

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

BIOLOGICAL AND POPULATION PARAMETERS OF THE GREEN SEA TURTLE *Chelonia mydas agassizii* IN PARACAS-PISCO, THE MAIN RECRUITMENT AREA IN THE SOUTHEAST PACIFIC

Javier Quiñones¹Sixto Quispe²Cynthia Romero¹Evelyn Paredes³

<https://doi.org/10.53554/boletin.v36i1.322>

RESUMEN

QUIÑONES J, QUISPE S, ROMERO C, PAREDES E. 2021. *Parámetros poblacionales y biológicos de la tortuga verde del Pacífico este, principal zona de reclutamiento en el Pacífico sur este. Bol Inst Mar Perú. 36(1): 106-130.* - Con el objetivo de determinar los principales parámetros poblacionales de la tortuga verde del Pacífico este (*Chelonia mydas agassizii*) el Instituto del Mar del Perú (IMARPE), mediante el Laboratorio Costero de Pisco, a partir del 2010 empezó las investigaciones biológicas en tortugas marinas, a través de monitoreos acuáticos en la ensenada de la Aguada, en Bahía Paracas, Pisco. Durante el periodo 2010- 2017 se determinó el largo curvo del caparazón (LCC), presentando promedio de $58,4 \pm 7,9$ cm (rango: 40,9 - 84,5 cm, n=438) con 88,7% de juveniles y 11,3% de sub-adultos. Estas tallas son las menores registradas en el Pacífico este para la especie. El número promedio de tortugas capturadas por km de red tendida por hora fue $1,03 \pm 1,23$ (rango: 0 - 5,9, n=83). Los principales epibiontes capturados fueron de origen costero - nerítico: *Platylepas hexastylus* (40,5%, n=570), *Stephanolepas muricata* (13,4%, n=189), *Conchoderma virgatum* (13,1%, n=184), *Ozobranchus margoii* (12,9%, n=181), *Chelonibia testudinaria* (10,3%, n=145), y también de origen pelágico - oceánico: *Lepas anatifera* (8,5%, n=120), *Planes cyaneus* (0,8%, n=11) y *Remora remora* (0,6%, n=7). Se evidencia la gran importancia de Paracas como una exclusiva zona de reclutamiento desde zonas oceánicas. Durante lo que va del proyecto (2010 - 2017) se realizaron 46 recapturas, de las cuales 41 fueron juveniles y 5 sub-adultos, también se reportaron 5 triples recapturas (todos juveniles). La residencia en el área, expresada en el número promedio de días utilizados por la especie en el área de alimentación fue de $306,2 \pm 166,9$ días (rango: 170 - 708, n=26), la tasa de crecimiento fue de $7,4 \pm 2,8$ cm/año (rango: 2,0 - 11,7, n=26), ambos análisis se realizaron considerando recapturas mayores a 170 días. El índice de condición corporal (BCI) promedio por año y por estadio fue mayor en juveniles (1,49) con respecto a los sub-adultos (1,43). La mayoría de los parámetros poblacionales fueron favorables, las altas tasas de crecimiento y de BCI en conjunto con las bajas tasas de recapturas demuestran que esta es una población grande, saludable y con posibles bajos niveles de endogamia. Paradójicamente es preocupante que aun subsistan capturas incidentales y dirigidas en la zona, por lo que son necesarias y urgentes las medidas de conservación y fiscalización en la zona de Pisco - Paracas.

PALABRAS CLAVE: *Chelonia mydas agassizii*, Paracas, parámetros poblacionales, tortuga verde del Pacífico este

ABSTRACT

QUIÑONES J, QUISPE S, ROMERO C, PAREDES E. 2021. *Biological and population parameters of the green sea turtle Chelonia mydas agassizii in Paracas-Pisco, the main recruitment area in the Southeast Pacific. Bol Inst Mar Peru. 36(1): 106-130.* - In 2010, the Instituto del Mar del Peru (IMARPE), via the Coastal Laboratory of Pisco, began biological research on sea turtles to determine the main population parameters of the green sea turtle (*Chelonia mydas agassizii*), through aquatic monitoring in the Aguada inlet, located in Paracas Bay, Pisco. Between 2010 and 2017, the curved carapace length (CCL) was determined, showing a mean of 58.4 ± 7.9 cm (range: 40.9 - 84.5 cm, n=438) with 88.7% of juveniles and 11.3% of sub-adults. These sizes are the smallest recorded in the eastern Pacific for the species. The mean number of turtles caught per km of net set per hour was 1.03 ± 1.23 (range: 0 - 5.9, n=83). The coastal-neritic epibionts caught were *Platylepas hexastylus* (40.5%, n=570), *Stephanolepas muricata* (13.4%, n=189), *Conchoderma virgatum* (13.1%, n=184), *Ozobranchus margoii* (12.9%, n=181), *Chelonibia testudinaria* (10.3%, n=145), and those of pelagic-oceanic origin were: *Lepas anatifera* (8.5%, n=120), *Planes cyaneus* (0.8%, n=11), and *Remora remora* (0.6%, n=7), thus evidencing the great importance of the area and one of the most important recruitment areas of the eastern Pacific. So far in the project (2010 - 2017), we have made 46 recaptures, of which 41 were juveniles and 5 sub-adults, plus 5 triple recaptures (all juveniles). So far in the project (2010-2017), we have made 46 recaptures, of which 41 were juveniles and 5 sub-adults, plus 5 triple recaptures (all juveniles). Residence in the area, expressed as the mean number of days used by the species in the feeding area was 306.2 ± 166.9 days (range: 170-708, n=26), the growth rate was 7.4 ± 2.8 cm/year (range: 2.0-11.7, n=26), both analyses were performed by considering recaptures greater than

