

**UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO  
USFQ**

**Colegio de Ciencias Biológicas y Ambientales**

**Revisión sistemática de literatura sobre metodologías para el monitoreo de poblaciones de tortugas de río (*Podocnemis unifilis*) de la amazonía del Ecuador**

**Edgar Esleiter Cadena Tapia**

**Biología**

Trabajo de fin de carrera presentado como requisito  
para la obtención del título de  
Biólogo

Quito, 21 de mayo de 2021

**UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO  
USFQ**

**Colegio de Ciencias Biológicas y Ambientales**

**HOJA DE CALIFICACIÓN  
DE TRABAJO DE FIN DE CARRERA**

**Revisión sistemática de literatura sobre metodologías para el monitoreo de poblaciones de tortugas de río (*Podocnemis unifilis*) de la amazonía del Ecuador**

**Edgar Esleiter Cadena Tapia**

**Nombre del profesor, Título académico**

**David Romo , Ph.D**

Quito, 21 de mayo de 2021

## © DERECHOS DE AUTOR

Por medio del presente documento certifico que he leído todas las Políticas y Manuales de la Universidad San Francisco de Quito USFQ, incluyendo la Política de Propiedad Intelectual USFQ, y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo quedan sujetos a lo dispuesto en esas Políticas.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en la Ley Orgánica de Educación Superior del Ecuador.

Nombres y apellidos: Edgar Esleiter Cadena Tapia

Código: 00201193

Cédula de identidad: 1750030114

Lugar y fecha: Quito, 21 de mayo de 2021

## **ACLARACIÓN PARA PUBLICACIÓN**

**Nota:** El presente trabajo, en su totalidad o cualquiera de sus partes, no debe ser considerado como una publicación, incluso a pesar de estar disponible sin restricciones a través de un repositorio institucional. Esta declaración se alinea con las prácticas y recomendaciones presentadas por el Committee on Publication Ethics COPE descritas por Barbour et al. (2017) Discussion document on best practice for issues around theses publishing, disponible en <http://bit.ly/COPETHeses>.

## **UNPUBLISHED DOCUMENT**

**Note:** The following capstone project is available through Universidad San Francisco de Quito USFQ institutional repository. Nonetheless, this project – in whole or in part – should not be considered a publication. This statement follows the recommendations presented by the Committee on Publication Ethics COPE described by Barbour et al. (2017) Discussion document on best practice for issues around theses publishing available on <http://bit.ly/COPETHeses>.

## RESUMEN

Las metapoblaciones de las tortugas charapas *Podocnemis unifilis* se encuentran en estado vulnerable de conservación debido a que el consumo y comercialización de sus huevos, se suma a los factores naturales que limitan su crecimiento poblacional. Se realizó una Revisión Sistemática de Literatura para todo su rango de distribución y de artículos externos no publicados en Ecuador para conocer el estado del arte sobre las metodologías de campo que se usan para estudiar el estado poblacional de estas tortugas. La búsqueda retornó que existen cuatro metodologías comunes y eficientes: 1) red de cerco, 2) red de trasmallo, 3) captura a mano y 4) trampa de embudo para capturar a los individuos, marcarlos con etiquetas y medir su estado poblacional. Se encontró que los programas de conservación encontrados se enfocan en aumentar el éxito de eclosión de huevos por medio de la crianza en cautiverio; sin embargo sugieren que hace falta mayor control e investigación al momento de liberar las tortugas neonatas o juveniles al agua para aumentar el nivel poblacional. Se propuso que el uso de radio transmisores pegados al caparazon de las tortugas post apareamiento incrementaría el conocimiento sobre el uso de hábitat y patrones de movimiento, el mismo que ayudaría a conocer más sobre estas tortugas.

*Palabras clave:* *Podocnemis unifilis*, tortugas, charapas, Revisión Sistemática de Literatura, metodologías, estudios poblacionales, Ecuador

## ABSTRACT

The metapopulation of the charapa river turtles *Podocnemis unifilis* is in a vulnerable state of conservation due to the fact that consumption and marketing of their eggs, adds up to the natural factors that limit its population growth. We conducted a Systematic Review of Literature for the entire home range and add some unreleased external articles from Ecuador. We wanted to learn the state of the art with regards to field methodologies used to study and monitor the population status of these turtles. The search returned that there are four common and efficient methodologies: 1) energing network, 2) backing net, 3) hand capture and 4) funnel trap to capture individuals, mark them with labels and measure their population status. The conservation programs found focus on increasing the success of egg hatching through captive breeding; however, they suggest that more control and research is needed when releasing hatchlings or juvenile turtles into water to increase the population level. We propose that the use of radio transmitters attached to the shell of post mating turtles would increase knowledge about habitat use and movement patterns, at the same time that it would help to learn more about these turtles.

*Key words:* *Podocnemis unifilis*, river turtles, charapas, Systematic Literature Review, population methodologies, Ecuador

**TABLA DE CONTENIDO**

INTRODUCCIÓN	10
Conservación	11
METODOLOGÍA	12
Scopus	12
Código de búsqueda	12
RESULTADOS	13
Análisis de resultados	14
Trampas de embudo	15
Captura a mano	15
Redes de cerco	16
Redes de trasmallo	16
Resultados externos de artículos académicos no publicados	17
Recaptura de las tortugas	18
Uso del hábitat y movimiento	18
Radio telemetría	18
DISCUSIÓN	19
CONCLUSIÓN	22
REFERENCIAS	23

## ÍNDICE DE TABLAS

Figura 1. - Diagrama prisma producto de la Revisión Sistemática de Literatura .....	33
Figura 2. - Resumen de las metodologías utilizadas para el estudio poblacional de Podocnemis unifilis.....	34
Figura 3. - Estructura de trampa de embudo (A), trampa de embudo con vallas de deriva (B) .....	35
Figura 4. - Representación esquemática de una red de trasmallo .....	36
Figura 5. - Tortuga con radiotransmisor pegado a su caparazón .....	36

## ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1. - Diagrama prisma producto de la Revisión Sistemática de Literatura \_ **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 2. - Resumen de las metodologías utilizadas para el estudio poblacional de P. unifilis. \_\_\_\_\_ **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 3. - Estructura de trampa de embudo (A), trampa de embudo con vallas de deriva (B) \_\_\_\_\_ **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 4. - Representación esquemática de una red de trasmallo \_\_\_\_\_ 35
- Figura 5. - Tortuga con radiotransmisor pegado a su caparazón \_ **¡Error! Marcador no definido.**

## INTRODUCCIÓN

*Podocnemis unifilis*, conocida localmente como tortuga charapa es miembro de la familia Podocnemididae que se encuentra distribuida desde las riveras del Orinoco hasta la cuenca del Amazonas en Sudamérica (Thorbjarnarson et al., 1993). Los países donde se ha registrado son Bolivia, Brasil, Colombia, Ecuador, Guyanas y Venezuela (Fantin et al., 2008). Hasta el año 2021 *P. unifilis* está catalogada como vulnerable en la Lista Roja de Especies IUCN, no se cuenta con un registro concreto del estado de sus poblaciones y está dentro del apéndice II de CITES para toda su distribución (IUCN Red List, 1996). Varios estudios sobre esta especie muestran su diversidad genética y distribución geográfica de los sitios de anidación. Sin embargo, existe poca información sobre su ecología, hábitos alimenticios y rango de movimiento, debido a que es una tortuga que se desplaza bajo el agua de los ríos. Además, se presume que el número de individuos dentro de cada población disminuye cada vez más, en gran parte debido a que los huevos de *P. unifilis* son consumidos y comercializados por los habitantes locales (Caputo et al., 2005) (WCS Ecuador, 2008). Este factor actúa sobre los variables ambientales que determinan el éxito reproductivo y de supervivencia de los neonatos.

