

Primeros registros de relación simbiótica entre la tortuga verde (*Chelonia mydas*) y peces de arrecife en el norte del Perú

First records of a symbiotic relationship between the green turtle (*Chelonia mydas*) and reef fish in northern Peru

Diego Cuba^{1*}, Adriana Zavala² y Maurice Epstein³

1 Facultad de Ciencias Biológicas y Veterinarias, Universidad Científica del Sur. Lima, Perú.
2 Chelonia Dive Center. Los Órganos, Piura, Perú
3 Escuela de Buceo Spondylus DC. Piura, Perú



Citar como: Cuba, D., Zavala, A. y Epstein, M. (2023). «Primeros registros de relación simbiótica entre la tortuga verde (*Chelonia mydas*) y peces de arrecife en el norte del Perú». *South Sustainability*, 4(2), e086. DOI: 10.21142/SS-0402-2023-e086

Artículo recibido: 21/9/2023
Revisado por pares
Artículo aceptado: 5/12/2023



© Los autores, 2023. Publicado por la Universidad Científica del Sur (Lima, Perú)

*E-mail de correspondencia:
diegobiomarina@gmail.com

RESUMEN

El presente estudio registró a seis especies de peces de arrecife alimentándose de organismos epibiontes localizados en el caparazón y extremidades en individuos de la tortuga verde (*Chelonia mydas*) a través del buceo con SCUBA frente a la costa norte del Perú (Los Órganos, Piura). Este registro se convierte en el primero de simbiosis mutualista entre peces y tortugas en el Pacífico sudeste. Además, se reporta por primera vez la interacción de damisela (*Stegastes acapulcoensis*), pez mariposa barbero (*Johnrandallia nigrirostris*), pez ángel real (*Holacanthus passer*) y pez ángel Cortés (*Pomacanthus zonipectus*) con *C. mydas*. Esfuerzos de regulación y conservación son necesarios en el área de estudio, ya que deben ser consideradas áreas de vital importancia en el ciclo de vida de las tortugas marinas, al desempeñar un papel fundamental en su alimentación e interacciones simbióticas de limpieza.

Palabras clave: Simbiosis, mutualismo, limpieza de tortugas, Mar Pacífico Tropical, Perú

ABSTRACT

The present study documented six species of fish feeding on epibiont organisms located on the shell and limbs of green sea turtles (*Chelonia mydas*) off the northern coast of Peru (Los Órganos, Piura). This constitutes the first recorded instance of mutualistic symbiosis between fish and turtles in the Southeastern Pacific. Additionally, interaction between damselfish (*Stegastes acapulcoensis*), barberfish (*Johnrandallia nigrirostris*) and Cortez angelfish (*Pomacanthus zonipectus*) with *C. mydas* was also recorded for the first time. Regulatory and conservation efforts will be required in the study area, which should be considered of vital importance in the lifecycle of sea turtles, as it plays a fundamental role in their feeding and symbiotic cleaning actions.

Keywords: Symbiosis, mutualism, turtle cleaning, Tropical Pacific Sea, Peru



Introducción

El litoral peruano, con una extensión de 3080 km (Ibanez-Erquiaga *et al.*, 2018), alberga una región de excepcional riqueza biológica y ecológica a lo largo de la costa oeste de Sudamérica (Miloslavich *et al.*, 2011). Este territorio costero abarca una variedad de hábitats marinos costeros, como islas, manglares, arrecifes rocosos y praderas marinas (Velez-Zuazo *et al.*, 2014; Quiñones *et al.*, 2015; Cruz-Motta *et al.*, 2022; Gómez-Sánchez *et al.*, 2022). En el norte del país (4 °S), la porción tropical del mar peruano es reconocida como un crisol de biodiversidad, caracterizada por un clima cálido, especies endémicas y una gran diversidad de especies migratorias, como las tortugas marinas (Hooker, 2009; Pacheco *et al.*, 2009; Chaca y Fernández, 2016; Condor-Lujar *et al.*, 2019; Cutipa-Luque *et al.*, 2020).

Las tortugas marinas realizan extensas migraciones entre áreas de alimentación y sitios de anidación y limpieza; recorren distancias transoceánicas de miles de kilómetros anualmente (Schofield *et al.*, 2017). En el Perú, encontramos cinco de las siete especies de tortugas marinas que existen actualmente (Alfaro-Shigueto *et al.*, 2011). Ellas utilizan aguas peruanas para alimentarse, reproducirse o como corredores migratorios (Hays-Brown y Brown, 1982; Kelez *et al.*, 2009; Velez-Zuazo *et al.*, 2014). La especie de tortuga más abundante es *C. mydas* (Linnaeus, 1758), que encuentra en las zonas costeras peruanas un hábitat de gran importancia para su desarrollo juvenil, subadulto y adulto, con áreas tanto de alimentación como de anidación (Velez-Zuazo *et al.*, 2014; Zavala y Kelez, 2016). En particular, las áreas de alimentación como los arrecifes rocosos ubicados en El Ñuro, distrito de Los Órganos, en el norte del Perú, proveen suficiente alimento y refugio para las tortugas marinas (Velez-Zuazo *et al.*, 2014), lo que resulta en prolongadas interacciones con la dinámica del ecosistema.

Por otro lado, en el entorno marino diversos organismos colonizan las superficies disponibles, ya sean sustratos no vivos como rocas, granos, conchas y metales, o sustratos vivos como los cuerpos de los animales marinos (Wahl, 1989; Schmidt y Warner, 1989; Harder, 2008). Las interacciones epibióticas, donde un organismo (epibionte) vive en la superficie de otro (basibionte), representan un área de investigación relevante en la ecología marina (Wahl *et al.*, 2012). Estas interacciones pueden abarcar una amplia gama de relaciones, desde mutualismo hasta parasitismo, y desempeñan un papel fundamental en la estructura y funcionamiento de los ecosistemas marinos (Goedknecht *et al.*, 2016). En la megafauna marina, las tortugas marinas albergan abundantes y diversas comunidades de epibiontes (Violante-Huerta, 2018; Blasi *et al.*, 2021). Para caracterizar estas comunidades epibiontes, se han compilado listas de especies que reportan la presencia de taxones epibiontes en poblaciones de tortugas marinas en todo el mundo (Frick *et al.*, 2013; Ramos-Rivera *et al.*,

2021). Los organismos que colonizan las tortugas marinas van desde microalgas como diatomeas y algas rojas, pardas o verdes, hasta invertebrados incrustantes como crustáceos (Blasi *et al.*, 2021), que se han encontrado tanto en las áreas duras del cuerpo (caparazón, cabeza y plastrón) como en las áreas blandas (aletas, cuello y cola) (Casale *et al.*, 2012; Pfaller *et al.*, 2014; Majewska *et al.*, 2015; Robinson *et al.*, 2019; Blasi *et al.*, 2021).

