

## **EVALUACIÓN POBLACIONAL DE LA TARICAYA (TESTUDINES: PODOCNEMIDIDAE: *Podocnemis unifilis*) EN LA CUENCA DEL RÍO TAHUAMANU, MADRE DE DIOS, PERÚ**

Frank FLORES-PONCE<sup>1,2,\*</sup>, Fredy GUIZADO<sup>1,3</sup>, Edson ARAGÓN<sup>1,3</sup>, Sonia ROMERO<sup>1,3</sup>,  
Elizabeth LLACTA<sup>3</sup>, Danilo JORDÁN<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup> Frankfurt Zoological Society FZS Perú. Urb. Entel Perú C-1, Wánchaq, Cusco, Perú

<sup>2</sup> Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Facultad de Ciencias Biológicas

<sup>3</sup> Universidad Nacional San Antonio Abad de Cusco

\* correo electrónico: frank.flores@fzs.org

### **RESUMEN**

La taricaya, *Podocnemis unifilis*, es una tortuga acuática de la Amazonía que se ha convertido en especie bandera a nivel nacional y principalmente en Madre de Dios. Pese a eso, está sometida a una presión de caza muy alta debido al aprovechamiento de sus huevos para venta y autoconsumo. Con el objetivo de enfocar esfuerzos que ayuden a su conservación, se estudió el estado poblacional de esta especie en el río Tahuamanu, Madre de Dios. De julio a septiembre, por conteo de asoleadoras, se registró un total de 343 detecciones de 895 individuos, con una abundancia relativa de 1,11 ind./km recorrido (DE = 0,65, EE = 0,15). Además, se estimó una probabilidad de uso de playas por la especie de  $\Psi = 0,78$  (EE = 0,06) (que representa el 78% de ocupación de las playas del río Tahuamanu), y adicionalmente, se evidenció su preferencia por playas grandes y con pendiente. Finalmente, se registró un total de 275 nidos, siendo en la cuenca alta (cerca del Parque Nacional Alto Purús-PNAP) donde se observó el mayor número de nidos. En conclusión, la taricaya utiliza todo el curso del río Tahuamanu, pero las poblaciones más saludables se encuentran en la parte alta, cerca de los límites del PNAP, y donde las actividades de manejo han contribuido al mantenimiento de las poblaciones de *P. unifilis*.

**PALABRAS CLAVE:** Quelonios acuáticos, río Tahuamanu, abundancia relativa, conteo de asoleadoras, ocupación.

## POPULATION ASSESSMENT OF THE TARICAYA (TESTUDINES: PODOCNEMIDIDAE: *PODOCNEMIS UNIFILIS*) IN THE TAHUAMANU RIVER, MADRE DE DIOS, PERU

### ABSTRACT

The taricaya, *Podocnemis unifilis*, is an aquatic turtle from the Amazon that has become a flagship species at the national level and mainly in Madre de Dios. Despite this, it is subject to very high hunting pressure due to the use of its eggs for sale and self-consumption. In order to focus efforts that help its conservation, the population status of this species was studied in the Tahuamanu river, Madre de Dios. From July to September, by counting sunbathers, a total of 343 detections of 895 individuals were recorded, with a relative abundance of 1.11 ind./km traveled (SD = 0.65, SE = 0.15). In addition, a probability of beach use by the species of  $\Psi = 0.78$  (SE = 0.06) was estimated (which represents 78% of occupation of the beaches of the Tahuamanu River), and additionally, its preference for large and sloping beaches. Finally, a total of 275 nests were recorded, being in the upper basin (near the Alto Purus National Park -PNAP) where the highest number of nests was observed. In conclusion, the taricaya uses the entire course of the Tahuamanu River, but the healthiest populations are found in the upper part, near the limits of the PNAP, and where management activities have contributed to the maintenance of *P. unifilis* populations.

KEYWORDS: aquatic chelonians, Tahuamanu river, relative abundance, sundeck counting, occupancy.

## INTRODUCCIÓN

La taricaya es la especie de tortuga de río más común del género *Podocnemis*, su distribución se extiende por las cuencas de los ríos Orinoco y Amazonas. En el Perú está presente en los departamentos de Loreto, Amazonas, San Martín, Ucayali, Huánuco (extremo oriental) y Madre de Dios (Soini, 1996; Martínez, 2006). Es una especie de color gris y mediano tamaño; las hembras adultas alcanzan tallas mayores que los machos, llegando a medir entre 33 a 48 cm de longitud del caparazón (LC) y pesar entre 5 a 12 Kg; los machos por su vez no sobrepasan los 37 cm de longitud del caparazón y 4.3 kg de peso (Soini, 1999; Escalona *et al.*, 2009). El dimorfismo sexual se observa a partir del tercer año; los machos, además de ser menores, presentan manchas amarillas en la cabeza y su cola está más desarrollada. Las hembras alcanzan la madurez sexual a partir de los cinco años, con unos 30 cm de LC, mientras que machos con 25 cm de LC ya son adultos. Para la época de reproducción las taricayas desovan principalmente en las márgenes del río, pero se han reportado desoves en las orillas de cochas (lagunas) tipishcas (lagunas que se originan por los meandros de los ríos que quedaron aislados), y caños; prefieren principalmente playas de arena y areno-arcillosas, aunque también se han registrado anidaciones en playas con orillas gredosas, hojarascales y zorrapales (materia vegetal en descomposición) (Martínez, 2006; Montalván, 2018; Soini, 1994; 1999).

En los últimos años, estos quelonios acuáticos han recibido especial atención debido a reportes que evidencian una declinación significativa de sus poblaciones a través de su rango de distribución en la Amazonía (Escalona & Fa, 1998; Fachín-Terán & Matheus, 2003). En el Perú, esta especie se encuentra clasificada como “Vulnerable” según DS N° 004-2014-AG (MINAGRI, 2014). Si bien en algunas cuencas el manejo de la especie ha

favorecido el mantenimiento de las poblaciones de la especie, principalmente en áreas naturales protegidas como la Reserva Nacional Pacaya-Samiria y la Reserva Comunal Purús (Montalván, 2018), existen lugares con vacíos de información de la situación de esta especie, e incluso áreas de distribución histórica donde esta especie parece ya no estar presente.

