



Nota científica

USO DE TRES MÉTODOS PARA EVALUAR EL MANATÍ AMAZÓNICO (*Trichechus inunguis*) EN EL ÁREA DE CONSERVACIÓN REGIONAL TAMSHIYACU TAHUAYO, LORETO PERÚ

Ayumi OSHITA¹, Joanna ALFARO-SHIGUETO^{1,2*}, Elizabeth CAMPBELL^{1,2}, Carlos M. PEREA-SICCHAR³, Jeffrey C. MANGEL²

¹ Carrera de Biología Marina, Universidad Científica del Sur, Lima, Perú.

² ProDelphinus. Lima, Perú.

³ Centro de Rescate Amazónico, Iquitos, Perú.

* Correo electrónico: jalfaros@cientifica.edu.pe

RESUMEN

El manatí amazónico (*Trichechus inunguis*) es endémico de la cuenca amazónica, cuenta con una limitada información de dinámica poblacional y actualmente está categorizado como Vulnerable por la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN). El presente estudio tiene como objetivo comparar tres metodologías: registro visual (RV), sonar de barrido lateral (SBL) y encuestas en comunidades locales; para detectar la presencia de la especie y evaluar su aplicación para futuros estudios en su zona de distribución. El estudio fue llevado a cabo dentro del Área de Conservación Regional Comunal Tamshiyacu Tahuayo en Iquitos, Perú. El RV resultó en cero avistamientos en ambas estaciones luego de un esfuerzo de muestreo de 30 y 29 horas en la estación creciente y vaciante respectivamente. Tras el uso del SBL, dos individuos se registraron en agosto, luego de un recorrido total de 103,38 km en la estación vaciante (0,02 ind/km). Las encuestas realizadas a los pescadores artesanales en tres comunidades aledañas indicaron la presencia de la especie, así como la percepción de una reducción en avistamientos en el área protegida durante el 2018 (año previo a las encuestas). Se discute las ventajas y desventajas de cada metodología, la logística asociada a su uso en hábitats complejos, y su efectividad y uso potencial para la detección de manatíes en futuros

estudios en la zona.

PALABRAS CLAVE: avistamiento, sonar de barrido, encuestas, biodiversidad amazónica, evaluación poblacional

USE OF THREE METHODS TO ASSESS THE AMAZONIAN MANATEE (*Trichechus inunguis*) IN THE TAMSHIYACU TAHUAYO REGIONAL CONSERVATION AREA, LORETO, PERU

ABSTRACT

The amazon manatee (*Trichechus inunguis*) is endemic to the Amazon Basin, with limited information on population dynamics and currently listed as Vulnerable by the Red List of the International Union for the Conservation of Nature (IUCN). The aim of this study was to compare three methodologies: visual detection (VD), side scan sonar technology (SBL) and surveys to local communities; to detect the presence of the Amazonian manatee and assess the use of these methods for future studies along the species distribution range. The study was carried out within the Tamshiyacu Tahuayo Communal Regional Conservation Area in Iquitos, Peru. The VD resulted in zero sightings at both seasons after a sampling effort of 30 and 29 hours during the rainy and dry seasons respectively. After using the SBL, two individuals were recorded in August, after a total sampling of 103.38 km in the dry season (0.02 ind/km). Surveys to artisanal fishermen in three neighboring communities indicated the presence of manatees and the perception of reduction in sightings within the protected area during 2018 (previous year of this study). We discussed the advantages and disadvantages of each methodology, the logistics associated with its use in complex habitats, and its effectiveness and potential use to detect manatees in future studies in the area.

KEYWORDS: sightings, side scan sonar, surveys, Amazon biodiversity, population assessment

Trichechus inunguis, conocido como manatí amazónico pertenece al Orden Sirenia, y habita en cuerpos de agua dulce, siendo endémico de la cuenca amazónica (Best, 1984; Timm *et al.*, 1986). Este mamífero es estrictamente herbívoro (Rosas, 1994) y cumple un rol importante en la fertilización del agua y la producción de plancton (Best, 1984). Dentro de sus principales amenazas se encuentran la caza histórica y la pérdida de hábitat (Best, 1984), por lo que esta categorizado como Vulnerable según la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) desde el año 1982 (Domínguez, 1982; Marmontel *et al.*, 2016), así como a nivel nacional por el Decreto Supremo N° 004-2014-MINAGRI.

El uso de encuestas en comunidades locales sugieren que históricamente manatíes y pobladores han compartido y usado el mismo hábitat (Calvimontes & Marmontel 2010). Otro estudio en Brasil empleó entrevistas semi-estructuradas a pobladores locales evidenciando una reducción del número de manatíes a lo largo de los años, con mayores registros en la estación vaciante en cuerpos de agua profunda o pozas, en grupos de 3 a 10 individuos (54,5% de incremento de registro de manatíes) (Franzini, 2008). En Perú, Silva *et al.* (2014) evaluaron el conocimiento de los pobladores de la cuenca del río Ucayali acerca de la conservación, amenazas y legislación actual de la especie, además de reportar 254 registros (entre individuos vivos, muertos y en cautiverio). Por otro lado, Campbell & Alfaro-Shigueto (2016) investigaron las amenazas que enfrentan los manatíes amazónicos (uso medicinal, carnada, captura incidental y comercialización de carne) según las encuestas realizadas en 12 puntos de desembarque en los departamentos de Loreto y Ucayali.

Otra metodología empleada para la detección y estudio de manatíes en vida libre son los

registros visuales (RV), utilizados para manatíes (*T. manatus*, así como para *T. inunguis*) desde años atrás (Shane, 1983; Arévalo-González *et al.*, 2010; Hidalgo, 2010; Rengifo, 2014). Investigaciones recientes han implementado el uso de sonares para detectar y cuantificar manatíes en diferentes países como Ecuador, Colombia, Brasil, Panamá y México, entre otros (Arévalo-González *et al.*, 2010; Brice, 2014; Casarini *et al.*, 2015; Muschett & Vianna, 2015; Guzman & Condit, 2017; McLarty, 2017). Debido a las limitaciones logísticas asociadas a los estudios de manatíes amazónicos (e. g, amplia distribución, limitada accesibilidad a las lagunas y ríos, condiciones ambientales de la Amazonía, turbidez del agua, variabilidad estacional de los niveles de agua), es recomendable la incorporación de nuevas metodologías y tecnologías que puedan facilitar el estudio de estos mamíferos en condiciones silvestres.

El Centro de Rescate Amazónico (CREA) situado en Iquitos, Perú, trabaja en el rescate, rehabilitación y liberación del manatí amazónico por cerca de 10 años (Perea-Sicchar *et al.*, 2011). Un total de 11 liberaciones han sido realizadas desde el 2011 en áreas naturales protegidas como la Reserva Nacional Pacaya-Samiria (RNPS) y el Área de Conservación Regional Comunal Tamshiyacu Tahuayo (ACR CTT), para maximizar la sobrevivencia y adaptación de los individuos rehabilitados. Algunas liberaciones contaron con un seguimiento posterior utilizando telemetría VHF y mostraron una adaptación positiva de los manatíes a las condiciones naturales (Landeo-Yauri, 2017; Guzman, 2020). Sin embargo, aún existen vacíos de información en cuanto a la presencia del manatí amazónico en los diferentes cuerpos de agua de la región Iquitos.