1 IMARPE, Oficina de Investigaciones en Depredadores Superiores, Gral. Gamarra y Valle S/N Chucuito, Callao, jquinones@imarpe.gob.pe

2 IMARPE, Laboratorio Costero de Pisco, Av. Los Libertadores A-12, Urb. El Golf, Paracas, Ica, Perú

3 Marine Biology Research Group, Marine Training Platform, Ghent University, Krijgslaan 281/ S8, 9000 Ghent, Belgium

170 days. The mean body condition index (BCI) per year and per stage was higher in juveniles (1.49) than in sub-adults (1.43). Most of the population parameters were favorable. The high growth rates and BCI together with the low recapture rates demonstrate that this is a large, healthy population with possibly low levels of inbreeding. Paradoxically, we are concerned that there are bycatches and directed catches in the area, which is why conservation and control measures are urgently needed in Pisco-Paracas.

KEYWORDS: *Chelonia mydas agassizii*, Paracas, population parameters, green sea turtle

1. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial se han registrado siete especies de tortugas marinas, cinco de las cuales se encuentran en el territorio peruano: tortuga verde del Pacífico este (*Chelonia mydas agassizii*), tortuga pico de loro o golfina (*Lepidochelys olivacea*), tortuga laúd, dorso de cuero o tinglada (*Dermochelys coriacea*), tortuga cabeza amarilla (*Caretta caretta*) y tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*).

De estas, la pico de loro se encuentra en categoría vulnerable, la verde y la cabeza amarilla como amenazadas y la laúd y carey como críticamente amenazadas, figurando en la lista roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN); así como en el apéndice I (especies en verdadero grado de peligro) de CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres).

Los hábitats costero-neríticos en el Perú constituyen importantes áreas de alimentación para la tortuga verde del Pacífico este (DE PAZ *et al.*, 2007; QUIÑONES *et al.*, 2010; VELEZ-ZUAZO *et al.*, 2014) cuando se reclutan procedentes de zonas pelágico-oceánicas donde pasan los primeros 10 años de su vida (LUSCHI *et al.*, 2003), llegan a esas áreas luego de dispersarse tras eclosionar en sus principales playas de anidación como las islas Galápagos, Ecuador (GREEN, 1984; SEMINOFF, 2004), Michoacán (ALVARADO-DÍAZ *et al.*, 2001), islas Revillagigedo, México (HOLROYD & TREFRY, 2010) y Costa Rica (SANTIDRIAN-TOMILLO *et al.*, 2015; CLYDE-BROCKWAY, 2014).

La tortuga verde del Pacífico este (*C. mydas agassizii*) es una de las tortugas más abundantes en Perú, en donde existen varias zonas de alimentación a lo largo de la costa, siendo las principales: las costas de Tumbes (Punta Sal, Punta Mero, Bocapán, Puerto Pizarro y Casitas) ~3,5 - 4°S, Punta Restín ~4,5°S al norte del departamento de Piura (HAYS-BROWN & BROWN, 1982; ROSALES *et al.*, 2010); en la bahía de Sechura y estuario de Virrilá ~5,7°S al sur del departamento de Piura (SANTILLÁN, 2008; CÁCERES *et al.*, 2013; JIMENEZ *et al.*, 2017; PAREDES-CORAL, 2017), isla Lobos de Tierra ~6,5°S al norte del departamento de Lambayeque (QUIÑONES *et al.*, 2015a), bahía de Paracas ~14°S en la Región Ica (HAYS-BROWN & BROWN, 1982; DE PAZ *et al.*, 2007; VELEZ-ZUAZO *et al.*, 2014; QUIÑONES *et al.*, 2017) y Tambo de Mora ~13,3°S

1. INTRODUCTION

A total of seven sea turtle species have been recorded worldwide, five of which are found in Peruvian territory: green sea turtle (*Chelonia mydas agassizii*), olive ridley sea turtle (*Lepidochelys olivacea*), leatherback sea turtle (*Dermochelys coriacea*), loggerhead sea turtle (*Caretta caretta*), and hawksbill sea turtle (*Eretmochelys imbricata*).