En la mayoría de los casos, la presencia de organismos epibiontes perjudica la calidad de vida de los hospederos. Sin embargo, las tortugas marinas han desarrollado mecanismos para eliminar estos epibiontes por sí mismas mediante la acción mecánica (Schorfield *et al.*, 2006). Además, se ha observado la interacción interespecífica entre tortugas marinas y peces de arrecife, donde los peces se alimentan de los epibiontes, generando una acción de limpieza mutuamente beneficiosa (Booth y Peters, 1972; Smith, 1988). Los peces limpiadores, a pequeña escala, remueven epibiontes, mucosidades y tejidos muertos de su «cliente» y, a gran escala, mantienen saludables los ecosistemas rocosos y de coral (Narvaez y Morais, 2020). Esta interacción interespecífica se conoce como «mutualismo» (Boucher *et al.*, 1982). La simbiosis de limpieza entre *C. mydas* y los peces de arrecife se ha registrado en el Indo-Pacífico (Booth y Peters, 1972; Losey *et al.*, 1994), Pacífico este (Alzate *et al.*, 2006; Quimbayo *et al.*, 2016) y en el Atlántico, donde se han observado damiselas (Pomacentridae), mariposas (Chaetodontidae), lábridos (Labridae) y peces cirujano (Acanthuridae) desempeñando el papel de peces limpiadores (Booth y Peters, 1972; Losey *et al.*, 1994; Gasparini y Floeter, 2001; Sazima *et al.*, 2004; Maia-Nogueira *et al.*, 2010).

De esta manera, hasta el momento no se han registrado interacciones de limpieza mutualista entre las tortugas marinas y los peces en el Perú. Este hallazgo aumentará el conocimiento ecológico de los arrecifes del norte peruano y la importancia como área de limpieza para las tortugas marinas, lo que permitirá dedicar mayor esfuerzo en la regulación de actividades en estas zonas.

Por lo tanto, el objetivo de este estudio es describir los primeros registros de mutualismo entre los peces de arrecife del norte peruano y *C. mydas* en el Perú, y así identificar los ecosistemas submareales rocosos del norte peruano como áreas de limpieza para las tortugas marinas mediante la observación y el registro del comportamiento mutualista.

Materiales y métodos

Área de estudio

El área de estudio se encuentra en la parte sur de la playa Punta Veleros, distrito de Los Órganos, provincia de Talara, departamento de Piura (4°10'36.68"S - 81°8'47.16"O), incluido en la propuesta de reserva Mar Tropical de Grau (Minam, 2023) (figura 1).

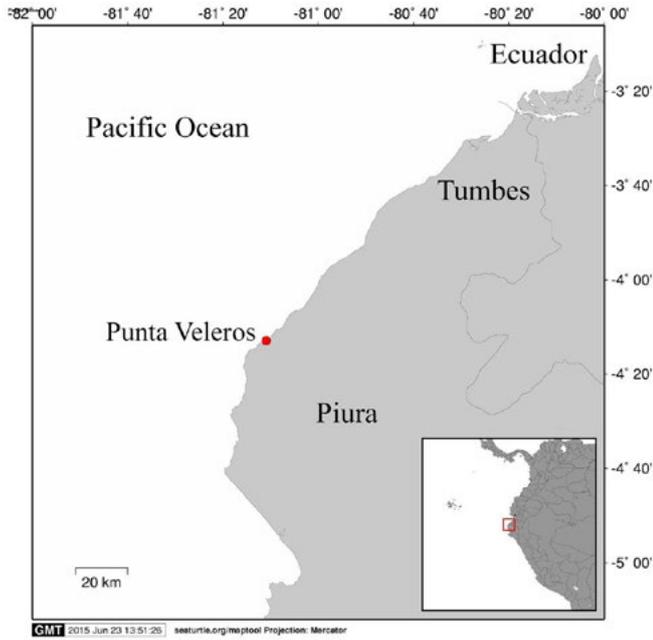


Figura 1. Mapa de área de estudio (4°10'36.68"S - 81°8'47.16"O).

El trabajo en campo se realizó en un arrecife rocoso cubierto principalmente por algas rojas, algas verdes, corales blandos y esponjas a profundidades entre los 5 y 10 metros.

Colecta de información biológica

Las observaciones del comportamiento mutualista entre las tortugas marinas y los peces de arrecife se realizaron de octubre de 2022 a marzo de 2023. Fueron 50 días no consecutivos de evaluación (entre 20 a 80 minutos de buceo). Se aplicó un punto transecto de 10 metros con el uso de equipo SCUBA con aire comprimido (21 % O₂) entre las 8:00 y 11:00 horas, hasta encontrar a las tortugas (Murphy y Jenkins, 2010). Se realizó un muestreo de punto focal (Boshon y Anciães, 2018), método utilizado en el registro visual de comportamiento animal. Así, se estudió a un individuo a la vez durante aproximadamente 1 minuto, con el uso de una cámara de acción GoPro. Se registró la postura de la tortuga y las especies de peces durante el comportamiento de limpieza (Grossman et al., 2006), así como la profundidad del comportamiento mutualista. Los peces fueron identificados de acuerdo con características como el color, el tamaño y los patrones específicos (Hoffman, 1983) con el uso de la guía visual *Galapagos Fish ID* de Humman y Deloach (2003) y la herramienta online «Coastal Fish of the Eastern Pacific, Online Information System» del Instituto de Investigación Tropical Smithsonian (<https://biogeodb.stri.si.edu/sftep/es/findafish>).