En el presente estudio, se tiene como objetivo principal comparar tres metodologías para detectar la presencia de manatíes amazónicos en

los cuerpos de agua pertenecientes al ACR CTT, e identificar la practicidad de su aplicación en campo.

El estudio fue llevado a cabo en los cuerpos de agua cocha La Charo (4°15'16"S 73°13'14" W), la cocha Tábano (4°20'16"S 73°15'44" W) y el río Tahuayo (4°10'36"S 73°10'03"W), pertenecientes al ACR CTT ubicada en el distrito de Fernando Lores de la Provincia de Maynas, dentro del Departamento de Loreto. El recorrido y recopilación de información fue realizado durante la época de creciente (abril-mayo) y vaciante (agosto-septiembre) durante el 2019.

Se empleó el conteo por Registro Visual (RV), el cual consistió en el registro de manatíes observados desde puntos fijos (Tabla 1) y transectos lineales. Los puntos fijos fueron seleccionados con base en los puntos de muestreos descritos por Arévalo-González *et al.*, (2014). En nuestro caso, los puntos fijos fueron los extremos del cuerpo de agua por tener mayor presencia de plantas acuáticas (e.g, alimento para manatíes), procurando cubrir toda la extensión en caso de las lagunas. El número de puntos fijos y el tiempo de duración en ellos dependió del tamaño de la laguna y de las condiciones climáticas. Los transectos lineales fueron muestreados en bote a motor, a una de velocidad 6,44 kph (mínimo dos repeticiones al día según las condiciones climáticas) dentro de dos lagunas (cocha La Charo de 0,2 km² y cocha Tábano de 0,006 km²) y en tramos seleccionados del río Tahuayo. Los transectos lineales consistieron en aproximadamente 5 km para la cocha La Charo, 0,3 km para la cocha Tábano y 3,3 km para el río Tahuayo. La RV fue realizada con la ayuda de binoculares 10x25mm, tomando como señales de confirmación del avistamiento la visualización del hocico del manatí fuera del agua al momento de respirar o para alimentarse, cola redonda, silueta oscura cerca de la superficie del agua (Rengifo, 2014). Los registros

visuales durante ambas estaciones fueron realizadas entre 7:30-9:00 am a 15:30-17:00 pm.

Durante la época de creciente se marcaron 7 puntos fijos cada 50-100 m de distancia entre sí, para la cocha La Charo y 5 en la cocha Tábano con muestreos de 30 minutos a 1 hora (Gonzalez-Socoloske & Olivera-Gomez 2012). Para la época vaciante se marcaron 3 puntos fijos dentro de la cocha La Charo y una en su entrada; uno para la cocha Tábano; 4 en las pozas río arriba del río Tahuayo; y finalmente 4 en el río abajo del río Tahuayo (Tabla 1); con duraciones de 30 minutos a 1 hora.

También se empleó el conteo mediante el Sonar de Barrido Lateral (SBL), y se basó en el conteo de los individuos captados en las grabaciones obtenidas del SBL realizando transectos lineales desde la embarcación en las cochas y el río Tahuayo. Se utilizó un SBL modelo Hummingbird 598c SI de frecuencia 455 kHz, con una visualización de un ángulo de 180° perpendicular al movimiento del sensor debajo del agua que tiene un rango de lectura bajo la superficie de agua de 30 pies (9,144 metros) de distancia en cada lado del bote. Por otro lado, se empleó el registro visual como validación de las detecciones mediante el SBL que no se trataban de manatíes (e.g delfines, peces grandes). La duración del recorrido dependió del área según la época y la capacidad de la batería (Tabla 2). Para la época de creciente, en la cocha La Charo, se grabó bordeando la cocha y finalmente se realizó un transecto lineal de aproximadamente 10 km, con el fin de abarcar toda el área y poder maximizar la posibilidad de la captación de animales tomando en cuenta la forma de la laguna. En el caso de la cocha Tábano y el río Tahuayo sólo se realizaron transectos lineales. Los recorridos se llevaron a cabo por la mañana (7:00 a.m. - 9:00 a.m.) y por la tarde (15:30 p.m. 17:00 p.m.). En la estación seca se incrementó el número de recorridos realizados en el río Tahuayo,

separándolos según las zonas en las que se encontraba (Fig. 2).

Nuestros datos fueron complementados con encuestas a pescadores, las encuestas se llevaron a cabo dentro del ACR CTT (Fig. 1) durante los meses de mayo, agosto y setiembre del 2019. Estuvieron dirigidas a los pescadores artesanales de las comunidades El Chino (4°18'55"S 73°13'44.7"W), Buena Vista (4°17'26.2"S 73°11'54.8"W) y La Esperanza (4°12'35.3"S 73°12'9.1"W), situadas en el río Tahuayo dentro del ACR CTT.

Las encuestas contaron con 10 preguntas. Se confirmó previamente el reconocimiento del manatí amazónico por parte de los pescadores mediante imágenes donde los pescadores debían señalar la especie. Se preguntó sobre la presencia de la especie en las áreas de uso del ACR CTT; cantidad de manatíes observados durante su experiencia de pesca; consultas sobre cambios en la población a lo largo del tiempo, avistamientos de madres con crías, y áreas de mayor uso y hábitat de la especie.

Con los valores obtenidos por RV se obtuvo la abundancia relativa en ambas épocas estacionales (creciente y vaciante), considerando el número de manatíes avistados entre la distancia recorrida: individuos/kilómetros (Hidalgo, 2010; Rengifo, 2014).

Para el análisis de las imágenes o grabaciones obtenidas a través del SBL, se utilizó el software ReefMaster Sonar Viewer (Gonzalez-Socoloske *et al.*, 2009; Gonzalez-Socoloske & Olivera-Gomez, 2012; Castelblanco-Martínez *et al.*, 2018). El programa permitió la revisión e interpretación de los objetos o animales capturados en las imágenes, en las cuales según Gonzalez-Socoloske y Olivera-Gomez (2012) se pueden apreciar una línea delgada, la que indica el recorrido del bote, y a los costados, franjas de color oscuro que indican la columna de agua ubicada debajo del bote, el resto de la

imagen, de coloración clara, puede interpretarse como el retorno de la superficie inferior que continúa hasta el final del rango lateral de captación del sonar. Asimismo, el criterio principal para la identificación de un manatí es la sombra ovalada producida por su cuerpo voluptuoso siendo el área dorsal anterior media la que produce mejor respuesta acústica (a menudo la cola es la que menos se ve reflejada) (Gonzalez-Socoloske & Olivera-Gomez, 2012).

