* 2017). Ocampo *et al.* (2008) en la ciudad de México, encontraron mediante entrevistas a habitantes locales como pescadores y agricultores, que las tortugas dulceacuícolas son consumidas principalmente en temporada de Semana Santa, debido a que es parte de una cultura arraigada, siendo empleada en la elaboración de recetas como caldos. También, Figueroa (2010) para la tortuga *Podocnemis* en el Amazonas y Córdón *et al.* (2011) en *Chelonia mydas*, constataron el aprovechamiento de tortuga y sus huevos por parte de comunidades indígenas, siendo parte su costumbre y cultural ancestral.

En relación al método de captura y/o cacería que es empleado para la especie, en la quebrada Cristales registraron el método con red, manual y con anzuelo; métodos artesanales que son comúnmente empleados por los pescadores. En cuanto a la quebrada Cajones, los encuestados señalaron haber visto emplear

principalmente las redes y el método de captura manual. Todos los anteriores métodos de cacería para el consumo y/o comercialización de la especie, han sido reportados anteriormente para el departamento del Quindío y Valle del Cauca (Henao y Ruíz 1996, Corredor *et al.* 2006, Corredor *et al.* 2007, Devaux 2010, Páez *et al.* 2012, Young *et al.* 2014, Córdón 2011). Incluso en la ciudad de México, en un estudio realizado en tortugas dulceacuícolas por Ocampo *et al.* (2008) mencionan que son capturadas por medio de nasa, arpón, anzuelo, trampa y buceo, siendo métodos comunes entre la comunidad de pescadores.

En ambas quebradas, la tortuga *C. acutirostris* suele ser encontrada principalmente en las quebradas y humedales (madreviejas), y en algunas ocasiones suele ser vista caminando por las vías terciarias y entre potreros. Es probable que el haber encontrado las tortugas cerca a la vía y potrero, se deba a que las hembras salen del agua en busca de zonas aptas para desovar o simplemente lo hagan para trasladarse de un cuerpo de agua a otro cuando no hay conectividad y requieren de mejores condiciones y/o recursos, tal y como lo mencionan Medem (1977), Mosquera y Murillo (2003), Ortega (2005), Rueda-Almonacid *et al.* (2007), Múnera y Regalado (2009), Young *et al.* 2014, Arango *et al.* 2017, Young *et al.* (2017) en el departamento del Quindío y Valle del Cauca.

Para las quebradas Cristales y Cajones, los encuestados señalaron que los huevos de la tortuga se encontraban principalmente en playas de arena, rodeadas de vegetación marginal y cercanas al borde de quebrada y/o humedales, lo cual coincide con la información reportada en la literatura por Medem (1977), Mosquera y Murillo (2003), Múnera y Regalado (2009), Páez *et al.* (2012), Young *et al.* (2014), Arango *et al.* (2017); evidenciando que las personas que marcaron esta respuesta han tenido contacto directo con las nidadas, ya sea porque han observado a la tortuga desovar, la han encontrado durante los procesos de arado agrícola o los han removido de la arena para su venta y/o consumo. En cuanto al

uso que le dan a los huevos, en ambas quebradas mencionaron conocer de su uso como afrodisiaco o remedio casero. Este tipo de uso en los huevos de *C. acutirostris*, también ha sido reportado anteriormente para Colombia (Medem 1977, Corredor *et al.* 2006, Corredor *et al.* 2007, Rueda-Almonacid *et al.* 2007 y Páez *et al.* 2012).

Con respecto a la identificación del tamaño y sexo del individuo, para la quebrada Cristales mencionaron haber visto principalmente tortugas adultas, seguido de juveniles. En cuanto a la quebrada Cajones, un predominio de los individuos adultos en relación a juveniles y neonatos, corroborando lo encontrado en este estudio a partir de la estructura poblacional y proporción sexual, y coincidiendo con estudios anteriores para las dos quebradas (Young *et al.* 2014 y Arango *et al.* 2017). También, es importante resaltar que a pesar de que la diferenciación sexual es compleja, algunas personas manifestaron diferenciar machos de hembras, lo cual indica que manipularon la especie en algún momento, además en el Parque del café se han adelantado talleres de reconocimiento y sensibilización sobre la especie por parte de Young *et al.* (2014), Arango *et al.* (2017), Young *et al.* (2017) lo que los lleva a distinguir machos de hembras.

Los impactos o presiones antrópicas más predominantes en las encuestas para ambas quebradas fueron la contaminación del agua y destrucción de humedales, la presión por consumo, la deforestación por aumento de la actividad agrícola, ganadera e infraestructura, y la destrucción de zonas aptas para anidación. Impactos que también han sido referenciados en la literatura por Medem (1977, Corredor *et al.* (2007), Páez *et al.* (2012), Arango *et al.* (2017), Young *et al.* (2017). Además, es importante resaltar la percepción humano-tortuga, debido a que en las encuestas y cartografía social se evidenció una percepción de la tortuga como un ser vivo de ecosistema acuático, con caparazón grande, cola larga y longevo, quien es a su vez, es percibido como un animal empleado para el consumo de su

carne como fuente proteica y el consumo de sus huevos como recurso afrodisiaco. Percepciones y factores antrópicos que influyen directamente sobre la variación en los atributos ecológicos de las poblaciones de *C. acutirostris* para el departamento del Quindío.

Tensores antrópicos

Un mapa no es una imagen exacta de la realidad (Harley 1989, 1991). Por el contrario, es la representación gráfica de un espacio físico y social, resultado de trayectorias subjetivas y comunitarias de los participantes; por esta razón, un mapa adquiere sentido cuando se lee en relación con el contexto socio-histórico en que fue construido. El grado y tipo de “distorsión” (De Sousa-Santos 1991) en un mapa está condicionado por factores técnicos, pero fundamentalmente se basa en las decisiones políticas del cartógrafo sobre el uso específico del mapa, y en las decisiones metodológicas para que estos objetivos se logren, incluso a través de los sesgos y de los silencios (Harley 1991).