En el Ecuador *P. unifilis* ha sido reportada en las provincias de Morona Santiago, Napo, Orellana, Pastaza y Sucumbíos entre 220 a 392 msnm (Bioweb, 2018). Existen reportes a lo largo del río Tiputini por parte de la Estación de Biodiversidad Tiputini (TBS) de la Universidad San Francisco de Quito (USFQ). Este es un afluente del río Napo que forma parte de la Reserva de la Biósfera Yasuní (RBY) (TBS, 2020). Dentro y fuera de la RBY existen diversas comunidades que han usado los huevos y la carne de diversas poblaciones de tortugas, entre ellas *P. unifilis*. Este abuso en la colecta de huevos, ya no para la subsistencia, sino para la venta en mercados locales, se reporta como la causa principal de la disminución poblacional (Caputo et al., 2005).

## Conservación

Poco se conoce sobre la estructura y estado poblacional de *P. unifilis*, así como de protocolos de captura, cuidado, anidación y liberación de esta especie (Portelinha et al., 2014), (Thorbjarnarson et al., 1993), (Grefa, 2006). Se sabe que la tasa de liberación exitosa de las tortugas juveniles en cautiverio no contribuye de gran manera a su completa supervivencia, ya que sólo el 1% de los juveniles liberados llegan a estado adulto naturalmente, el resto debe ser ayudada como parte de proyectos de conservación ex situ como el de (Vinueza & Romo, 2017). Junto a esto, los problemas de la extracción ilícita de los huevos por parte de habitantes nativos; y de la depredación de huevos por el ave Caracara negro (*Daptrius ater*), el lagarto Tegu (*Tupinambis teguixin*) (Cisneros, 2006), las crías al emerger y antes de ingresar al agua son depredadas por cigüeñas americanas (*Mycteria americana*), gallinazos negros (*Coragyps atratus*). Los que sobreviven se enfrentan a depredadores acuáticos como bagres (*Brachyplatystoma* spp), pirañas (*Serrasalmus* spp), caimán blanco (*Caiman cocodrilus*), anaconda (*Eunectes marinus*), nutria pequeña (*Lutria longicauda*) y nutria gigante (*Pteronura brasiliensis*) (Ojasti, 1971; Soini, 1984) citado en (Grefa, 2006).

El proyecto de Vinueza & Romo, hasta el año 2017 ha liberado cerca de 1500 tortugas en el río Tiputini como parte de su programa de conservación ex situ, como también han desarrollado técnicas de crianza de huevos en cautiverio. Otro proyecto de la Wildlife Society Association (WCS) es el Manejo Comunitario de Tortugas Charapas en Comunidades Kichwa y Waorani del Parque Nacional Yasuní, el mismo que desde el año 2008 han buscado conservar las poblaciones de tortugas charapas por medio de la educación, crianza y monitoreo con ayuda de las comunidades (WCS, 2010). Como ya se mencionó, no se conoce con certeza la supervivencia de las tortugas una vez liberadas en

el río; por lo que monitorear el uso del hábitat y el movimiento de las tortugas a lo largo de su vida permitirá crear mejores planes de conservación más detallados y eficaces.

El objetivo de esta investigación es realizar una revisión sistemática de literatura sobre las diferentes metodologías del estudio poblacional de tortugas *Podocnemis unifilis* en estudios ex situ a in situ. Se busca además establecer un método de investigación estandarizado para futuros estudios en campo, y; a la vez promover la conservación de esta especie de tortuga amenazada.

## **METODOLOGÍA**

### **Scopus**

Para la revisión sistemática de literatura RSL, se realizó un código de búsqueda exhaustivo en el software Scopus. Esta es una base de datos que posee información actual sobre temas científicos revisados por pares. Usa información indexada de alrededor de 25000 títulos activos y de 7000 editores (Elsevier, 2021).

### **Código de búsqueda**

Para la búsqueda se creó el código indicado a continuación que toma en cuenta los términos referidos al estudio poblacional de las tortugas *P. unifilis* con énfasis en la Amazonía del Ecuador. Los términos abarcan sinónimos de cada palabra para ser exhaustivo.

methodological\* OR methods\* OR procedure\* OR design\*

AND practices\* OR execution\* OR application\* OR use\* OR operation\* OR custom\*  
OR habit\* OR usage\*

AND monitoring\* OR tracking\* OR observation\* OR examination\* OR investigation\*  
OR observance\* OR viewing\* OR survey\* OR inspection\*

AND population\* OR community\* OR populace\*

AND ecuador\*

AND amazonian\* OR amazon\* OR lowlands\* OR forest\* OR tropical\* OR rainforest\*

AND river\* OR freshwater\* OR stream\* OR canal\* OR watercourse\*

AND chelonian\* OR tortoise\* OR turtle\* OR slowpoke\* OR terrapin\* OR  
testudinate\*

AND podocnemis

AND unifilis

La fecha tope de esta búsqueda es el 14 de abril del 2021

Ya que este proyecto busca establecer un estado del arte sobre las diferentes metodologías que se han usado en investigaciones de campo, se realizó una revisión de literatura obteniendo todas las metodologías de experimentación históricas de artículos publicados. Además, para entender el manejo poblacional de *P. unifilis* se amplió la búsqueda bibliográfica a estudios no periódicos de universidades locales como la Universidad San Francisco de Quito (USFQ) y la Pontificia Universidad Católica del Ecuador (PUCE)

## RESULTADOS

Como el código de búsqueda fue exhaustivo, se obtuvo un primer número de 20 artículos. Luego de la primera revisión se descartaron 9 de estos ya que no hablaban sobre estudios poblacionales de tortugas o intentos de conservación; así mismo, en la segunda revisión se descartó 1 artículo debido a que no presentaba un estudio con especies de tortugas de río, dando como resultado 10 publicaciones exactas y coherentes al objetivo de esta investigación (Figura 1). De acuerdo a la RSL, los 10 artículos encontrados, provienen de

diferentes sitios geoFiguras, siendo Brasil con 2 publicaciones, Colombia 2, Ecuador y Venezuela con una publicación indexada. El resto de artículos hablan sobre estudios poblacionales no realizado en campo, como análisis de isótopos estables, criterios de evaluación sobre los programas de conservación e información taxonómica relacionada a *P. unifilis*.

Como se puede observar en la Tabla 1, la mayor parte de los artículos siguen una metodología significativamente similar en el área de campo, ya sea en el modo de captura, encuestas, tiempo de muestreo, zonas de río, modo de marcaje o recaptura. Para un mejor análisis de estos resultados se ha dado un número a cada artículo, de modo que al referirse al artículo número 1 de la Tabla 1, se está hablando del artículo de (Alzate-Estrada et al., 2020) y así con los demás. Aquellos artículos con la descripción NO POSEE, se refiere a que el estudio no usa esa variable para su metodología. La descripción NO DISPONIBLE se refiere a información del artículo que no ha sido posible obtener por derechos de autor, sin embargo, se la incluye ya que en el resumen de este sí se las menciona.