Los pobladores de la región Amazónica y de la Orinoquia aprovechan los huevos de *Podocnemis unifilis* como una fuente de ingresos económicos y de seguridad alimentaria (Escalona & Fa, 1998; Escalona & Loiselle, 2003; Castro *et al.*, 2013; Herrera-Trujillo *et al.*, 2015), y los distritos de Iberia e Iñapari, provincia de Tahuamanu, en el departamento de Madre de Dios, no son la excepción. La extracción de huevos se realiza principalmente por pobladores de Iberia y de la comunidad nativa (CN) de Nueva Oceanía, quienes representan la mayor fuente de presión sobre la especie en el río Tahuamanu. Como una forma de enfocar esfuerzos que ayuden a su conservación, desde el año 2011, se vienen realizando iniciativas de manejo de la taricaya en la cuenca del río Tahuamanu (protección de playas naturales y reanidación en playas seminaturales), principalmente por el Parque Nacional (PN) Alto Purús, y desde el 2016 por la CN Nueva Oceanía, actividad que ha permitido liberar alrededor de 6.500 crías (FZS Perú y SERNANP, datos no publicados). A pesar que no se cuenta con datos publicados que indiquen que este manejo está teniendo éxito en el incremento de la población de taricaya, las iniciativas de manejo participativo vienen demostrando que es posible la conservación de esta especie en la cuenca del río Tahuamanu.

En el año 2019, se realizó una evaluación del estado de la población y el manejo con fines de recuperación de la especie taricaya en la cuenca del río Tahuamanu, donde se planteó una metodología con un diseño específico que permitirá detectar cambios poblacionales en el tiempo

y a la vez, establecer las bases para el manejo de la especie y el aprovechamiento sostenible por parte de los pobladores de la cuenca, en un trabajo conjunto con el PN Alto Purús. Esta contribución es producto de ese trabajo, y tuvo por objetivo conocer el estado de conservación de la población de la taricaya en el río Tahuamanu a partir de tres tipos de indicadores (abundancia relativa por conteo de asoleadoras, probabilidad de ocupación de la especie en playas e índice de desove por playas), además de evaluar si las acciones de manejo han contribuido a la conservación de la especie en la zona.

## MATERIAL Y MÉTODOS

El río Tahuamanu es un afluente del río Madre de Dios, ubicado en la zona de amortiguamiento e influencia del PN Alto Purús, distrito de Iberia, provincia del Tahuamanu (SERNANP, 2019). En este río, se encuentra asentada la localidad de Iberia (sección baja del río Tahuamanu en Perú), la CN Nueva Oceanía (sección media) y el Puesto de Vigilancia y Control (PVC) del PN Alto Purús, PVC Gosha Girukota Chine (sección Alta). El tramo del río desde Iberia hasta el PVC del SERNANP, tiene una extensión aproximada de 200 km y representa la zona donde se realizó el estudio (figura 1).

Como parte de las actividades desarrolladas en el Paisaje Purús (que comprende un territorio de 48290 km<sup>2</sup> en Perú), en la cuenca del río Tahuamanu, en el marco del cual fue desarrollado este estudio, se generó un programa de monitoreo que consta de cuatro niveles de evaluación de atributos de la taricaya: estado de las poblaciones, intensidad de la presión de cosecha, implementación del manejo y caracterización biológica de la especie. Sin embargo, para efectos de la presente investigación, nos centramos en el primer nivel de evaluación de atributos. Para esto

se evaluaron tres indicadores: abundancia relativa, ocupación de la especie en playas e índice de desove por playa, las cuales fueron muestreadas entre julio y septiembre de 2019.

Para calcular la abundancia relativa se utilizó el método de conteo de asoleadoras (número de individuos por kilómetro recorrido), a través del registro de avistamiento directo de los individuos que se encuentran sobre ramas o troncos sumergidos o caídos en las orillas de los cuerpos de agua. Los recorridos se realizaron en un bote con motor peque peque 16 HP a una velocidad baja (5 a 7 km/h) sin pausa, entre las 10 de la mañana y 3 de la tarde, solo durante días soleados (Soini, 1999), siempre con el mismo esfuerzo de muestreo de observadores (con ayuda de binoculares), por el centro del río de aproximadamente 40 – 60 metros de ancho. En una planilla de campo se registraron los avistamientos divididos en crías, juveniles y adultos de los individuos que se encontraron asoleando. Adicionalmente, se registró la fecha, hora y coordenadas de cada grupo de avistamiento (momento en el cual se observó uno o más individuos de la especie asoleando). Las unidades de muestreo fueron 20 tramos o líneas de una distancia de 10 km cada uno, lo que abarca la cuenca del río Tahuamanu desde la localidad de Iberia hasta el PV Gosha Girukota Chine (distancia adaptada al planteamiento de Soini (1999) en la Reserva Nacional Pacaya Samiria, quien plantea una distancia de 5 km, pero que con las condiciones del río Tahuamanu se plantea como distancia 10 km). Los muestreos sobre los 20 tramos (desarrollados entre 5 y 6 días) fueron repetidos en cuatro ocasiones (con intermedio de una semana entre repeticiones) (figura 1). Se construyó una base de datos en el programa MS Excel 2016 para los registros, donde posteriormente a partir de tablas dinámicas se inició el análisis de estos datos. El cálculo de la abundancia relativa (número de individuos/distancia recorrida en kilómetros) se realizó por