Es por ello, que a través del diseño de cartografía social y la tabulación de la encuestas, se obtuvo una lista de tensores, encontrando que en ambas quebradas los tensores ambientales de mayor representación y que han sido indicados en estudios anteriores sobre la especie en Colombia fueron: **contaminación del agua**, lo cual se ve asociado con vertimiento de aguas residuales domésticas e industriales, acumulación de residuos sólidos provenientes del casco urbano y el empleo de agroquímicos, pesticidas y fungicidas en los cultivos al margen de la ronda hídrica (Young *et al.* 2014, Arango *et al.* 2017). Seguido de **la deforestación** para la **ampliación de la frontera agrícola y ganadera**, lo cual conlleva a la **pérdida y desecación de madre viejas** (Henao y Ruiz 1996, Ortega *et al.* 2005, Cuesta-Ríos 2007, Young *et al.* 2014). Continuando con **la pérdida de playas de arena** aptas para la anidación de la especie y por ende la **destrucción**

de sus nidadas (Moll y Moll 2004, Corredor *et al.* 2007, Rueda-Almonacid *et al.* 2007, Múnera y Regalado 2009, Páez *et al.* 2012). Finalmente, encontramos **el turismo o flujo continuo de personas** para actividades de recreación, así como la **pesca incidental o cacería** para el consumo propio y/o comercialización de la especie y sus huevos (Mosquera y Murillo 2003, Corredor *et al.* 2006, Corredor *et al.* 2007). Dejando en evidencia que, ambas zonas de estudio se han visto sujetas a continuos cambios en la matriz del paisaje por efectos principalmente antrópicos, generando el deterioro y pérdida del hábitat de *C. acutirostris*, lo cual influye sobre sus atributos ecológicos, tal y como ha sido reportado en los resultados del objetivo número dos de este estudio. Incluso Luna (2009) reportó impactos similares sobre cuatro especies de tortugas (*Dermochelys coriacea*, *Eretmochelys imbricata*, *Chelonia mydas* y *Caretta caretta*), mencionando que la cacería por parte de pescadores y la instalación de sistemas de trasmallo generan una alta mortalidad y el desplazamiento de tortugas hacia otras zonas de anidación.

Historia ambiental del territorio

El conocimiento tradicional consiste en la acumulación de observaciones a lo largo del tiempo y se transfiere de manera oral, pictórica o escrita, de generación en generación (Gispert y Gómez 2000). Algunas veces la información de la gente atribuye cualidades especiales a los recursos, que muchas veces están fuera de la realidad (Cravalho 1999). De esta forma, la historia ambiental para la quebrada Cajones mostró un mayor cambio a lo largo de los últimos 20 años, provocado principalmente por el aumento de infraestructura, a través del área recreativa y mecánica, aunado al aumento en el número del personal contratado, el alto flujo de turistas que visitan a diario el Parque del Café y el acceso vehicular cerca a la fuente hídrica; así como el aumento de la población del casco urbano del municipio de Montenegro que ha generado un incremento en la contaminación del agua. Young *et al.* (2014), Arango *et al.* (2017) y Young *et al.* (2017) afirman que

la quebrada Cajones recibe las descargas residuales del municipio de Montenegro a través de la quebrada Chochalito, generando la acumulación de nutrientes y un alto contenido de materia orgánica en descomposición activa por acción bacteriana. También, se resalta el importante rol de control que ha ejercido el Parque del Café al restringir el acceso de pescadores y cazadores a la quebrada, contribuyendo en el mantenimiento año tras año de sus poblaciones, así como lo sugirió Young *et al.* (2014), Arango *et al.* (2017) y Young *et al.* (2017) en estudios anteriores.

En cuanto a la quebrada Cristales, los cambios a lo largo de 20 años han sido demarcados principalmente por el aumento en el área agrícola y pecuaria, promoviendo la deforestación, quemas y cambio en la composición física y química del suelo (Botero-Botero *et al.* 2011, 2016). En relación a la calidad del agua, esta se ha visto reducida por la contaminación que generan los lixiviados de agroquímicos y el estiércol del ganado, sumado al aumento en la población tanto local como del casco urbano del municipio de La Tebaida y de Armenia que han generado un incremento en las descargas de aguas residuales domésticas a la quebrada (Arango *et al.* 2017). Además, se cree que la cacería es uno de los principales factores antrópicos que está comprometiendo a las poblaciones de tortuga pímpano, debido a las condiciones tanto culturales como económicas de la población campesina local, étnica y flotante que la han convertido en una fuente alternativa de proteína, concordando con lo expuesto para la especie por (Medem 1977, Corredor *et al.* 2007, Múnera y Regalado 2009, Páez *et al.* 2012, Young *et al.* 2014, Young *et al.* 2017, Arango *et al.* 2017). Luna (2009) menciona que el consumo de tortuga es una práctica cultural que se ha venido dando de forma tradicional durante años atrás, y que su consumo se relaciona con la oferta alimenticia al ser fácil de acceder y debido a las condiciones precarias que viven algunas poblaciones, pasando a ser parte de su dieta básica.

Mapa social

Acorde a la cartografía social de la quebrada Cajones para el pasado y el presente, en el pasado (20 años atrás) se evidenció que el Parque del café contaba con solo dos atracciones mecánicas, ya que sus principales atractivos turísticos eran basados en recorridos que abordaban el paisaje cultural cafetero y eventos socio-culturales de la región. Siendo un paisaje menos intervenido a lo largo de la quebrada Cajones y con solo dos puntos de descarga de aguas residuales. Lo cual permitía que las tortugas Pímpano concentraran su distribución y mayor abundancia cerca al puente colgante (trayecto 2) y el área que colinda con el lago la paquita y los cultivos de café (trayecto 3), información interpretada a través del mapa y corroborada con los estudios de estructura y abundancia generados por (Young *et al.* 2014, Young *et al.* 2017). En el mapa del presente (año 2020), mostró que la matriz del paisaje a lo largo de la quebrada Cajones, tuvo cambios físicos significativos, uno muy importante fue el aumento de la contaminación proveniente del casco urbano del municipio de Montenegro, y el incremento en el vertimiento de aguas residuales generadas por el Parque del Café a lo largo de la quebrada, siendo promovido por un alto flujo de turistas al instalar un mayor número de atracciones mecánicas que llevaron consigo a una acelerada transformación del paisaje dentro del área de estudio.