### **Análisis de resultados**

Existen cuatro métodos de experimentación en campo que han sido más recurrentes en las investigaciones ya que han mostrado mayor eficiencia al momento de capturar las tortugas. Estos métodos son: trampa de doble embudo, captura a mano, redes de cerco y redes de trasmallo (Figura 2). Existe solamente un estudio (Alzate-Estrada et al., 2020) que utiliza radios transmisores para conocer los tamaños lineales de distribución y los movimientos estacionales de las tortugas de río en el río Magdalena en Colombia. A continuación se explica el funcionamiento de los métodos y los lugares donde éstos han sido exitosos en el estudio poblacional

### **Trampas de embudo**

Este tipo de trampas fueron utilizadas por primera vez en 1945 para estudios de serpientes, desde entonces han sido empleadas para capturar reptiles, ranas arbóreas y anfibios. Ya que la forma de funcionamiento de la trampa evita que el animal capturado sea depredado, su efectividad es alta; sin embargo, puede llegar a sofocar, ahogar o sobre calentar al animal y crear altos niveles de estrés que son evidentes y pueden llegar a ser destructivos hacia la integridad de las especies y causar su muerte. Aunque la mayor parte de estudios con trampas de embudo han sido enfocados en anfibios (Ali et al., 2018), su uso en tortugas de río ha demostrado eficiencia. La trampa tiene una entrada en forma de embudo que lleva a las tortugas hacia un sitio de almacenamiento más grande, estas pueden estar hechas de botellas de plástico y/o tubos PVC (Ali et al., 2018). En estudios de especies que viven en agua, esta metodología requiere bajos costos de inversión y el tiempo de colocación es relativamente rápido (Ali et al., 2018). En estudios con animales de tierra, el nivel de mortalidad de estos aumenta debido a la desecación del ambiente y la implementación de trampas de caída para aumentar el rango de animales a monitorear. Algunas de estas trampas poseen cámaras de ventilación para evitar que el animal se sofoque, además, pueden estar ubicadas en la superficie del agua ligeramente sumergidas o totalmente sumergidas en serie en la columna de agua (Casazza et al., 2000) (Figura 3).

### **Captura a mano**

Esta metodología emplea el buceo de no más de 2 metros de profundidad y las tortugas son capturadas directamente con las manos del buzo. Como se muestra en (Portelinha et al., 2014), esta metodología utilizada en el río Javaés al norte de la selva brasileña disminuye el sesgo en la cantidad de capturas, ya que algunas tortugas no son posibles capturar por medio de mallas o embudos (en especial las crías y juveniles pequeños). El porcentaje de captura a mano en (Portelinha et al., 2014) fue de 17,2% frente a un 82%

de captura por red de cerco. La captura a mano de las tortugas tiene mayor éxito durante la época seca y época de reproducción (meses de mayo a octubre) donde hay menor cantidad de agua en los ríos, la corriente es lenta y existe vegetación ribereña.

### **Redes de cerco**

Esta metodología usada en (Portelinha et al., 2014) en el río Javés de la Amazonía sur brasileña, indica que las redes de cerco poseen 35m de largo, 3m de alto, tamaño de malla estirado de 20cm, nylon trenzado #18. Las redes se pueden colocar con dos botes a motor a cada lado del río de forma transversal, de modo que las tortugas quedan atrapadas en esta. Existe una serie de limitaciones con la red de cerco debido a la poca profundidad del río podría enredarse en ramas o troncos que van con la corriente; además, dependiendo el tamaño de los agujeros, que en este caso no superaba los 20cm las crías de tortugas no se podían coleccionar, (2014). Sin embargo, esta técnica favoreció en gran medida la recolección de machos adultos y hembras juveniles. Con la red de cerco la profundidad con mayor tasa de captura (69,7%) fue de 3 a 4 metros aproximadamente, con una corriente de agua lenta y vegetación ribereña, aunque también hubo pocas capturas (13,5%) en zonas poco profundas cerca de playas de anidación (Portelinha et al., 2014). Por lo tanto, la combinación de la metodología de redes de trasmallo podrían aumentar la captura de hembras adultas y la de captura a mano incrementaría el número de crías.

### **Redes de trasmallo**

En los estudios de (Peñaloza et al., 2013) y Sepúlveda-Seguro et al., (2020), se usa esta metodología en base a redes que poseen anillos de hierro con un diámetro de 0,9 a 2m, longitud de 3 a 4m con una entrada tipo embudo. Toda esta estructura va unida a una malla de hasta 14 m de longitud por 2m de ancho y 5cm entre nudos; puede flotar ya que posee pesas de plomo en el fondo para mantenerse erguida dentro de la columna de agua. Este método se usó para capturar únicamente tortugas, las cuales siguen su movimiento

natural por el río y la malla las guía sin necesidad de usar cebos, además, solo las tortugas con un diámetro mayor a 5cm en su caparazón quedan atrapadas; los controles se realizan cada 12 horas y se cambian de lugar en el río cada 48 horas (Fachín-Terán & Vogt, 2004) (Figura 4).

### **Resultados externos de artículos académicos no publicados**

La revisión sistemática de literatura arrojó artículos que habían sido revisados por pares, Sin embargo, se tenía conocimiento previo de otras fuentes (tesis o proyectos finales) de instituciones ecuatorianas. Es así como se encontraron 4 artículos no publicados de la Universidad San Francisco de Quito (USFQ) (Tabla 2) relacionados al estudio de *P. unifilis* en varios campos, desde la colección de huevos y programas de crianza en cautiverio por medio de playas artificiales y medición de la tasa de liberación (Grefa, 2006). También se encontró un estudio que habla sobre los patrones de diversidad y distribución de las tortugas de la amazonía ecuatoriana (Cisneros, 2006). Otro analiza las estrategias de conservación que se están llevando a cabo en la Estación de Biodiversidad Tiputini, este examina la crianza de huevos en cautiverio y su liberación a largo plazo, midiendo características morfométricas y recomendando cuidar las tortugas hasta el estado juvenil o adulto para aumentar el nivel de individuos por población (Rivera, 2010). El último estudio de (Carranco, 2015) mostró la diversidad genética de poblaciones de *P. unifilis* por medio de marcadores moleculares.

En la Tabla 3 se muestran las investigaciones realizadas por la Pontificia Universidad Católica del Ecuador (PUCE), la información de estos artículos no fueron posibles de conseguir debido al carácter privado de estos dentro del repositorio de la universidad. A pesar de eso, se observa por sus títulos que claramente estos están relacionados al estudio de tortugas charapas en la amazonía ecuatoriana desde la crianza de huevos en cautiverio en la Reserva de Producción Faunística del Cuyabeno (Carrillo Enríquez, 1997); también

se estudió la distribución espacial de nidos y patrones reproductivos de las charapas en la misma estación de investigación (Chávez Mancheno, 1998). El estudio más reciente (Salvador Puig, 1998) analizó los patrones de movimiento de tortugas *P. unifilis* dentro del río Sábalo en la amazonía del Ecuador.

### **Recaptura de las tortugas**

Los estudios de (Alzate-Estrada et al., 2020; Portelinha et al., 2014) para conocer mejor el estado poblacional de las tortugas, volvieron a aplicar las mismas metodologías de captura en campo y registraron su éxito de recaptura. Para esto, la primera captura utilizaron marcaje para etiquetar las tortugas, estas etiquetas de plástico fueron insertadas en la zona de los escudos marginales de los caparazones por medio de muescas, buscando no alterar la fisiología o comportamiento de las tortugas. Se registraron niveles de recaptura bajos (0,78%) en Portelinha et al., (2014) y (7.8%) para Alzate-Estrada et al., (2020), es evidente que estas tasas de captura pueden ser influenciadas por muerte natural de las tortugas, caza ilegal o mejores métodos de recaptura (Peñaloza et al., 2013).