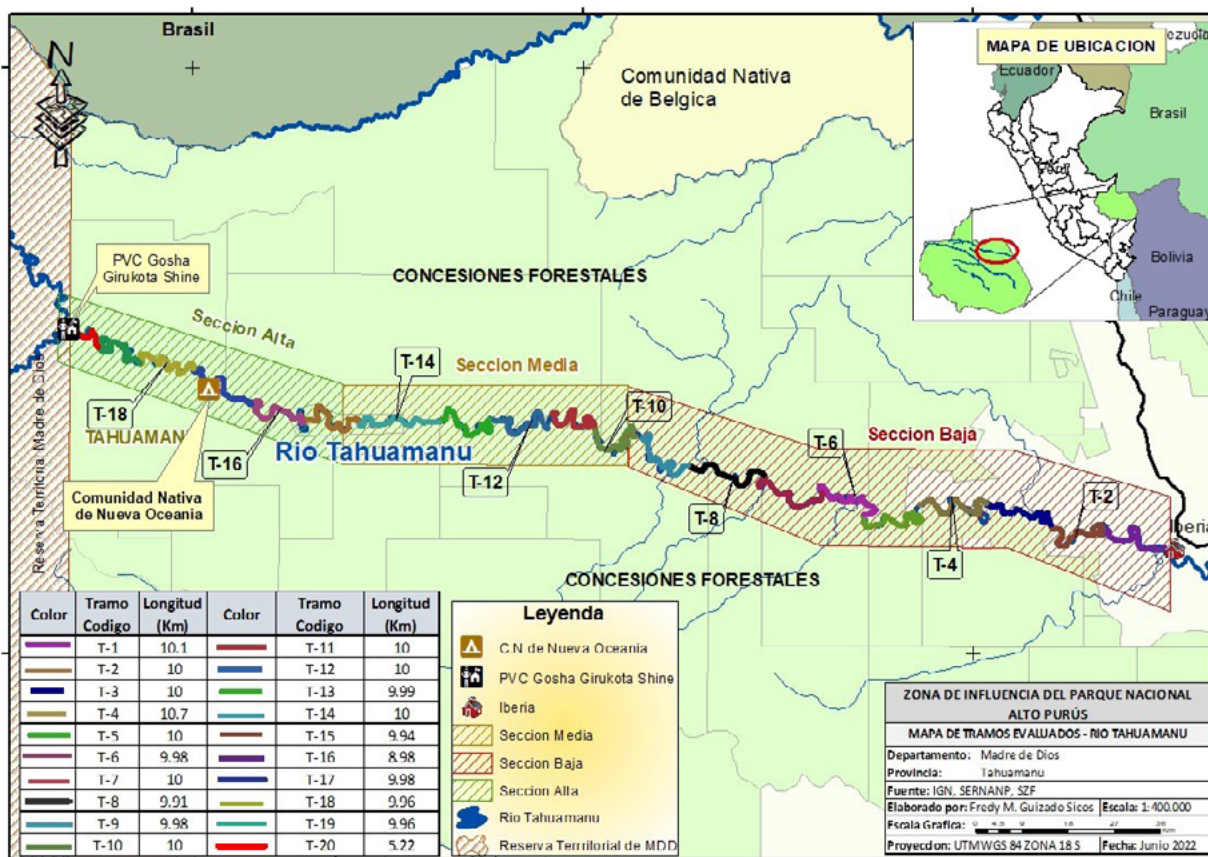


Figura 1: Ubicación del área de estudio y tramos recorridos durante monitoreo de taricayas.

tramo, obteniendo un promedio por tramo para cada una de las cuatro repeticiones, por sección en el río Tahuamanu (alta, media y baja) y finalmente un promedio general para todo el río. Para el cálculo de la diferencia de medias por repetición (T de Student para muestras relacionadas) y ANOVA para las diferencias por secciones del río Tahuamanu se utilizó el programa Biostat 5.0, y los mapas fueron elaborados con el programa ArcView 10.4. Como datos adicionales, se generó una evaluación de horarios óptimos para el muestreo por conteo de asoleadoras, elaborando una prueba de comparación de horarios Chi cuadrado para variables nominales.

Para estimar la probabilidad de ocupación de *Podocnemis unifilis* en playas, se inspeccionó cada playa en busca de rastros de la especie (i.e., huellas, nidos saqueados, nidos depredados y

nidos intactos). Esta búsqueda fue realizada a partir de una caminata parcial de cada playa evaluada por aproximadamente 15 minutos por playa y dos personas como esfuerzo de muestreo (este muestreo se realizó posterior al muestreo para el indicador de abundancia relativa por conteo de asoleadoras). La información sobre la ocurrencia y tipo de rastro fue registrada en planillas de campo junto a algunas características de las playas (perímetro, ancho y largo de la playa, pendiente: plano, inclinado, muy inclinado; distancia de los rastros hacia la orilla y bosque); estas fueron utilizadas como covariables de sitio durante el análisis de los datos. Se identificaron un total de 125 playas (réplicas espaciales o número de sitios) a lo largo de los 196 km de recorrido del río Tahuamanu; de las cuales se realizaron tres réplicas temporales o visitas entre los meses

de julio y agosto. Posteriormente, se construyeron dos matrices de historiales de detección/no detección donde se incluían detecciones/no detecciones de registros de huellas más nidos (H + N) y sólo registros de nidos (N). Adicionalmente se generaron dos matrices: uno de covariables de muestreo (CovK desove), que sirve para evaluar el efecto del método (implementación del muestreo), para este caso, las dos primeras réplicas corresponden a circunstancias óptimas (i.e., temporada de desove) y la última réplica corresponde a un momento fuera de temporada de desove. La siguiente matriz corresponde a covariables de sitio (CokS) que son variables que pueden afectar la ocupación de las playas por la taricaya: distancia a la localidad de Iberia (DIbe), Distancia al Puesto de Vigilancia y Control Tahuamanu (DPV), área, perímetro, largo, ancho y pendiente de la playa. Con base en los modelos de ocupación *single species - single season* (MacKenzie *et al.*, 2002; MacKenzie *et al.*, 2006) se realizó la estimación de la probabilidad de ocupación de la taricaya en las playas ( $\psi$ ) y de la probabilidad de detección del uso de playas ( $p$ ) por parte de la taricaya en el río Tahuamanu, utilizando el programa Presence 12.7 (Hines, 2006). Se corrieron modelos exploratorios para verificar el efecto de la covariable de muestreo y modelos finales para conocer el efecto de las covariables de sitio (MacKenzie *et al.*, 2002; MacKenzie *et al.*, 2006; Linkie, 2008). Se evaluó el ajuste de cada modelo (bootstrap-1000 iteraciones: pb y sobredispersión de los valores), y se seleccionaron en función del valor de delta, del Criterio de Información de Akaike corregido para muestras pequeñas ( $\Delta AICc$ ). Se consideraron únicamente los modelos óptimos ( $\Delta AICc \leq 3$ ) para la estimación de  $\psi$  y  $p$  (MacKenzie *et al.*, 2006; Linkie, 2008). Se evaluó el efecto de las covariables de sitio en su ocupación a partir de los coeficientes beta ( $\beta$ ), utilizando el test de Wald (Guillera-Arroita & Lahoz-Monfort, 2012). Finalmente, se calculó la potencia estadística

obtenida a partir de este esfuerzo de muestreo y de las estimaciones de  $\psi$  y  $p$  utilizando el método descrito por Guillera-Arroita & Lahoz-Monfort (2012).

Para calcular los índices de desove por playas (número de nidos por playa y proporción de nidos por área de playa), se registró el número de nidos en cada una de las playas del río Tahuamanu (125 playas). Para determinar el área, perímetro, largo y ancho de las playas se utilizó el programa BaseCamp. Se dividió la cuenca en tres secciones (alta, media y baja; la misma utilizada para el indicador de abundancia relativa por conteo de asoleadoras) como una forma de relacionar si algunas actividades humanas como la presencia de localidades cercanas o comunidades influyen en el índice de desove por playas. Se construyó una base de datos con la ayuda del programa MS Excel 2016, donde además se realizaron los cálculos por tablas dinámicas y fórmulas (proporción de nidos por área = número de nidos/área de cada playa). Estos cálculos fueron promediados según la sección de la cuenca y para el cálculo de la diferencia de medias por sector se utilizó el programa Biostat 5.0.