En cuanto a la distribución actual, las tortugas se encuentran a lo largo de toda la quebrada (trayecto 1, 2, 3 y 4), pero concentran su mayor actividad cerca del puente peatonal bambusario (trayecto 2), puente colgante, puente vehicular teleférico (trayecto 3), puente vehicular karts y puente férreo (trayecto 4). Información que coincide con lo encontrado durante este estudio (objetivo 1 y 2) en cuanto a la distribución y puntos donde mayormente se concentra la abundancia de la especie, siendo en la zona media de la quebrada. Algo muy importante a través de esta cartografía social y las encuestas, es la identificación

de los puntos de anidación (trayecto 2 y 4), ya que no se contaba con esta información para la zona baja de la quebrada, logrando hacer una recopilación puntual de estos lugares, y corroborando lo descrito por Young *et al.* (2014), Young *et al.* (2017) y Arango *et al.* (2017), en cuanto a que las tortugas ingresan del río a la quebrada en busca de zonas aptas para la anidación, convirtiéndose la quebrada Cajones en un área estratégica para la reproducción y conservación de la especie. Aunque no se cuenta con datos de comparación de densidad de la especie desde el año 2000, se tienen estudios a partir del año 2012 (Young *et al.* 2014 Young *et al.* 2017, Arango *et al.* 2017), lo cual nos permite comparar densidades relativas e inferir con los datos obtenidos en este estudio, encontrando que la densidad de tortugas ha incrementado a pesar de los cambios en la matriz del paisaje y pérdida de las condiciones de calidad del agua en la quebrada Cajones.

En la cartografía social de la quebrada Cristales para el pasado, fue notado que 20 años atrás la matriz del paisaje estaba dominada por potreros destinados a la ganadería, cultivos de plátano, y el cuerpo de agua no era tan contaminado, teniendo en cuenta que la población en el casco urbano del municipio de La Tebaida era menor y existían menos asentamientos a lo largo de la quebrada Cristales. Pero después de la llegada de la empresa Río Paila, la mayor parte del área de potrero fue destinada a los monocultivos de caña de azúcar, lo cuales tuvieron un gran impacto en el declive de la calidad del agua por contaminación de agroquímicos y cambios en las características físicas y químicas del suelo. En relación a la distribución y área central de actividad de las tortugas, los participantes demarcaron que estas se encontraban a lo largo de toda la quebrada (trayecto 1, 2, 3 y 4).

En la cartografía del presente (2020), se observa que la matriz está dominada por áreas de cultivo transitorio (plátano, papaya, maracuyá, maíz, ahuyama, yuca) y

potreros ganaderos; el número de habitantes ha incrementado en el área local y urbana de donde provienen las mayores descargas de aguas residuales domésticas e industriales (municipio de La Tebaida y Armenia), aumentando el grado de contaminación en el agua. Young *et al.* (2014) y Young *et al.* (2017), reportan que la especie puede tolerar altos índices de contaminación, sin embargo esto puede comprometer su bienestar. En el área de la vereda Pisamal, se encuentra una población reinsertada flotante proveniente de zona costera, quienes debido a su actividad cultural y condiciones económicas han incrementado la caza incidental sobre la especie y han contribuido en la expansión de la frontera agrícola, influyendo directamente sobre la transformación y destrucción de su hábitat; reporte que tiene similitud con la presión antrópica dada sobre la especie en el valle del Cauca principalmente hacia la región pacífica (Corredor *et al.* 2007, Galvis *et al.* 2006, Devaux *et al.* 2010). Otros estudio, como los de Zapata *et al.* (2016) mencionan que la cacería y daños ambientales, son efectos antrópicos que alteran la composición y estructura de la comunidad de tortugas continentales. Además, el alto uso de los huevos y captura de hembras adultas y juveniles para el consumo o comercio, contribuye en la declinación de sus poblaciones (Figueroa 2010, Yapu *et al.* 2018).

A pesar de lo anterior, en la cartografía y encuestas describieron que las tortugas siguen teniendo distribución a lo largo de los 4 puntos de estudio (trayecto 1, 2, 3 y 4), pero están concentrando su mayor actividad cerca a las áreas de humedal (trayecto 3 y 2), información que coincide con lo encontrado sobre los atributos ecológicos de la especie en el presente estudio (objetivo 1 y 2) y en las investigaciones desarrolladas por (Arango *et al.* 2017), corroborando que la tortuga concentra su densidad y área de actividad en la zona media de la quebrada cerca donde se encuentran las madre viejas. Zonas de vital importancia para la conservación de la especie y que hoy en día están siendo destruidas debido a la desecación de sus áreas para el establecimiento de potreros,

extensión agrícola y aumento de la infraestructura (Ortega *et al.* 2005, Galvis *et al.* 2006, Corredor *et al.* 2007, Arango *et al.* 2017).

Finalmente, este acercamiento con la comunidad por medio de una cartografía social, permitió conocer la relación y percepciones humano-tortuga, identificar los posibles tensores antrópicos sobre la especie, compararlos con los resultados encontrados en el presente estudio y conocer la historia ambiental del área de estudio a lo largo de 20 años, lo cual llevó a comprender y enlazar cómo estos efectos tienen relación con la variación en las dinámicas de los atributos ecológicos de la especie a lo largo de las quebradas Cajones y Cristales.

8.CONCLUSIONES

En relación al rango de hogar de *Chelydra acutirostris*, se encontraron diferencias significativas entre el área de actividad de ambas quebradas, siendo el área de mayor magnitud para la quebrada Cristales en relación a la quebrada Cajones. También, se encontró relación entre el peso y tamaño de las tortugas con su área de actividad. En cuanto a las áreas de solape, cinco de las seis tortugas centraron su área de actividad en la zona media de la quebrada Cajones. Mientras que en la quebrada Cristales cuatro de las seis tortugas presentaron solape en la madreveja que conecta con la quebrada.

Los tipos de sustratos empleados con mayor frecuencia por las tortugas para la quebrada Cajones fueron lodo, hojarasca y arvenses; mientras que los componentes de hábitat más frecuentados fueron cueva, bajo lodo, empalizada y vegetación de borde. En la quebrada Cristales los sustratos con mayor uso fueron

lodo, pastos y macrófitas; siendo los componentes de hábitat vegetación de borde, enterrada, zona inundable o madre vieja, empalizada y bajo arbusto.

En los análisis de correlación canónica para la quebrada Cajones, se presentó una mayor correlación en las variables Intensidad de penetración lumínica, conductividad, sólidos disueltos totales, pH, cobertura vegetal, ancho del canal, temperatura del suelo y temperatura ambiental. Y en la quebrada Cristales, las variables Temperatura del suelo, temperatura ambiental, temperatura del agua, ancho del canal, velocidad del caudal, profundidad del canal, cobertura vegetal, pH, conductividad y sólidos disueltos totales mostraron una mayor correlación en relación a la presencia de la especie.