Resultados

Durante el periodo de estudio se registraron nueve eventos de interacción mutualista entre individuos de *C. mydas* con seis peces de arrecife entre los 5 y 8 metros de profundidad (tabla 1).

Tabla 1. Especies de peces realizando limpieza a *C. mydas*

Fecha (d.m.a)	Profundidad (metros)	Especie de pez y número de individuos
10.10.2022	5-8	Vieja <i>Bodianus diplotaenia</i> (4) Damisela <i>Stegastes acapulcoensis</i> (1) Pez ángel Cortez <i>Pomacanthus zonipectus</i> (8)
13.10.2022	6	Vieja <i>Bodianus diplotaenia</i> (2)
30.11.2022	6	Vieja <i>Bodianus diplotaenia</i> (6)
31.12.2022	5	Vieja <i>Bodianus diplotaenia</i> (1)
20.2.2023	5	Vieja <i>Bodianus diplotaenia</i> (1)
22.2.2023	5	Pez mariposa barbero <i>Johnrandallia nigrirostris</i> (1) Vieja <i>Bodianus diplotaenia</i> (1) Pez ángel real <i>Holacanthus passer</i> (1)
3.3.2023	5	Vieja <i>Bodianus diplotaenia</i> (2)
13.3.2023	5	Vieja <i>Bodianus diplotaenia</i> (2)
25.3.2023	6	Vieja <i>Bodianus diplotaenia</i> (1)

Se reportó seis especies de peces alimentándose de organismos epibiontes en las zonas duras y blandas de *C. mydas*. Individuos juveniles de *B. diplotaenia* (Gill, 1862) (Labridae) fueron los más abundantes limpiadores (figura 2), un individuo de *S. acapulcoensis* (Fowler, 1944) (Pomacentridae) *H. passeryi. nigrirostri*; mientras que ocho individuos de *P. zonipectus* (Gill, 1862) (Pomacentridae) fueron registrados (figura 3). *P. zonipectus* tenía preferencia por el centro del caparazón (Figura 3), en tanto que la *S. acapulcoensis* observada se alimentó en el extremo de la aleta trasera.



Figura 2. Juveniles de *B. diplotaenia* alimentándose de epibiontes en las extremidades y la cabeza / Juveniles of *B. diplotaenia* foraging on epibionts of flippers and head.





Figura 3. *P. zonipectus* alimentándose de epibiontes del caparazón / *P. zonipectus* foraging on epibionts over turtle carapaces.

Las tortugas nadaban pausadamente y se mantenían en flotabilidad neutra cerca de una pared de rocas dominadas por los peces mariposas de tres bandas (*Chaetodon humeralis*) y *J. nigrirostris* (Gill, 1862) y (Günther, 1860); se podía observar la presencia de juveniles de *B. diplotaenia* desplazándose entre la agregación de peces mariposas. En los días en que la corriente era moderada/fuerte, las tortugas nadaban contra la corriente cercana a la pared para desplazarse con mayor facilidad, mientras que los peces registrados se alimentaban de los epibiontes (tabla 1).

Los lugares donde se observaron los comportamientos mutualistas son comúnmente conocidos por los buceadores de la zona como la pared de las mariposas y los pasadizos. Ambos lugares se encuentran en el punto de buceo conocido como La Vuelta o Los Arrecifes de Punta Veleros.

Discusión

Peces y crustáceos exhiben comportamiento de limpieza, y son clasificados como limpiadores facultativos (realizan la limpieza solo durante etapas juveniles o de manera esporádica, buscando interacciones de limpieza como fuente de recursos) o como limpiadores obligados (especies que realizan la limpieza a lo largo de toda su vida) (Gibson y Barnes, 2000). Estas interacciones de limpieza suelen ocurrir en lugares designados como «estaciones de limpieza», que habitualmente incluyen estructuras de hábitat notables, como corales masivos, esponjas y grandes rocas (Losey, 1972; Gibson y Barnes, 2000).

En la actualidad, existen aproximadamente 208 especies de peces limpiadores pertenecientes a 106 géneros, que representan 36 familias (Vaughan *et al.*, 2016). Así, las 6 especies reportadas en este estudio representan el primer registro de este comportamiento en el mar peruano. Con respecto a los peces mariposa (Chaetodontidae), en Brasil (océano Atlántico) se conoce que *Chaetodon striatus* (Linnaeus, 1758) se alimenta de epibiontes, probablemente pequeños invertebrados, presentes en tortugas verde (*C. mydas*) (Maia-Nogueira *et al.*, 2010; Quiñones *et al.*, 2021). Asimismo, *J. nigrirostris* ha sido documentado como una

especie limpiadora dominante en el golfo de California e islas Malpelo (Hobson, 1865; Quimbayo *et al.*, 2016); fue el primer registro de esta especie en realizar una limpieza en tortugas verde (*C. mydas*). El género *Bodianus* ha sido reportado como uno de los peces limpiadores más importantes en el Caribe (Johnson y Ruben, 1988), Pacífico (Alzate *et al.*, 2006; Quimbayo *et al.*, 2016) y Atlántico (Quimbayo *et al.*, 2012).

Se conoce que adultos de *B. diplotaenia* no realizan limpieza a otros organismos y usualmente se les ve en solitario; mientras que los juveniles se agregan en grupos e interactúan para alimentarse de los epibiontes (limpiador facultativo); se observa una preferencia por las áreas blandas como aletas, cabeza y bordes del caparazón de la tortuga, tal cual lo reporta Hobsoni (1969) y el presente estudio (figura 2). Asimismo, el género *Pomacanthus*, tanto juveniles como adultos, fueron registrados realizando limpieza a otros organismos (Sazima *et al.*, 1999; Konow *et al.*, 2006; Quimbayo *et al.*, 2018). En el Pacífico, *H. passer* ha sido reportado como una especie que realiza limpieza en megafauna marina (Quimbayo *et al.*, 2016). Sin embargo, nuestro resultado reporta como nuevo cliente para esta especie a *C. mydas*.