## RESULTADOS

### ABUNDANCIA RELATIVA

Durante la evaluación poblacional de *Podocnemis unifilis* a partir del conteo de asoleadoras, se realizó un esfuerzo de 20 tramos de aproximadamente 10 km cada uno con 4 repeticiones por tramo sumando un total de 794,5 km recorridos. De este esfuerzo se obtuvo un total de 343 eventos de avistamiento incluyendo 923 individuos avistados para todos los tramos y repeticiones. Del total de individuos avistados, 343 fueron adultos, 536 fueron juveniles y 32 fueron crías (figura 2).

La abundancia relativa de la taricaya en el río Tahuamanu, considerando el total de individuos avistados, fue de 1,11 ind./km (DE = 0,65; EE = 0,15). Como los resultados fueron muy diferentes según cada repetición, se calculó la abundancia relativa juntando las primeras dos repeticiones (del 15/07 al 15/08) y las dos últimas repeticiones (del 16/08 al 30/09), encontrando que la abundancia relativa fue mayor en las primeras dos repeticiones (1,81 ind./km, DE = 0,96; EE = 0,22) que en las dos últimas (0,41 ind./km, DE = 0,51; EE = 0,11), tal como se visualiza en la figura 3, donde se muestra las medias de cada repetición ( $t = 5,76; p < 0,0001$ ). Al respecto, se puede inferir que, en época de desove la presencia de taricayas asoleándose es mayor que en época posterior al desove. Asimismo, los resultados nos indican que la abundancia relativa varía a lo largo

del río Tahuamanu. Se calculó la abundancia relativa por sección (alta, media y baja), obteniendo como promedio 1,23 ind./km (EE = 0,36), 0,91 ind./km (EE = 0,11) y 1,19 ind./km (EE = 0,24) respectivamente, no encontrando diferencias significativas entre secciones ( $F=0,46; p>0,05$ ). La abundancia relativa de los juveniles fue mayor que la de adultos: 0,66 ind./km (DE = 0,33; EE = 0,07) frente a 0,44 ind./km (DE = 0,44; EE = 0,08). De igual manera, para ambas edades la abundancia relativa fue mayor en los dos primeros muestreos que en los dos últimos.

La mayor frecuencia de registros y cantidad de individuos avistados tuvo lugar entre las 12 y 15 h, representando el 57 % del total de horas muestreadas (8 horarios). Asimismo, entre las 9–10 h y 16–17 h se documentó un menor número de registros. En general, hay diferencia significativa

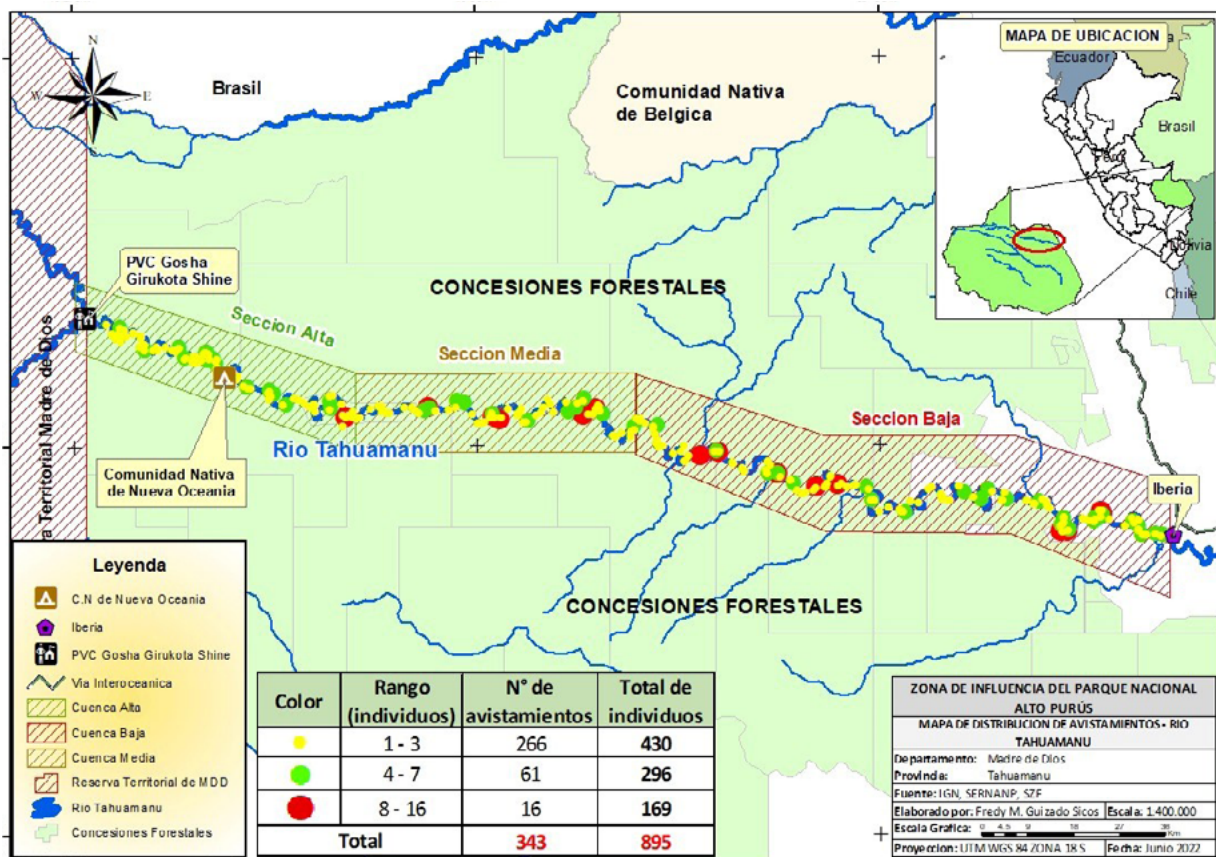
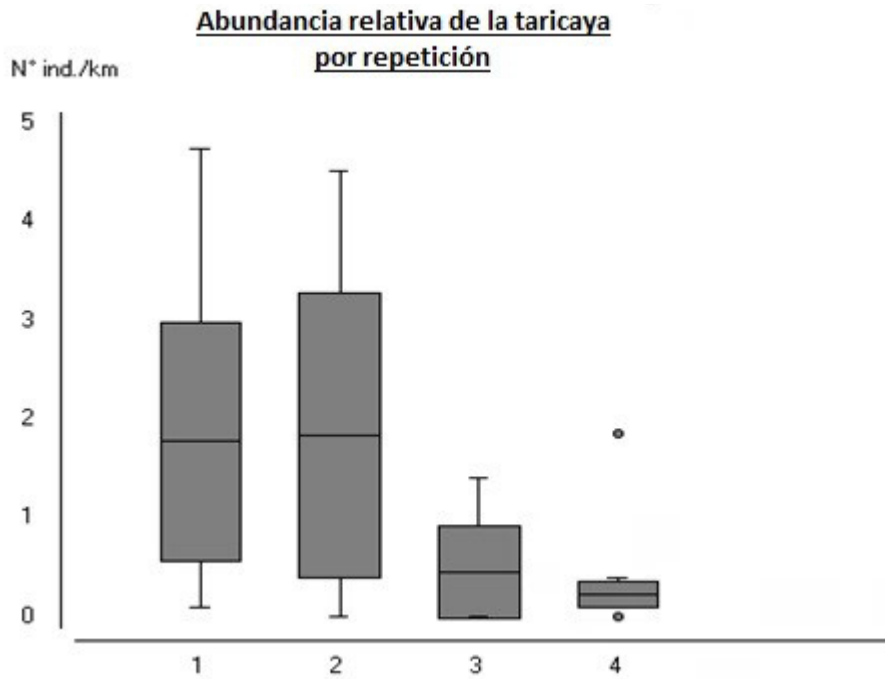