No hubo diferencias significativas entre la densidad relativa de individuos para la quebrada Cajones en relación a la quebrada Cristales. Pero, si entre la densidad promedio de los cuatro trayectos de cada quebrada, mostrando la mayor densidad promedio de tortugas para la zona media y baja, y la menor densidad en la zona alta de las quebradas.

El crecimiento de *Chelydra acutirostris* en las dos zonas de estudio, con base en la relación tamaño-peso, es alométrico, evidenciando que el individuo aumenta de peso conforme incrementa su tamaño de caparazón.

Tanto para la quebrada Cajones como Cristales, los machos presentaron un mayor tamaño de LRC en comparación con las hembras. Adicionalmente, en este estudio se obtuvo la mayor medida de LRC en un individuo macho de la quebrada Cajones, siendo este el mayor registro de tamaño reportado en vida silvestre para el departamento del Quindío.

En la quebrada Cajones predominó la población adulto, presentándose un equilibrio en la proporción sexual macho/hembra. Mientras que en la quebrada Cristales la población adulta fue similar a juveniles, generando un equilibrio entre macho/hembra y adulto/juvenil.

Mediante la cartografía social se generaron encuestas, lista de tensores y mapas sociales, que dilucidaron y dieron soporte a los resultados encontrados a lo largo de este estudio. Siendo una herramienta esencial para conocer la percepción humano-tortuga, y como los efectos antrópicos pueden influir sobre la variación en los atributos ecológicos, y características físicas y químicas del hábitat de la especie a lo largo de las quebrada Cajones y Cristales en los últimos veinte años.

A pesar de que se identificó tanto en la cartografía social como en los muestreos, una intensificación de los tensores antrópicos como contaminación del agua, deforestación, pérdida de playas para anidación, destrucción de humedales y la cacería en los últimos 20 años, la mayor abundancia de tortugas se ha venido concentrando en la zona media de las quebradas, zonas donde se ha generado la mayor actividad antrópica y donde a la vez se encuentra una mayor variedad de microhábitats de acuerdo con las condiciones fisiológicas y biológicas de la especie; lo cual nos lleva a sugerir que la tortuga está tolerando algunos tensores antrópicos pero a cambio compromete sus atributos poblaciones a lo largo del tiempo.

En cuanto a la percepción humano-tortuga, se encontró una familiaridad con la identificación de la especie a partir de características distintivas como cola largo, pico y caparazón grande. Así como el asocio de su presencia con el hábitat acuático, vegetación marginal y zonas fangosas.

Por medio de las encuestas y cartografía social, se confirmó el consumo actual de la especie por parte de algunos habitantes locales, pescadores, comunidad flotante principalmente proveniente de zona costera y comunidades indígenas. Sin

embargo, en este estudio no se logró la recopilación de datos más antiguos que permitieran identificar si ha habido un incremento en su consumo.

Las madre viejas, áreas lodosas y quebradas, son los hábitats con mayor frecuencia de uso por *Chelydra acutirostris*, jugando un papel importante en la conformación de su ciclo de vida a través del cumplimiento de funciones tanto ecológicas como biológicas. Hábitats que son esenciales para asegurar la supervivencia y el mantenimiento de las poblaciones ecológicamente funcionales de *Chelydra acutirostris* en el departamento del Quindío. Finalmente, se recomienda realizar estimaciones poblacionales de la especie para conocer el impacto del consumo e implementar acciones de control y monitoreo, así como campañas de sensibilización y educación ambiental que integren estudios de conservación con participación activa de las comunidades locales.

9.BIBLIOGRAFÍA

ARANGO-LOZANO, J; YOUNG-VALENCIA, K; GIRALDO, A; & BOTERO-BOTERO, A. Estructura etaria y morfometría poblacional de la tortuga Pímpano (*Chelydra acutirostris* Peters 1862) (Chelydridae) en tres afluentes del río La Vieja, Departamento del Quindío, Colombia. En: *Boletín Científico. Centro de Museos. Museo de Historia Natural*, Junio, 2017, vol, 21, no.1, p. 122-137.

ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE HERPETOLOGÍA (ACH). Plan Estratégico de Conservación para las Tortugas Continentales Colombianas. Medellín, Colombia. 2011. p. 11.

BEYER, H.L; HAYDON D.T; MORALES, J.M; FRAIR, J.L; HEBBLEWHITE, M; MITCHELL, M. & MATTHIOPOULOS, J. The interpretation of habitat Preference Metrics Under Use- Availability Designs. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, Julio, 2010, vol. 365, no.1550, p. 2245-54.

BONILLA, M; LUQUE, N; CUERVO, M.M; PINZÓN, M. & VASQUEZ, E. Tortugas terrestres y de agua dulce de Colombia y manejo de los decomisos. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.Universidad Nacional de Colombia. 2012. p.100.

BÖRGER, L., B. D. DALZIEL & J. M. FRYXELL. Are there general mechanisms of animal home range behaviour? A review and prospects for future research. – *Ecology Letters*, 2008, vol. 11, no. 6, p. 637–650.

BUHLMANN, K; THOMAS, S.B; AKRE, J.B; IVERSON, D.K; RUSSELL, A.M; ARTHUR, G; ANDERS, G.J; RHODIN, P.PAUL VAN DIJK; & GIBBONS, J.W. A global analysis of tortoise and freshwater turtle distributions with identification of

priority conservation areas, *Chelonian Conservation and Biology*, 2009, vol. 8, no. 2, p. 116-149.

BURT, W.H. Territoriality and home range concepts as applied to mammals. *Journal of mammalogy*, 1943, vol. 24, no. 3, p.346-352.

BROWER, J.E. & ZAR, J.H. Field and laboratory methods for general ecology. 3a ed. Dubuque: Wm. C. Brown Publishers, 1998.

CARR, J.L. & A. ALMENDÁRIZ. Contribución al conocimiento de la distribución geográfica de los Quelonios del Ecuador Occidental. *Revista de información técnico-científica Quito-Ecuador*, 1990, vol. 14, no 3, p. 1-31.

CARR, J.L., ALMENDÁRIZ, A; SIMMONS, J.E; & NIELSEN, M.T. Subsistence hunting for turtles in Northwestern Ecuador. *Revista Acta Biologica Colombiana*, 2014, vol. 19, no 3, p. 401-414.

CARL, H.E & JEFFREY, E.L. Turtles of the United States and Canada. 2nd ed. The Johns Hopkins University Press. Baltimore, Maryland, 2009.