### **Uso del hábitat y movimiento**

#### **Radio telemetría**

Aunque la revisión sistemática solamente mostró un estudio con el uso de radio transmisores para medir la tasa de recaptura y supervivencia (Alzate-Estrada et al., 2020), es importante mencionar que esta metodología puede ser útil para conocer el rango de movimiento de las tortugas, de una forma más efectiva que la recaptura manual, ya que se obtendrían señales georreferenciadas de aquellas tortugas que usen los radios transmisores. El uso de esta técnica es comúnmente utilizado en estudios de tortugas, donde los radiotransmisores se pegan a los caparazones de las tortugas con epoxi no tóxico. Estos se aplican especialmente en el período post anidación, no en la etapa de apareamiento porque significaría un impedimento fisiológico para que las tortugas

puedan aparearse (Waayers et al., 2011) (Forero-Medina et al., 2011). Para el análisis de estos datos es común usar el modelo del polígono convexo mínimo que crea un área del uso de hábitat con los puntos que han sido registrados por los radiotransmisores. Además, para el análisis estadístico se usan estimadores de densidad de como el de Fernel que permite conocer la probabilidad de que un animal se encuentre en determinado lugar a determinado tiempo (Forero-Medina et al., 2011) (Figura 5).

## DISCUSIÓN

Hasta este punto se han revisado todas las diferentes metodologías de campo disponibles en la literatura, y; al ser un tema delimitado, se espera que la información abarque todo el conocimiento generado en este tema hasta la fecha. Se vio que existen tres metodologías que son las más eficientes y comunes para el estudio poblacional de tortugas *Podocnemis unifilis*. La revisión sistemática de literatura dio como resultado 10 artículos que hablan sobre varias metodologías que buscan estudiar las poblaciones de estas tortugas, y así mismo, evalúan los programas de conservación que se llevan a cabo. El interés particular de esta revisión es determinar que metodología podría ser la más eficiente para iniciar un programa de evaluación de la situación poblacional en la Estación de Biodiversidad Tiputini. Dentro de este contexto, los resultados nos muestran que las metodologías más adecuadas de captura son la trampa de embudo, la red de trasmallo, la red de cerco, y; la captura a mano mediante buceo.

En cuanto al marcaje de las tortugas una vez capturadas, la técnica más común fueron las etiquetas plásticas previamente numeradas. Estas etiquetas en todas las investigaciones fueron sujetadas por muescas en los escudos marginales del caparazón de las tortugas (Alzate-Estrada et al., 2020; Portelinha et al., 2014). Al parecer esta técnica podría ser el estándar; aunque no se ha evaluado el nivel de daño que tiene con respecto a la fisiología o comportamiento del animal. Haría falta más investigación en esta área como sugiere

Peñaloza et al., (2013). En los artículos de la Revisión Sistemática de Literatura también se incluyó un libro de descripción herpetológica actual (Herpetology An Introductory Biology of Amphibians and Reptiles), esto con el objetivo de que aquellas investigaciones siguientes puedan estar seguras sobre el reconocimiento taxonómico de los individuos al momento de capturarlos (Vitt & Caldwell, 2014).

Un tema recurrente en las investigaciones es recomendar el estudio futuro de los patrones de movimiento de las tortugas una vez liberadas y encontrar que una alternativa de reportar la tasa de supervivencia de las especies, así como la posible disminución por efecto de la caza furtiva. En función de esto, el uso de telemetría se presenta como una opción viable en vista de los avances tecnológicos. Alzate-Estrada et al (2020) muestra la implementación de esta técnica con radiotransmisores, obteniendo resultados eficientes sobre rangos de movimiento y recaptura de las tortugas. El uso de teledetección para la investigación del estado poblacional y conservación de *P. unifilis* es una de las metodologías que promete mejores resultados. La aparente migración de las tortugas en relación con los niveles del agua de los ríos principales podría de alguna manera tener un impacto en la percepción del estado de las poblaciones de las tortugas. La presencia de Estaciones científicas que pueden reproducir los monitoreos por varios años se vuelven críticos para determinar el verdadero estado de la población y la posible replicación de metodologías en otras zonas con alta intervención humana.

La teledetección o radio telemetría es una herramienta ampliamente utilizada en el estudio de diversos patrones del comportamiento animal como son los espacios de movimiento, usos del hábitat y tasa de supervivencia de los individuos de poblaciones (Steven C. Amstrup et al., 2004). Estudios con radiotelemetría como el de Withey et al., (2001) muestran que la mayoría de aves acuáticas y de caza de tierras altas sufren un efecto negativo sobre su fisiología, comportamiento y hábitos dependiendo del modo en que el

radiotransmisor ha sido colocado, siendo ponchos y collares los más dañinos y sujetos a la cola los menos invasivos. Por lo tanto, se debe justificar la utilización de radio transmisores considerando las implicaciones del impacto sobre la vida salvaje y su comportamiento (Withey et al., 2001). Otros estudios con radio telemetría (Amstrup et al., 2000) dan como resultado información de los tiempos de ocupación de hábitat determinado en una época específica del año. Esto abre paso a considerar cuándo, dónde y el por qué un organismo ocupa un espacio dentro de su hábitat; datos que no serían posibles sin un seguimiento personalizado en campo (Amstrup et al., 2000). Como *P. unifilis* no puede ser observada completamente en campo, por su hábitat de río, usar esta herramienta sería indispensable, ya que se puede monitorear los lugares donde se mueve y el tiempo que le lleva trasladarse como los lugares de descanso.

Los programas de conservación que se llevan a cabo, según la RSL deben enfocarse a disminuir la depredación de las tortugas liberadas en el río, ya que a pesar de que el cultivo de huevos en playas artificiales aumenta el porcentaje de eclosión, es al momento de liberarlas donde no se tiene control. Rivera, (2010) afirma que se deberían cuidar las tortugas hasta un estado juvenil o cercano a adulto para liberarlas al río, ya que tendrían mejores oportunidades para sobrevivir frente a los depredadores. Los resultados de conservación analizados por el estudio de Townsend et al., (2005), en la comunidad Cofán del Ecuador son positivos, mostrando que existe mayores observaciones en canoa de sitios de anidación y tortugas descansando en playas de arena, además que la percepción de los habitantes muestra un aumento de las tortugas. Un tema importante a considerar es bajo qué circunstancias se debe promover la conservación, ya que muchas veces los humanos piensan que deben intervenir en algo para solucionarlo, cuando un evento como la disminución poblacional puede llegar a ocurrir por razones naturales, y su extinción o recuperación puede ser natural. Caso contrario, conservar podría ser

innecesario y debería realizarse solo para prevenir o remediar una disminución poblacional evidente por causas antropogénicas (Townsend et al., 2005).

## CONCLUSIONES

Las tortugas *Podocnemis unifilis* están distribuidas a lo largo de la rivera del Orinoco y las cuencas del Amazonas, en el Ecuador se encuentra en varias provincias de la Amazonía como Napo, Morona Santiago, Pastaza y Sucumbíos entre los 220 a 392 msnm. Es una especie en estado vulnerable debido a que las comunidades donde habita, consumen sus huevos y los comercializan en mercados ilegales; además, depredadores naturales como caimanes, el caracara negro, el lagarto tegu y otros animales acuáticos disminuyen sus individuos por población. Frente a esta problemática de su población se realizó una Revisión Sistemática de Literatura para conocer el estado del arte de estas tortugas; esta revisión se enfocó a estudiar las metodologías que se usan en campo estudiar el estado poblacional, por medio de la captura de individuos, marcaje y recaptura. Los resultados mostraron cuatro metodologías más eficientes y comunes: red de cerco, red de trasmallo, captura a mano y trampa de embudo; con el análisis de efectividad de estas se determinó que la red de cerco y trasmallo junto a la captura a mano crean una metodología eficaz para aumentar el éxito de capturas sin perjudicar la integridad de las tortugas.