Figura 2: Mapa de avistamientos de taricaya en la cuenca del río Tahuamanu.



**Figura 3:** Abundancia relativa de la taricaya, *Podocnemis unifilis*, para cada uno de los cuatro muestreos a lo largo del río Tahuamanu.

**Tabla 1.** Frecuencia de registros y avistamientos según el horario de muestreo con la metodología de conteo de asoleadoras.

Horario	N° registros	N° ind. avistados	% registros	% ind. avistados
De 9:00 a 9:59	16	27	4.7	3.0
De 10:00 a 10:59	48	115	14.0	12.8
De 11:00 a 11:59	48	140	14.0	15.6
De 12:00 a 12:59	66	181	19.2	20.2
De 13:00 a 13:59	68	172	19.8	19.2
De 14:00 a 14:59	61	191	17.8	21.3
De 15:00 a 15:59	26	48	7.6	5.4
De 16:00 a 16:50	10	21	2.9	2.3
<b>Total</b>	<b>343</b>	<b>895</b>	<b>100</b>	<b>100</b>



**Tabla 2.** Modelos exploratorios empleados para evaluar el efecto de la covariable de muestreo sobre la detectabilidad del uso de playas por la taricaya, *Podocnemis unifilis*, en la cuenca del Tahuamanu.

Análisis	Ocupación				Detección				Ajuste	Significancia SigB(CovK)	CovK	
	Naive	psi	EE	pM	EE	pM1	EE	pM2				EE
<b>H + N</b>												
S=125, K=3, CovK	0.66	0.75	0.05	-	-	0.61	0.05	0.26	0.05	OK	< 0.05	Desove
S=125, K=3	-	0.78	0.06	0.47	0.04	-	-	-	-	PA,PS	-	-
<b>N</b>												
S=125, K=3	0.51	0.69	0.09	0.34	0.05	-	-	-	-	OK	-	-
S=125, K=3, CovK	-	0.69	0.09	-	-	0.37	0.06	0.28	0.06	OK	>0.05	Desove

**Leyenda:** Naive: Ocupación ingenua; psi: probabilidad de ocupación; p: detectabilidad; CovK: covariable en el método de muestreo; SigB: significancia en los efectos de beta de la covariable de muestreo; S: número de sitios o unidades de muestreo; K: número de visitas o réplicas.

de registros entre horarios ( $X^2 = 84,8; p < 0,0001$ ); y a efectos de esta prueba, los datos nos demuestran que el mejor horario para realizar la actividad de conteo de asoleadoras es entre las 10 y 15 h (sólo cinco horas de muestreo por día) (tabla 1).

### OCUPACIÓN DE PLAYAS

Se registraron un total de 138 detecciones de nidos más huellas (H+N) y 87 detecciones de solo nidos (N) de taricaya distribuidas en las 125 playas durante tres visitas realizadas.

Para el modelo de huellas más nidos (H + N), se obtuvo un efecto significativo en sus detectabilidades según el muestreo utilizado ( $p < 0,05$ ; tabla 2). Este resultado nos indica que el periodo de muestreo debe estar siempre en fechas de desove (fines de junio hasta mediados de agosto), donde hubo mayor detección tanto de nidos como de huellas, a diferencia del periodo posterior donde la detección fue menor. Para el modelo donde solo se incluye los registros de nidos en las playas, no hubo diferencia significativa sobre el efecto de la covariable de muestreo ( $p > 0,05$ ; tabla 2). Las probabilidades de detección para los modelos que incluyen registros de huellas y nidos, para los dos primeros muestreos (entre el 15 de julio

y 15 de agosto) fue:  $p = 0,61$  (EE = 0,05), mientras que para el tercer muestreo (posterior al 15 de agosto) fue:  $p = 0,26$  (EE = 0,05). Para el modelo que solo incluye el registro de nidos, las probabilidades de detección fueron:  $p = 0,37$  (EE = 0,06),  $p = 0,28$  (EE = 0,06) respectivamente (tabla 2).

Los modelos de ocupación para determinar el uso de las playas por *Podocnemis unifilis* arrojaron una ocupación ingenua de  $\psi_{naive} = 0,66$  para los modelos que incluyen detecciones de huellas más nidos. Esta ocupación ingenua representa el porcentaje de playas que la taricaya utiliza para realizar sus actividades de desove, sin el uso de estadística de modelaje asociada. Para los modelos que solo utilizan registro por nidos, se obtuvo una ocupación ingenua menor:  $\psi_{naive} = 0,51$ . La probabilidad de ocupación de taricaya en las playas, es decir, la probabilidad de que cada playa del río Tahuamanu sea utilizado por la taricaya fue de  $\psi = 0,78$  (EE = 0,06). En otras palabras, los modelos que incluyen registros de nidos más huellas indican que las playas pueden ser utilizados en un 78 % en el río Tahuamanu. Una probabilidad menor es obtenida a partir de los modelos que solo incluyen nidos:  $\psi = 0,69$  (EE = 0,06; tabla 3).

**Tabla 3.** Modelos de ocupación ajustados para evaluar la probabilidad de ocupación o uso de las playas por la taricaya, *Podocnemis unifilis*, en el río Tahuamanu.