CASTAÑO-MORA, O.V. Libro Rojo de Reptiles de Colombia. Libros rojos de especies amenazadas en Colombia. Instituto de Ciencias Naturales- Universidad Nacional de Colombia, Ministerio de Medio Ambiente, Conservación Internacional-Colombia. Bogotá, 2002.

CASTAÑO O, CÁRDENAS G, HERNÁNDEZ E, CASTRO F. Reptiles en el Chocó biogeográfico. En: Rangel CH (ed.). Colombia, Diversidad Biótica. Tomo IV. Bogotá: Editorial Guadalupe Ltda. 2004..p. 277-284.

CITES. Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres. Apéndice I, II y III. 26 de Noviembre del 2019.

CORREDOR, G.A; ESPINOZA, D.A. & GALVIS, C.A. Crianza en cautiverio de la tortuga bache (*Chelydra serpentina*) en el zoológico de Cali. Libro de resúmenes. V Congreso Internacional de Manejo de Fauna Silvestre. Cartagena de Indias. 2001.

CORREDOR, G.A; AMOROCHO, D; & GALVIS, C.A. Plan de Acción para la Conservación de las Tortugas Continentales y Marinas del Departamento del Valle del Cauca. Corporación autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC) y Fundación Zoológico de Cali. Santiago de Cali. 2006.

CORREDOR, G.A; KATTAN, G; GALVIS, C.A; & AMOROCHO, D. Tortugas del Valle del Cauca. Corporación autónoma Regional del Valle del Cauca – CVC. Dirección Técnica Ambiental. Santiago de Cali. 2007. p. 1-74.

CORDÓN-SUÁREZ, M; & CORDÓN-SUÁREZ, E. Uso y valoración de la tortuga verde (*Chelonia mydas*) en la comunidad de Awastara. Recursos Naturales y medio Ambiente. *Ciencia e Interculturalidad*, 2011, vol 8, no 1, p. 1-15.

CONGDON, JUSTIN D; DUNHAM, ARTHUR E; & RC VAN LOBEN. Demographics of common snapping turtles (*Chelydra serpentina*): implications for conservation and management of long-lived organisms. *American Zoologist*, 1994, vol. 34, no 3, p. 397-408.

CUESTA, E.Y; VALENCIA, J.D; & JIMÉNEZ. A.M. Aprovechamiento de los vertebrados terrestres por una comunidad humana en bosques tropicales (Tutunendo, Chocó, Colombia). *Revista Institucional, Universidad Tecnológica del Chocó*, 2007, vol. 26, no 2, p. 37-43.

CRAVALHO M. A. 1999. Shameless Creatures: An Ethnozoology of the Amazon River Dolphin. *Ethnology*, 1999, vol. 38, No. 1, pp. 47-58

DEVAUX, B. Colombia-Panamá et *Chelydra acutirostris*. *La Tortuga*. 2010, p.12-14.

DE LA OSSA, J; OLIVERO, G; RUIZ, J.G. Utilización de quelonios de interés económico en el municipio de caimito, Sucre, Colombia. *Revista Colombiana de Ciencia Animal-RECIA*, 2011, p. 3-14.

DOSAPEY, T., & MONTANO, R. R. F. Estructura de la población y telemetría de *Acanthochelys macrocephala* (Testudines, Chelidae) en los humedales del sureste del chaco de Santa Cruz, Bolivia. *Memorias: Manejo de Fauna silvestre en Amazoniay Latinoamerica*. Iquitos: Editor a UNAP, 2004,166-171.

ERNST, C.H. Systematics, taxonomy, and geographic distribution of the snapping turtles, Family Chelydridae. En: Steyermark, Anthony C., Michael S. Finkler, and RONALD J. BROOKS (eds.). *Biology of the Snapping Turtle (Chelydra serpentina)*. Johns Hopkins University Press: Baltimore, MD. United States of America, 2008, p. 5-13.

FEUER, R.C. Variation in snapping turtles, *Chelydra serpentina* Linnaeus: A study in quantitative systematics. Department of Zoology and Entomology. University of Utah. Michigan. Dissertation for the Ph.D. Degree. Ann Arbor, Michigan, 1966, p. 1-275.

FIGUEROA-FORERO, I.C. Saber local, uso y manejo de las tortugas charapa *podocnemis expansa* y taricaya *podocnemis unifilis* (testudines:podocnemididae)

en el resguardo curare-los ingleses. La Pedrera: Amazonas: Colombia. Trabajo de grado para optar al título de Magister en Estudios Amazónicos. Universidad Nacional de Colombia. Leticia, Amazonas, Colombia, 2010, p. 185-223.

FORERO-MEDINA, G; YUSTI-MUÑOZ, A.P. & CASTAÑO-MORA, O.V. Distribución geográfica de las tortugas continentales de Colombia y su representación en áreas protegidas. *Acta Biológica Colombiana*, 2014, vol. 19, no.3, p. 415-426.

FORERO-MEDINA, G., PÁEZ, V. P., GARCÉS-RESTREPO, M. F., CARR, J. L., GIRALDO, A., & VARGAS-RAMÍREZ, M. Research and conservation priorities for tortoises and freshwater turtles of Colombia. *Tropical Conservation Science*, 2016, vol. 9, no 4, p. 1-14.

FONDO INTERNACIONAL DE DESARROLLO AGRÍCOLA (FIDA). Orientaciones Metodológicas para la Aplicación de la Cartografía Social como Herramienta de Identificación de Oportunidades Emprendedoras para Jóvenes Rurales. Buenas prácticas en cartografía participativa. 2009, p.9-30.

GARCIA-ALZATE, R.J; GARCIA-ALZATE, C.A & BOTERO-BOTERO, A. Composición, estacionalidad y hábitat de los peces de la quebrada Cristales, afluente del río La Vieja, Alto Cauca, Colombia. *Rev. Invest. Univ. Quindío*. 2009, vol. 19, p. 115-121.

GARSHELIS, D.L. Delusions in habitat evaluation: measuring use, selection, and importance. En: BOITANI, L. & Fuller, T.K (eds.). *Research techniques in animal ecology: controversies and consequences*. Columbia University Press, New York. 2000, vol. 2, p. 111–164.

CORREDOR, G., & GALVIS, C.A., Evaluación del uso de tortugas continentales en la costa Pacífica del departamento del Valle del Cauca. Centro de Investigación para la Conservación (CREA). Fundación Zoológico de Cali. 2006.