La revisión de literatura se extendió a buscar artículos académicos no publicados por parte de instituciones ecuatorianas como la Universidad San Francisco de Quito (USFQ) y la Pontificia Universidad Católica del Ecuador (PUCE), ya que es importante conocer qué se está realizando dentro del país. Estos estudios hablan sobre programas de crianza de huevos en cautiverio, estudio de genética poblacional por medio de marcadores moleculares, diversidad de especies y patrones del uso de hábitat. Todos los estudios afirmaron que hace falta mayor investigación en las tasas de recaptura y la distribución

espacial de las tortugas charapas, para lo cual, la radiotelemetría se propuso como una alternativa eficiente para conocer el uso de hábitat y los patrones de movimiento poblacional. Por otra parte, los programas de conservación de la Reserva de Producción Faunística del Cuyabeno y de la Estación de Biodiversidad Tiputini tiene un alto éxito al criar y eclosionar huevos de *P. unifilis*, pero es al momento de liberarlos donde se requiere mayor seguimiento e investigación.

## REFERENCIAS

- Ali, W., Javid, A., Bhukhari, S. M., Hussain, A., Hussain, S. M., & Rafique, H. (2018). Comparison of Different Trapping Techniques used in Herpetofaunal Monitoring: A Review. *Punjab University Journal of Zoology*, 33(1). <https://doi.org/10.17582/pujz/2018.33.1.57.68>
- Alzate-Estrada, D. A., Páez, V. P., Cartagena-Otálvaro, V. M., & Bock, B. C. (2020). Linear Home Range and Seasonal Movements of *Podocnemis lewyana* in the Magdalena River, Colombia. *Copeia*, 108(1), 29-38. <https://doi.org/10.1643/CE-19-234>
- Amstrup, S C, Durner, G. M., Stirling, I., Lunn, N. J., & Messier, F. (2000). Movements and distribution of polar bears in the Beaufort Sea. *Canadian Journal of Zoology*, 78(6), 948-966. <https://doi.org/10.1139/z00-016>
- Amstrup, Steven C., McDonald, T. L., & Durner, G. M. (2004). Using satellite radiotelemetry data to delineate and manage wildlife populations. *Wildlife Society Bulletin*, 32(3), 661-679. [https://doi.org/10.2193/0091-7648\(2004\)032\[0661:USRDTD\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.2193/0091-7648(2004)032[0661:USRDTD]2.0.CO;2)
- Bioweb. (2018). *Podocnemis unifilis*. <https://bioweb.bio/faunaweb/reptiliaweb/FichaEspecie/Podocnemis%20unifilis>
- Caputo, F. P., Canestrelli, D., & Boitani, L. (2005). Conserving the terecay (*Podocnemis unifilis*, Testudines: Pelomedusidae) through a community-based sustainable harvest of its eggs. *Biological Conservation*, 126(1), 84-92. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2005.05.004>
- Carranco, A. S. (2015). *Determinación de la diversidad genética de la población de tortugas Podocnemis unifilis en la zona de la Estación de Biodiversidad Tiputini (EBT)*. <http://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/4126>
- Carrillo Enríquez, M. X. (1997). *Estudio preliminar para la cria en cautiverio de la tortuga charapa Podocnemis unifilis en la reserva de producción faunística Cuyabeno*. Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales.
- Casazza, M., Wylie, G., & Gregory, C. (2000). *A funnel trap modification for surface collection of aquatic amphibians and reptiles—ProQuest*.

- <https://search.proquest.com/openview/5fecbda533e1d97900d74a2ef1e3f22a/1?q-origsite=gscholar&cbl=33457>
- Chávez Mancheno, V. E. (1998). *Distribución espacial de nidos y patrones reproductivos de las tortugas Charapas, Podocnemis unifilis y Podocnemis expansa, en el Cuyabeno, amazonía ecuatoriana*. Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales.
- Cisneros, D. (2006). *Turtles of the Tiputini Biodiversity Station with remarks on the diversity and distribution of the Testudines from Ecuador*. <https://www.biotaneotropica.org.br/v6n1/pt/abstract?inventory+bn00906012006>
- Elsevier. (2021). *About Scopus—Abstract and citation database | Elsevier*. Elsevier.Com. <http://www.elsevier.com/solutions/scopus>
- Fachín-Terán, A., & Vogt, R. (2004). Estrutura populacional, tamanho e razão sexual de *Podocnemis unifilis* (Testudines, Podocnemididae) no río Guaporé (RO), Norte do Brasil. *Phyllomedusa: Journal of Herpetology*, 3. <https://doi.org/10.11606/issn.2316-9079.v3i1p29-42>
- Fagundes, C. K., Vogt, R. C., de Souza, R. A., & De Marco Jr., P. (2018). Vulnerability of turtles to deforestation in the Brazilian Amazon: Indicating priority areas for conservation. *Biological Conservation*, 226, 300-310. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2018.08.009>
- Fantin, C., Farias, I. P., Monjeló, L. A. dos S., & Viana, L. S. (2008). Polyandry in *Podocnemis unifilis* (Pleurodira; Podocnemididae), the vulnerable yellow-spotted Amazon River turtle. *Amphibia-Reptilia*, 29(4), 479-486. <https://doi.org/10.1163/156853808786230361>
- Forero-Medina, G., Cárdenas-Arevalo, G., & Castaño-Mora, O. V. (2011). Abundance, Home Range, and Movement Patterns of the Endemic Species Dahl's Toad-Headed Turtle (*Mesoclemmys dahli*) in Cesar, Colombia. *Chelonian Conservation and Biology*, 10(2), 228-236. <https://doi.org/10.2744/CCB-0929.1>
- Grefa, J. (2006). *Colección e incubación de huevos de Charapa (Podocnemis unifilis) en la zona de influencia de la Estación de Biodiversidad Tiputini (USFQ)*. <http://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/585>
- IUCN Red List, T. & F. T. S. (1996, agosto 1). *IUCN Red List of Threatened Species: Podocnemis unifilis*. IUCN Red List of Threatened Species. <https://www.iucnredlist.org/en>
- Marques, T. S., Lara, N. R. F., Camargo, P. B., Verdade, L. M., & Martinelli, L. A. (2014). The Use of Stable Isotopes Analysis in Wildlife Studies. En L. M. Verdade, M. C. Lyra-Jorge, & C. I. Piña (Eds.), *Applied Ecology and Human Dimensions in Biological Conservation* (pp. 159-174). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-54751-5\\_11](https://doi.org/10.1007/978-3-642-54751-5_11)
- Ojasti, J. (1971). La tortuga arrau del Orinoco o Venezuela. *La tortuga arrau del Orinoco o Venezuela*, 2, 3-9.
- Páez, V. P., Lipman, A., Bock, B. C., & Heppell, S. S. (2015). A Plea to Redirect and Evaluate Conservation Programs for South America's Podocnemidid River Turtles. *Chelonian Conservation and Biology*, 14(2), 205-216. <https://doi.org/10.2744/CCB-1122.1>
- Peñaloza, C. L., Hernández, O., Espín, R., Crowder, L. B., & Barreto, G. R. (2013). Harvest of Endangered Sideneck River Turtles (*Podocnemis* spp.) in the Middle Orinoco, Venezuela. *Copeia*, 2013(1), 111-120. <https://doi.org/10.1643/CE-10-158>