Análisis	Criterio		Ocupación				Detección				Ajuste	Significancia	CovS	Potencia		
	AIC	ΔAICc	Naive	psi	EE	pM	EE	pM1	EE	pM2		EE		SigB(CovS)	0.3	0.2
<b>H + N</b>																
<b>S=125, K=3, CovS=7, CovK=1</b>																
psi(area), p(desove)	441	0.0	0.66	0.73	0.06	-	-	0.63	0.04	0.26	0.05	OK	< 0.05	Área (+)	0.95	0.91
psi(pend), p(desove)	443	1.4	-	0.75	0.07	-	-	0.61	0.05	0.26	0.05	OK	< 0.05	Pend (+)	0.95	0.93
psi(peri), p(desove)	447	5.9	-	0.74	0.06	-	-	0.62	0.04	0.26	0.05	-	< 0.05	-	-	-
psi(larg), p(desove)	448	6.2	-	0.74	0.06	-	-	0.62	0.04	0.26	0.05	-	< 0.05	-	-	-
psi(.),p(desove)	457	15.1	-	0.78	0.06	-	-	0.61	0.05	0.26	0.05	OK	-	-	-	-
psi(Dlbe), p(desove)	457	15.2	-	0.75	0.07	-	-	0.61	0.05	0.26	0.05	PA,PS	> 0.05	-	-	-
psi(anch), p(desove)	480	38.6	-	0.77	0.07	-	-	-	-	-	-	PA,PS	< 0.05	-	-	-
psi(DPV), p(desove)	488	46.3	-	0.79	0.09	-	-	-	-	-	-	PA,PS	> 0.05	-	-	-
<b>N</b>																
<b>S=125, K=3, CovS=7</b>																
psi(pend),p(.)	381	0	0.51	0.69	0.1	0.34	0.05	-	-	-	-	OK	< 0.05	Pend (+)	0.76	0.68
psi(area),p(.)	388	7.02	-	0.65	0.08	0.36	0.04	-	-	-	-	OK	< 0.05	-	-	-
psi(larg),p(.)	389	7.6	-	0.67	0.08	0.35	0.04	-	-	-	-	OK	< 0.05	-	-	-
psi(peri),p(.)	392	10.8	-	0.68	0.09	0.34	0.04	-	-	-	-	OK	< 0.05	-	-	-
psi(anch),p(.)	392	10.9	-	0.64	0.08	0.36	0.04	-	-	-	-	OK	< 0.05	-	-	-
psi(.),p(.)	403	21.9	-	0.69	0.09	0.34	0.05	-	-	-	-	OK	-	-	-	-
psi(DPV),p(.)	405	23.7	-	0.69	0.11	0.34	0.05	-	-	-	-	OK	> 0.05	-	-	-
psi(Dlbe),p(.)	405	23.7	-	0.69	0.11	0.34	0.05	-	-	-	-	OK	> 0.05	-	-	-

**Leyenda:** Naive: Ocupación ingenua; psi: probabilidad de ocupación; p: detectabilidad; EE: error estándar; CovS: covariable de sitio; SigB: significancia en los efectos de beta de la covariable de sitio; S: número de sitios o unidades de muestreo; K: número de visitas o réplicas. OK: modelos con ajuste adecuados, PA: modelos con problemas de ajuste, PS: modelos con problemas de sobre dispersión; (+): efecto positivo, (-) efecto negativo, Potencia: resultados de la estimación de la potencia estadística alcanzada, para lograr la detección de cambios de al menos 30% y 20% del área ocupada por la especie respectivamente.

**Tabla 4.** Número de nidos de *Podocnemis unifilis* por playa evaluada en el río Tahuamanu.

Cód.	N° de nidos	Cód.	N° de nidos	Cód.	N° de nidos
Sección alta		Sección media		Sección baja	
T001	2	T043	0	T085	0
T002	2	T044	0	T086	6
T003	0	T045	0	T087	3
T004	15	T046	3	T088	0
T005	2	T047	0	T089	0
T006	0	T048	2	T090	0
T007	0	T049	0	T091	7
T008	1	T050	2	T092	0
T009	6	T051	0	T093	0
T010	3	T052	0	T094	0
T011	0	T053	2	T095	3
T012	0	T054	4	T096	3
T013	0	T055	1	T097	0
T014	3	T056	1	T098	2
T015	0	T057	0	T099	6
T016	3	T058	4	T100	7
T017	0	T059	2	T101	0
T018	1	T060	0	T102	1
T019	1	T061	6	T103	1
T020	0	T062	0	T104	0
T021	0	T063	1	T105	0
T022	2	T064	6	T106	1
T023	9	T065	1	T107	1
T024	2	T066	5	T108	1
T025	3	T067	1	T109	9
T026	7	T068	1	T110	0
T027	17	T069	4	T111	3
T028	2	T070	0	T112	4
T029	1	T071	0	T113	0
T030	2	T072	1	T114	1
T031	0	T073	0	T115	0
T032	9	T074	0	T116	0
T033	0	T075	11	T117	0
T034	5	T076	5	T118	0
T035	6	T077	0	T119	0
T036	0	T078	3	T120	0
T037	11	T079	0	T121	0
T038	13	T080	0	T122	0
T039	0	T081	0	T123	0
T040	0	T082	5	T124	0
T041	3	T083	0	T125	0
T042	1	T084	3	Otro*	10
<b>S1</b>	<b>132</b>	<b>S2</b>	<b>74</b>	<b>S3</b>	<b>59</b>
<b>TOTAL</b>			<b>275</b>		

**Leyenda:** S1: Sector 1 (sección alta Tahuamanu), Sector 2 (sección media Tahuamanu), Sector 3 (sección baja Tahuamanu).

\* No incluye otras playas no identificadas.