Durante la época de creciente, el esfuerzo de muestreo se enfocó en las lagunas por tener un área mayor de extensión (en el caso de la cocha La Charo requirió un mayor número de muestreos) y por la presencia de plantas acuáticas como la "huama" (*Pistia stratiotes*) considerada como uno de los alimentos parte de la dieta del manatí amazónico (Loja, 2016), ofreciendo condiciones apropiadas para la presencia de la especie. Durante la época de creciente, debido a la alta reducción del área y profundidad en las lagunas, el esfuerzo de muestreo fue enfocado en las RV en puntos fijos en el río para maximizar los registros. Para el caso de la cocha Tábano se utilizó un mirador localizado en la laguna para la observación ya que no era posible ingresar a ésta por los bajos niveles de agua. Por otro lado, en el río se hicieron los muestreos de RV en pozas (zona del río o cuerpo de agua que tiene mayor profundidad en relación con la del río), cuerpos de agua que poseen características preferibles para *T. inunguis* (Calvimontes & Marmontel 2010; Landeo-Yauri, 2013). Se obtuvieron un total de 59 horas de RV, tanto en época de creciente (30 h) y vaciante (29 h). A pesar del esfuerzo de muestreo, no se obtuvieron avistamientos de manatíes.

La detección de manatíes mediante el SBL es clara cuando los animales se encuentran perpendicular al bote (Gonzalez-Socoloske & Olivera-Gomez 2012). Las imágenes acústicas de manatíes producidas por el SBL según la posi-

ción del cuerpo y la ubicación del individuo en relación al bote fueron identificadas siguiendo los métodos en estudios previos en *T. manatus* (Gonzalez-Socoloske *et al.*, 2009; Gonzalez-Socoloske & Olivera-Gomez 2012; Brice, 2014;

Castelblanco-Martínez *et al.*, 2018), además de validaciones de dos expertos consultados (Gonzalez-Socoloske y Perea-Sicchar, comm. pers).

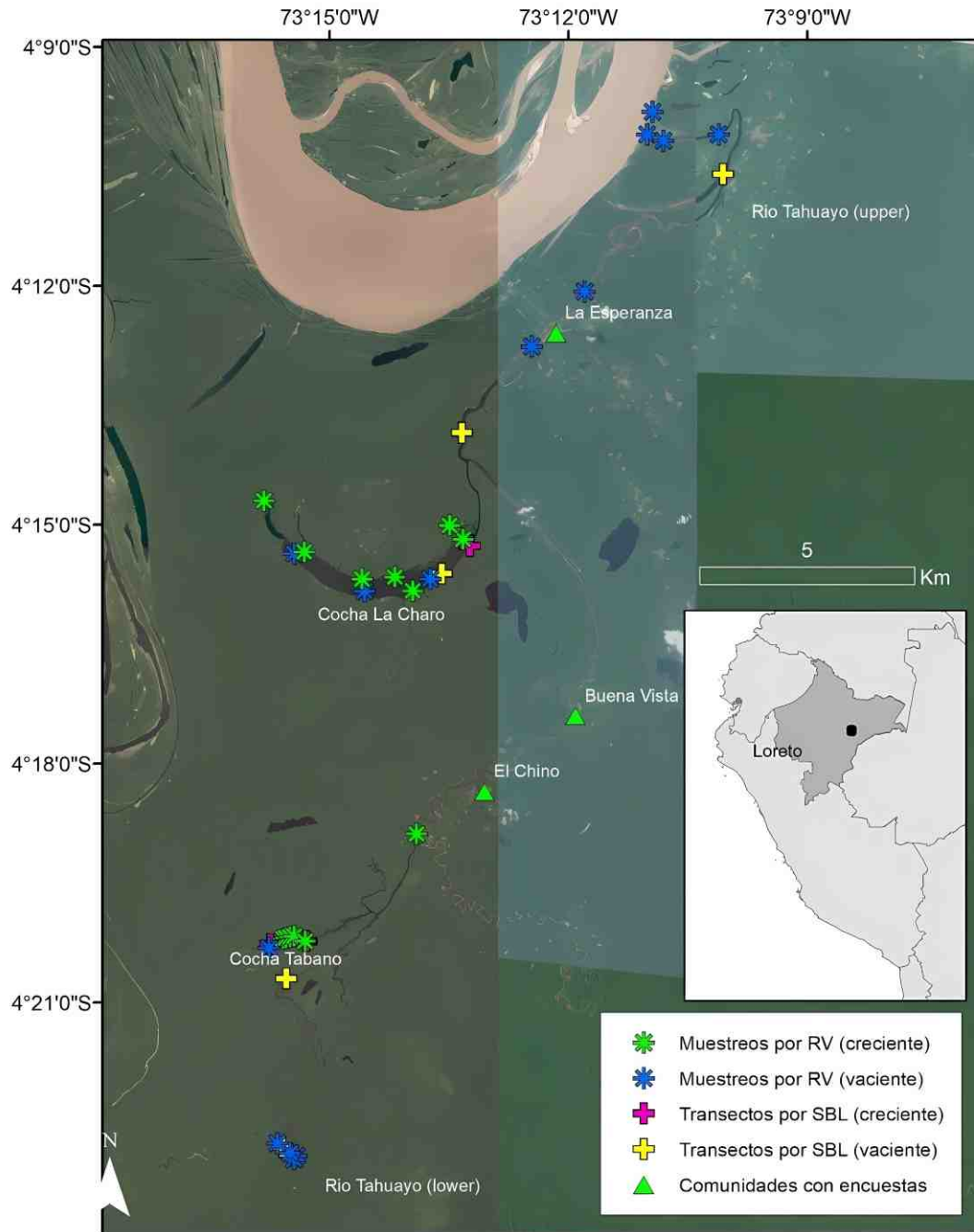


Figura 1. Mapa con los tipos de muestreo utilizados para *Trichechus inunguis* dentro del ARC CTT. Registro Visual = estrellas verdes y azules; SBL = cruces rosadas y amarillas; Encuestas = triángulos verdes.

Tabla 1. Coordenadas geográficas y tiempo de observación de los puntos fijos de muestreo donde se empleó el registro visual dentro del ARC CTT.