GALLINI, S., DE LA ROSA, S. & ABELLO, R. Historia ambiental. En: Ungar, P. (ed.) (2015). Hojas de ruta. Guías para el estudio socioecológico de la alta montaña en Colombia. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. 2015.

GIRAUDO, A.R; ARZAMENDIA, V. & BELLINI, G. Las especies amenazadas como hipótesis: problemas y sesgos en su categorización ejemplificados con las serpientes de la Argentina. *Cuad. Herpetol.* 2011, vol. 25, no. 2, p. 43-54.

GREENWOOD, J.D & ROBINSON, R.A. Principles of sampling. *En Ecological Census Techniques a handbook*. Second Edition. Cambridge University Press. 2006.

GISPERT M. y GÓMEZ A. Los saberes tradicionales, ejes centrales en la preservación cultural y el manejo de los recursos vegetales de la selva baja caducifolia. In: Monroy R., Colín H. y Boyas J. (eds), 2000. Instituto nacional de investigaciones agrícolas forestales y pecuarias, México, 191-200 pp.

GUISANDE C., HEINE J., GONZÁLEZ-DACOSTA J. AND GARCÍA-ROSELLÓ E. 2019. RWizard Software, StatR Version 4.3. University of Vigo. Vigo, Spain. www.ipez.es/RWizard.

HARREL, J.B., ALLEN, C.M. & HEBERT, S.J. 1996. Movements and habitat use of subadult alligator snapping turtles (*Macrolemys temminckii*) in Louisiana. *American Midland Naturalist*, vol. 135, p. 60–67.

HARLEY, B. 1989. Hacia una deconstrucción del mapa. La nueva naturaleza de los mapas. *Cartographica*, vol. 26, no 2, p. 1-20.

HARLEY, B. Cartography, Ethics and Social Theory. *Cartographica*, 1991, vol. 27, no 2, p. 1-23.

HENAO, L.D. & RUIZ-PALMA, H.J. Estado actual de la tortuga “Bache” (*Chelydra Serpentina acutirostris*) en el Valle del Cauca. Cacería y cautiverio en la comunidad de San Cipriano, Buenaventura. Instituto Vallecaucano de Investigaciones Científicas (INCIVA). Santiago de Cali, 1996, p.157-160.

HOOGE, P.N & EICHENLAUB, W.M. Animal Movement Extension to Arcview. Alaska Biological Center, Biological Science Office, U.S.A. 1997.

HURTADO, H. Muestreo en poblaciones biológicas. Universidad Nacional. Bogota. 1995.

INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE (IUCN). *Red List categories and criteria*. IUCN, 2011.

JEFFREY E LOVICH, JOSHUA R ENNEN, MICKEY AGHA, J WHITFIELD GIBBONS. 2018. Where Have All the Turtles Gone, and Why Does It Matter?, *BioScience*, vol. 68, no 10, p. 771–781.

JOHNSON, D. H. The comparison of usage and availability measurements for evaluating resource preference. *Ecology*, 1980, vol. 61, no 1, p. 65-71.

KREBS, C. J. *Ecological methodology*. New York: Harper & Row, 1989.

KING, A.L; SCHLIMM, E.M; SMITH, L.L & JONES, J.W. *Chelydra serpentina* (Snapping Turtle) Winterdrought Refugia. Ecological Research Center at Ichauway, 3988 Jones Center Drive, Newton, Georgia 39870, USA. *Herpetological review* 2014, vol. 45, no 3, p. 482.

KOBAYASHI, R; HASEGAWA, M; & MIYASHITA, T. Home Range and Habitat Use of the Exotic Turtle *Chelydra serpentina* in the Inbanuma Basin, Chiba Prefectura, Central Japan. *Current Herpetology*, 2006, vol. 25, no 2, p.47-55.

LITZGUS, J.D. & MOUSSEAU, T.A. Home range and seasonal activity of southern spotted turtles (*Clemmys guttata*): implications for management. *Copeia*, 2004, vol. 4, no 4, p. 804-817.

LITVAITIS, J.A., K. TITUS AND E.M. ANDERSON. Measuring vertebrate use of territorial habitats and foods. 1994. p. 254-74 In: T.A. BOOKHOUT (ed.). Research and Management Techniques for Wildlife and Habitats. 5th ed. The Wildl. Soc., Bethesda, Md.

LOVICH, J. E., ENNEN, J. R., AGHA, M., & GIBBONS, J. W. (2018). Where have all the turtles gone, and why does it matter?. *BioScience*, 2018, vol. 68, no 10, p. 771-781.

LUNA, J.P. Identificación DE las percepciones y practicas sobre las trtugas marinas (*Dermochelys coriacea*, *Eretmochelys imbricata*, *Chelonya mydas* y *Caretta caretta*) que tienen los actores locales de Acandí, Chocó. Trabajo de grado de Ecología. Pontificia Universidad Javeriana. Facultad de Estudios Ambientales y Rurales. 2010, p. 80-96.

MARTIN, T. E. Abiotic vs. biotic influences on habitat selection of coexisting species: climate change impacts? *Ecology*, 2001, vol. 82, no 1, p. 175-188.

MEDEM, F. Contribución al conocimiento sobre la taxonomía, distribución geográfica y ecológica de la tortuga "Bache" (*Chelydra serpentina acutirostris*). *Rev. Caldasia*, 1977, vol. 11, no 56, p. 41-101.

MITTERMEIER, R. A., VAN DIJK, P. P., RHODIN, A. G., & NASH, S. D. Turtle hotspots: an analysis of the occurrence of tortoises and freshwater turtles in biodiversity hotspots, high-biodiversity wilderness areas, and turtle priority areas. *Chelonian Conservation and Biology*, 2015, vol.14, no 1, p 2-10.

MOHR, C.O. Table of equivalent populations of North American small mammals. *The American Midland Naturalist*, 1947, vol. 37, no 1, p. 223-249.

MONTES, C. & RAMÍREZ, L. Descripción y muestreo de poblaciones y comunidades vegetales y animales. *Publicaciones de la Universidad de Sevilla. Anales de la Universidad Hispalense*, 1978, p. 5-82

MORALES - BETANCOURT, M.A., LASSO, C.A; PÁEZ, V.P. & B. C. BOCK. Libro rojo de reptiles de Colombia. Bogotá, D. C., Colombia, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH) y Universidad de Antioquia. 2015, p. 258.

MORLANS, M.C. Introducción a la ecología de poblaciones. En: Área Ecología. *Edi Cient. Universit.* Universidad Nacional de Catamarca. 2004, p. 1-16. ISSN: 1852-3013.

