

ABUNDANCIA, ESTRUCTURA POBLACIONAL Y CONSERVACIÓN DE *Podocnemis lewyana* (PODOCNEMIDIDAE) EN EL RÍO PRADO, COLOMBIA

Abundance, Population Structure and Conservation of *Podocnemis lewyana* (Podocnemididae) at the Prado River, Colombia

ADRIANA GONZÁLEZ-ZÁRATE¹, M Sc.; OLGA MONTENEGRO², Ph. D.; OLGA VICTORIA CASTAÑO-MORA³, Bióloga; MARIO VARGAS-RAMÍREZ⁴, Ph. D.

¹ Grupo de Conservación y Manejo de Vida Silvestre, Grupo de Reptiles, Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D.C., Colombia. azul.adriana.azul@gmail.com, magonzalez@unal.edu.co.

² Grupo de Conservación y Manejo de Vida Silvestre, Profesora Asociada, Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D.C., Colombia. olmontenegrod@unal.edu.co

³ Grupo de Biodiversidad y Conservación, Grupo de Reptiles, Profesora Especial, Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D.C., Colombia. ovcastanom@unal.edu.co

⁴ Museo de Zoología Senckenberg Dresden, Königsbrücker Landstr. 159, 01109 Dresden, Alemania. mavargas@yahoo.com
Autor de correspondencia: Adriana González, azul.adriana.azul@gmail.com

Recibido 13 de enero 2014, aceptado con modificaciones 6 de marzo 2014, fecha de reenvío 30 de marzo 2014.

Citation / Citar este artículo como: GONZÁLEZ-ZÁRATE A, MONTENEGRO O, CASTAÑO-MORA OV, VARGAS-RAMÍREZ M. Abundancia, estructura poblacional y conservación de *Podocnemis lewyana* (Podocnemididae) en el río Prado, Colombia. Acta biol. Colomb. 2014;19(3):351-361.

RESUMEN

En el río Prado, localizado en el sur oriente de Colombia existe una población de *Podocnemis lewyana*, una tortuga endémica y en peligro de extinción. Para esta población se determinó la abundancia relativa, la estructura poblacional y las amenazas a la conservación a partir de información de campo obtenida en los años 2007 y 2009. La abundancia relativa se estimó por medio de captura de tortugas por unidad de tiempo. Adicionalmente, solo en el 2009, se realizó un conteo de individuos por kilómetro recorrido para contrastarlo con poblaciones del norte del país. La estructura poblacional se determinó por la frecuencia de individuos en varias clases de tamaño y con la proporción de sexos de los animales capturados. Se examinó el dimorfismo sexual en animales adultos con base en su morfometría. En total se capturaron 110 tortugas el año 2007 y 72 tortugas en el 2009. Se tuvo un promedio de 54,46 avistamientos/km (2009), siendo hasta el momento la población más abundante del país. La estructura de la población se caracterizó por una mayor frecuencia de individuos de 21-30 cm de largo recto máximo del caparazón (LRC) y ningún individuo de menos de 10 cm LRC ni mayor a 40 cm LRC. La proporción de sexos fue de 2,52:1 en el 2007 y de 2,75:1 en el 2009, siendo mayor para hembras. Las principales amenazas identificadas para la población del río Prado fueron (i) las alteraciones de su hábitat, (ii) cambios en el caudal natural del río, (iii) uso de artes de pesca inadecuados, y (iv) la probable interrupción de sus migraciones. Se propone el río Prado como lugar prioritario para la investigación y conservación de *Podocnemis lewyana* en la cuenca alta del río Magdalena.

Palabras clave: Colombia, Cuenca alta del río Magdalena, embalses, poblaciones, tortuga endémica.

ABSTRACT

Along the Prado River, at southeast of Colombia, there is a population of *Podocnemis lewyana*, an endemic and endangered river turtle. Relative abundance, population structure and conservation threats were determined using field data obtained

in 2007 and 2009. Relative abundance was estimated by turtle catch per unit of time, which was used to compare between the two sampling years. Additionally, turtles per kilometer were counted in 2009 alone, to compare with other populations distributed in the north of the country. The population structure was determined by the frequency of individuals of several size classes and sex ratio of captured animals. Sexual dimorphism was examined in adult animals by morphometry. One hundred and ten turtles were captured in 2007 and 72 in 2009. The relative abundance of individuals observed was an averaged of 54.46 sightings/km representing the most abundant population of the country so far. The population's structure was characterized by a higher frequency of individuals of 21-30 cm maximum straight carapace length SCL and absence of individuals of less than 10 cm SCL or greater than 40 cm SCL. Sex ratio was 2.52:1 for 2007 and 2.75:1 for 2009, being higher for females. The main identified threats to the population of *P. lewyana* at Prado River were (i) alterations of habitat, (ii) changes in the natural flow of the river, (iii) the use of inappropriate fishing arts and (iv) probable interruption of migrations. Prado River is hereby proposed as priority area for further research and conservation of *Podocnemis lewyana* in the upper Magdalena river basin.

Keywords: Colombia, dams, endemic endangered turtle, populations, Prado River, Upper Magdalena river basin.

INTRODUCCIÓN

Podocnemis lewyana, denominada comúnmente tortuga de río, es una especie endémica de Colombia. Su distribución conocida incluye, en el norte, las cuencas de los ríos Sinú, San Jorge y bajos Cauca y Magdalena (Dahl y Medem, 1964; Hurtado, 1973; Pritchard, 1979; Ernst y Barbour, 1989) y en el sur, el río Prado en el alto Magdalena (Gallego-García, 2004; Vargas-Ramírez *et al.*, 2007b). En el norte del país, *P. lewyana* es la tortuga de río de mayor tamaño, razón por la cual constituye una especie importante en la alimentación de las comunidades ribereñas y en la economía regional (Dahl y Medem, 1964; Castaño, 1986). Este uso ha generado disminución en el tamaño de las poblaciones de *P. lewyana*, factor que junto con una reducción de sus áreas de ocupación y de la calidad del hábitat ha ocasionado que se haya categorizado globalmente como en peligro de extinción (EN) (Castaño y Medem, 2002; Castaño-Mora *et al.*, 2005; MAVDT, 2010; UICN, 2010; Páez *et al.*, 2012). Entre las medidas de conservación tomadas hacia esta tortuga, se encuentra su protección legal desde 1964 con la resolución 0219 en la cual se prohíbe la explotación comercial y la colecta de huevos o neonatos (MMA, 2002) y su inclusión en el apéndice II de CITES (2010). Vargas-Ramírez *et al.*, 2007a y Vargas-Ramírez *et al.*, 2012, usando marcadores moleculares mitocondriales y

nucleares, evaluaron la diversidad genética y estructura genética poblacional en *P. lewyana* a lo largo de su rango de distribución, revelando una diversidad genética extremadamente baja y diferenciación poblacional presente. Con el fin de preservar el máximo de diversidad genética en la especie, los autores sugirieron tres unidades de manejo demográficamente independientes: (1) cuenca del alto río Magdalena, (2) cuencas del bajo río Magdalena, bajo río Cauca y río San Jorge y (3) cuenca del río Sinú. Actualmente se han examinado la abundancia, el estado de conservación y la estructura de las poblaciones de *P. lewyana* en río Sinú (Gallego-García y Castaño-Mora, 2008) y en el río Chicagua (Restrepo *et al.*, 2008), cuenca del bajo río Magdalena. Sin embargo, estos aspectos no se habían estudiado en ninguna población presente en la cuenca del alto río Magdalena, extremo sur de la distribución de esta tortuga.