Estación	Locación	# Punto fijo	Coordenadas Geográficas		Tiempo	Duración	
			Latitud	Longitud		Tiempo/lugar	Total
Creciente	Cocha La Charo	1	4°14'24.04"	73°15'20.91"	2	16,5	30
		2	4°15'24.60"	73°14'21.00"	2		
		3	4°15'06.60"	73°13'11.40"	2,5		
		4	4°15'20.46"	73°15'18.42"	3		
		5	4°15'39.36"	73°14'10.50"	3		
		6	4°15'00.84"	73°13'28.92"	2		
		7	4°15'49.86"	73°13'56.64"	2		
	Cocha Tábano	1	4°20'12.12"	73°15'34.38"	3	12	
		2	4°20'11.46"	73°15'32.46"	3		
		3	4°20'10.62"	73°15'29.16"	3		
		4	4°20'10.14"	73°15'26.28"	3		
	Río Tahuayo	1	4°18'31.80"	73°13'32.40"	0,75	1,5	
		2	4°20'08.40"	73°15'10.80"	0,75		
	Vaciante	Cocha La Charo	1	4°15'41.22"	73°13'43.68"	3	7
2			4°15'50.10"	73°14'33.00"	2		
3			4°15'21.90"	73°15'26.22"	2		
Cocha Tábano		1	4°20'18.96"	73°15'45.12"	4	4	
Río Tahuayo (río arriba)		1	4°22'55.50"	73°15'24.36"	2	7,5	
		2	4°22'58.26"	73°15'26.10"	2		
		3	4°22'53.16"	73°15'29.40"	1,5		
		4	4°22'46.14"	73°15'38.70"	2		
Río Tahuayo (río abajo)		1	4°09'48.96"	73°10'56.34"	1	10,5	
		2	4°10'06.00"	73°11'00.30"	2		
		3	4°10'10.74"	73°10'48.06"	1,5		
		4	4°10'06.00"	73°10'06.42"	2		
	5	4°12'04.56"	73°11'47.34"	2			
	6	4°12'45.96"	73°12'27.06"	2			

Tabla 2. Locaciones en las que se realizaron los transectos por locación en bote, empleando sonar de barrido lateral y registros visuales, y el número de repeticiones (# Rep), Tiempo de repetición (min = minutos) y duración por lugar (h = horas) total de los transectos con las coordenadas geográficas (Long= longitud, Lat= latitud). (RT) Río Tahuayo

Estación	Locación	# Rep	Tiempo por repetición (min)	Tiempo (Horas) Total	Coordenadas Geográficas									
					Inicio		Final							
					Lat (S)	Long (W)	Lat (S)	Long (W)						
Creciente	Cocha La Charo	7	73,17; 54,67 42,58; 65,33 50,10; 45,33 51,20	6,37	9,67	4°15'09.60"	73°13'08.40"	4°14'28.20"	73°15'28.80"					
	Cocha Tábano		2,27; 2,67 3,03; 1,98							0,17	4°20'09.60"	73°15'26.40"	4°20'12.00"	73°15'34.80"
	Río Tahuayo (río abajo)		39,16; 32,82 30,75; 30,65 29,71; 18,85							3,13	4°20'08.40"	73°15'10.20"	4°18'25.80"	73°13'31.80"
Vaciente	RT-Zona Huaysi	8	37,58; 44,62 26,05; 23,33 12,15; 74,35 10,97; 36,20	4,92	16,06	4°10'21.60"	73°10'01.80"	4°09'30.60"	73°10'34.20"					
	Cocha La Charo		34,23; 30,83 29,13; 31,73 16,57; 33,33							2,93	4°15'22.20"	73°13'21.00"	4°15'28.80"	73°14'24.60"
	Río Tahuayo (río arriba)		74,87; 22,33 44,93; 41,08							3,05	4°15'22.20"	73°15'19.20"	4°19'06.00"	73°13'35.40"
	RT-Pozas Grandes		42,67; 40,97 41,83; 44,58							2,83	4°22'29.40"	73°15'21.00"	4°23'11.40"	73°15'22.20"
	RT-Zona La Esperanza		86,83; 53,23							2,33	4°13'30.60"	73°13'12.00"	4°11'18.60"	73°11'10.20"

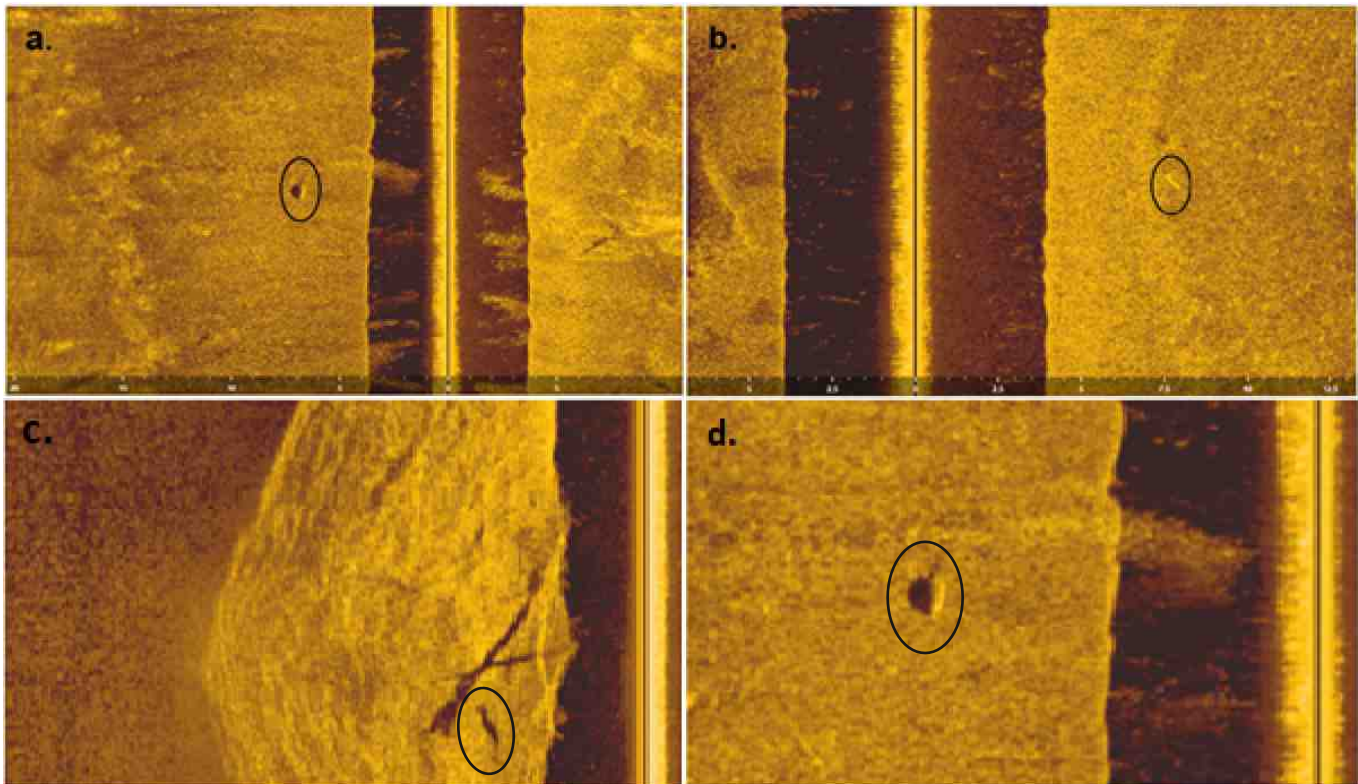


Figura 2. Identificaciones positivas de *Trichechus inunguis* por medio del programa ReefMaster Sonar Viewer durante la estación creciente en la zona de influencia del ARC CTT “Huaysi” en el lado izquierdo (a) y derecho (b) del bote. Imágenes del sonar de barrido lateral de (c) delfín rosado (*Inia geoffrensis*) y (d) manatí amazónico. Se señala la sombra producida por ambos animales, donde el delfín tiene una forma más alargada y cola ondulada, mientras que el manatí solo refleja su área del cuerpo dorsal anterior-media.