They are listed in the red list of the International Union for Conservation of Nature (IUCN), as well as in Appendix I (species in real danger) of CITES (Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora). The olive ridley is classified as vulnerable; the green sea turtle and the loggerhead are listed as threatened, while the leatherback and the hawksbill appear as critically endangered.

Peruvian coastal-neritic habitats are important feeding grounds for green sea turtles (DE PAZ *et al.*, 2007; QUIÑONES *et al.*, 2010; VELEZ-ZUAZO *et al.*, 2014) when they recruit from pelagic-oceanic areas where they spend the first 10 years of their life (LUSCHI *et al.*, 2003). After hatching on their main nesting beaches, they arrive in these areas, such as the Galapagos Islands, Ecuador (GREEN, 1984; SEMINOFF, 2004), Michoacán (ALVARADO-DÍAZ *et al.*, 2001), the Revillagigedo Islands, Mexico (HOLROYD & TREFRY, 2010), and Costa Rica (SANTIDRIAN-TOMILLO *et al.*, 2015; CLYDE-BROCKWAY, 2014).

The green sea turtle (*C. mydas agassizii*) is one of the most abundant turtles in Peru, where there are several feeding grounds along the coast, including: the coasts of Tumbes (Punta Sal, Punta Mero, Bocapán, Puerto Pizarro, and Casitas) ~3,5 - 4°S, Punta Restín ~4,5°S north of the Piura Region (HAYS-BROWN & BROWN, 1982; ROSALES *et al.*, 2010); in Sechura Bay and the Virrilá estuary ~5,7°S south of the Piura Region (SANTILLÁN, 2008; CÁCERES *et al.*, 2013; JIMENEZ *et al.*, 2017; PAREDES-CORAL, 2017), Lobos de Tierra Island ~6,5°S north of the Lambayeque Region (QUIÑONES *et al.*, 2015a), Paracas Bay ~14°S in the Ica Region (HAYS-BROWN & BROWN, 1982; DE PAZ *et al.*, 2007; VELEZ-ZUAZO *et al.*, 2014; QUIÑONES *et al.*, 2017), and Tambo de Mora ~13,3°S in the same region (ARANDA & CHANDLER,

Región Ica (ARANDA & CHANDLER, 1989), así como más al sur en Arica, Chile (SIELFED *et al.*, 2019).

Si bien nuestro país ha ratificado su compromiso de trabajo para asegurar la conservación de las tortugas marinas mediante la adopción de varios acuerdos internacionales, como la Convención Interamericana para la Protección y Conservación de las Tortugas Marinas – CIT (Mayo 2001), la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres – CITES (Julio 1975), Convención sobre la conservación de las especies migratorias de animales silvestres – CMS (Junio 1997). En diciembre 2019 por medio de la Resolución de Dirección Ejecutiva N°253-2019-M SERFOR se aprobó el Plan Nacional de Conservación de Tortugas Marinas, el cual fue realizado por una serie de entidades públicas y privadas. Este plan es fundamental para poder contrarrestar las acciones antropogénicas que atentan contra las tortugas marinas en Perú.

La situación cobra particular importancia en el caso de la tortuga verde del Pacífico este (*Chelonia mydas agassizii*), debido a que se siguen reportando capturas incidentales, sobre todo en las pesquerías artesanales que usan redes de enmalle. Lamentablemente también subsisten hasta la fecha capturas dirigidas, uno de los lugares donde esta problemática es particularmente complicada es la zona de Pisco – San Andrés – Paracas. Por ejemplo, en un monitoreo sistemático realizado por IMARPE desde noviembre del 2009 hasta marzo del 2015; de un total de 953 tortugas, el 92,2% (n=898) de los caparazones identificados en los botaderos de la ciudad de Pisco correspondieron a la tortuga verde del Pacífico este, la cual presentó talla media de 59,2 ±9,6 cm LCC, correspondiendo el 83% a ejemplares juveniles, subadultos (15,4%) y solo el 1,6% fueron adultos. Lo más preocupante fue que la principal causa de muerte fue por capturas ilegales dirigidas para consumo humano directo (89%, n=899) (QUIÑONES *et al.*, 2017) por lo que las acciones de investigación y conservación en esta población en la bahía de Paracas es fundamental para su preservación.