La única población de *P. lewyana* conocida hasta ahora en el límite sur de su rango de distribución es la del río Prado, la cual, quedó afectada por la construcción del embalse de Hidroprado en 1973 (Márquez, 1985; Márquez y Guillot, 2001). El embalse fragmentó esta población quedando una parte de sus individuos aislados en la represa y la otra en el cauce restante que corresponde al actual río Prado. Esta obra de infraestructura también originó cambios en el hábitat de la tortuga (González-Zárate *et al.*, 2011) y modificó la dinámica natural del río, viéndose esto reflejado entre otras cosas en la emergencia de playas de postura (Vargas-Ramírez *et al.*, 2007b). Dado el endemismo de *P. lewyana* y su estado de conservación, se ha recomendado desarrollar investigaciones acerca de su biología, ecología y estado de sus poblaciones con el fin de crear planes de manejo y protección para la especie (Castaño y Medem, 2002). Este tipo de estudios son importantes para determinar la condición de una población animal dada y para poder predecir a corto plazo el futuro de la misma (Larson y Taber, 1987; Gerrodette y Taylor, 2000; Lemos *et al.*, 2005). Por tanto, el objetivo principal de este estudio fue estimar la abundancia y la estructura de la población de *Podocnemis lewyana* en el río Prado, aguas abajo del embalse de Hidroprado, como una manera de evaluar su estado de conservación en esta localidad.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

Este estudio se realizó en el río Prado, en el departamento del Tolima, Colombia. Actualmente, el río propiamente dicho inicia en las compuertas del embalse de Hidroprado y desemboca en el río Magdalena, después de un recorrido aproximado de 18 km. Este río está localizado a una altura de 321 m s.n.m., sobre una planicie que hace parte de la cuenca alta del río Magdalena entre las cordilleras Oriental y Central (Márquez, 1985; Márquez y Guillot, 2001). El clima de la zona es cálido, con una temperatura promedio ambiental de 26 °C, un periodo seco entre junio-

septiembre y otro entre enero-marzo. La precipitación en el municipio de Prado está entre los 1500-2000 mm (IGAC, 1996). Anteriormente, el río Prado se ubicaba en áreas de vegetación natural pertenecientes a bosque seco y bosque húmedo tropical (Márquez, 1985), pero actualmente en algunas partes de su ribera quedan pequeños relictos de estos bosques y en otras partes existe una delgada franja de bosque ripario seguida de cultivos y potreros. El río Prado ha perdido sus ciclos de crecimiento y disminución naturales, ya que ahora dependen de la hidroeléctrica y su caudal está modulado por la cantidad de energía requerida por ésta.

Época y sitios de muestreo

Las estimaciones de abundancia se hicieron para los años 2007 y 2009. Durante el 2007 se realizaron muestreos entre los meses febrero y abril, y en el año 2009 entre junio y septiembre. En ambos años, los meses de muestreo corresponden a época seca. Se muestrearon siete sitios a lo largo del río Prado, cuatro donde se observan tortugas permanentemente y tres sitios donde se observan tortugas con una frecuencia muy baja, de acuerdo con la información preliminar de Vargas-Ramírez *et al.*, (2007b) (Tabla 1).

Abundancia relativa

Para determinar la abundancia de la población se utilizó el método de captura por unidad de tiempo. El método de captura se realizó con la ayuda de los cazadores locales y consistió en lances con atarraya seguidos de buceo a pulmón para la captura manual de las tortugas atrapadas en la red. En el año 2007 se realizaron siete muestreos entre febrero y abril, mientras que en el año 2009 se realizaron 16 muestreos entre junio y septiembre. En cada muestreo se registró el tiempo utilizado en las faenas y siempre se tuvo la ayuda de las mismas personas para reducir la posibilidad de sesgos (Davis y Winstead, 1987). Todas las tortugas fueron medidas, marcadas y liberadas en el mismo sitio de captura. Las medidas registradas fueron longitud recta máxima del caparazón (LRC), ancho recto máximo del caparazón (ARC), longitud máxima del peto (LMP), longitud mínima

del peto (LMiP), ancho máximo del peto (AP), longitud curva máxima del caparazón (LCC), ancho curvo máximo del caparazón (ACC) y longitud de la sutura anal (LSA). Para el marcaje de los animales se usó una perforación de aproximadamente 5 mm de diámetro (en 2007) o una muesca (en 2009) en las escamas marginales del caparazón utilizando el código de Cagle descrito en Ferner (1979). Sin embargo, se hizo una pequeña modificación al código original iniciando la numeración por las escamas marginales posteriores del caparazón en lugar de las anteriores.

Adicionalmente a las capturas, para poder comparar las estimaciones de abundancia con otras poblaciones de *P. lewyana* en el país, en el año 2009 se hicieron conteos de tortugas por kilómetro recorrido (Davis y Winstead, 1987). Para esto se realizaron cuatro recorridos en el río Prado, uno mensual desde junio hasta septiembre, en una longitud de 4,6 km (18,4 km totales). Cada uno de estos recorridos abarcó todos los sitios señalados en la Tabla 1. Durante los recorridos se realizó conteo de tortugas por medio de la técnica de observación directa desde una embarcación que se desplazaba por el río a velocidad constante. Los conteos se hicieron a mediodía, hora en que más tortugas se ven asoleándose. Cada orilla (izquierda y derecha) fue evaluada por uno de los dos observadores presentes en la embarcación. Las observaciones se realizaron con binóculos para poder ver las tortugas más pequeñas.