Por otro lado, el ángel Cortés (*P. zonipectus*) tenía preferencia por el centro del caparazón y se logró observar una agregación para consumir el alimento (figura 3). Cabe resaltar que la tortuga que recibió la limpieza no tenía la aleta superior izquierda, y se notó una dificultad para nadar. Hipotetizamos que al tener menor movilidad esta puede ser objetivo de colonización de epibiontes, por lo que se aprecia gran parte del caparazón colonizado por algas (figura 3), lo que podría influenciar en la frecuencia de ocurrencia a estaciones de limpieza.

S. acapulcoensis observada realizando limpieza a una tortuga verde se acercó de manera tímida y se alimentó en el extremo de la aleta trasera en una tortuga que mantenía flotabilidad neutra. Las damiselas (Pomacentridae) son consideradas limpiadores ocasionales de otros peces (McCourt y Thomson, 1984; Sazima, 1986), y pocas especies de damiselas son reportadas realizando simbiosis de limpieza (Van Tassell *et al.*, 1994; Gibson y Barnes, 2000). De las tres especies de tortugas de la familia Cheloniidae asociadas a interacciones de limpieza (Schofield *et al.*, 2006; Sazima *et al.*, 2010; Grossman *et al.*, 2016), las tortugas verdes tienen el mayor número de especies de peces asociadas a la limpieza (Sazima *et al.*, 2010). Se trata del primer registro de limpieza por parte de las especies identificadas en este estudio para el Perú.

Por otro lado, la postura y el comportamiento de las tortugas reportadas en este estudio son similares a los reportados para la misma especie y la tortuga carey, *Eretmochelys imbricata* (Linnaeus, 1766) (Cheloniidae) (Losey *et al.*, 1994; I. Sazima *et al.*, 2004; Grossman *et al.*, 2006; Mendonca, 2009; Maia-Nogueira *et al.*, 2010) (figura 4). Esto fortalece la hipótesis de que la simbiosis entre

tortugas marinas y peces de arrecife sigue el patrón descrito por Grossman *et al.* (2006) en el archipiélago de Fernando de Noronha (Brasil), el cual menciona que las tortugas flotan en la columna de agua realizando una postura oblicua con sus extremidades extendidas hacia abajo, y se mueven principalmente para sostener su posición en flotabilidad neutra mientras los peces se acercan para realizar la limpieza de epibiontes. Aparentemente, no hay especificidad entre una especie de tortuga y una postura particular. Sin embargo, una determinada postura podría estar relacionada con los hábitos de la especie del pez asociado a la interacción de limpieza (Sazima *et al.*, 2010).



Figura 4. Posición de las tortugas al momento de ser limpiadas: (a) se mantienen en flotabilidad neutra o (b) nadan lentamente cerca de la pared de roca / Position of turtles when cleaned: (a) remain in neutral buoyancy or (b) swim slowly close to the rock wall.

Futuras investigaciones deberían estudiar el comportamiento de los peces limpiadores para identificar las relaciones interespecíficas donde ocurre el mutualismo y entender en una mayor escala el funcionamiento de esta estación de limpieza, así como el impacto que esto tiene en la salud de las tortugas marinas. En el estudio de Sun *et al.* (2015), se determinó que la presencia de especies limpiadoras permite una mayor abundancia de especies de arrecifes, en comparación con escenarios sin especies limpiadoras. Una vez identificadas estas áreas como zonas de limpieza de tortugas marinas, será de gran importancia realizar acciones de conservación que gestionen una pesca sostenible en el arrecife rocoso, al igual que actividades recreativas responsables que no afecten la salud de los arrecifes ni la interacción interespecífica. Se debe mencionar que el principal arte de pesca de la comunidad de pescadores artesanales de Los Órganos son las redes de fondo de monofilamento, las cuales, al perderse, podrían ocasionar pesca fantasma (SPDA, 2020). Durante los buceos en el área de estudio y arrecifes rocosos aledaños, se han presenciado redes fantasmas enredadas, que capturaban especies y destruían estructuras como corales blandos.

Además, se requiere mayor esfuerzo de investigación para conocer la variabilidad del comportamiento de

limpieza y la red de interacciones mutualistas entre los peces, o si esta área es una estación de limpieza temporal o permanente para las tortugas verdes. Caracterizar e identificar las zonas de reproducción, anidación, alimentación y limpieza de tortugas marinas ayudaría a desarrollar medidas para el manejo adecuado de estas áreas, que son de suma importancia para el ciclo de vida de las tortugas verdes en territorio peruano, como se ha realizado en países aledaños (Eckert, 2001; Troëng y Ranking 2005; Chaves *et al.*, 2017; Guzman-Hernández *et al.*, 2022; Rojas *et al.*, 2022). De esta manera, con la información recopilada se puede implementar un plan de manejo de la zona marino-costera integrado, el cual incluya acciones para la mitigación de la captura incidental, regulaciones para evitar las redes fantasma en los arrecifes identificados, la alteración de playas de anidación, regulaciones para una adecuada actividad turística y sensibilización de la ciudadanía a través de campañas educativas. Cabe resaltar que el lugar de estudio se encuentra dentro de una propuesta para la creación de un área marina protegida: Mar Tropical de Grau (Cutipa-Luque *et al.*, 2020; Guzman-Hernández *et al.*, 2022; Minam, 2023). Su implementación aumentará los esfuerzos de conservación hacia una especie amenazada y protegida por el gobierno peruano establecido en el Plan Nacional de Conservación de las Tortugas Marinas en el Perú (Serfor, 2018 y 2019).

Por otro lado, se debe recalcar que a menos de 1 km del área de estudio, en el muelle del Desembarcadero de Pesca Artesanal de Los Órganos, se ha desarrollado una actividad de turismo masivo no regulado de nado con tortugas marinas, las cuales son alimentadas diariamente con residuos de la pesca artesanal (Serfor, 2019). Esta actividad podría estar impactando en su salud y en su movilidad, lo que a su vez podría estar incrementando la abundancia de epibiontes. Por este motivo, estas relaciones simbióticas de limpieza para las tortugas marinas serían aún más importantes.