En esta oportunidad y por octavo año consecutivo (2010-2017) y dentro del ámbito de las investigaciones del IMARPE se continuó con el trabajo de investigación, cuyo objetivo general es determinar los principales parámetros poblacionales y ecológicos de la tortuga verde del Pacífico este (*C. mydas agassizii*) en la ensenada La Aguada en Paracas y los objetivos específicos son: determinar la estructura de tallas y captura de unidad de esfuerzo sobre la tortuga verde del Pacífico este a nivel general y a escalas temporales en Paracas; analizar la cobertura de epibiontes y su procedencia, así como compararlas con otras zonas de alimentación; determinar los crecimientos con

1989), well as further south in Arica, Chile (SIELFED *et al.*, 2019).

Our country has ratified its commitment to ensuring the conservation of sea turtles through the adoption of several international agreements, such as the Inter-American Convention for the Protection and Conservation of Sea Turtles - IAC (May 2001), the Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora - CITES (July 1975), the Convention on the Conservation of Migratory Species of Wild Animals - CMS (June 1997). In December 2019, through Executive Direction Resolution N°253-2019-M SERFOR, the National Sea Turtle Conservation Plan was approved. This plan was developed by a series of public and private entities and is essential to prevent human threats to sea turtles.

The status of the green sea turtle (*Chelonia mydas agassizii*) is particularly important because bycatch continues to be reported, especially in artisanal fisheries using gillnets. Unfortunately, directed catches also persist to date. This problem is very complicated in the Pisco-San Andres-Paracas area. For example, in systematic monitoring carried out by IMARPE from November 2009 to March 2015 in the city of Pisco, there were 953 turtles, 92.2% (n=898) of the carapaces identified in the dumps corresponded to the green sea turtle, which had a mean size of 59.2 ±9.6 cm CCL, 83% of which were juveniles, subadults (15.4%), and only 1.6% were adults. What was most concerning was that the main cause of death was illegal catches for direct human consumption (89%, n=899) (QUIÑONES *et al.*, 2017) so research and conservation actions on this population in Paracas Bay are essential for its preservation.

We continued our work for the eighth consecutive year (2010-2017) and within the scope of IMARPE's research. This work aims to determine the main population and ecological parameters of the green sea turtle (*C. mydas agassizii*) in La Aguada inlet, Paracas, and the specific objectives are: To determine the size structure and catch per unit of effort at a general level and temporal scales; to analyze the epibiont coverage and its origin, as well as to compare it with other feeding areas; to determine the growth with capture-recapture techniques, residence in the area, and body condition index.

The study area was the southeastern part of the Paracas Bay (240 km south of Lima), in the Aguada

técnicas de captura – recaptura, residencia en el área e índice de condición corporal.

El área de estudio fue la parte sur este de la bahía de Paracas (240 km al sur de Lima), en la ensenada de la Aguada (Fig. 1). Cabe mencionar que esta área tiene fuerte influencia antropogénica, por parte de pescadores artesanales y del turismo náutico, a pesar de encontrarse dentro de los límites de la Reserva Nacional de Paracas, por lo que estudios sobre su ocurrencia, parámetros biológicos, ecología alimentaria entre otros son necesarios para su conservación en una de las principales zonas de alimentación de la especie en todo el Pacífico Sur este.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

Arte de pesca y capturas de tortugas: se utilizó la embarcación del IMARPE Don Manuel, de fibra de vidrio, modelo *starline* de 23 pies de largo, a bordo se utilizaron redes agalleras cortineras cuyos tamaños estuvieron entre 100 brazas (183 m) y 200 brazas (366 m). Se usaron empatadas entre 2 a 4 redes a lo largo, el tamaño de malla varió de 60-65 cm, que es la medida tradicional usada en San Andrés – Pisco,

inlet (Fig. 1). It is noteworthy that this area has strong anthropogenic influence, by artisanal fishermen and nautical tourism, despite being within the boundaries of the Paracas National Reserve, so studies on its occurrence, biological parameters, feeding ecology, among others, are necessary for its conservation in one of the main feeding areas of the species in the entire Southeast Pacific.

2. MATERIAL AND METHODS

Fishing gear and turtle catch: the IMARPE vessel Don Manuel, a 23-foot-long fiberglass Starline model, was used. We employed curtain gillnets ranging in size from 100 fathoms (183 m) to 200 fathoms (366 m). The mesh size varied from 60-65 cm, which is the size used in San Andres-Pisco, to traditionally catch sea turtles, and the length of the nets was between 2 to 4 nets tied together. The nets worked pelagically. When jellyfish were present in the area, two nets were set in La Aguada and the other two in Cangrejal and Sequión.