Estructura de la población

La estructura poblacional fue evaluada mediante las capturas hechas en los años 2007 y 2009. A cada animal capturado se le asignó una categoría de edad relativa, utilizando la medida de LRC como la talla del animal. Se consideraron cinco clases de talla: LRC1 (<10 cm), LRC2 (11-20 cm), LRC3 (21-30 cm), LRC4 (31-40 cm) y LRC5 (>40 cm) (Gallego-García y Castaño-Mora, 2008). El sexo de las tortugas capturadas fue determinado por el dimorfismo que existe en esta especie en coloración de la cabeza y longitud de la cola. En los machos la cabeza es grisácea con una banda crema, mientras que la cabeza de las

Tabla 1. Coordenadas, longitud de los sitios de muestreo y número de tortugas avistadas en el río Prado, Tolima, Colombia.

| Sitios Muestreados del río Prado | Coordenadas del punto central del sitio | PPT | LS (km) | TA |
|----------------------------------|---|-----|------------|-------------|
| Puente Canal -Varela | N03°45'26,2" W74°54'05,2" | SI | 1,4 | 261 |
| Pomarroso | N03°45'39,4" W74°54'27,6" | SI | 1,0 | 281 |
| San Isidro | N03°45'25,4" W74°54'50,5" | NO | 0,4 | 0 |
| Quebrada Saravia | N03°45'27,0" W74°55'10,7" | NO | 0,4 | 0 |
| Santa Isabel | N03°46'04,1" W74°54'76,8" | SI | 0,4 | 70 |
| Puente | N03°46'10,8" W74°55'37,3" | SI | 0,5 | 390 |
| Tubo del agua | N03°46'20,5" W74°55'07,6" | NO | 0,5 | 0 |
| TOTAL | | | 4,6 | 1002 |

PPT: Sitios con presencia permanente de tortugas, LS: Longitud de cada sitio, TA: Tortugas avistadas en los cuatro recorridos del conteo.

hembras es rojiza sin banda. Los machos tienen la cola más larga que las hembras y la cloaca está fuera del margen del caparazón (Hurtado, 1973; Castaño y Medem, 2002). Estas características siempre fueron evidentes y se observaron claramente en tortugas de más de 17 cm de LRC (Gallego-García, 2004).

Análisis de datos

Tanto para el 2007 como para el 2009 se estimó la abundancia relativa como el número de tortugas capturadas por hora (AR = No. tortugas/hora). Adicionalmente, en el 2009 se determinó el número de tortugas avistadas por kilómetro recorrido. El valor de este conteo se comparó con el número de tortugas por kilómetro reportado para los ríos Sinú (Gallego-García y Castaño-Mora, 2008) y Chicagua (Restrepo *et al.*, 2008).

Para determinar la estructura de la población se examinó la frecuencia de individuos por talla y la proporción de sexos, la cual se evaluó con una prueba de χ^2 para verificar una posible desviación de la proporción esperada 1:1. Esto se hizo para ambos años (2007 y 2009) en forma separada. Por otro lado, para determinar si había diferencias morfométricas entre sexos, se juntaron los datos del 2007 y 2009, ya que no hubo diferencias significativas entre años, como se evaluó previamente con una prueba de *t* (Sokal y Rolf, 1985). Las diferencias morfométricas entre sexos se evaluaron con una prueba U de Mann-Whitney para cada

una de las medidas del caparazón. Las pruebas se hicieron en el programa PAST 1.97 (Hammer *et al.*, 2001).

RESULTADOS

Abundancia relativa

En el 2007 se capturaron 110 tortugas en 14 horas de muestreo para un total de 7,9 tortugas/hora. En el 2009 se capturaron 72 tortugas en 16 horas de muestreo para un total de 4,5 tortugas/hora (Tabla 2). Del total de tortugas marcadas en el 2007 únicamente se recapturó una en el 2009. Este ejemplar en dos años y siete meses aumentó 6,51 cm de LRC, en el 2007 su LRC fue de 11,33 cm y en el 2009 de 17,84 cm, longitud que para este último año permitió confirmar con certeza que era un macho.

Por otro lado, en el 2009 se lograron en total 1002 avistamientos de tortugas en una distancia recorrida de 18,4 km, para un promedio de 54,46 tortugas/km (Tabla 1).

Estructura de la población

En el río Prado, tanto en el 2007 como en el 2009, se presentó una mayor frecuencia de individuos de 21-30 cm de LRC. La tendencia de la distribución de frecuencias muestra números bajos de tortugas muy pequeñas y de adultos grandes (Fig. 1). En los dos años se capturaron más hembras que machos con una proporción de 2,52:1 en el 2007 ($\chi^2_{1;0,05} = 17,7$; $p = 2,59E-05$) y de 2,75:1 en el 2009 ($\chi^2_{1;0,05} = 13,1$; $p = 3,01E-04$) (Tabla 3).

Tabla 2. Número de tortugas capturadas por hora en los años 2007 y 2009 en el río Prado, Tolima, Colombia.

| SITIOS | 2007 | | | 2009 | | |
|-----------------------|------|-----|------|------|----|-----|
| | H | TC | AR | H | TC | AR |
| Puente Canal - Varela | 4 | 42 | 10,5 | 4 | 39 | 9,8 |
| Pomarroso | 2 | 22 | 11,0 | 4 | 14 | 3,5 |
| Santa Isabel | - | - | - | 4 | 2 | 0,5 |
| Puente | 8 | 46 | 5,8 | 4 | 17 | 4,3 |
| TOTAL | 14 | 110 | 7,9 | 16 | 72 | 4,5 |

H: Horas de muestreo, TC: Número de tortugas capturadas, AR: Abundancia relativa (número de tortugas capturadas/hora).

Tabla 3. Número de juveniles (LRC < 17cm), hembras y machos de *Podocnemis lewyana* capturados en el 2007 y en el 2009 en el río Prado, Tolima, Colombia.

| SITIOS | 2007 | | | | 2009 | | | |
|----------------------|-----------|---------|--------|-------|-----------|---------|--------|-------|
| | Juveniles | Hembras | Machos | Total | Juveniles | Hembras | Machos | Total |
| Puente Canal -Varela | 10 | 25 | 7 | 42 | 7 | 29 | 3 | 39 |
| Pomarroso | 3 | 17 | 2 | 22 | 2 | 9 | 3 | 14 |
| Santa Isabel | - | - | - | 0 | 1 | 1 | 0 | 2 |
| Puente | 2 | 26 | 18 | 46 | 2 | 5 | 10 | 17 |
| TOTAL | 15 | 68 | 27 | | 12 | 44 | 16 | |

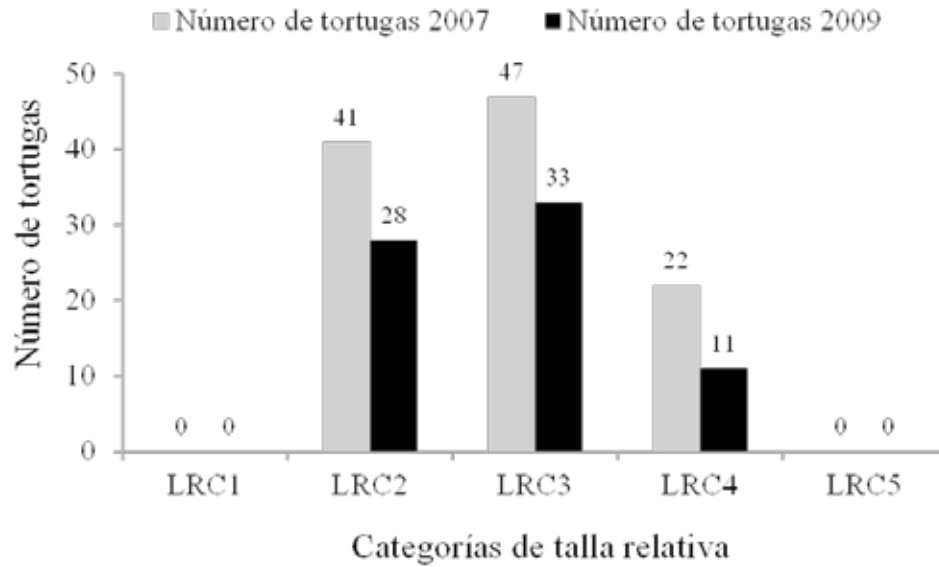


Figura 1. Gráfico de distribución de frecuencias del número de tortugas capturadas por categoría de talla relativa en el río Prado, Tolima, Colombia (año 2007 n=110 y año 2009 n=72). LRC1 (< 10 cm), LRC2 (11-20 cm), LRC3 (21-30 cm), LRC4 (31-40 cm) y LRC5 (> 40 cm).