Este nuevo registro de simbiosis entre tortugas marinas y peces de arrecife, así como el creciente número de especies de peces caracterizadas como limpiadoras (Maia-Nogueira *et al.*, 2010), sugieren que este comportamiento es más común de lo que se estima, al punto que las tortugas llegan a seleccionar estos arrecifes como estaciones de limpieza (Smith, 1988; Losey *et al.*, 1994, Sazima *et al.*, 2004, Grossman *et al.*, 2006, Maia-Nogueira *et al.*, 2010). Futuros estudios de este tipo complementarán estos hallazgos en territorio peruano.

Por último, al momento de aproximarnos hacia las tortugas, rápidamente huían hacia la dirección opuesta a donde nos encontrábamos, excepto en los casos donde había corriente. Las burbujas emitidas por el equipo SCUBA podrían ser causa de esta perturbación, por lo que en futuras investigaciones es recomendable utilizar vehículos operados remotamente (ROVS) (Smolowitz *et al.*, 2015), cámaras estacionarias (Siegfried *et al.*, 2021) o CCR (*closed*



circuit rebreather), para no interferir en el comportamiento de la especie al registrar el comportamiento mutualista (Lindfield *et al.*, 2014; Andradi-Brown *et al.*, 2018).

Conclusión

El área de estudio es utilizada como estación de limpieza donde individuos de *C. mydas* frecuentan para ser limpiadas por peces de arrecifes. Se trata del primer registro de un comportamiento mutualístico entre estas especies en el Perú. Además, se reporta por primera vez la interacción de damisela (*Stegastes acapulcoensis*), pez mariposa barbero (*Johnrandallia nigrirostris*), pez ángel emperador (*Holacanthus passer*) y pez ángel Cortés (*Pomacanthus zonipectus*) con *C. mydas*. Este hallazgo da a conocer la importancia de la dinámica de los arrecifes rocosos del norte peruano para especies protegidas como las tortugas marinas. Es importante que se tomen medidas de regulación de las principales actividades de la pesca, la contaminación y el turismo que suceden en esta zona para la conservación de los ecosistemas de arrecifes rocosos.

Agradecimientos

A Chelonia Dive Center y Spondylus DC y sus buzos por la logística al momento de realizar las inmersiones y registrar los eventos de interacción entre especies. El trabajo fue autofinanciado por los centros de buceo.

Contribución de los autores

D. C.: recolección de data, redacción del manuscrito, revisión del manuscrito.

A. Z.: recolección de data, elaboración de figuras, redacción del manuscrito.

M. E.: recolección de data y revisión del manuscrito.

Conflictos de intereses

Los autores no tienen conflictos de interés que declarar.