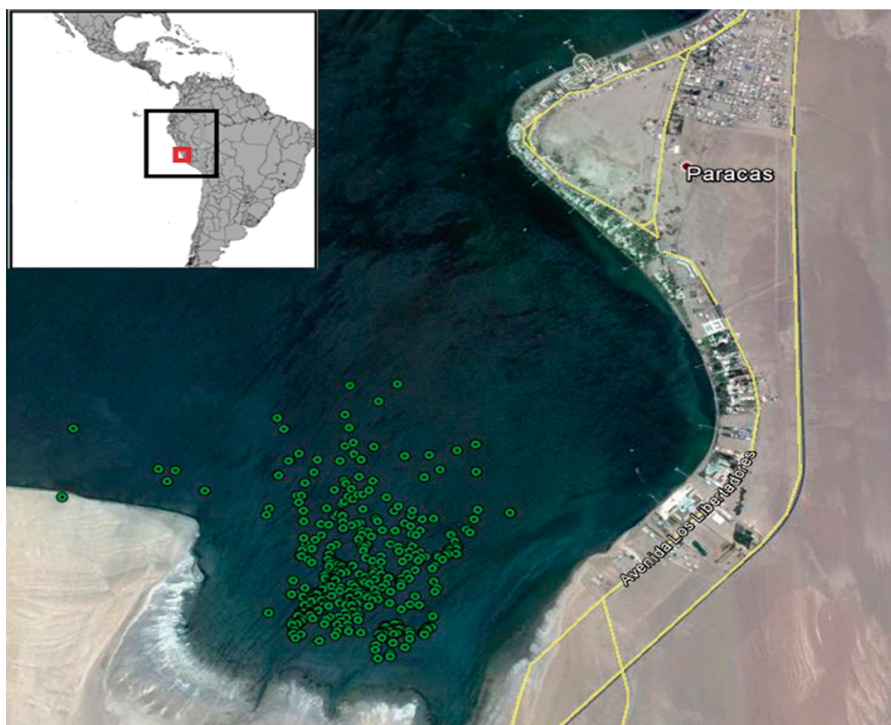


Figura 1.- Cobertura geográfica de las capturas de tortuga verde del Pacífico este (*Chelonia mydas agassizii*) en la ensenada La Aguada, bahía de Paracas. Monitoreo de Tortugas Marinas (2010 – 2017)

Figure 1.- Geographic coverage of green sea turtle (*Chelonia mydas agassizii*) catches in La Aguada inlet, Paracas Bay. Sea Turtle Monitoring (2010 - 2017)

para capturar tortugas marinas. Las redes trabajaban de manera pelágica, cuando había presencia de medusas en la zona se calaban dos redes en La Aguada y las otras dos redes en Cangrejal y Sequión.

Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE): la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) se expresa en número de tortugas capturadas por viaje, por kilómetro de red tendida y por tiempo de tendido. La técnica utilizada es una modificación de la metodología de WANG *et al.* (2015) donde se usaría el N° de tortugas capturadas, por 1 km de red cortinera tendida por hora. Para comparar si existían diferencias significativas entre estaciones y entre meses en la CPUE, se realizó la prueba de ANOVA de una sola vía.

También se efectuó revisión bibliográfica de la CPUE con redes de cortina de las capturas de tortuga verde en distintas zonas de alimentación en el Perú, y en países vecinos como Chile, Ecuador y en México estandarizándose en N° tortugas/km/h para comparar los valores.

Estructura por tallas y toma de información biológica: al capturar la tortuga se la protegía colocándole toallas húmedas sobre el animal para evitar su deshidratación; posteriormente se tomaron las medidas biométricas de Largo Curvo de Caparazón (LCC), Ancho Curvo de Caparazón (ACC), largo de plastrón, ancho de plastrón, largo total de cola, largo cloaca – cola, ancho de cabeza, todas al mm inferior.

Los estadios juveniles y subadultos serán estimados usando información de la talla mínima y talla media reportada por hembras anidantes en una de sus principales zonas de anidación en isla Isabella en Quinta Playa y playa Barahona en el archipiélago de Galápagos (ZÁRATE *et al.*, 2013).

Todos los individuos con tamaños por debajo de la talla mínima (<69 cm) serán categorizadas como juveniles, entre la mínima y la media (>=69 y <= 85 cm) serán categorizados como subadultos y los individuos por encima de la media (> 85 cm) serán considerados como adultos.

Si la condición corporal del animal (BCI) (BJORNDAL *et al.*, 2000) es adecuada y el animal tiene un peso mayor a los 20 kg se realiza la extracción del contenido esofágico con una bomba de agua manual usando la técnica de FORBES & LIMPUS (1993).