Tabla 4. Intervalos de las medidas del caparazón de *Podocnemis lewyana* en el río Prado en Juveniles n=27, hembras n=112 y machos n=43. Resultados de la Prueba de U Mann-Whitney para diferenciación entre sexos por las medidas del caparazón.

| Medidas (cm) | Juveniles | Adultos | | Promedio (DS) | Rango | Mann-Whitney | |
|--------------|---------------|---------|--|---------------|---------------|--------------|------------|
| | | Sexo | | | | U | Valor de p |
| LRC | 11,33 – 16,63 | Hembras | | 27,18 (5,35) | 17,61 – 40,53 | 625,0 | 1,05E-12 |
| | | Machos | | 20,58 (2,13) | 17,23 – 25,08 | | |
| ARC | 9,31 – 20,34 | Hembras | | 20,75 (4,04) | 13,86 – 31,80 | 660,5 | 2,91E-12 |
| | | Machos | | 16,04 (1,58) | 13,19 – 19,64 | | |
| LMiP | 9,33 – 20,93 | Hembras | | 22,29 (4,53) | 14,46 – 33,70 | 284,5 | 2,16E-17 |
| | | Machos | | 15,31 (1,51) | 13,31 – 20,71 | | |
| LMP | 9,99 – 22,72 | Hembras | | 23,88 (4,87) | 15,48 – 36,90 | 443,0 | 4,12E-15 |
| | | Machos | | 17,03 (1,89) | 11,97 – 21,50 | | |
| AP | 7,32 – 15,69 | Hembras | | 16,21 (3,42) | 10,54 – 28,47 | 611,5 | 7,08E-13 |
| | | Machos | | 12,21 (1,18) | 10,22 – 14,70 | | |
| LCC | 12,30 – 28,60 | Hembras | | 29,14 (5,44) | 19,60 – 42,40 | 606,5 | 6,10E-13 |
| | | Machos | | 22,25 (2,19) | 18,70 – 26,90 | | |
| ACC | 11,20 – 25,40 | Hembras | | 25,95 (5,12) | 16,20 – 39,30 | 655,5 | 2,51E-12 |
| | | Machos | | 19,95 (1,88) | 16,90 – 25,00 | | |
| LSA | 0,90 – 2,16 | Hembras | | 2,37 (0,48) | 1,52 – 3,72 | 0 | 6,45E-22 |
| | | Machos | | 1,11 (0,20) | 0,69 – 1,49 | | |

Longitud recta máxima del caparazón (LRC), ancho recto máximo del caparazón (ARC), longitud mínima del peto (LMiP), longitud máxima del peto (LMP), ancho máximo del peto (AP), longitud curva máxima del caparazón (LCC), ancho curvo máximo de caparazón (ACC) y longitud de la sutura anal (LSA). Desviación estándar (DS).

Se encontraron diferencias significativas en las medidas del caparazón entre machos y hembras (Tabla 4). En promedio, las hembras de *P. lewyana* alcanzaron tallas más grandes que los machos (Tabla 4). La hembra más grande tuvo un LRC de 40,53 cm y el macho un LRC de 25,08 cm. Los intervalos de la sutura anal no se sobrelapan entre machos (0,69 – 1,49 cm) y hembras (1,52 – 3,72 cm) que tengan un largo recto del caparazón (LRC) mayor a 17 cm (Tabla 4).

DISCUSIÓN

Abundancia relativa

A mediano y corto plazo se pueden utilizar índices de abundancia para detectar tendencias poblacionales (Ojasti, 2000), por lo que un índice de esfuerzo de captura (abundancia relativa) puede ayudar a descubrir cambios en el tamaño de la población (Hernández y Espín, 2006). En el río Prado, en el 2009 las capturas por hora disminuyeron casi a la mitad de lo que se había encontrado para el 2007. No es claro si esta diferencia corresponde a una reducción en la población de la tortuga o si hace parte de su dinámica normal. Para dar claridad a este aspecto es necesario un monitoreo a más largo plazo para evaluar la dinámica poblacional y los factores que están asociados a ésta. Entre estos factores están la longevidad de estos animales, las migraciones, y factores del hábitat como la disponibilidad de recursos, las alteraciones en su calidad, cambios inducidos en el caudal del río, entre otros.

Por otro lado, en esta investigación se avistaron 54,46 tortugas/km, resultado que se comparó con la abundancia de las poblaciones de *P. lewyana* para los ríos Sinú y Chicagua. Gallego-García y Castaño-Mora (2008), avistaron en total 92 tortugas en el río Sinú en una distancia de 266 km que recorrieron cuatro veces, por lo cual se concluyó una abundancia para éste río de 0,09 tortugas/km. En el río Chicagua, Restrepo *et al.*, (2008) indican, que en el 2006 se obtuvo un resultado de 5,8 (+/- 2,1) avistamientos/km². A partir de lo anterior, se deduce que de las tres poblaciones de *P. lewyana* estudiadas hasta el momento, la que presenta una mayor abundancia de individuos por kilómetro es la del río Prado. Todas las estimaciones puntuales de abundancia de *P. lewyana* disponibles hasta la fecha deben considerarse como preliminares y deben continuarse para determinar las dinámicas de estas poblaciones. Así mismo, deben examinarse los factores que influyen en esta dinámica para identificar posibles causas de decremento poblacional.

La abundancia de las tortugas se puede ver afectada por degradación del hábitat, diferencias o preferencias del mismo, cambios estacionales, variabilidad geográfica y condiciones locales de cada río (Bury, 1979; Mahmoud y Klicka, 1979; Oriens y Wittenberger, 1991; Saunders *et al.*, 1991; Reese y Welsh, 1998; Mitchell y Klemens, 2000; Primack *et al.*, 2001; Parker y Mac Nally, 2002; Aresco, 2005; Anderson y Gutzwiller, 2005). Sin embargo, otro

factor importante que debe ser evaluado para predecir la tendencia de una población es la presencia de depredadores naturales. Por ejemplo, hasta ahora en el río Prado se han observado depredadores como la babilla (*Caiman crocodilus*) (Hurtado, 1973) y la nutria (*Lontra longicaudis*) pero en muy bajas proporciones (dos babillas y una nutria en ocho meses de muestreo). Sin embargo, en varias de las tortugas capturadas se observaron mutilaciones de los miembros anteriores y posteriores, probablemente causadas por estos depredadores (Vargas-Ramírez *et al.*, 2007b).