Durante la estación de creciente no se obtuvieron registros de manatíes durante los muestreos. Sin embargo, durante la vaciante (agosto), se registraron dos individuos en el segundo transecto realizado en Huaysi a una profundidad de 3,4 m con una distancia aproximada de 6,2 m del bote, y el segundo individuo a una profundidad 3,8 m con una distancia aproximada de 6,5 m del bote. La distancia total del transecto fue de 7,19 km a una velocidad promedio de 6,44 kph. Este resultado aplicado a toda el área muestreada en este estudio (103,38 km), dio un estimado total de 0,02 manatíes/km detectados para todas las localidades muestreadas en la estación vaciante.

Las encuestas fueron aplicadas a 16 pescadores. Estas fueron de tipo abiertas, luego se

codificaron las respuestas y se agruparon estas mismas, las que fueron analizadas según el porcentaje de las respuestas. Se agruparon las respuestas en aspectos de distribución, abundancia, uso de hábitat y amenazas. Del total encuestados, el 75% de los pescadores artesanales confirmó haber observado a la especie durante sus actividades de pesca al menos en una ocasión y señalaron la poza grande ubicada río abajo del Tahuayo como el lugar de mayor frecuencia (28%), seguida de Huaysi (18%) y frente a la comunidad La Esperanza (12%) y con 9% en otras localidades (Boca de la cocha La Charo, todas las pozas grandes presentes en el río Tahuayo, las pozas grandes situadas río arriba del Tahuayo y en la entrada de la Quebrada Blanco).

El número de manatíes reportados por los pescadores artesanales fueron de: 5 individuos (9%), superior a 6 individuos (8%), superior a 20 individuos (8%), entre 1 a 2 individuos (25%), 2 a 3 individuos (25%) o de 3 a 4 individuos (25%); notando que el 50% indicó una cantidad superior a 2 individuos dentro del ACR CTT. La estación en que los manatíes fueron más avistados fue en vaciante (91%) y menos frecuente durante la estación creciente (9%). La mayoría de los encuestados mencionaron también haber avistado manatíes hace más de un año atrás (33%).

Por otro lado, la mayoría (71%, n= 11) de los pescadores artesanales respondieron no haber visto un manatí con cría dentro del ACR CTT, donde el 29% (n=5) restante afirmó haber visto una madre con cría hace más de 10 años atrás. El lugar que señalaron haber avistado a la cría fue en una poza grande en el río abajo del Tahuayo (50%) antes de que fuera utilizada como parte de un alojamiento turístico de la zona, seguido de las pozas grandes ubicadas río arriba del Tahuayo (25%) y frente la comunidad La Esperanza (25%). Los encuestados no reportaron de crías de manatíes recientemente.

Los encuestados reportaron que ellos perciben la presencia de huama (*P. stratiotes*), piri-piri (*Cyperus* sp.) y gramalotes (62%), está relacionada a la presencia del manatí; mientras que otros mencionaron lugares con menos perturbación (15%), profundidad y plantas gramalotes (15%), o lagunas profundas con gran cantidad de plantas (8%).

La caza de manatíes no estuvo incluida en las encuestas, sin embargo, dos pescadores afirmaron haber cazado en el pasado por lo menos 2 veces a esta especie en conjunto con otros pescadores utilizando redes o por medio de la pesca con arpón.

El avistamiento nulo por RV durante la estación creciente se pudo deber a las características ambientales propias del hábitat del manatí amazónico, y del comportamiento que posee la especie. Se conoce que *T. inunguis* suele pasar la mayor parte de su tiempo en microhábitats sumergidos bajo conjuntos notables de macrófitas acuáticas flotantes (Calvimontes & Marmontel 2010; Landeo-Yauri, 2013), lo cual influenció en su búsqueda desde el bote especialmente en la cocha La Charo y Tábano, ambos cuerpos de agua con notable cantidad de "Huama". Durante la creciente, donde los cuerpos de agua estaban en niveles altos, en la cocha La Charo únicamente se pudieron observar movimientos superficiales (manchas oscuras en movimiento cerca de la superficie o chapoteo del agua) producidos posiblemente por otros animales como paiches o delfines de río como se pudo confirmar e identificar en algunas ocasiones.

Por otro lado, durante la estación vaciante los bajos niveles de agua impidieron la navegación, similarmente a la cocha Tábano, donde se cerró la conexión del río a este cuerpo de agua, resultando en el ingreso a pie como la única forma de llegar, haciendo uso del mirador para los avistamientos. La poca profundidad tampoco era favorable para animales de mayor tamaño como los manatíes. Asimismo, el constante traslado a motor del bote de punto a punto pudo haber perturbado a los manatíes, desplazándolos a zonas más profundas de las cochas y lejanas impidiendo su avistamiento.

Factores como la profundidad, y disponibilidad de alimento, podrían haber afectado la presencia de manatíes dentro del ACR CTT. Otras posibles razones podría estar relacionados a la pérdida del hábitat, incremento en el población humana, actividad turística y recreativa no regulada (Cruzalegui, 2013).

El Sonar de Barrido Lateral requiere una interpretación cuidadosa y su respectiva práctica

en campo es por ello que es limitada para aquellos investigadores nuevos en el tema que carecen de capacitación en campo y del uso del software. El comportamiento de movimientos lentos del manatí puede incrementar la posibilidad de su detección en el SBL, y favorece su detección cuando el animal está en el fondo y de forma perpendicular al bote (Gonzalez-Socoloske & Olivera-Gomez, 2012), existiendo la posibilidad de que algunos individuos hayan salido del rango de detección al ser perturbados por sonido del motor del bote. Para otras especies como *T. manatus* hay registros en cuanto a su comportamiento, donde en lagos poco profundos parecen permanecer muy quietos cerca del fondo al paso del bote, resultando en una mejor detección, mientras que en sistemas fluviales tienden a nadar hacia la orilla del río o a profundidad para evitar el bote (Gonzalez-Socoloske & Olivera-Gomez, 2012). Para el caso de *T. inunguis*, se conoce que ellos suelen pasar la mayor parte de su tiempo en microhábitats sumergidos bajo conjuntos notables de macrófitas acuáticas flotantes (Calvimontes & Marmontel 2010; Landeo-Yauri, 2013). En nuestro caso, la alta presencia de huama en los bordes y extremos de las lagunas dificultó la lectura del SBL, así como el paso del bote en dichas zonas por lo que es posible que algunos individuos no hayan sido detectados.