- Portelinha, T. C. G., Malvasio, A., Piña, C. I., & Bertoluci, J. (2014). Population Structure of *Podocnemis expansa* (Testudines: Podocnemididae) in Southern Brazilian Amazon. *Copeia*, 2014(4), 707-715.
- prisma.thetacollaborative.ca/. (2021). *PRISMA Flow Diagram Generator*. <http://prisma.thetacollaborative.ca/generator>
- Rivera, M. (2010). *Análisis de una estrategia de conservación para Podocnemis unifilis en la Estación de Biodiversidad Tiputini*. <https://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/991>
- Salvador Puig, P. H. (1998). *Patrones de movimiento de juveniles de Podocnemis unifilis (Testudinata: Pelomedusidae) en el Río Sábalo, amazonía ecuatoriana*. Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales.
- Sepúlveda-Seguro, A. M., Páez, V. P., Gómez-Rincón, M. T., Morales-Betancourt, M. A., & Lasso, C. A. (2020). Assessment of population characteristics and habitat use of podocnemis vogli (Müller 1935) during a reproductive season at the Bojonawi private nature reserve (Vichada Department, Colombia). *Revista Latinoamericana de Herpetología*, 3(2), 83-94. Scopus.
- Sirsi, S., Singh, S., Tripathi, A., McCracken, S. F., Forstner, M. R. J., & Horne, B. D. (2017). Variation in Reproductive Output of the Red-crowned Roofed Turtle (*Batagur kachuga*) and the Three-striped Roofed Turtle (*Batagur dhongoka*) in the Chambal River of North India. *Chelonian Conservation and Biology*, 16(2), 203-214. <https://doi.org/10.2744/CCB-1236.1>
- Soini, P. (1984). *La charapa, un valioso recurso amenazado* (Informe preliminar presentado a la dirección forestal y de fauna, p. 15).
- TBS. (2020). *Home*. <https://www.tiputini.com/>
- Telenax. (2017, abril 29). Tortuga. *TELENAX*. <https://telenax.com/product-details/tortuga/?lang=es>
- Thorbjarnarson, J. B., Perez, N., & Escalona, T. (1993). Nesting of *Podocnemis unifilis* in the Capanaparo River, Venezuela. *Journal of Herpetology*, 27(3), 344. <https://doi.org/10.2307/1565161>
- Townsend, W. R., Randall Borman, A., Yiyoguaje, E., & Mendua, L. (2005). Cofán Indians' Monitoring of Freshwater Turtles in Zábalo, Ecuador. *Biodiversity and Conservation*, 14(11), 2743-2755. <https://doi.org/10.1007/s10531-005-8410-1>
- Vinueza, G., & Romo, D. (2017). Programa de conservación de tortugas charapas (*Podocnemis*) en la Estación de Biodiversidad Tiputini. En *Los secretos del Yasuní: Avances en la investigación del bosque tropical: Estación de Biodiversidad Tiputini, Universidad San Francisco de Quito*. <https://libros.usfq.edu.ec/index.php/usfq/catalog/view/7/8/26-1>
- Vitt, L., & Caldwell, J. (2014). *Herpetology*. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/C2010-0-67152-5>
- Waayers, D., Smith, L., & Malseed, B. (2011). Inter-nesting distribution of green turtles (*Chelonia mydas*) and flatback turtles (*Natator depressus*) at the Lacepede Islands, Western Australia. *Journal of the Royal Society of Western Australia*, 94.
- WCS. (2010). *Manejo Comunitario de Tortugas Charapas en Comunidades Kichwa y Waorani del Parque Nacional Yasuní*.
- WCS Ecuador. (2008). *WCS Ecuador > Especies > Especies semi-acuáticas > Tortugas charapa > Programa de manejo*. <https://ecuador.wcs.org/Especies/Especies-semi-acu%C3%A1ticas/Tortugas-charapa/Programa-de-manejo.aspx>

Withey, J. C., Bloxton, T. D., & Marzluff, J. M. (2001). Effects of Tagging and Location Error in Wildlife Radiotelemetry Studies. En *Radio Tracking and Animal Populations* (pp. 43-75). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-012497781-5/50004-9>

**Tabla 1.** - Artículos académicos publicados sobre metodologías utilizadas para el estudio poblacional de tortugas de río *Podocnemis unifilis*

#	Fuente	Tipo de metodología	Descripción de la metodología	Tiempo de muestreo	Características del río	Método de captura y marcaje	Método de recaptura para estimación de distancia recorrida	Uso de telemetría
1	(Alzate-Estrada et al., 2020)	Captura Trampas de doble embudo	Se usó paquetes de hojas de <i>Maclura tinctoria</i> , Moraceae como cebo para atraer las tortugas.	Revisación cada 4h entre las 5:00h y 23:00h	Canales largos y profundos, así como cortos y no profundos.  Distancia total de 70km  400m entre cada trampa	Incluye pesaje, medición y marcaje con muescas en escudos marginales.	Uso de coordenadas georreferenciales	Radios transmisores VHF TXF-317S Telenax
2	(Fagundes et al., 2018)	Modelo de distribución de especies  Algoritmo de máxima entropía Software MaxEnt	Estimación de la distribución de tortugas en áreas de deforestación para incentivar su Conservación	Usa registros de ocurrencia	NO POSEE	NO POSEE	NO POSEE	NO POSEE

3	(Sirsi et al., 2017)	Medición de las huellas dejadas por las tortugas afuera y dentro los sitios de anidación en la época de ovoposición.	Medición de las huellas dejadas en las playas de anidación y estimación del tamaño del caparazón.	Diario	Río Chambal Ancho promedio 400m. Profundidad 1>26m Posee bancos de arena Estudio dentro de 35km de largo	Visualización externa de los huevos y fotografías.	Georreferenciación con los poblados cercanos	NO POSEE
4	(Páez et al., 2015)	Consideraciones sobre los errores en proyectos de conservación de tortugas Podocnemididae	Revisión de literatura y análisis de programas de conservación. Proyectos de cría y cautividad e ineficacia de proyectos ex situ.	NO POSEE	Ríos de agua dulce de América del Sur	NO POSEE	NO POSEE	NO POSEE

5	(Marques et al., 2014)	Uso de isótopos estables	Se usan para la reconstrucción de dietas. Rango de movimiento del animal en su hábitat Nivel trófico Tasa de renovación de tejidos Ecotoxicología	NO POSEE	Animales de vida salvaje en general	NO POSEE	NO POSEE	NO POSEE
6	(Portelinh a et al., 2014)	Captura a mano Captura por redes de cerco	El método a mano fue buceo en zonas poco profundas – 135 horas  Las redes de nailon trenzado. Uso de botes con motores fuera de borda – 205 horas	Época reproductiva y no reproductiva. Cuatro días por semana entre 9:00h a 17:00h. Durante 4 horas por día.	Río Javáes Transecto de 50km	Tortugas marcadas con etiquetas de plástico en escudos marginales.  Distinción sexual por visualización. Medición y liberación entre dos y tres horas luego de capturadas	Georreferenciación de acuerdo con la distancia del tramo del río utilizado	NO POSEE

7	(Sepulveda-Seguro et al., 2020)	Trampas de embudo Redes de trasmallo Captura manual	NO DISPONIBLE	NO DISPONIBLE	NO DISPONIBLE	NO DISPONIBLE	NO DISPONIBLE	NO DISPONIBLE
8	(Peñaloza et al., 2013)	Cosecha de caparazones & Captura de tortugas malla de arrastre	La cosecha de caparazones y plastrones se realizó por encuestas dentro de las comunidades & Captura con red de malla de arrastre.	Censos a lo largo de diciembre 2007-marzo 2008 & 1 a 5 veces entre 19 y 20 abril del 2021.	Orinoco 25km del norte 29 comunidades ribereñas, 120km del Orinoco	Identificación de sexos en ambos casos por medio de la visualización de caracteres secundarios desarrollados. Marcaje con muescas en el caparazón.	Georreferenciación de acuerdo con la comunidad del río utilizado	NO POSEE