Otro factor a evaluar es la explotación con fines comerciales. En el río Prado, se observó que la extracción de la tortuga para comercialización y consumo por los humanos es esporádica. Esta extracción está influenciada también por el caudal del río, ya que la necesidad de producción de energía por parte de la hidroeléctrica hace que el río permanezca en aguas altas, lo que para los cazadores genera mayor esfuerzo de captura que resultados. Como la dificultad que implica la captura de las tortugas en el río Prado es alta, muy pocas personas se dedican a esta actividad. Caso contrario a las poblaciones de la tortuga del río Sinú y del río Chicagua donde la cacería para comercialización y consumo humano es una de las principales amenazas (Castaño y Medem, 2002; Gallego-García y Castaño-Mora, 2008; Restrepo *et al.*, 2008; Páez *et al.*, 2012).

Debido a lo anterior, es posible que la mayor abundancia de la población de la tortuga de río aguas abajo del embalse de Hidroprado comparada con las otras dos, esté asociada a la escasez de depredadores naturales y a la baja frecuencia de cacería por los humanos. Esta aparente alta abundancia en la población de *P. lewyana* en el río Prado, la convierte en un punto central para la investigación y conservación de la especie en la unidad demográfica de la cuenca del alto río Magdalena. Un programa de monitoreo de la dinámica poblacional de la tortuga en el río Prado es esencial para determinar la trayectoria futura de esta población, ya que en condiciones de poca reproducción y reclutamiento ésta puede declinar con el tiempo.

Estructura de la población

En la estructura de la población de *P. lewyana* en el río Prado las categorías de talla menos representadas fueron las tallas extremas (los más pequeños y los más grandes), esto es similar a lo reportado para la tortuga en el río Sinú (Gallego-García y Castaño-Mora, 2008). La baja representatividad de tortugas pequeñas podría atribuirse, entre otras cosas, a la ecología de los neonatos, las características de los sitios de muestreo y al método de captura. Los animales pequeños prefieren aguas quietas, turbias, poco profundas y con abundantes refugios, condiciones que fueron muy poco frecuentes en los sitios muestreados del río Prado. Además, el ojo de red de las atarrayas utilizadas (aprox. 10 cm) pudieron excluir a las tortugas muy pequeñas, pues, se sabe que el tamaño del ojo de la red influye en el tamaño de

las tortugas que son atrapadas (Gallego-García y Castaño-Mora, 2008; Bernhard y Vogt, 2012). De otra parte, en contraste con las poblaciones de los ríos Sinú y Prado, la estructura de la población de *P. lewyana* para el río Chicagua mostró una mayor proporción de individuos pequeños, seguido de medianos y en menor proporción de animales de tallas grandes (Restrepo, 2008).

En el 2007 y en el 2009 en el río Prado se encontró un número mayor de tortugas de 21-30 cm de LRC. Teniendo en cuenta que posiblemente los machos de *P. lewyana* adquieren la madurez sexual cuando tienen un tamaño aproximado de 19-24 cm de LRC y las hembras entre 24-29 cm de LRC (Rueda-Almonacid *et al.*, 2007), en el río Prado se encontró que la mayoría de individuos podrían estar entrando en su actividad reproductiva. Esto sería benéfico para la población, más aún si hay más hembras que machos como sucede en este río. Sin embargo, en el río Prado como muy pocas tortugas de tallas pequeñas fueron observadas o capturadas, y aunque para la conservación de las poblaciones de tortugas los adultos reproductores deben ser una prioridad, eliminar la posibilidad de adquirir nuevos reclutas también afectará la viabilidad de la población en algún determinado momento (Chaloupka y Limpus, 2001). En promedio, las tortugas del río Prado (Hembras 27,18 (5,35) cm LRC - Machos 20,58 (2,13) cm LRC) son más pequeñas que las del río Sinú (Hembras 35,43 (6,59) cm LRC - Machos 25,54 (4,25) cm LRC) (Gallego-García, 2004). Esto podría asociarse a una mayor y mejor disponibilidad de recursos o de espacio en el río Sinú, pero las características espaciales y la oferta de recursos para *P. lewyana* en este río aún no han sido evaluadas. Esto sería un interesante aporte para complementar la información ecológica de la especie en el país. Si los recursos son limitados o reducidos por las modificaciones del hábitat, puede ocasionarse un decline de la población debido a que la falta de recursos produce un decremento en las tasas reproductivas, en las tasas de crecimiento de juveniles e incluso puede incrementar la tasa de mortalidad en los adultos (Tuttle y Carroll, 1997; Allanson y Georges, 1999; Bury y Germano, 2003).

La estrategia en varias especies de tortugas es producir numerosos descendientes, cada uno de los cuales posee una probabilidad de sobrevivencia baja. Es decir, especies de vida larga como los quelonios generalmente se asocian a bajas tasas de reemplazamiento de individuos en la población. Estas características originan riesgos de extinción altos cuando la cacería o la destrucción del hábitat reducen el número de individuos de la especie (Pough *et al.*, 1996). Como la mortalidad de los huevos y neonatos en tortugas es alta, la habilidad de las hembras para seleccionar buenos sitios de postura aumenta la sobrevivencia de su descendencia (Zug *et al.*, 2001). En el río Prado, después de dos meses de búsqueda intensiva durante la época seca (enero y febrero de 2007), tan solo se registró una pequeña playa de anidación con rastros de posturas. Allí se encontraron

únicamente dos nidos, el primero con 20 huevos y un éxito de eclosión del 90 % y el segundo con 15 huevos y un éxito de eclosión de tan solo el 7 % (Vargas-Ramírez *et al.*, 2007b). Esto sugiere que las hembras de *P. lewyana* a lo largo del río Prado no tienen un amplio número de sitios de anidación para escoger y aunque existe evidencia de reproducción, el número de posturas encontradas es demasiado bajo. Adicionalmente, la producción regular de energía por parte de la hidroeléctrica, hace que las pocas playas de anidación estén inundadas la mayor parte del tiempo (Vargas-Ramírez *et al.*, 2007b). Además, de acuerdo a observaciones directas hay evidencias de que algunas áreas que fueron usadas para la anidación por las tortugas en el río Prado, ahora son usadas para cultivar o para la ganadería. La influencia de la hidroeléctrica y la falta de playas de anidación en el río Prado pueden ser otros más de los factores que están amenazando la población de *P. lewyana*.