Durante las grabaciones realizadas con el sonar, se pudo registrar varios individuos de la especie *Inia geoffrensis* (delfín rosado) especialmente durante la época creciente donde los niveles de agua eran más favorables para ellos ingresar al ACR CTT. Sin embargo, se descartó la posibilidad de confusión entre dicha especie con los manatíes, por la forma ondulada de su aleta caudal que se evidencia en la sombra de la imagen (Figura 2C), característica descrita en estudios anteriores (Gonzalez-Socoloske *et al.*, 2009; Gonzalez-So-

coloske & Olivera-Gomez 2012). Tras el comportamiento observado del delfín rosado ante el uso del sonar (posible atracción o curiosidad causada por las frecuencias emitidas 455kHz) y la alta captación por el SBL, resaltamos la posibilidad de futuras evaluaciones de la especie con esta metodología como para la caracterización de su hábitat (profundidad, temperatura, entre otros).

Anteriores reportes de manatíes amazónicos por medio de encuestas han señalado que el manatí transita los ríos y cuerpos de agua adyacentes a las localidades de Nauta, Requena y Caballococha; de Loreto, y Callería, Contama, Inahuaya, Orellana, Ipuano, Santa Rosa de Pirococha y Nuevo Shetevo; de Ucayali (Silva *et al.*, 2014; Campbell & Alfaro-Shigueto, 2016). Los resultados de este estudio sumarían al río Tahuayo adyacente a las locaciones Huaysi, La Esperanza y El Chino, dentro del rango de distribución que tiene *T. inunguis* en la región de Loreto. Silva *et al.* (2014) indicaron que los avistamientos realizados por los pobladores de la región de Ucayali resultaron en su mayoría durante la estación creciente (47,5%) y en menor cantidad durante la estación vaciante (33,3%). Las encuestas de nuestro estudio mostraron que dentro del ACR CTT los participantes perciben que los manatíes eran más avistados durante la estación vaciante y menos frecuente durante la estación creciente, probablemente debido a que el incremento del nivel del agua contribuía al desplazamiento del manatí dentro y fuera del área protegida. Esto junto a la cantidad de manatíes indicada por los pescadores en el área de estudio, con los pocos avistamientos obtenidos podría indicar que el ACR CTT es una zona de transición de *T. inunguis*, durante su recorrido en el río Amazonas tras el cambio de estaciones. Los traslados del manatí amazónico tras los cambios de estaciones son evidenciados en estudios como la tesis de Rengifo (2010),

mayor cantidad de avistamientos en cochas y lagunas profundas durante la época creciente y su desplazamiento a ríos aledaños por la poca profundidad de cochas durante la época vaciante. Se debe considerar que la actividad de pesca pudo haber influenciado en la cantidad de avistamientos por pescador, en donde aquellas épocas con mayor tiempo de pesca podría atribuirse a una mayor probabilidad de avistamiento de manatíes.

Asimismo, la cantidad de manatíes avistados por los encuestados en el presente estudio, donde la mayoría indicó los rangos 1-2 y 3-4 individuos observados durante toda la experiencia de pesca dentro del área de estudio, podría indicar que los individuos transitan estos cuerpos de agua no en grupo, sino solitarios. Rosas (1994) describe en cuanto al comportamiento del manatí amazónico como un mamífero acuático moderadamente solitario, mostrando poca interacción con otros individuos dentro de una misma área, pero puede encontrarse en grupo en zonas de alimentación. Diferente a lo mencionado por Franzini (2008), donde los pobladores entrevistados en Urucu (Brasil) indicaron que *T. inunguis* (54,54%) viven en grupos de 3 a 10 individuos en una misma área. Futuros estudios sobre la composición social de la especie ayudarán a elucidar el tema.

A través de las encuestas se observó la percepción de los pescadores locales sobre la reducción de manatíes dentro del ACR CTT en los últimos 10 años, donde muchos de ellos especulaban el desplazamiento de ellos hacia el Río Amazonas u otras cuencas con más alimento disponible y menos impacto antropogénico. Esto también estaría relacionado al bajo número de crías reportados por los participantes. Los encuestados comentaron que en los últimos años el nivel del río es inferior a los 5 metros durante la estación vaciante dificultando el acceso y desplazamiento de los manatíes en el río

Tahuayo, lo cual podría atribuir a la reducción del ingreso de *T. inunguis* a la zona de estudio. Lozano (2013) menciona que la migración del cauce fluvial que se da durante la transición entre la estación vaciante y creciente es esencial para la conservación de estos hábitats, donde la modificación o eliminación de dicha dinámica fluvial podría generar efectos negativos como la pérdida de biodiversidad y de calidad en los ecosistemas.

Sobre la caza de manatí mencionada por los pescadores, señalaron que fue llevada a cabo años atrás bajo la creencia de que se trataba de un mamífero agresivo y carnívoro que amenazaba a la comunidad. A diferencia de otras locaciones como Chauya y Painahua (región de Ucayali), comunidades aledañas al río Marañón y gramalotales del río Amazonas donde se ha reportado incidencia de captura y comercio de esta especie como alimento (Silva *et al.*, 2014; Campbell & Alfaro-Shigueto 2016), los encuestados afirmaron consumir esta especie únicamente dentro de la comunidad compartiendo la carne entre familias. La caza del manatí amazónico usualmente es parte de los conocimientos adquiridos por tradición de la familia o de la comunidad (Calvimontes & Marmontel, 2010), sin embargo, dentro del ACR CTT parece haber sido un comportamiento más oportunista previo al conocimiento de la importancia de la especie. Debido a que, en las encuestas, los pescadores artesanales mencionaron que dejaron de ver a *T. inunguis* como una amenaza o alimento tras conocer su importancia en el ecosistema por medio de charlas llevadas a cabo por CREA (www.centroderescateamazonico.com) desde el año 2010.

Es importante señalar que, la cantidad de manatíes avistados y zonas de avistamiento presentadas por los pescadores de las comunidades deben ser interpretadas como posibles tendencias para la especie, pero que deben ser valida-

das in situ. En el presente estudio, las preguntas fueron diseñadas para obtener mejor percepción de las zonas de uso y cantidad de *T. inunguis* avistados dentro del ACR CTT y zonas aledañas, además de servir como un método complementario a las restantes metodologías empleadas (registro visual y conteo por SBL), lo cual ha permitido focalizar las zonas de mayor interés para estudios futuros de esta especie dentro del ACR CTT (incluyendo zona de amortiguamiento) como la cocha La Charo o las zonas aledañas a la boca de la quebrada Blanco.

De las tres metodologías empleadas, en nuestro caso el SBL y las encuestas pudieron brindarnos información en cuanto a las zonas de uso dentro del ACR CTT y la cantidad aproximada de ejemplares que podría esperarse ver en cada estación climática. A pesar de las limitaciones de uso de encuestas para obtener índices de abundancia relativa de la población, esta fue capaz de brindarnos información relevante como base para estudios futuros de educación ambiental, estructurar nuevos planes de conservación y monitoreo de estos mamíferos; además de ser una metodología de un costo reducido. La utilidad de las encuestas para observar el posible aumento o disminución de la población ya ha sido reportado (Arévalo-González *et al.*, 2014). En el caso de los RV, a pesar de tratarse de una metodología que puede brindar datos importantes acerca del comportamiento y ecología del animal (Aragones *et al.*, 2012); fue la menos eficiente en nuestra área de estudio. Esto se podría deber al número reducido de manatíes en la zona recorrida, y que el ACR CTT tiene una amplia extensión (420 080,25 hectáreas). Con la metodología del SBL para la estación vaciante, se obtuvieron registros de manatíes, sin embargo, se recomienda incrementar el número de repeticiones del recorrido en bote con la tecnología del sonar.