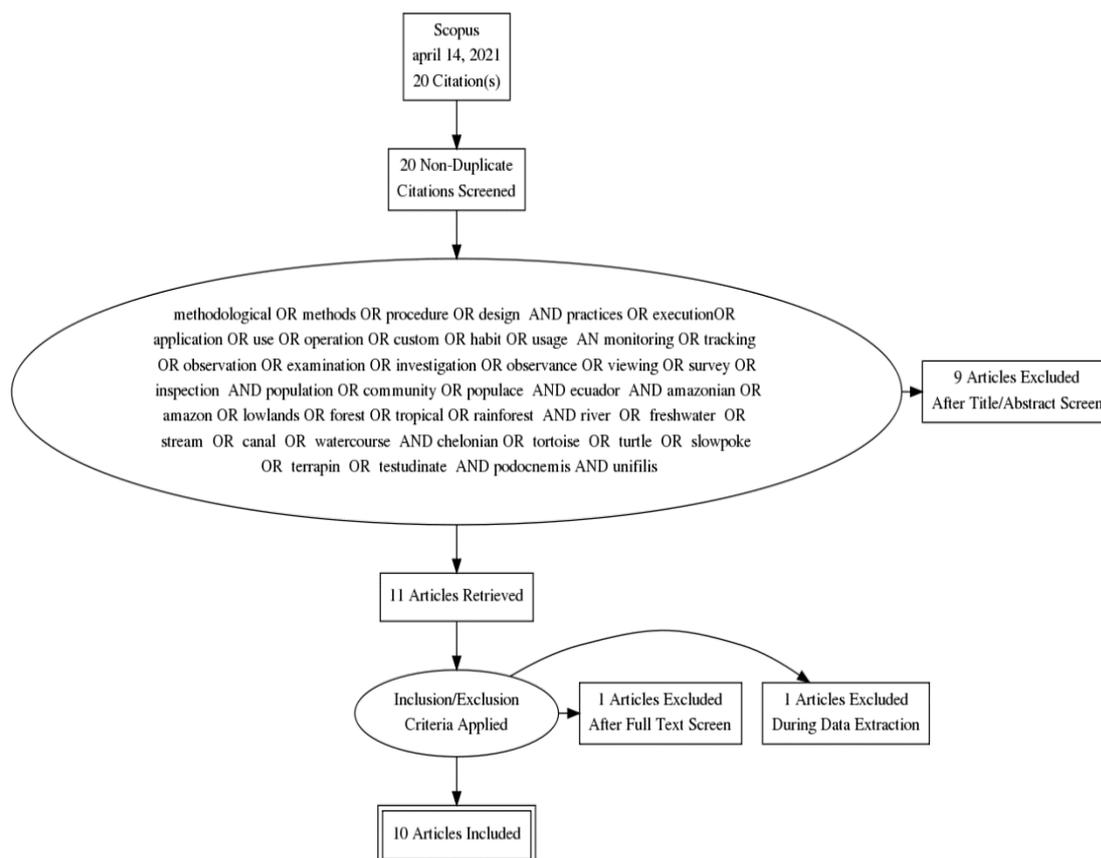
9	(Vitt & Caldwell, 2014)	Libro de Texto Información detallada sobre anfibios.	Descripción anatómica, información ecológica, comportamientos, orientación, comunicación, Biogeografía, Comportamiento social.	NO POSEE	NO POSEE	NO POSEE	NO POSEE	NO POSEE
10	(Townsend et al., 2005)	Evaluación programa de conservación	1.-Encuestas a los pobladores de la comunidad sobre percepción en la población de tortugas 2.- Visualizaciones desde un bote de islas con sitios de anidación 3.-Visualización de tortugas desde un bote	1.- alrededor de 20 encuestas 2 y 3.- Salidas en días soleados cada 10-14 días	Reserva Cofán, Zabalo, Ecuador.	NO POSEE	Georreferenciación de acuerdo con la comunidad del río utilizado	NO POSEE

**Tabla 2.** - Artículos no publicados de la Universidad San Francisco de Quito (USFQ)

Autor (es)	Metodología	Enfoque del estudio
(Cisneros, 2006)	Estudio de patrones de diversidad y distribución basado en observaciones de campo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Información sobre patrones de diversidad.</li> <li>• Provee información sobre patrones de distribución de las tortugas.</li> </ul>
(Grefa, 2006)	Colección e incubación de huevos de <i>P. unifilis</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se colectan los huevos provenientes de nidos encontrados en la playa luego de la época de desove.</li> <li>• Se los cría en camas de arena artificiales.</li> <li>• Se mide el éxito de eclosión y se libera las crías a su hábitat natural.</li> </ul>
(Rivera, 2010)	Análisis sobre estrategias de conservación de <i>P. unifilis</i> en la Estación de Biodiversidad Tiputini. Utiliza modelos de simulación estocástica	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evalúa la contribución del proyecto de incubación de huevos a largo plazo.</li> <li>• Mide las diferencias morfométricas de las crías liberadas.</li> <li>• Sugiere que cuidar a las crías hasta llegar a un estado juvenil y adulto aumentaría los niveles poblacionales.</li> </ul>
(Carranco, 2015)	Uso de marcadores satelitales para conocer diversidad genética de poblaciones de <i>P. unifilis</i> . Es el primer estudio sobre diversidad genética y estructura poblacional	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Muestra la diversidad genética por medio de índice de Shannon, heterocigocidad esperada e índice de fijación.</li> <li>• Existe alta heterocigocidad entre los grupos y una alta diversidad genética</li> <li>• Existe un migrante efectivo por generación en cada grupo.</li> </ul>

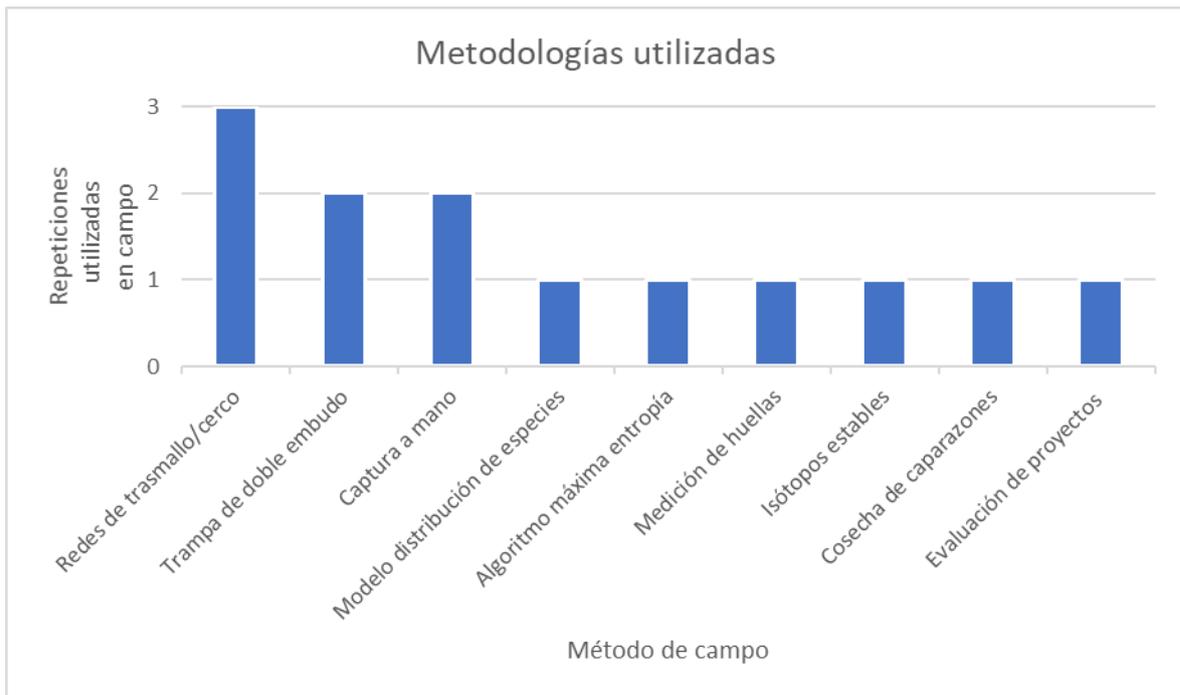
**Tabla 3.** - Artículos no publicados de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador (PUCE)