En cuanto al dimorfismo sexual, para el río Prado como para toda la familia Podocnemididae, se encontró que las hembras alcanzan tallas más grandes que los machos. Esta característica se considera benéfica para ellas, ya que tienen un riesgo menor de depredación natural y mejores condiciones para la reproducción (Vogt, 1980; Congdon y Gibbons, 1985; Moll y Moll, 2004). Para la población de *P. lewyana* en el río Prado se corroboró que la longitud de la sutura anal puede considerarse un carácter diagnóstico para diferenciar los sexos puesto que su rango no se sobrelapa entre machos y hembras de más de 17 cm de LRC (Gallego-García, 2004). Esto no sucede en otras especies de tortugas y se convierte en una característica importante que puede ser usada como herramienta de sexaje en individuos de colecciones biológicas y museos, entre otros, donde no se tiene certeza de los sexos de los animales, o no se cuenta con el animal vivo, ni con todas las partes preservadas de su cuerpo.

Finalmente, por medio de observación directa y por revisión de literatura se identificaron las principales amenazas a la población de *P. lewyana* en el río Prado. Entre estas amenazas se encuentran la destrucción, degradación y fragmentación del hábitat (González-Zárate, 2010) causada especialmente por la urbanización, la ganadería y la agricultura. Estos cambios en el hábitat también se dieron a raíz de la creación del embalse de Hidroprado, que no solo alteró el caudal natural del río y afectó los parámetros físico-químicos del agua (González-Zárate *et al.*, 2011), sino que también dividió la población de la tortuga. Además, el embalse podría estar limitando posibles migraciones y afectando la reproducción ya que mantiene inundadas las pocas playas de anidación. A su vez, las aguas negras del municipio de Prado que no son tratadas se vierten al río, las áreas de producción agrícola alrededor del río Prado se han ido extendiendo y sus residuos químicos son vertidos al agua. Adicionalmente, la franja de 30 metros de bosque ripario, que es un bien inalienable e imprescindible del estado (Decreto 2811 de 1974 del Código de Recursos Naturales)

no es respetada (Vargas-Ramírez *et al.*, 2007b). Uno de los efectos del deterioro de hábitat en muchas poblaciones, es un agrupamiento inicial seguido de una decaída de la población (Groom *et al.*, 2006). Cabe mencionar que en tortugas acuáticas no siempre es inmediatamente notorio el efecto de las alteraciones antrópicas del hábitat, pero si se sabe que estos cambios las afectan negativamente dada su alta sensibilidad y difícil capacidad de adaptación a la gran mayoría de variaciones en el hábitat (Moll, 1997).

Otro tipo de amenaza a la población *P. lewyana* en el río Prado es el uso de artes de pesca inadecuados como las llamadas “mallas peludas” y trasmallos, los cuales aunque están prohibidos son frecuentemente utilizados. En estas mallas las tortugas generalmente mueren por asfixia. Aunque se da extracción de *P. lewyana* en el río Prado para consumo, comercialización, tenencia como mascota y usos medicinales, no es la principal amenaza a la que la tortuga se enfrenta en este río. El precio de la tortuga varía dependiendo de su tamaño y su peso, por ejemplo un animal de alrededor de 40 cm de LRC y unos 9 kg de peso cuesta alrededor de 25 mil pesos colombianos.

En el municipio de Prado ya se han implementado proyectos de educación ambiental en pro de la conservación de la tortuga de río (Vargas-Ramírez *et al.*, 2007b). Junto con estos proyectos de educación es urgente crear planes de restauración del río Prado y de playas de anidación, hacer campañas de concientización de los bienes y recursos ambientales, y fomentar la investigación de esta especie en esta localidad. La población de *P. lewyana* del río Prado tiene un importante potencial para el manejo y la conservación de la especie en la unidad demográfica independiente del alto río Magdalena.

CONCLUSIONES

El río Prado alberga una población de *P. lewyana* relativamente abundante comparada con otras poblaciones de esta especie en las localidades del norte de su distribución. En este río las capturas por hora se disminuyeron casi a la mitad entre el 2007 y el 2009. No es claro si esta diferencia corresponde a una reducción en la población de la tortuga o si hace parte de su dinámica normal. En cuanto a la estructura poblacional, se muestra una tendencia de poca frecuencia de animales muy pequeños o muy grandes y un mayor número de individuos medianos (21 a 30 cm de LRC). En esta población, hay mayor número de hembras que de machos en una proporción de 2,52:1 para el 2007 y de 2,75:1 en el 2009. Se corroboró que la sutura anal es un carácter diagnóstico para la diferenciación de sexos de *P. lewyana*. Finalmente, se observó que las principales amenazas a la población de *P. lewyana* del río Prado son: (i) las alteraciones de su hábitat, (ii) cambios en el caudal natural del río, (iii) uso de artes de pesca inadecuados y (iv) la probable interrupción de sus migraciones. Basados en los

resultados de esta investigación y debido a la urgencia en la conservación de *P. lewyana* en la cuenca del alto Magdalena, proponemos el río Prado como lugar prioritario para continuar con investigación biológica e implementación de acciones concretas de conservación.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la Universidad Nacional de Colombia, en especial al Instituto de Ciencias Naturales, al grupo de Reptiles, al grupo de Conservación y Manejo de Vida Silvestre, y al programa de Maestría en Ciencias-Biología por su colaboración en el desarrollo del proyecto. A la División de Investigación de Bogotá (DIB) de la Universidad Nacional de Colombia por la financiación del proyecto. A Turtle Conservation Fund (TCF), Wildlife Conservation Society (WCS), Cleveland Zoological Society e Idea Wild por ayuda financiera y equipos de campo. A las entidades administrativas, educativas y amigos del municipio de Prado y sus familias: Marleny Lozano, Carlos González (QEPD), Manuel Quimbayo, Jorge Grimaldo, Felipe Lozano, José Sáenz, Gladis Páez, Marcos Luna, Rafael Loaiza y al profesor Rubén Darío Castañeda. A Francisco Fajardo Gutiérrez, Oscar Rojas Zamora y Guido Medina-Rangel por su colaboración científica y a Carolina Medellín por su ayuda en la recolección de los datos. La investigación fue realizada bajo el Contrato de acceso a recursos genéticos para investigación científica sin interés comercial No. 02 firmado el 27 de febrero de 2007 con el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

REFERENCIAS

- Allanson M, Georges A. Diet of *Elseya purvisi* and *Elseya georgesi* (Testudines: Chelidae), a Sibling Species Pair of Freshwater Turtles from Eastern Australia. *Chelonian Conserv Biol.* 1999;3(3):473-477. DOI:10.1163/156853809789647040
- Anderson SH, Gutzwiller KJ. Habitat Evaluation Methods. In: Clait & Braun Editors. *Techniques for Wildlife Investigations and Management*. Grouse Inc. And School of Natural Resources. University of Arizona. Tucson, Arizona. USA. 2005. p. 592-606.
- Aresco MJ. The effect of sex-specific terrestrial movements and roads on the sex ratio of freshwater turtles. *Biol Conserv.* 2005;123(1):37-44. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.biocon.2004.10.006>
- Bernhard R, Vogt RC. Population Structure of the Turtle *Podocnemis erythrocephala* in the Rio Negro basin, Brazil. *Herpetologica.* 2012;68(4):491-504. DOI: <http://dx.doi.org/10.1655/HERPETOLOGICA-D-12-00008>
- Bury RB. Population Ecology of Freshwater Turtles. In: Harless M, Morlock H. *Turtles - Perspectives and Research*. A Wiley Interscience Publication. 1979. p. 571-602.