Similarmente a lo hallado por Arévalo-

González *et al.*, (2014), el uso del SBL puede resultar en una metodología con la mejor relación costo-beneficio a largo plazo; donde la inversión inicial del equipo (>\$1000) es compensada por la reducción de costos como el combustible utilizado, tiempo de muestreo y personal de apoyo. Sin embargo, puede no ser la metodología más adecuada cuando se trata de explorar zonas nuevas con presencia de manatíes, ya que puede resultar en una alta inversión económica con una baja tasa de recolección de datos como sucedió en el presente estudio

Se debe considerar el esfuerzo y tiempo total empleado como factores que influenciaron los resultados del presente estudio, esto debido al corto periodo de muestreo, que fue constantemente interrumpido por las condiciones climáticas propias de la Amazonía, dificultó la recolección de datos de las tres metodologías empleadas. A pesar de ello, la que brindó más información fueron las encuestas a los pobladores, la cual era la menos afectada por las condiciones climáticas, exigió menos tiempo en campo, a un menor costo económico, menores necesidades logísticas y desplazamiento que las metodologías por registro visual y SBL. El sonar podría ser utilizado en recorridos durante las lluvias ligeras y moderadas, siempre y cuando se posea de alguna protección contra el agua para el aparato y un bote con techo. El registro visual desde botes ya sea en puntos fijos o en transectos, fue la segunda metodología menos costosa y el uso de SBL la que mayor inversión requirió en el estudio. Con el SBL incluía no sólo combustible sino también la recarga de la batería. Sin embargo, cuando se trata del esfuerzo empleado en cada metodología, la RV fue la más exigente requiriendo esfuerzo físico del observador, capacidad de identificación visual inmediata y la necesidad de más de un observador experimentado. Los dos últimos factores mencionados podrían compensarse fomentando la

participación local como los pescadores artesanales, incluyéndolos como colaboradores, ya que resultan en observadores altamente experimentados y requieren poco entrenamiento para notar cambios sutiles en las condiciones del agua que pueden indicar la presencia de animales (Aragones *et al.*, 2012). La comparación entre metodologías son similares a los descritos por Arévalo-González *et al.* (2014).

Considerando la data obtenida, se enfatiza que el esfuerzo empleado en campo, el costo económico, capacidad del equipo humano, así como la demanda de tiempo por cada metodología juegan un rol importante al determinar que método se adecua mejor al área y a los objetivos del estudio en interés. Nuestros resultados señalan que la aplicación del sonar de barrido lateral fue la técnica más favorable para su aplicación ante las condiciones presentadas dentro del ACR CTT. Por otro lado, se resalta que los resultados de las encuestas permitieron evidenciar las posibles tendencias poblacionales del manatí amazónico.

Este estudio busca resaltar que cada metodología aquí empleada, nos brinda información adicional como la abundancia relativa (para el caso de RV fue nulo y SBL resultó en 0,02 manatíes/km) y zonas de mayor posibilidad de incidencia de manatíes (mediante la percepción de los encuestados) convirtiéndolas en buenas herramientas complementarias; sin embargo, nuestro fin del estudio no fue obtener abundancias o tendencias poblacionales de *T. inunguis* en dentro del ACR CTT.

Futuras evaluaciones de las poblaciones de manatíes en la zona amazónica, podrían considerar la combinación de metodologías, tanto de RV, SBL y encuestas a pobladores locales, dependiendo de la logística, los recursos humanos y el tamaño del área a cubrir. La información del estado de la población de manatíes para la implementación del Plan Nacional de Delfines

de Río y Manatí Amazónico (DS 007-2018-PRODUCE) es una pieza clave para asegurar la conservación de *Trichechus inunguis* en el país, por lo que similares estudios serían altamente beneficiosos para la especie.

Agradecemos al Fondo Semilla 2019-I de la Universidad Científica del Sur. A. Lourtie, por su apoyo en campo; Amazonia Expeditions por el apoyo logístico. Daniel Gonzalez-Socoloske, por sus comentarios durante la revisión de data del sonar.

Referencias Bibliográficas

- Aragones, L.; Lacommare, K.; Kendall, S.; Castelblanco-Martínez, N.; Gonzalez-Socoloske, D. 2012. Boat- and Land-based surveys for sirenians. En: Hines, E.M.; Reynolds, J.E.; Aragones, L. V.; Mignucci-Giannoni, A. A.; Marmontel, M. (Eds). *Sirenian Conservation: Issues and strategies in developing countries*. p. 179–185.
- Arévalo-González, G.K.; Castelblanco-Martínez, N.; Sánchez-Palomino, P.; López-Arévalo, H.F. 2010. Uso de metodologías complementarias para la determinación del tamaño de la población de manatí (*Trichechus manatus manatus*) en la Ciénaga de Paredes (Santander, Colombia). *Memorias De La Conferencia Interna En Medicina Y Aprovechamiento De Fauna Silvestre, Exótica Y No Convencional*, 6(2): 4–14.
- Arévalo-González, K.; Castelblanco-Martínez, N.; Sánchez-Palomino, P.; López-Arévalo, H.; Marmontel M. 2014. Complementary methods to estimate population size of Antillean Manatees (*Sirenia: Trichechidae*) at Ciénaga de Paredes, Santander, Colombia. *Journal of Threatened Taxa*, 6: 5830–5837. DOI: <https://doi.org/10.11609/joTT03156.5830-7>
- Best, R.C. 1984. The aquatic mammals and reptiles of the Amazon. En: Sioli, H. (Eds). *The*