MORRISON, M.L., MARCOT, B.G. & MANNAN, R.W. *Wildlife habitat relationships: concepts and applications* (2a. ed.). The University of Wisconsin Press. Madison, Wisconsin. 1998.

MOLL, D. Population sizes and foraging ecology in a tropical freshwater stream turtle Jif community. *Journal of Herpetology* 1990, Vol. 4, p. 18-53.

MOSQUERA, S.M. & MURILLO, S. Estado actual de la población de la tortuga Pímpano *Chelydra serpentina acutirostris*. Peters 1980 en la quebrada Cristales del departamento del Quindío. Trabajo de grado de Biología. Armenia. Universidad del Quindío. Facultad de Ciencias Básicas. Departamento de Biología, 2003, p. 54-78.

MILLAR, C. S. & G. BLOUIN-DEMERS. Spatial ecology and seasonal activity of blanding's turtles (*Emydoidea blandingii*) in Ontario, Canada. – *Journal of Herpetology*, 2011, vol. 45, no 3, p. 370– 378

McCRANIE, J.R. The lizards, crocodiles, and turtles of Honduras. Systematics, distribution, and conservation, *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology*, 2018, vol. 15, no 1, p. 1-666

MÚNERA, C. & REGALADO, A.C. Distribución y abundancia relativa actual de la tortuga Pímpano (*Chelydra acutirostris* Peter 1862) Phillips *et al.* 1996 en los ríos Roble y Espejo, sistema rio La Vieja, departamento del Quindío, Colombia. Trabajo de grado de Biología. Armenia. Universidad del Quindío. Facultad de ciencias básicas. Departamento de Licenciatura en Biología y Educación Ambiental, 2009, p. 11-40.

OCAMPO-GONZÁLEZ, P; RODAS-TREJO, J; HERNÁNDEZ-NAVA, J; SOLIS-MARROQUÍN, D. & CHANG-GUTIERREZ, D. Consumo cultural y percepción social hacia las tortugas dulceacuícolas en el área de protección de Flora y Fauna laguna de términos, campeche, MÉXICO. *AGROProductividad*, 2018, vol. 11, no 6, p. 60-65.

OJASTI, J. Manejo de Fauna Silvestre Neotropical. Instituto de Zoología Tropical. Universidad Central de Venezuela Caracas, Venezuela. Biodiversity Program, Washington, D.C, 2000, p.109.

ORTEGA-G, A.F. Determinación del área de actividad y uso del hábitat de la tortuga bache *Chelydra acutirostris* reintroducida y silvestre en las madrevejas de La Trozada El Madrigal, y la Herradura utilizando la técnica de radio telemetría. Informe técnico, presentado a la corporación autónoma regional del Valle del Cauca-CVC Fundación Ecoandina / WCS Colombia. Santiago de Cali. 2005, 64 pp.

PATERSON, J. E., B. D. STEINBERG, AND J. D. LITZGUS. Generally specialized or especially general? Habitat selection by snapping turtles (*Chelydra serpentina*) in central Ontario. *Canadian Journal of Zoology* 2012, vol. 90, no 2, p. 139-149.

PÁEZ, V.P; MORALES-BETANCOURT, M.A; LASSO, C.A; CASTAÑO-MORA, O; & BOCK, B.C. V. Biología y conservación de las tortugas continentales de Colombia. *En: Serie recursos hidrobiológicos y pesqueros continentales de Colombia*. Instituto de investigación de los recursos Biológicos Alexander Von Humboldt (IAVH). Bogotá, D.C., Colombia, 2012.

PETER, W.K.H. [No title] *Monatsber. Acad. Wiss. Berlin*. 1862.p. 626-627.

POWELL, R. A. & M. S. Michell. What is a home range? – *Journal of Mammalogy*, 2012, vol. 93, no 4, p. 948–958.

PICZAK, M.L., & CHOW-FRASER, P. Assessment of critical habitat for common snapping turtles (*Chelydra serpentina*) in an urbanized coastal wetland. *Urban Ecosystems*, 2019, vol. 22, no 3, p.525-537.

PHILLIPS, C.A; DIMMICK, W.W & CARR, J.L. Conservation genetics of the common snapping turtle (*Chelydra serpentina*). *Conservation Biology*, 1996, vol. 10, no 2, p. 397-405.

RABINOVICH, J.E. Introducción a la ecología de poblaciones. Consejo Nacional para la Enseñanza de Biología. México, 1980, p. 313.

REGALADO, A.C; BOTERO–BOTERO, A; MÚNERA–ISAZA, C; ORTEGA– GUIO A.F; RESTREPO, A. *Chelydra acutirostris*. En: Páez, V.P; Morales–Betancourt, M.A; Lasso, C.A; Castaño–Mora, O.V; Bock, B.C, editors. 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). Bogotá, D.C., Colombia, 2012, p. 275-279.

RESTREPO, A & PÁEZ, V.P. Clave para las familias y especies de tortugas continentales de Colombia. In: Páez, V.P; Morales–Betancourt, M.A; Lasso, C.A; Castaño–Mora, O.V y B.C. Bock, editors. 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). Bogotá, D. C., Colombia, 2012, p. 227-233.

RYAN, T.J., PETERMAN, W.E; STEPHENS, J.D; & STERRETT, S.C. Movement and habitat use of the snapping turtle in an urban landscape. *Urban Ecosystems*, 2014, vol. 17, no 2, p 613-623.

RHODIN, A. G., STANFORD, C. B., VAN DIJK, P. P., EISEMBERG, C., LUISELLI, L., MITTERMEIER, R. A., & VOGT, R. C. 2018. Global conservation status of turtles and tortoises (order Testudines). *Chelonian Conservation and Biology*. 2018, vol. 17, no 2, p.135-161.

RIEDLE, J.D; SHIPMAN, P.A; FOX, S.F; & LESLIE, J.R. Microhabitat use, home range, and movements of the alligator snapping turtle, *Macrochelys temminckii*, in Oklahoma. *The Southwestern Naturalist*, 2006, p. 35-40.

RIVERA, G. Ecomorphological variation in shell shape of the freshwater turtle *Pseudemys concinna* inhabiting different aquatic flow regimes. *Integrative and Comparative Biology*, 2008, vol. 48, no 6, p. 769-787.

RSTUDIO Team (2020). RStudio: Integrated Development for RStudio, PBC, Boston, MA URL <http://www.rstudio.com/>.