- Bury RB, Germano DJ. Differences in Habitat Use by Blanding's Turtles, *Emydoidea blandingii*, and Painted Turtles, *Chysemys picta*, in the Nebraska Sandhills. *Am Midl Nat.* 2003;149(1):241-244. DOI: [http://dx.doi.org/10.1674/0003-0031\(2003\)149\[0241:DIHUBB\]2.0.CO;2](http://dx.doi.org/10.1674/0003-0031(2003)149[0241:DIHUBB]2.0.CO;2)
- Castaño-Mora OV. Contribución al conocimiento de la reproducción de *Podocnemis lewyana* Duméril (Reptilia: Quelonía: Pelomedusidae). *Caldasia.* 1986;(XV):665-667.
- Castaño-Mora OV, Medem F. *Podocnemis lewyana*. In: Castaño-Mora OV. Libro Rojo de Reptiles de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales-Universidad Nacional de Colombia, Ministerio del Medio Ambiente, Conservación Internacional Colombia. Bogotá, Colombia. 2002. p. 92-94.
- Castaño-Mora OV, Cárdenas-Arévalo G, Gallego-García N, Rivera-Díaz O. Protección y Conservación de los Quelonios Continentales en el departamento de Córdoba. Convenio No. 28. Universidad Nacional de Colombia, Instituto de Ciencias Naturales, Corporación Autónoma Regional de los Valles del Sinú y San Jorge CVS. Bogotá, Colombia. 2005. 185 p.
- Chaloupka MY, Limpus CJ. Trends in the abundance of sea turtles resident in southern Great Barrier Reef waters. *Biol Conserv.* 2001;102(3):235-249. DOI: [http://dx.doi.org.ezp-prod1.hul.harvard.edu/10.1016/S0006-3207\(01\)00106-9](http://dx.doi.org.ezp-prod1.hul.harvard.edu/10.1016/S0006-3207(01)00106-9)
- CITES. Convención sobre el comercio internacional de especies amenazadas de fauna y flora silvestres. Apéndices I y II adoptado por la conferencia de las partes y vigente a partir del 16 de febrero de 1995. 2010. Available in: www.cites.org
- Congdon JD, Gibbons JW. Eggs components and reproductive characteristics of turtles: Relationships to body size. *Herpetologica.* 1985;41(2):194-205. Available in: <http://www.jstor.org.ezp-prod1.hul.harvard.edu/stable/pdfplus/3892258.pdf?acceptTC=true&jpdConfirm=true>
- Davis DE, Winstead RL. Estimación de tamaños de poblaciones de vida silvestre. In: Rodríguez Tarrés R. Manual de técnicas de gestión de vida silvestre. Edición en español. The Wildlife Society, Bethesda, Maryland. 1987. p. 233-258.
- Dahl G, Medem F. Informe sobre la fauna acuática del río Sinú. Parte II: Los Reptiles Acuáticos de la Hoya del Sinú. Corporación Autónoma Regional de los valles del Magdalena y Sinú (CMV). Departamento de investigaciones ictiológicas y faunísticas. 1964. p. 110-151.
- Ernst C, Barbour R. *Turtles of the world*. Smithsonian Institution Press. Washington DC. 1989. 313 p.
- Ferner JW. A review of marking techniques for amphibians and reptiles. Ohio University, Athens, Ohio. 1979. 42 p.
- Gallego-García N. Anotaciones sobre la historia natural de la tortuga de río *Podocnemis lewyana* (Testudinata: Podocnemididae) en el río Sinú, Córdoba, Colombia. [Tesis de pregrado]. Colombia. Bogotá. Universidad Militar Nueva Granada. 2004. 83 p.
- Gallego-García N, Castaño-Mora OV. Ecology and Status of the Magdalena River Turtle, *Podocnemis lewyana*, a Colombian Endemic. *Chelonian Conserv Biol.* 2008;7(1):37-44. DOI: <http://dx.doi.org/10.2744/CCB-0643.1>
- Gerrodette T, Taylor BL. Estimación del tamaño de la población. In: Eckert KL, Bjørndal KA, Abreu-Grobois FA, Donnelly M, editors. Técnicas de investigación y Manejo para la conservación de las Tortugas Marinas. UICN/CSE Grupo Especialista en Tortugas Marinas. Consolidated Graphic Communications, Blanchard, Pennsylvania, USA. 2000. p. 78-82.
- González-Zárate A. Caracterización del hábitat, uso de recursos y estado de conservación de la tortuga de río *Podocnemis lewyana*, en el río Prado, aguas abajo del embalse de Hidroprado, Tolima, Colombia. [Tesis de maestría]. Colombia. Bogotá. MSc Biología, Línea de Manejo y Conservación de Vida Silvestre. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional de Colombia. 2010. 129 p.
- González-Zárate A, Montenegro O, Castaño-Mora OV. Caracterización del hábitat de la tortuga de río *Podocnemis Lewyana*, en el río Prado, aguas abajo del embalse de Hidroprado, Tolima, Colombia. *Caldasia.* 2011;33(2):451-473.
- Groom MJ, Meffe GK, Ronald Carroll C. *Principles of Conservation Biology*. Third Edition. Sinauer Associates, Inc. Publishers Sunderland, Massachusetts USA. 2006. 699 p.
- Hammer O, Harper DTA, Ryan PD. Past: Paleontological statistics software package for education and data analysis. Past version 1.97. *Paleontol Electron* 2001;4(1):1-9.
- Hernández O, Espín R. Efectos del reforzamiento sobre la población de tortuga Arrau (*Podocnemis expansa*) en el Orinoco Medio, Venezuela. *Interciencia.* 2006;31(6):424-430. Available in: <http://search.proquest.com.ezp-prod1.hul.harvard.edu/docview/210141916?accountid=11311>
- Hurtado S N. Algunos aspectos bioecológicos de *Podocnemis lewyana* (Duméril 1984); (Testudinata, Pleurodira, Pelomedusidae 1830). [Informe]. *Biol I.* Centro de Investigaciones Biológico Pesquero del Río Magdalena. La Dorada, Caldas, Colombia. 1973. 34 p.
- IGAC. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. *Diccionario Geográfico de Colombia*. IGAC Ediciones. Tomo 3. Tercera edición. Bogotá, Colombia. 1996. p. 1774.
- Larson JS, Taber RD. Criterios para la determinación del sexo y la edad. In: Rodríguez Tarrés R. Manual de técnicas de gestión de vida silvestre. Edición en español. The Wildlife Society, Bethesda, Maryland. 1987. p. 151-213.
- Lemos EJA, Rojas G RI, Zuñiga VJJ. Técnicas para el estudio de poblaciones de fauna silvestre. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 2005. 157 p.