Referencias bibliográficas

- Alfaro-Shigueto, J., Mangel, J. C., Bernedo, F., Dutton, P. H., Seminoff, J. A. y Godley, B. J. (2011).** «Small-scale fisheries of Peru: a major sink for marine turtles in the Pacific». *Journal of Applied Ecology*, 48(6), pp. 1432-1440.
- Alzate, A., Llanes, T. J., Rodríguez-Moreno, M. y Zapata, F. A. (2006).** «Interacciones de limpieza entre peces en arrecifes coralinos y rocosos de Isla Gorgona». En: *Informe del estado de los ambientes marinos y costeros en Colombia, 2005* (pp. 130-142). Santa Marta: Invemar.
- Andradi-Brown, D. A., Gress, E., Laverick, J. H., Monfared, M. A., Rogers, A. D. y Exton, D. A. (2018).** «Wariness of reef fish to passive diver presence with varying dive gear type across a coral reef depth gradient». *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 98(7), pp. 1733-1743.
- Bosholn, M. y Anciães, M. (2018).** «Focal animal sampling». *Encyclopedia of animal cognition and behavior*, pp. 1-3.
- Booth, J. y Peters, J. A. (1972).** «Behavioural studies on the green turtle (*Chelonia mydas*) in the sea». *Animalur*, 20, pp. 808-812.
- Boucher, D., James, S. y Keeler, K. (1982).** «The ecology of mutualism». *Annual Reviews*, 13, pp. 315-347.
- Blasi, M. F., Rotini, A., Bacchi, T., Targusi, M., Ferraro, G. B., Vecchioni, L., Alduina, L. y Migliore, L. (2021).** «On *Caretta caretta*'s shell: first spatial analysis of micro-and macro-epibionts on the Mediterranean loggerhead sea turtle carapace». *Marine Biology Research*, 17(7-8), pp. 762-774.
- Casale, P., D'addario, M., Freggi, D. y Argano, R. (2012).** «Barnacles (Cirripedia, Thoracica) and associated epibionts from sea turtles in the central Mediterranean». *Crustaceana*, 85(4-5), pp. 533-549.
- Chaca, J. J. B. y Fernández, H. S. V. (2016).** «Clasificación de las regiones naturales del Perú». *Boletín*, 3.
- Chaves, J. A., Peña, M., Valdés-Urbe, J. A., Muñoz-Pérez, J. P., Vallejo, F., Heidemeyer, M., & Torres-Carvajal, O. (2017).** «Connectivity, population structure, and conservation of Ecuadorian green sea turtles». *Endangered Species Research*, 32, pp. 251-264.
- Condor-Lujan, B., Azevedo, F., Hajdu, E., Hooker, Y., Willenz, P. y Klautau, M. (2019).** «Tropical Eastern Pacific Amphoriscidae Dendy, 1892 (Porifera: Calcarea: Calcaronea: Leucosolenida) from the Peruvian coast». *Marine Biodiversity*, 49, pp. 1813-1830.
- Cruz-Motta, J. J., Miloslavich, P., Guerra-Castro, E., Hernández-Agreda, A., Herrera, C., Barros, F., Navarrete, S. A., Sepúlveda, R. D., Glasby, T. M., Bigatti, G., Cardenas-Calle, M., Carneiro, P. B. M., Carranza, A., Flores, A. A. V., Gil-Kodaka, P., Gobin, J., Gutiérrez, J. L., Klein, E., Krull, M., Lazarus, J. F., Londoño-Cruz, E., Lotufo, T., Macaya, E. C., Mora, C., Mora, E., Palomo, G., Parragué, M., Pellizzari, F., Retamales, R., Rocha, R. M., Romero, L. (2020).** «Latitudinal patterns of species diversity on South American rocky shores: Local processes lead to contrasting trends in regional and local species diversity». *Journal of Biogeography*, 47, pp. 1966-1979. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/jbi.13869>
- Cutipa-Luque, L. M., Alvariano, L. y Iannacone, J. (2020).** «Situación actual de las áreas marinas protegidas en el Perú y propuestas de conservación». *Paideia XXI*, 10(2), pp. 573-612.
- Eckert, K. L. (2001).** «Estado de conservación y distribución de la tortuga laúd, *Dermochelys coriacea*, en la Región del Gran Caribe». *Conservación de tortugas marinas en la región del Gran Caribe: un diálogo para el manejo regional efectivo*, 25.
- Forsberg, K., Casabonne, F. y Castillo, J. (2012).** «First evidence of green turtle nesting in Peru». *Mar Turtle Newsletter*, 133, pp. 9-11.
- Frick, M. G. y Pfaller, J. B. (2013).** «15 Sea Turtle Epibiosis». Disponible en: http://seaturtle.org/library/FrickMG_2013_InBiologyofseaturtlesVolumeIII_p399-426.pdf
- Gasparini, J. L. y Floeter, S. R. (2001).** «The shore fishes of Trinidad Island, southwestern Atlantic». *Journal of Natural History*, 35, pp. 1639-1656.
- Gibson, R. N. y Barnes, M. (2000).** «Evolution and ecology of cleaning symbioses in the sea». *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review*, 38, p. 311.
- Gómez-Sánchez, R., Cuba, D. y Aponte, H. (2022).** «Sobre la necesidad de descentralización y diversificación de la investigación en humedales costeros peruanos». *The Biologist (Lima)*, 20, pp. 121-150.
- Goedknecht, M. A., Feis, M. E., Wegner, K. M., Luttkhuizen, P. C., Buschbaum, C., Camphuysen, K. (C. J.), van der Meer, J. y Thieltges, D. W. (2016).** «Parasites and marine invasions: Ecological and evolutionary perspectives». *Journal of Sea Research*, 113, pp. 11-27. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.seares.2015.12.003>
- Grossman, A., Sazima, C., Bellini, C. y Sazima, I. (2006).** «Cleaning symbiosis between hawksbill turtles and reef fishes at Fernando de Noronha Archipelago, off Northeast Brazil». *Chelonian Conservation and Biology*, 5(2), pp. 284-288.
- Guzmán-Hernández, V., Del Monte-Luna, P., López-Castro, M. C., Uribe-Martínez, A., Huerta-Rodríguez, P., Gallegos-Fernández, S. A., Azanza-Ricardo, J., Martínez-Portugal, R. C., Barragán-Zepeda, A. K., Quintana-Pali, G. P., Martín-Viaña, Y. F., Gómez-Ruiz, P. A., Acosta-Sánchez, H. H., López-Hernández, M., Castañeda-Ramírez, D. G., Ortiz, A. y Cuevas, E. (2022).** «Recuperación de poblaciones de tortuga verde y sus interacciones con la duna costera como línea base para una restauración ecológica integral». *Acta Botánica Mexicana*, 129. Disponible en: <https://doi.org/10.21829/abm129.2022.1954>
- Harder, T. (2008).** «Marine epibiosis: concepts, ecological consequences and host defence. En: *Springer Series on Biofilms* (pp. 219-231). Berlín: Springer.
- Hays-Brown, C. y Brown, W. M. (1982).** «Status of sea turtles in the southeastern Pacific: emphasis on Peru». En: *Biology and conservation of sea turtles* (pp. 235-240). Washington DC: Smithsonian Press.
- Hirth, H. F. (1997).** «Synopsis of the biological data on the green turtle *Chelonia mydas* (Linnaeus, 1758)». *Biological Report*, 97(1).
- Hobson, E. S. (1965).** «Diurnal-nocturnal activity of some inshore fishes in the Gulf of California». *Copeia*, 3, pp. 291-302
- Hobson, E. S. (1969).** «Comments on certain recent generalizations regarding cleaning symbiosis in fishes». *Pacific Science*, 23.
- Hoffman, S. G. (1983).** «Sex-related foraging behavior in sequentially hermaphroditic hogfishes (*Bodianus* spp.)». *Ecology*, 64(4), pp. 798-808.
- Hooker, M. (2009).** «Nuevos registros de peces costeros tropicales para el Perú». *Revista Peruana de Biología*, 16(1), pp. 33-41.
- Humman, P. y DeLoach, N. (2003).** *Reef fish identification. Galapagos. Florida: New World Publications.*
- Ibanez-Erquiaga, B., Pacheco, A. S., Rivadeneira, M. M. y Tejada, C. L. (2018).** «Biogeographical zonation of rocky intertidal communities along the coast of Peru (3.5-13.5° S Southeast Pacific)». *PLOS ONE*, 13(11), e0208244. Disponible en: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0208244>
- Jiménez, A., Pingo, S., Alfaro-Shigueto, J., Mangel, J. C. y Hooker, Y. (2017).** «Feeding ecology of the green turtle *Chelonia mydas* in northern Peru». *Latin American Journal of Aquatic Research*, 45(3), pp. 585-596.