- Amazon: Limnology and landscape ecology of a mighty tropical river and its basin.* p. 371–412.
- Brice, C. 2014. *The Detection of Amazonian Manatees (Trichechus inunguis) using side-Scan Sonar and the effect of oil activities on their habitats in Eastern Ecuador.* Tesis de Maestría. Nova Southeastern University. Retrieved from NSUWorks, Oceanographic Center. 130 pp
- Calvimontes, J.; Marmontel, M. 2010. Estudios etnobiológicos sobre el manatí amazónico (*Trichechus inunguis* Natterer 1883) y su conservación en la Reserva de Desarrollo Sostenible Amanã, Brasil. En: Moreno Fuentes, A.; Pulido Silva, M.T.; Mariaca Méndez, R.; Valadez Azúa, R. (Eds). *Sistemas Biocognitivos Tradicionales: Paradigmas en la Conservación Biológica y el Fortalecimiento Cultural.* p. 397–402.
- Campbell, E.; Alfaro-Shigueto, J. 2016. Diagnóstico sobre el estado de conservación de delfines de río y manatíes amazónicos. En: Mena, J.L.; Germana, C. (Eds.). *Diversidad biológica del sudeste de la Amazonia Peruana: Avances en la investigación.* p. 194–210.
- Casarini, L.M.; Costa, M.D.; Costa, J.A.; Mello, J.E. A. 2015. Sidescan sonar and towed camera: A combined system of low-cost mapping for shallow water. *IEEE/OES Acoustics in Underwater Geosciences Symposium (RIO Acoustics)*, 1–7. DOI: <https://doi.org/10.1109/RIOAcoustics.2015.7473587>
- Castelblanco-Martínez, D.; Dos Reis, V.; De Thoisy, B. 2018. How to detect an elusive aquatic mammal in complex environments? A study of the Endangered Antillean manatee *Trichechus manatus manatus* in French Guiana. *Oryx*, 52(2): 382–392. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0030605316000922>
- Cruzalegui, C.M. 2013. *Manejo participativo de los recursos naturales basado en la identificación de servicios ecosistémicos en la zona de amortiguamiento del área de conservación regional comunal, Tamshiyacu-Tahuayo, distrito de Fernando Lores, región Loreto.* Tesis de pre-grado, Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, Facultad de Agronomía, Iquitos, Perú. 67pp.
- Domning, D.P. 1982. Commercial exploitation of manatees *Trichechus* in Brazil c. 1785–1973. *Biological Conservation*, 22(2): 101–126. DOI: [https://doi.org/10.1016/0006-3207\(82\)90009-X](https://doi.org/10.1016/0006-3207(82)90009-X).
- Franzini, A.M. 2008. *Etnoecología do Peixe-Boia da Amazônia (Trichechus inunguis) na província petrolífera de Urucu, Amazonas, Brasil.* Tesis de maestría. Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia. Universidade Federal do Amazonas, Manaus. 122pp.
- Gonzalez-Socoloske, D.; Olivera-Gomez, L. 2012. Gentle Giants in Dark Waters: Using Side-Scan Sonar for Manatee Research. *The Open Remote Sensing Journal*, 5(1): 1–14. DOI: <https://doi.org/10.2174/1875413901205010001>
- Gonzalez-Socoloske, D.; Olivera-Gomez, L.; Ford, R. 2009. Detection of free-ranging West Indian manatees *Trichechus manatus* using side-scan sonar. *Endangered Species Research*, 8: 249–257. DOI: <https://doi.org/10.3354/esr00232>.
- Guzman, H.M.; Condit, R. 2017. Abundance of manatees in Panama estimated from side-scan sonar. *Wildlife Society Bulletin*, 41(3): 556–565. DOI: <https://doi.org/10.1002/wsb.793>
- Hidalgo, J. 2010. *Evaluación preliminar del “manatí” amazónico Trichechus inunguis (Natterer, 1883) en el río Lagartococha – Zona Reservada Güeppí, Loreto - Perú.* Loreto. MINAM, Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado. 24 pp
- Guzmán Téllez, J.E. 2020. Monitoring of four rehabilitated Amazonian manatees. *Latin American Journal of Aquatic Mammals*, 15(1):

- 15-20. DOI: <https://doi.org/10.5597.00256>
- Landeo-Yauri, S.; Castelblanco-Martínez, N.; Williams, M. 2017. Behavior and habitat use of released rehabilitated Amazonian manatees in Peru. *Latin American Journal of Aquatic Mammals*, 12(1-2): 17-27. DOI: <https://doi.org/10.5597/00234>
- Landeo-Yauri, S.S. 2013. *Uso de hábitat en época seca de manatíes amazónicos (Trichechus inunguis) liberados en cocha El Dorado - Reserva Nacional Pacaya Samiria*. Tesis de pre-grado, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú. 134pp.
- Loja, R.D. 2016. *Determinación del consumo de huama (Pistia stratiotes), en manatíes (Trichechus inunguis) de diferentes edades y peso, en el distrito de San Juan Bautista, región Loreto, 2016*. Tesis de pre-grado, Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, Iquitos, Perú.
- Lozano, J.A. 2013. *Dinámica fluvial de restinga baja y su impacto en agroecosistemas ribereñas. río Ucayali, Santa Cruz de Yanallpa. Loreto*. Tesis de pre-grado, Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, Iquitos, Perú.
- Marmontel, M., de Souza, D. & Kendall, S. 2016. *Trichechus inunguis*. *The IUCN Red List of Threatened Species 2016*: e.T22102A43793736. DOI: <https://doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-2.RLTS.T22102A43793736.en>
- McLarty, M. 2017. *West Indian Manatee (Trichechus Manatus) habitat characterization using side-scan sonar*. Tesis de maestría, Andrews University, Berrien Springs, Michigan. 73pp.
- Muschett, G.; Vianna, J. 2015. Distribution and abundance of the West Indian manatee (*Trichechus manatus*) in the Panama Canal. *bioRxiv*: 026724. DOI: <https://doi.org/10.1101/026724>.
- Perea-Sicchar, C.M; Velásquez-Varela, L.J.; Sánchez-Babilonia, J.; Espinoza-Azan, M.; Lee-Richardson, D.; Sigler, L. 2011. Manejo y rehabilitación y rehabilitación del manatí amazónico (*Trichechus inunguis*) en cautiverio en el Perú. *Ciencia Amazónica (Iquitos)*, 1(2): 104-113. <https://doi.org/10.22386/ca.v1i2.11>
- Rengifo, M. 2014. *Distribución espacial y abundancia del Trichechus inunguis "manatí amazónico" en la cuenca alta del Río Samiria, Reserva Nacional Pacaya Samiria, Loreto-Perú*. Tesis de pre-grado, Universidad Nacional de la Amazonia Peruana, Iquitos, Perú.
- Rosas, F.C.W. 1994. Biology, conservation and status of the Amazonian Manatee *Trichechus inunguis*. *Mammal Review*, 24(2): 49-59. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2907.1994.tb00134.x>.
- Shane, S.H. 1983. Abundance, Distribution, and Movements of Manatees (*Trichechus manatus*) in Brevard County, Florida. *Bulletin of Marine Science*, 33(1): 1-9.
- Silva, J.; Montes, D., Elías, R. 2014. Conocimientos, conservación y avistamiento del manatí amazónico (*Trichechus inunguis*), según los pobladores de la cuenca del río Ucayali (Loreto, Perú). *Salud y Tecnología Veterinaria*, 2(1): 32-38. DOI: <https://doi.org/10.20453/stv.v2i1.2199>.
- Timm, R.M.; Albuja, L.; Clauson, B. L. 1986. Ecology, Distribution, Harvest, and Conservation of the Amazonian Manatee *Trichechus inunguis* in Ecuador. *Biotropica*, 18(2): 150-156. DOI: <https://doi.org/10.2307/2388757>.

Recibido: 19 de septiembre de 2022 **Aceptado para publicación:** 16 de diciembre de 2022