**Tabla 5.** Proporción de nidos de *Podocnemis unifilis* por área en las playas evaluadas en el río Tahuamanu.

Cód	Proporción (Nidos/Área)	Cód	Proporción (Nidos/Área)	Cód	Proporción (Nidos/Área)
Sección alta		Sección media		Sección baja	
T001	2.78	T043	0.00	T085	0.00
T002	2.60	T044	0.00	T086	4.00
T003	0.00	T045	0.00	T087	1.00
T004	15.79	T046	1.00	T088	0.00
T005	13.33	T047	0.00	T089	0.00
T006	0.00	T048	2.00	T090	0.00
T007	0.00	T049	0.00	T091	3.04
T008	0.93	T050	1.67	T092	0.00
T009	3.55	T051	0.00	T093	0.00
T010	2.50	T052	0.00	T094	0.00
T011	0.00	T053	0.71	T095	1.36
T012	0.00	T054	1.25	T096	1.03
T013	0.00	T055	0.63	T097	0.00
T014	3.45	T056	0.77	T098	0.63
T015	0.00	T057	0.00	T099	3.00
T016	1.28	T058	1.38	T100	2.69
T017	0.00	T059	2.50	T101	0.00
T018	1.67	T060	0.00	T102	0.53
T019	0.71	T061	1.94	T103	0.63
T020	0.00	T062	0.00	T104	0.00
T021	0.00	T063	0.38	T105	0.00
T022	0.95	T064	7.50	T106	0.83
T023	5.00	T065	0.63	T107	1.25
T024	5.00	T066	2.94	T108	0.59
T025	1.88	T067	0.71	T109	1.34
T026	2.50	T068	0.53	T110	0.00
T027	13.08	T069	2.86	T111	0.73
T028	10.00	T070	0.00	T112	1.67
T029	1.25	T071	0.00	T113	0.00
T030	2.22	T072	1.00	T114	0.26
T031	0.00	T073	0.00	T115	0.00
T032	4.50	T074	0.00	T116	0.00
T033	0.00	T075	3.44	T117	0.00
T034	7.14	T076	2.17	T118	0.00
T035	6.00	T077	0.00	T119	0.00
T036	0.00	T078	4.29	T120	0.00
T037	6.47	T079	0.00	T121	0.00
T038	5.65	T080	0.00	T122	0.00
T039	0.00	T081	0.00	T123	0.00
T040	0.00	T082	2.17	T124	0.00
T041	15.00	T083	0.00	T125	0.00
T042	0.45	T084	0.71		
<b>Promedio</b>	<b>3.23</b>	<b>Promedio</b>	<b>1.03</b>	<b>Promedio</b>	<b>0.60</b>
<b>SD</b>	<b>4.4</b>	<b>SD</b>	<b>1.5</b>	<b>SD</b>	<b>1.0</b>

**Leyenda:** S1: Sector 1 (sección alta Tahuamanu), Sector 2 (sección media Tahuamanu), Sector 3 (sección baja Tahuamanu).

Estos resultados indican un alto uso de las playas por las taricayas. Adicionalmente, se obtuvieron efectos significativos de algunas covariables de sitio asociadas a los modelos de ocupación, indicando que, el tamaño (superficie en hectáreas) y la pendiente de la playa, son características que la especie toma en cuenta al momento de elegir los lugares de desove ( $p < 0,05$ ; tabla 3). La asociación entre estas covariables y la variable dependiente fue positiva, es decir, a mayor tamaño de las playas, mayor uso por parte de las taricayas. En el caso de la pendiente, se determinó que las taricayas prefieren playas inclinadas o muy inclinadas, en vez de playas planas. Las otras covariables de sitio como el ancho, largo, perímetro de la playa, distancia a Iberia y al PVC del PNAP, no tuvieron efecto significativo ( $p > 0,05$ ; tabla 3).

Finalmente, la potencia estadística para utilizar este diseño de muestreo como monitoreo, para el caso de los modelos que incluyen registros tanto de nidos como huellas, fue de 0,93, con una significancia de 0,2, lo que representa una altísima confiabilidad en el diseño de muestreo empleado. Para el caso de los modelos que incluyen solo nidos, se obtuvo una potencia de 0,68, con significancia de 0,2; necesitando solo una visita adicional para mejorar el diseño de muestreo.

## ÍNDICE DE DESOVE

Se registraron 275 nidos, de los cuales 132 estaban en la sección alta (cerca a la CN Nueva Oceanía) y al límite del PN Alto Purús, 74 en la cuenca media y 59 en la cuenca baja (cerca a la localidad de Iberia). Obtuvimos diferencias significativas entre las tres secciones, siendo la sección alta el sector con mayor cantidad de nidos ( $\chi^2 = 33,65$ ;  $p < 0,05$ ; tabla 4). En cuanto a la proporción de nidos por área, se obtuvo 3,23 nidos/área (SD = 4,4) para la sección alta; 1,03 nidos/área (SD = 1,5) para la sección media; y

0,60 nidos/área (SD = 1,0) para la sección baja. En este caso también se nota una clara diferencia entre la sección alta en relación a la sección media y baja (tabla 5).

## DISCUSIÓN

La abundancia relativa de soleadoras, obtenida en este estudio (1,1 ind./km), es notablemente menor a las abundancias registradas en otras cuencas de la Amazonía, especialmente Loreto y Ucayali (Montalván, 2018). De todos modos, es delicado realizar comparaciones basadas en la abundancia relativa y lo más importante para este indicador es realizar comparaciones de medias entre las muestras relacionadas para las próximas temporadas de monitoreo. No obstante, ante la ausencia de registros previos de abundancia de *Podocnemis unifilis* para el río Tahuamanu, es imposible afirmar que esta baja abundancia sea una condición natural, consecuencia de una merma poblacional debida a presión de caza, o el resultado de ambas. En todo caso, es importante destacar que la metodología aplicada y los datos generados en este estudio permitirán responder en el futuro, en conjunto con nuevos datos, cuál es la tendencia de la población local. Solo es indispensable considerar un ajuste en el periodo de muestreo (cuatro réplicas, entre mediados de junio y mediados de agosto), ya que posterior a esa fecha, la detectabilidad de la especie disminuye (Soini, 1999). Asimismo, es clave el horario de muestreo (de las 10 a las 15 h), y evitar días fríos y lluviosos, para maximizar la detección.

La probabilidad de ocupación de la taricaya en las playas evaluadas resultó ser un indicador confiable debido a la alta potencia estadística encontrada. La probabilidad de ocupación de  $\Psi = 0,78$ , representa una alta probabilidad de que una playa sea ocupada por taricayas, que podría corresponder indirectamente a algunos aspectos

poblacionales de la especie. Por ejemplo, una reducción del uso de playas, significa directamente una restricción en las poblaciones de la especie y un incremento significa posiblemente el incremento de las poblaciones.

Nuestros resultados dejan en evidencia que la taricaya tiene preferencia por el uso de playas grandes y con pendiente. Esto corrobora los resultados sobre selección de playas de anidación reportados por Fachín-Terán & Matheus (2003). Esta información deberá ser considerada para el diseño de planes de manejo participativo y protección de playas de anidación durante la temporada reproductiva, los cuales deberán contemplar restricciones de actividades pesqueras y pernocta en playas que reúnan estas condiciones. Con respecto a la parte metodológica, también es indispensable que el periodo de muestreo sea entre la quincena de junio y la quincena de agosto, porque nos garantiza una mejor detectabilidad de la especie, lo cual fue corroborado con el modelo que incluye la covariable de muestreo en el análisis. De poder replicarse en otras cuencas de la Amazonía, considerar siempre la temporada de desove de cada sitio.