Autor(es)	Título de la publicación
(Carrillo Enríquez, 1997)	Estudio preliminar para la cria en cautiverio de la tortuga charapa <i>Podocnemis unifilis</i> en la reserva de producción faunística Cuyabeno
(Chávez Mancheno, 1998)	Distribución espacial de nidos y patrones reproductivos de las tortugas Charapas, <i>Podocnemis unifilis</i> y <i>Podocnemis expansa</i> , en el Cuyabeno, amazonía ecuatoriana
(Salvador Puig, 1998)	Patrones de movimiento de juveniles de <i>Podocnemis unifilis</i> (Testudinata: Pelomedusidae) en el Río Sábalo, amazonía ecuatoriana



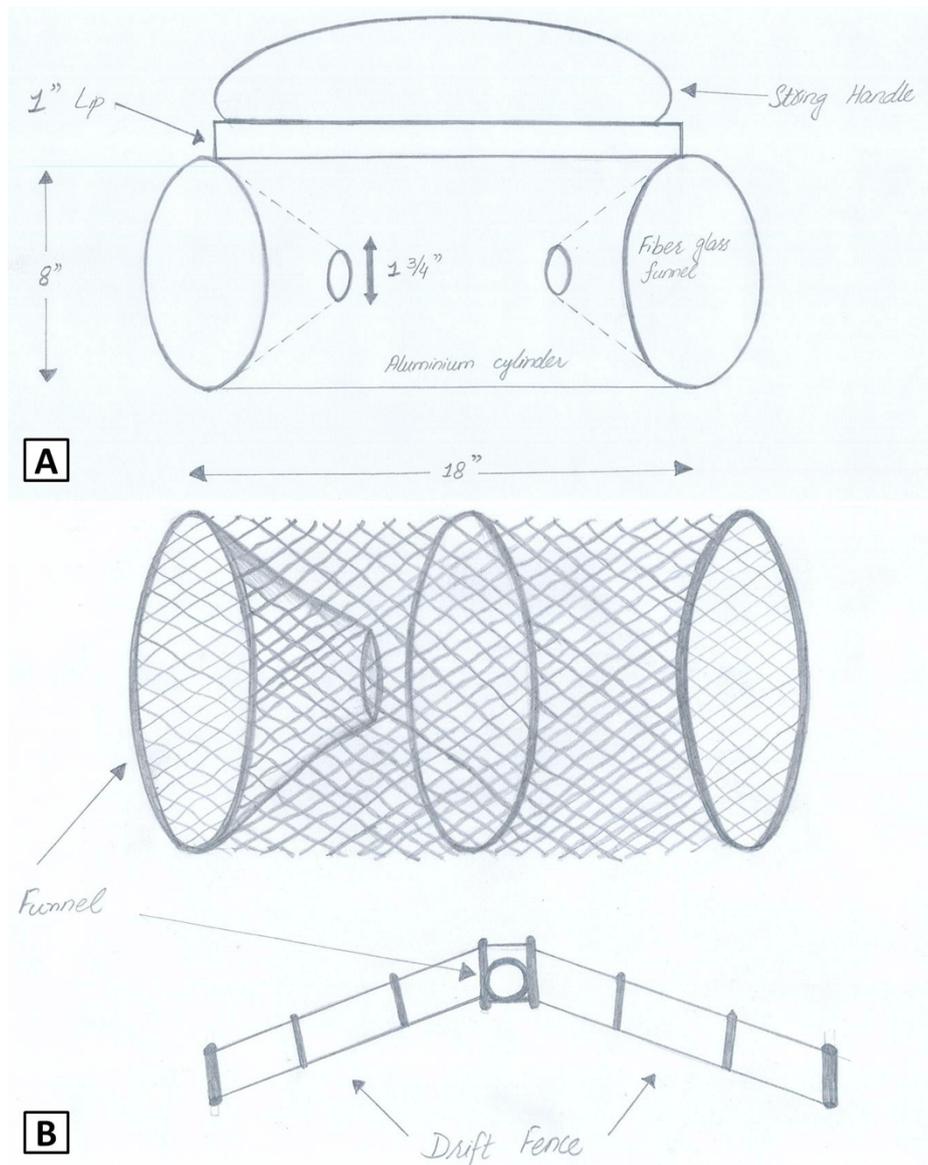
**Figura 1.** - Diagrama prisma producto de la Revisión Sistemática de Literatura

Fuente: ([prisma.thetacollaborative.ca/](http://prisma.thetacollaborative.ca/), 2021)



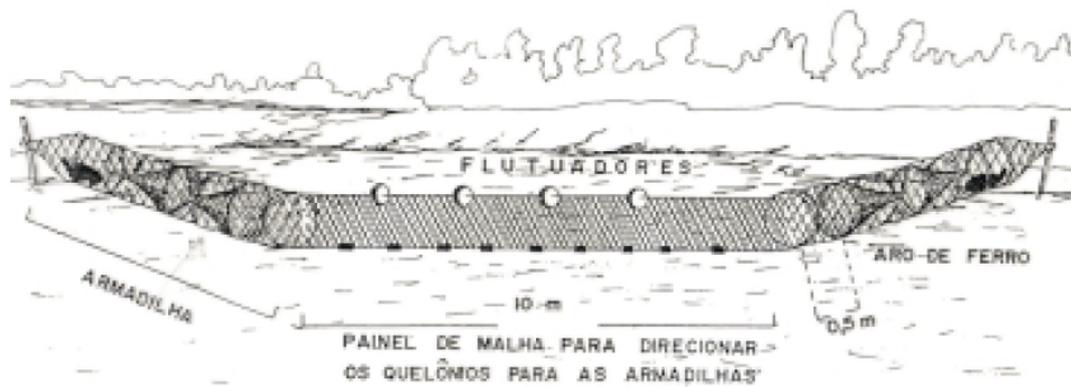
**Figura 2.** - Resumen de las metodologías utilizadas para el estudio poblacional de *Podocnemis unifilis*.

Descripción. - Se muestra un resumen de las diferentes metodologías que se han usado en los artículos obtenidos de la revisión sistemática. Las repeticiones indican que los artículos usaron una o más metodologías de estudio, como es el caso de (Peñaloza et al., 2013) que utilizaron tanto cosecha de caparazones como red de cerco.



**Figura 3.** - Estructura de trampa de embudo (A), trampa de embudo con vallas de deriva (B)

Fuente: (Beauregard y Leclair, 1988) citado en (Ali et al., 2018).



**Figura 4.** - Representación esquemática de una red de trasmallo

Fuente: (Fachín-Terán & Vogt, 2004)



**Figura 5.** - Tortuga con radiotransmisor pegado a su caparazón

Fuente: (Telenax, 2017)