A las tortugas se las marcaron en las aletas con marcas metálicas *Inconel*, para determinar recapturas y residencia en el área. También, se obtuvieron muestras de piel en la zona del cuello con un bisturí nuevo, las cuales fueron conservadas en sal sin yodo y en alcohol

Catch Per Unit of Effort (CPUE): catch per unit effort (CPUE) is expressed in the number of turtles caught per trip, per kilometer of net set, and per time set. The technique used is a modification of the methodology of WANG *et al.* (2015) where we would use the number of caught turtles, per 1 km of curtain net set per hour. A one-way ANOVA test was used to compare whether there were significant differences in CPUE between seasons and months.

We also carried out a bibliographic review of the CPUE with curtain nets of green sea turtle catches in different feeding areas in Peru, and neighboring countries such as Chile, Ecuador, and Mexico, standardizing in N° turtles/km/h to compare the values.

Size structure and collection of biological information: when the turtle was caught, it was protected by placing wet towels on the animal to avoid dehydration; later, biometric measurements were taken of Curved Carapace Length (CCL), Curved Carapace Width (CCW), plastron length, plastron width, total tail length, cloaca-tail length, head width, all at the lower mm.

The juvenile and sub-adult stages will be estimated using the information on the minimum and mean size reported by nesting females in one of their main nesting areas on Isabella Island at Quinta Playa and Barahona Beach in the Galapagos archipelago (ZÁRATE *et al.*, 2013).

All individuals with sizes below the minimum size (<69 cm) will be categorized as juveniles, between the minimum and the mean (>=69 and <= 85 cm) will be categorized as subadults, and individuals above the mean (> 85 cm) will be considered as adults.

If the animal's body condition (BCI) (BJORNDAL *et al.*, 2000) is adequate and the animal weighs more than 20 kg, the esophageal contents is performed with a manual water pump using the technique of FORBES & LIMPUS (1993).

Turtles were tagged on their flippers with Inconel metal tags to monitor recaptures and residency in the area. Also, skin samples were obtained from the neck with a new scalpel. Then, we preserved them in salt without iodine and alcohol for future analysis of genetics and stable isotopes. The genetics project already has results that are

para futuros análisis de genética e isotopos estables. El proyecto de genética ya tiene resultados los cuales se realizan en colaboración con el Laboratorio de Genética de poblaciones del IMARPE.

Epibiontes y reclutamiento: las tortugas marinas constituyen un sustrato de fijación para una gran variedad de organismos, siendo los cirrípedos los más frecuentes, los que, además, proveen de sustrato y refugio a otros epibiontes y están considerados dentro de los organismos macroscópicos como los pioneros de la sucesión. Se recolectaron los epibiontes adheridos al caparazón y a otras zonas del cuerpo, luego fueron fijados en formol al 10% y almacenados en frascos de plástico para su posterior identificación.

La identificación de géneros y especies se realizó de acuerdo a los trabajos de DARWIN (1864), PILSBRY (1907) y BADILLO (2007). Se prestó especial atención al origen de los epibiontes, si tienen origen costero-nerítico o pelágico-oceánico. Se realizó un análisis comparativo entre los epibiontes de Paracas y los encontrados en el estuario de Virrilá, para determinar la procedencia, a través de la revisión de bibliografía con respecto a sus orígenes bio-geográficos.

Parámetros poblacionales (tiempo de residencia, tasas de crecimiento y condición corporal): para realizar estos cálculos es necesario tomar información desde el inicio del programa porque es ineludible tener una serie de tiempo de varios años para que los análisis sean valederos. Se presenta información desde marzo 2010 hasta diciembre 2017. Los tiempos de residencia fueron estimados como el tiempo comprendido entre la primera vez que se marcaron los ejemplares y la última vez que se capturó el mismo animal (el cual tiene el mismo código en las placas *inconel* puestas en las aletas), el intervalo de recaptura es expresado en años.

Las tasas de crecimiento fueron estimadas de la información de captura – recaptura y sus incrementos en longitudes registrados en cm del LCC (Largo Curvo de Caparazón). Para cada individuo la variación en talla fue estimada entre cada par de capturas. El índice de condición corporal fue calculado usando la fórmula: BCI (*Body Condition Index*) = Masa corporal / SCL (*Standard Carapace Length*). La masa corporal se define como el volumen del cuerpo de la tortuga para determinar si es saludable o no en términos macroscópicos. Este índice es usado como un predictor indirecto del estado nutricional o condición de salud del animal (BJORNDALE *et al.*, 2000). Para evitar errores en las mediciones y debido al corto periodo entre las recapturas, solo los intervalos de recapturas mayores a 170 días fueron considerados para la estimación de tasas de crecimiento y condición corporal (BCI).

performed in collaboration with the IMARPE's Laboratory of Population Genetics.

Epibionts and recruitment: sea turtles are an attachment substrate for a great variety of organisms, the most frequent being barnacles, which also provide substrate and shelter for other epibionts and are considered, among macroscopic organisms, as the pioneers of the succession of epibionts. We collected epibionts attached to the carapace and other areas of the body, which were then fixed in 10% formalin and stored in plastic jars for later identification.