- Johnson, W. S. y Ruben, P. (1988).** «Cleaning behavior of *Bodianus rufus*, *Thalassoma bifasciatum*, *Gobiosoma evelynae*, and *Periclimenes pedersoni* along a depth gradient at Salt River Submarine Canyon, St. Croix». *Environmental Biology of Fishes*, 23, pp. 225-232.
- Kelez, S., Velez-Zuazo, X., Angulo, F. y Manrique, C. (2009).** «Olive Ridley *Lepidochelys olivacea* Nesting in Peru: The Southernmost Records in the Eastern Pacific». *Marine Turtle Newsletter*, 126, pp. 5-9.
- Konow, N., Fitzpatrick, R. y Barnett, A. (2006).** «Adult emperor angelfish (*Pomacanthus imperator*) clean giant sunfishes (*Mola mola*) at Nusa Lembongan, Indonesia». *Coral Reefs*, 25(2), pp. 208-208.
- Lindfield, S. J., Harvey, E. S., Mcllwain, J. L. y Halford, A. R. (2014).** «Silent fish surveys: bubble-free diving highlights inaccuracies associated with SCUBA-based surveys in heavily fished areas». *Methods in Ecology and Evolution*, 5(10), pp. 1061-1069.
- Loosey, G. S. (1972).** «The ecological importance of cleaning symbiosis». *Copeia*, 4, pp. 960-970.
- Maia-Nogueira, R., Medeiros, D. V., Jardim, A., Nunes, J. A. C. C. y Sampaio, C. L. S. (2010).** «Banded butterflyfish *Chaetodon striatus* (Chaetodontidae) cleaning the green turtle, *Chelonia mydas* (Cheloniidae)». *Marine Biodiversity Records*, 3.
- Majewska, R., Santoro, M., Bolaños, F., Chaves, G. y De Stefano, M. (2015).** «Diatoms and other epibionts associated with olive ridley (*Lepidochelys olivacea*) sea turtles from the Pacific Coast of Costa Rica». *PLOS ONE*, 10(6), e0130351.
- McCourt, R. M. y Thomson, D. A. (1984).** «Cleaning behavior of the juvenile panamic sergeant major *Abudefduf troschelii*, with resume of cleaning associations in the gulf of California and adjacent waters». *California Fish and Game*, 70(4), pp. 234-239.
- Miloslavich, P., Klein, E., Díaz, J. M., Hernández, C. E., Bigatti, G., Campos, L., Artigas, F., Castillo, J., Penchaszadeh, P. E., Neill, P. E., Carranza, A., Retana, M. V., Astarloa, J. M. D. de, Lewis, M., Yorio, P., Piriz, M. L., Rodríguez, D., Yoneshigue-Valentin, Y., Gamboa, L., Martín, A. (2011).** «Marine biodiversity in the Atlantic and Pacific Coasts of South America: Knowledge and gaps». *PLOS ONE*, 6, e14631. Disponible en: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0014631>
- Ministerio del Medio Ambiente. (2023).** «Resolución Ministerial N.º 295-2023-MINAM».
- Murphy, H. M. y Jenkins, G. P. (2010).** «Observational methods used in marine spatial monitoring of fishes and associated habitats: a review». *Marine and Freshwater Research*, 61(2), pp. 236-252.
- Narvaez, P. y Morais, R. (2020).** «Filling an empty role: first report of cleaning by pygmy angelfishes (Centropyge, Pomacanthidae)». *Galaxea, Journal of Coral Reef Studies*, 22(1), pp. 31-36. Disponible en: https://doi.org/10.3755/galaxea.22.1_31
- Pfeller, J. B., Alfaro-Shigueto, J., Balazs, G. H., Ishihara, T., Kopitsky, K., Mangel, J. C., Peckham, S. H., Bolten, A. B., Bjorndal, K. A. (2014).** «Hitchhikers reveal cryptic host behavior: new insights from the association between *Planes major* and sea turtles in the Pacific Ocean». *Marine Biology*, 161, pp. 2167-2178. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s00227-014-2498-3>
- Quimbayo, J. P., Dias, M. S., Schlickmann, O. R. C. y Mendes, T. C. (2016).** «Fish cleaning interactions on a remote island in the Tropical Eastern Pacific». *Marine Biodiversity*, 47(2), pp. 603-608. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s12526-016-0493-2>
- Quimbayo, J. P., Floeter, S. R., Noguchi, R., Rangel, C. A., Gasparini, J. L., Sampaio, C. L. S., Ferreira, C. E. L. y Rocha, L. A. (2012).** «Cleaning mutualism in Santa Luzia (Cape Verde Archipelago) and São Tomé Islands, Tropical Eastern Atlantic». *Marine Biodiversity Records*, 5, e118. Disponible en: <https://doi.org/10.1017/S175526721200108X>
- Quimbayo, J. P., Schlickmann, O. R. C., Floeter, S. R. y Sazima, I. (2018).** «Cleaning interactions at the southern limit of tropical reef fishes in the Western Atlantic». *Environmental Biology of Fishes*, 101, pp. 1195-1204.
- Quiñones, J., García-Godos, I., Llapapasca, M., Van Ordt, F. y Paredes, E. (2015).** «The black sea turtle (*Chelonia mydas agassizii*) at Lobos de Tierra Island, Northern Peru: High densities in small areas». *South American Journal of Herpetology*, 10(3), pp. 178-186.
- Quiñones, J., Quispe, S., Romero, C. y Paredes, E. (2021).** «Parámetros poblacionales y biológicos de la tortuga verde del Pacífico este *Chelonia mydas agassizii* en Paracas-Pisco, principal zona de reclutamiento en el Pacífico sur este». *Boletín Instituto del Mar del Perú*, 36(1), pp. 106-130. Disponible en: <https://doi.org/10.53554/boletin.v36i1.322>
- Ramos-Rivera, B. S., Castro-Mondragon, H., Kuk-Dzul, J. G., Flores-Rodríguez, P. y Flores-Garza, R. (2021).** «Diversity of epibionts associated with *Lepidochelys olivacea* (Eschscholtz 1829) sea turtles nesting in the Mexican South Pacific». *Animals*, 11(6), p. 1734.
- Robinson, N. J., Lazo-Wasem, E. M., Butler, B. O., Lazo-Wasem, E. A., Zardus, J. D. y Pinou, T. (2019).** «Spatial distribution of epibionts on olive ridley sea turtles at Playa Ostional, Costa Rica». *PLOS ONE*, 14(9), e0218838.
- Rojas Baños, J., Ramírez-Bautista, A. y Moreno-Lara, I. (2022).** «Anidación de la tortuga verde, *Chelonia mydas* (CHELONIIDAE) en playa Chaparrales, Cazonos, Veracruz». *Revista Latinoamericana de Herpetología*, 5(3). Disponible en: <https://doi.org/10.22201/fc.25942158e.2022.3.525>
- Sazima, C., Grossman, A., Bellini, C. y Sazima, I. (2004).** «The moving gardens: reef fishes grazing, cleaning, and following green turtles in SW Atlantic». *Cybius*, 28(1), pp. 47-53.
- Sazima, C., Grossman, A. y Sazima, I. (2010).** «Turtle cleaners: reef fishes foraging on epibionts of sea turtles in the tropical Southwestern Atlantic, with a summary of this association type». *Neotropical Ichthyology*, 8, pp. 187-192.
- Sazima, I. (1986).** «Similarities in feeding behaviour between some marine and freshwater fishes in two tropical communities». *Journal of Fish Biology*, 29(1), pp. 53-65.
- Sazima, I., Moura, R. L. y Sazima, C. (1999).** «Cleaning activity of juvenile angelfish, *Pomacanthus paru*, on the reefs of the Abrolhos Archipelago, western South Atlantic». *Environmental Biology of Fishes*, 56, pp. 399-407.
- Sazima, I., Grossman, A. y Sazima, C. (2004).** «Hawksbill turtles visit moustached barbers: cleaning symbiosis between *Eretmochelys imbricata* and the shrimp *Stenopus hispidus*». *Biota Neotropica*, 4, pp. 1-6.
- Schofield, G., Katselidis, K. A., Dimopoulos, P. Pantis, J. D. y Hays, G. C. (2006).** «Behaviour analysis of the loggerhead sea turtle *Caretta caretta* from direct in-water observation». *Endangered Species Research*, 2, pp. 71-79.
- Schofield, G., Papafitsoros, K., Haughey, R. y Katselidis, K. (2017).** «Aerial and underwater surveys reveal temporal variation in cleaning-station use by sea turtles at a temperate breeding area». *Marine Ecology Progress Series*, 575, pp. 153-164.
- Schmidt, G. H. y Warner, G. F. (1989).** «Sessile marine animals on steel substrata: colonization and corrosion». *Biofouling*, 1(3), pp. 223-231.
- Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre, Serfor. (2018).** *Libro rojo de la fauna silvestre amenazada del Perú*. (1.ª ed.). Lima: Serfor.
- Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre, Serfor. (2019).** «Plan Nacional de Conservación de las Tortugas Marinas en el Perú 2019-2029».