El índice de desove a partir del conteo de nidos y proporción de nidos por playa, además de complementar los resultados obtenidos por los dos anteriores indicadores; ya que se registró mayor número de nidos y por consecuencia mayor proporción de nidos por área en la sección alta a diferencia de las secciones medias y bajas; también podría ser un buen indicador de algunos aspectos reproductivos de la especie asociado a las actividades de manejo y futuro aprovechamiento.

Adicionalmente, estos resultados indican que la población de taricayas más saludables se encuentra en la sección alta del río, en las proximidades del PN Alto Purús, donde se ejecutan actividades de manejo para mantener las poblaciones de *Podocnemis unifilis*. Los valores de

abundancia relativa fueron menores en la sección medio y bajo del río y podrían indicar mayor presión de caza en estos lugares y apuntan a la necesidad de enfatizar en actividades de manejo y conservación con la población de Iberia.

La continuación del monitoreo de esta especie en los próximos años, así como las acciones de manejo que se vienen realizando serán necesarias a fin de evaluar las tendencias poblacionales y el efecto de las actividades de manejos sobre estas. La incorporación de nuevos aliados a estas actividades podría fortalecer el programa y garantizar su continuidad.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Castro, C. A.; Merchán, F. M.; Garcés, R. M. F.; Cárdenas, T. M. A.; Gómez, V. F. 2013. Uso histórico y actual de las tortugas charapa (*Podocnemis expansa*) y terecay (*Podocnemis unifilis*) en la Orinoquia y la Amazonia. *Biota Colombiana*, 14(1): 45–64.
- Escalona, T.; Fa, J. E. 1998. Survival of nests of the terecay turtle (*Podocnemis unifilis*) in the Nichare-Tawadu rivers, Venezuela. *Journal of Zoology*, 244(2): 303–312. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1469-7998.1998.tb00034.x>
- Escalona, T.; Loiselle, B. 2003. *Podocnemis unifilis*, a valuable freshwater turtle used as a local and commercial food resource in the lower Caura basin. Pp 419–440. En: C. Vispo & C. Knab-Vispo (Eds.), *Plants and vertebrates of the Caura's riparian corridor: their biology, use and conservation*. Scientia Guaianae No. 12.
- Escalona, T.; Valenzuela, N.; Adams, D. C. 2009. Nesting ecology in the freshwater turtle *Podocnemis unifilis*: spatiotemporal patterns and inferred explanations. *Functional Ecology*, 23(4): 826–835. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2435.2009.01562.x>

- Fachín-Terán, A.; Matheus M., E. 2003. Reproducción de la taricaya *Podocnemis unifilis* Troschel, 1848 (Testudines: Podocnemidae) en la várzea del medio Solimões, Amazonas, Brasil. *Ecología Aplicada*, 2(1): 125–132. DOI: <https://doi.org/10.21704/rea.v2i1-2.259>
- Guillera-Arroita, G.; Lahoz-Monfort J. 2012. Designing studies to detect differences in species occupancy: power analysis under imperfect detection. *Methods in Ecology and Evolution*, 3(5): 860–869. <https://doi.org/10.1111/j.2041-210X.2012.00225.x>
- Herrera-Trujillo, O. L.; Ferrer-Pérez; A.; Rojas-Runjaic, F. J. M. 2015. Saqueo y depredación de nidadas de la tortuga terecay (*Podocnemis unifilis*) en la cuenca baja del río Caura, estado Bolívar, Venezuela. *Memoria de la Fundación La Salle Ciencias Naturales*, 72(177–178): 7–19.
- Hines, J. E. 2006. *PRESENCE - Software to estimate patch occupancy and related parameters*. USGS-PWRC. <http://www.mbr-pwrc.usgs.gov/html>.
- Linkie, M. 2008. *Single-Species, Single-Season: Occupancy Tutorials*. DICE, University of Kent, UK, 25 pp.
- Mackenzie, D.; Nichols, J.; Lachman, G. 2002. Estimating site occupancy rates when detection probabilities are less than one. *Ecology*, 83: 2248–2255.
- Mackenzie, D.; Nichols, J.; Royle, A. 2006. *Occupancy estimation and modeling. Inferring patterns and dynamics of species occurrence*. Elsevier Academic Press. Oxford. UK.
- Martínez, J. 2006. De vuelta al río: Experiencias de manejo participativo de tortugas de río en Cordillera Azul. CIMA. (Acceso 11/04/2020). <https://www.cima.org.pe/files/images/publicaciones/pdf/martinez-2006-taricayas.pdf>
- Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MINAGRI) 2014. DS N° 004-2014-MINAGRI: Decreto Supremo que aprueba la actualización de la lista de clasificación y categorización de las especies amenazadas de fauna silvestre legalmente protegidas. 08 de abril de 2014. El Peruano-Normal Legales: 520497-520504.
- Montalván, M. 2018. Actualización del Plan de manejo de *Podocnemis unifilis* taricaya en la cuenca Pacaya Reserva Nacional Pacaya Samiria. Periodo 2019–2023. SERNANP.
- SERNANP. 2019. Plan Maestro del Parque Nacional Alto Purús 2019–2023. (Acceso 13/04/2020). <http://sis.sernanp.gob.pe/biblioteca/?publicacion=1948>
- Soini, P. 1994. Ecología reproductiva de la taricaya (*Podocnemis unifilis*) en el río Pacaya, Perú. *Folia Amazónica*, 6(1–2): 111–134. DOI: <https://doi.org/10.24841/fa.v6i1-2.250>
- Soini, P. 1996. Reproducción, abundancia y situación de quelonios acuáticos en la Reserva Nacional Pacaya Samiria, Perú. *Folia Amazónica*, 8(1): 145–162. DOI: <https://doi.org/10.24841/fa.v8i1.310>
- Soini, P. 1999. *Un manual para el manejo de quelonios acuáticos en la amazonia peruana (charapa, taricaya y cupiso)*. Loreto: Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana. <https://hdl.handle.net/20.500.12921/121>

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos por el financiamiento a la Fundación Gordon and Betty Moore en el marco del Proyecto “Conservación y Consolidación de las Áreas Protegidas y las Tierras Indígenas en el Interior del Paisaje Purús Manu”, Número de proyecto 4943.01.

**Recibido:** 25 de febrero de 2022 **Aceptado para publicación:** 17 de mayo de 2022

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional.