The identification of genera and species was carried out according to the works of DARWIN (1864), PILSBRY (1907), and BADILLO (2007). Particular focus was given to the origin of the epibionts, whether they are coastal-neritic or pelagic-oceanic. We performed a comparative analysis between the epibionts from Paracas and those found in the Virrilá estuary, to determine the origin, through a review of the literature regarding their biogeographical origins.

Population parameters (residence time, growth rates, and body condition): it is necessary to take information from the beginning of the program to perform these calculations because it is essential to have a time series of several years for the analyses to be valid. We report information from March 2010 to December 2017. Residence times were estimated as the time between the first tagging and the last catch of the same animal (which has the same code on the *Inconel* tags attached to the flippers), the recapture interval is expressed in years.

Growth rates were estimated from the capture-recapture data and their length increments were recorded in cm (CCL-Curved Carapace Length). For each individual, length variation was estimated between each pair of catches. The body condition index was estimated using the formula: BCI (*Body Condition Index*) = Body Mass / SCL (*Standard Carapace Length*). Body mass is defined as the volume of the turtle's body to determine whether it is healthy or unhealthy in macroscopic terms. This index is used as an indirect predictor of the animal's nutritional status or health condition (BJORNDALE *et al.*, 2000). To avoid measurement errors and due to the short period between recaptures, only recapture intervals greater than 170 days were considered for the estimation of growth rates and body condition (BCI).

3. RESULTADOS

Captura por Unidad de Esfuerzo: El promedio de longitud de red tortuguera fue de 911 ± 266 m, (rango: 219,4 - 1261,9, n=83); durante el periodo 2014-2017 se capturaron 439 tortugas, el 99,5% de los ejemplares capturados pertenecieron a la tortuga verde del Pacífico este (*C. mydas agassizii*) 0,25% correspondió a la tortuga golfinia o pico de loro (*Lepidochelys olivacea*) y 0,25% a la tortuga cabezona u amarilla (*Caretta caretta*).

El número promedio de tortugas capturadas por hora de red tendida en 83 operaciones de pesca fue $0,89 \pm 4,5$ (rango: 0 - 4,6). El número de tortugas capturadas por km por hora de red tendida fue similar, presentando valores promedio de $1,03 \pm 1,23$ (rango 0 - 5,9). Existieron diferencias significativas entre la CPUE de las evaluaciones realizadas en el periodo 2010-2017 (one way ANOVA $P > 0,05$) (Fig. 2), siendo el año 2016 el que presentó los valores más altos, seguidos del 2014 y 2015, los valores más bajos fueron registrados el 2010 y el 2012, finalmente los años 2011, 2013 y 2017 presentaron valores medios.

El rango de TSM donde se capturaron fue de $15,1 \text{ }^\circ\text{C}$ a $22,8 \text{ }^\circ\text{C}$, presentando una temperatura media de $18,7 \text{ }^\circ\text{C}$ para todo el periodo evaluado.

Estructura de tallas: el largo estándar curvo del caparazón (LCC) promedio fue de $58,4 \pm 7,9$ cm (rango 40,9 - 84,5 cm, n = 438), lo que nos indica que el 88,7% fueron juveniles (n=388); el 11,3% (n=50) fueron sub adultos y 0% de ejemplares adultos (Fig. 3).

3. RESULTS

Catch Per Unit of Effort: The mean length of the net was 911 ± 266 m, (range: 219.4 - 1261.9, n=83). Between 2014-2017, a total of 439 turtles were caught, 99.5% of the specimens were green sea turtles (*C. mydas agassizii*), 0.25% were olive ridley sea turtles (*Lepidochelys olivacea*), and 0.25% were loggerhead sea turtles (*Caretta caretta*).

The mean number of turtles caught per hour of net set in 83 fishing operations was 0.89 ± 4.5 (range: 0-4.6). The number of turtles caught per km per hour of net set was similar, with mean values of 1.03 ± 1.23 (range 0-5.9). There were significant differences between the CPUE of the assessments conducted between 2010-2017 (one-way ANOVA $P > 0.05$) (Fig. 2), being 2016 the year that showed the highest values, followed by 2014 and 2015. The lowest values were recorded in 2010 and 2012, while 2011, 2013, and 2017 had mean values.

The SST range where they were captured was from $15.1 \text{ }^\circ\text{C}$ to $22.8 \text{ }^\circ\text{C}$, with a mean temperature of $18.7 \text{ }^\circ\text{C}$ for the whole period evaluated.

Size structure: the mean standard curved carapace length (CCL) was 58.4 ± 7.9 cm (range 40.9 - 84.5 cm, n = 438), indicating that 88.7% were juveniles (n=388), 11.3% (n=50) were sub-adults, and 0% were adults (Fig. 3).