- Siegfried, T. R., Fuentes, M. M., Ware, M., Robinson, N. J., Roberto, E., Piacenza, J. R. y Piacenza, S. E. (2021).** «Validating the use of stereo-video cameras to conduct remote measurements of sea turtles». *Ecology and Evolution*, 11(12), pp. 8226-8237.
- Smith, S. H. (1988).** «Cleaning of the hawksbill turtle (*Eretmochelys imbricata*) by adult french angelfish (*Pomacanthus paru*)». *Herpetological Review*, 19, p. 55.
- Smolowitz, R. J., Patel, S. H., Haas, H. L. y Miller, S. A. (2015).** «Using a remotely operated vehicle (ROV) to observe loggerhead sea turtle (*Caretta caretta*) behavior on foraging grounds off the mid-Atlantic United States». *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 471, pp. 84-91.
- Sociedad Peruana de Derecho Ambiental, SPDA. (2020).** «Artes y métodos de pesca del Perú». Serie ilustrativa. Lima: SPDA.
- Sun, D., Cheney, K. L., Werminghausen, J., Meekan, M. G., McCormick, M. I., Cribb, T. H. y Grutter, A. S. (2015).** «Presence of cleaner wrasse increases the recruitment of damselfishes to coral reefs». *Biology Letters*, 11(8), 20150456.
- Thiel, M., Macaya, E., Acuna, E., Arntz, W., Bastias, H., Brokordt, K., Camus, P., Castilla, J., Castro, L., Cortés, M., Dumont, C., Fernandez, M., Gajardo, J., Gaymer, C., Gonzalez, A., González, H. E., Haye, P., Illanes, J., Iriarte, J. y Vega, J. M. A., (2007).** «The Humboldt Current System of Northern and central Chile oceanographic processes, ecological interactions and socioeconomic feedback». *Oceanography and Marine Biology*, 45, pp. 195-344.
- Troëng, S. y Rankin, E. (2005).** «Long-term conservation efforts contribute to positive green turtle *Chelonia mydas* nesting trend at Tortuguero, Costa Rica». *Biological Conservation*, 121(1), pp. 111-116.
- Van Tassell, J. L., Brito, A. y Bortone, S. A. (1994).** «Cleaning behavior among marine fishes and invertebrates in the Canary Islands». *Cybium*, 18(2), pp. 117-127.
- Vaughan, D. B., Grutter, A. S., Costello, M. J. y Hutson, K. S. (2016).** «Cleaner fishes and shrimp diversity and a re-evaluation of cleaning symbioses». *Fish and Fisheries*, 18(4), pp. 698-716. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/faf.12198>
- Vélez-Zuazo, X., Quiñones, J., Pacheco, A. S., Klinge, L., Paredes, E., Quispe, S. y Kelez, S. (2014).** «Fast growing, healthy and resident green turtles (*Chelonia mydas*) at two neritic sites in the central and northern coast of Peru: Implications for conservation». *PLOS ONE*, 9, e113068.
- Violante-Huerta, M. (2018).** «La epibiosis en los grandes vertebrados marinos de México: una revisión y su relevancia ecosistémica». *Revista Peruana de Biología*, 25(3), pp. 335-342.
- Wahl, M. (1989).** «Marine epibiosis. I. Fouling and antifouling: some basic aspects». *Marine Ecology Progress Series*, 58, pp. 175-189.
- Wahl, M., Goecke, F., Labes, A., Dobretsov, S. y Weinberger, F. (2012).** «The second skin: ecological role of epibiotic biofilms on marine organisms». *Frontiers in Microbiology*, 3, 292.
- Zavala, A. y Kelez, S. (2016).** «Sea turtle nesting in Peru: Using citizen science and public participation to reveal overlooked nesting activity in the northern coast». *Book of abstracts. 27th International Congress for Conservation Biology and 4th European Congress for Conservation Biology*. Montpellier, Francia.