RUEDA-ALMONACID, J.V; CARR, J.L; MITTERMEIER, R.A; RODRIGUEZ, J.V; MAST, R.B; & VOGT, R. Las tortugas y los cocodrilianos de los países andinos del trópico. *Serie de guías tropicales de campo*. Conservación Internacional. Bogotá. 2007, vol. 6, p. 90-251.

SIMMONDS, MARK P; ISAAC, STEPHEN, J. The impacts of climate change on marine mammals: early signs of significant problems. *Oryx*, 2007, vol. 41, no 1, p. 19-26.

SHAFFER, H.B; STARKEY, D.E & FUJITA, M.K. Molecular insights into the systematics of the snapping turtles (Chelydridae). En: Steyermark, Finkler & Brooks (ed.), *Biology of the Snapping Turtle (Chelydra serpentina)*, Johns Hopkins Press, Baltimore, MD. 2008, p. 44-49.

SCHOFIELD, G., HOBSON, V.J., LILLEY, M.K., KATSALIDIS, K.A., BISHOP, C. M., BROWN, P., & HAYS, G. C. Inter-annual variability in the home range of breeding turtles: implications for current and future conservation management. *Biological Conservation*, 2010, vol. 143, no 3, p. 722-730.

SLAVENKO, A., ITESCU, Y; IHLOW, F., & MEIRI, S. Home is where the shell is: predicting turtle home range sizes. *Journal of Animal Ecology*, 2016, vol. 85, no 1, p. 106-114

TRAVESET, A. Effect of seed passage through vertebrate frugivores' guts on germination: a review. *Perspective in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, 1998, vol. 1, p. 151–190.

TURTLE TAXONOMY WORKING GROUP [RHODIN, A.G.J., IVERSON, J.B., BOUR, R; FRITZ, U., GEORGES, A., SHAFFER, H.B., & VAN DIJK, P.P.]. 2017. Turtles of the World: Annotated Checklist and Atlas of Taxonomy, Synonymy, Distribution, and Conservation Status (8th Ed.). In: Rhodin, A.G.J., Iverson, J.B., van Dijk, P.P., Saumure, R.A., Buhlmann, K.A., Pritchard, P.C.H., and Mittermeier, R.A. (Eds.). *Conservation Biology of Freshwater Turtles and Tortoises: A Compilation Project of the IUCN/SSC Tortoise and Freshwater Turtle Specialist Group*. Chelonian Research Monographs, 2017, vol. 7, p. 1–292.

THOMPSON, M.M; COE, B.H CONGDON, J.D; STAUFFER, D.F; & HOPKINS, W.A. Nesting ecology and habitat use of *Chelydra serpentina* in an area modified

by agricultural and industrial activity. *Herpetol Conserv Biol.* 2017, vol. 12, p.292-306.

UREÑA-ARANDA, C.A. Evaluación de hábitat de la tortuga blanca (*Dermatemys mawii*, Gray 1847) en humedales de la cuenca baja del río Papaloapan, Veracruz. En: Instituto de ecología, A.C. Xalapa, Veracruz, Mexico, 2007, p. 13-19.

VARGAS-RAMÍREZ, M; CABALLERO, S; MORALES-BETANCOURT, M.A; LASSO, C.A; AMAYA, A; MARTÍNEZ, J.G; SILVA, M; VOGT, R; FARIAS, I; HRBEK, T; CAMPBELL, P.D; FRITZ, U. Genomic analyses reveal two species of the matamata (Testudines: Chelidae: *Chelus spp.*) and clarify their phylogeography, *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 2020, vol. 148, ISSN 1055-7903.

VÉLEZ, I; RÁTIVA. S; VARELA, D. Cartografía social como metodología participativa y colaborativa de investigación en el territorio afrodescendiente de la cuenca alto río Cauca. *Revista Colombiana de Geografía Universidad Nacional de Colombia.* 2012, vol. 21, no 2, p.1-15.

VOGT, R. C. Food partitioning in three sympatric species of map turtle, genus *Graptemys* (Testudinata, Emydidae). *The American Midland Naturalist* 1981, p. 102-111.

WHITE, G.C. & GARROTT, R.A. Analysis of wildlife radio-tracking data. Academic Press, Inc. ISBN 0-12-746725-4. New York. 1990.

WIENS, J. A. The ecology of bird communities. *Cambridge Studies in Ecology*, University Press, UK. 1989.

WORTON, B.J. Kernel methods for estimating the utilization distribution in home-range studies. *Ecology*, 1989, vol. 70, no 1, p.164-168

YOUNG-VALENCIA, K.; ORTEGA-GUIO, A.F; & BOTERO-BOTERO, A. Densidad y estructura de las poblaciones de tortuga Pímpano (*Chelydra acutirostris* Peters 1862) (Chelydridae) en las quebradas Cajones y Los Coclí, departamento del Quindío, Colombia. *Revista Biodiversidad Neotropical*, 2014, vol. 4, no 2 Jul-Dic, p. 149-161.

YOUNG-VALENCIA, K., ORTEGA-GUIO, A.F; & BOTERO-BOTERO, A. Influencias de las variables de hábitat sobre la presencia de la tortuga Pímpano (*Chelydra acutirostris* Peters 1862) (Chelydridae) en las quebradas Cajones y Los Coclí, Quindío, Colombia. *Revista Colombiana de Ciencia Animal-RECIA*, 2017, Vol. 9, no 1, p. 6-13.

YOUNG-VALENCIA, K.; ORTEGA-GUIO, A.F; LEE-CARR, J; GIRALDO, A. & BOTERO-BOTERO, A. *Chelydra acutirostris* Peters, 1862. Catálogo de anfibios y reptiles de Colombia. *Asociación Colombiana de Herpetología ACH*, 2021, vol. 7, no 2 septiembre, p. 20-30.

YAPU-ALCÁZAR, M., TELLEIRA, L., VACA, C., GARCÍA, J., ARIAS, R. & PACHECO, LF. Bases para el manejo de la tortuga de río *Podocnemis unifilis* en la Reserva de la Biosfera Estación Biológica Beni, Bolivia. *Ecología en Bolivia*, 2018, vol. 53, no 1, p. 52-72.

ZAPATA-CIRO, J., GUEVARA, G; & CASTAÑO-VILLA, G.J. Conocimiento popular y perspectivas de conservación sobre la tortugas Continentales en la parte baja del río La Miel (Colombia). Universidad de Caldas. *Luna azul*, 2016, vol. 43, p. 15-28.