- Mahmoud IY, Klicka J. Feeding, Drinking and Excretion. In: Harless M, Morlock H. Turtles - Perspectives and Research. A Wiley Interscience Publication. John Wiley & Sons Inc. New York, United States of America. 1979. p. 229-243.
- Márquez C G. Sucesión ecológica en impacto ambiental en el Embalse de Hidroprado, Tolima, Colombia. Universidad Nacional de Colombia. Boletín Departamento de Biología. 1985;2(6):69-85.
- Márquez C G, Guillot M G. Ecología y efecto ambiental de embalses. Aproximación con casos colombianos. Facultad de Minas, Instituto de estudios ambientales. Facultad de Ciencias, Departamento de Biología, Universidad Nacional de Colombia. 2001. 218 p.
- MMA. Ministerio del Medio Ambiente. Tortugas marinas y continentales de Colombia. Programa para la conservación. Dirección general de ecosistemas. Imprenta Nacional. Primera edición. 2002. 63 p.
- MAVDT. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Resolución número 383 del 23 de febrero de 2010. Especies silvestres que se encuentran amenazadas en el territorio colombiano y otras determinaciones. 2010. 29 p.
- Mitchell JC, Klemens MW. Primary and Secondary Effects of Habitat Alteration. In: Klemens MW. Turtle Conservation. Smithsonian Institution Press. Washington and London. 2000. 334 p.
- Moll EO. Effects of Habitat Alteration on River Turtles of Tropical Asia with Emphasis on Sand Mining and Dams. Conservation, Restoration and Management of Tortoises and Turtles. An International Conference. The New York Turtle and Tortoise Society. 1997. p. 37-41.
- Moll D, Moll EO. The Ecology, Exploitation and Conservation of River Turtles. Oxford. University press. 2004. p. 241-263.
- Ojasti J. Manejo de fauna silvestre neotropical. SIMAB Series No. 5. Dalmeier F, editor. Smithsonian Institution/MAB. Washington, DC. EEUU. 2000. 290 p.
- Orians GH, Wittenberger JF. Spatial and Temporal Scales in Habitat Selection. Am Nat. 1991;137(Sup. Habitat Selection):S29-S49.
- Páez VP, Restrepo A, Vargas-R M, Bock BC, Gallego-G N. *Podocnemis lewyana* Duméril 1852. p. 375-381. In: Páez VP, Morales-Betancourt MA, Lasso CA, Castaño-Mora OV, Bock BC, editors. V 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, Colombia. 2012. p.375-381.
- Parker M, Mac Nally R. Habitat loss and the habitat fragmentation threshold: An experimental evaluation of impacts on richness and total abundances using grassland invertebrates. Biol Conserv. 2002;105(2):217-229. DOI: [http://dx.doi.org.ezp-prod1.hul.harvard.edu/10.1016/S0006-3207\(01\)00106-9](http://dx.doi.org.ezp-prod1.hul.harvard.edu/10.1016/S0006-3207(01)00106-9)
- Pough FH, Heiser JB, MC Farland WN. Vertebrate life. Fourth edition. Prentice Hall. Upper Saddle River, New Jersey. 1996. p. 357-383.
- Primack R, Rozii R, Massardo F, Feinsinger P. Destrucción y Degradación del Hábitat. In: Primack R, Rozii R, Feinsinger P, Dirzo R, Massardo F. Fundamentos de Conservación Biológica, Perspectivas latinoamericanas. Fondo de cultura económica. México. 2001. p. 183-223.
- Pritchard PCH. Encyclopedia of turtles. Neptune, NJ: TFH Publications. 1979. p. 755-757.
- Reese DA, JR. Welsh HH. Habitat use by western pond turtles in the Trinity river, California. J Wildl Manage. 1998;62(3):842-853. DOI: 10.2307/3802535
- Restrepo A. Diferencias poblacionales y estado de conservación de la tortuga de río, *Podocnemis lewyana*, en la Depresión Momposina, Colombia. [Tesis de Maestría]. Colombia. Medellín. Instituto de Biología. Universidad de Antioquia. 2008. 109 p.
- Restrepo A, Páez VP, López C, Bock BC. Distribution and Status of *Podocnemis lewyana* in the Magdalena river drainage of Colombia. Chelonian Conserv Biol. 2008;7(1):45-51. DOI: <http://dx.doi.org/10.2744/CCB-0668.1>
- Rueda-Almonacid JV, Carr J, Mittermeier RA, Rodríguez-Mahecha JV, Mast RB, Vogt RC, et al. Las Tortugas y los Cocodrilianos de los Países Andinos del Trópico. Serie de Guías Tropicales de campo N°6. Conservación Internacional. Editorial Panamericana, Formas e Impresos. Bogotá, Colombia. 2007. p. 217-220.
- Saunders DA, Hobbs RJ, Margules CR. Biological Consequences of Ecosystem Fragmentation: A Review. Conserv Biol. 1991;5(1):18-32. DOI: 10.1016/0006-3207(92)90725-3
- Sokal RR, Rolf FJ. Biometry. 3ra edition. W.H. Freeman and Company, New York. 1985. 888 p.
- Tuttle SE, Carroll DM. Ecology and Natural History of the Wood Turtle (*Clemmys insculpta*) in Southern New Hampshire. Linnaeus Fund Research Report. Chelonian Conserv Biol. 1997;2(3):447-449.
- UICN. The UICN Red List of Threatened Species. Available in: <http://www.redlist.org/search> (Accessed may 2014).
- Vargas-Ramírez M, Chiari y, Castaño-Mora OV, Menken SBJ. Low genetic variability in the endangered Colombian endemic freshwater turtle *Podocnemis lewyana* (Testudines, Podocnemididae). Contrib Zool. 2007a;76(1):1-7. Available in: <http://www.ctoz.nl/cgi/t/text/get-pdf?c=ctz;idno=7601a01>
- Vargas-Ramírez M, Mesa-Fernández N, González-Zárate A, Castaño-Mora OV. Participatory research towards the conservation of the endangered-endemic river turtle *Podocnemis lewyana* in the Upper Magdalena River, Colombia. Biological component. Final report. 2007b.

- 60 p. Available in: http://www.fundacionbiodiversa.org/proyectos_tortuga.htm
- Vargas-Ramírez M, Stuckas H, Castaño-Mora OV, Fritz U. Extremely low genetic diversity and weak population differentiation in the critically-endangered Colombian endemic river turtle *Podocnemis lewyana* (Testudines, Podocnemididae). *Conservation Genetics*. 2012;13:65-77. DOI: 10.1007/s10592-011-0263-4
- Vogt RC. Natural history of the map turtles *Graptemys pseudogeographica* and *Graptemys ouachitensis* in Wisconsin. *Tulane Stud Zool Bot*. 1980;22:17-48.
- Zug GR, Vitt LJ, Caldwell JP. *Herpetology. An Introductory Biology of Amphibians and Reptiles*. Second edition. Academic Press. 2001. 630 p.