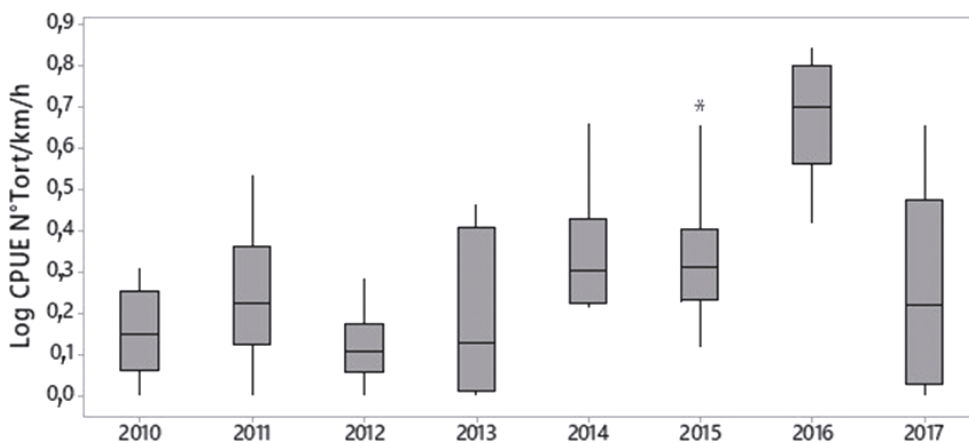


Figura 2.- Log CPUE (Captura por Unidad de Esfuerzo) de tortugas marinas por km y por hora de red tendida, expresadas en barras de error en logaritmo, en la ensenada "La Aguada", bahía de Paracas durante el periodo 2010-2017

Figure 2. Log CPUE (Catch Per Unit of Effort) of sea turtles per km and per hour of net set, expressed in log error bars, in La Aguada inlet, Paracas Bay (2010-2017)

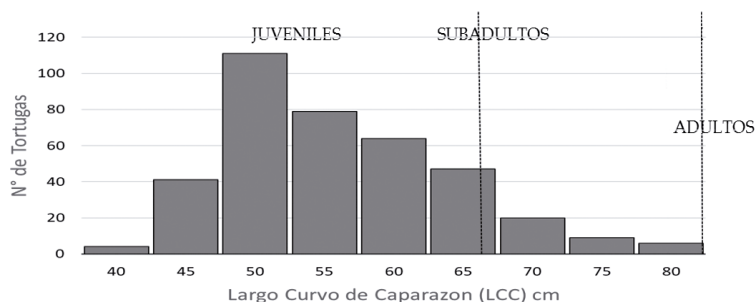


Figura 3.- Estructura de tallas de la tortuga verde del Pacífico este (*Chelonia mydas agassizii*) en la ensenada de La Aguada, bahía de Paracas, periodo 2010 – 2017

Figure 3. Size structure of the green sea turtle (*Chelonia mydas agassizii*) in La Aguada inlet, Paracas Bay (2010-2017)

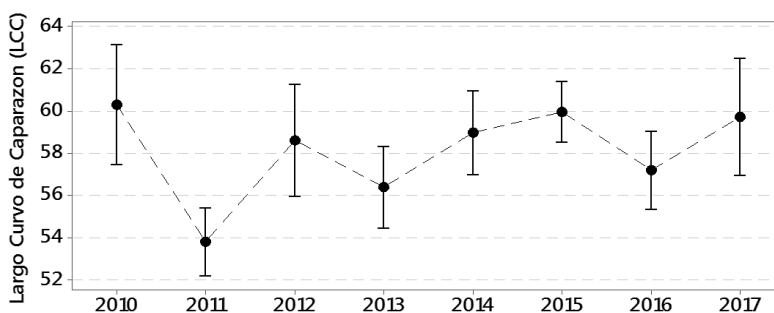


Figura 4.- Barras de error mostrando las diferencias de las tallas expresadas en Largo Curvo de Caparazón (LCC) de tortuga verde del Pacífico Este (*Chelonia mydas agassizii*) 2010 – 2017

Figure 4. Error bars showing differences in length expressed in Curved Carapace Length (CCL) of green sea turtles (*Chelonia mydas agassizii*) between 2010-2017

La longitud de juveniles (<69 cm LCC) fue de $56,3 \pm 5,9$ cm (rango 40,9 – 68,6) y la de subadultos (>69 cm y <85 cm LCC) fue de $73,7 \pm 4,1$ cm (rango 69 – 84,5). El peso promedio de los ejemplares capturados fue $26,9 \pm 11,7$ kg (rango 7,2 – 96 kg). No se encontraron diferencias significativas en la estructura por tallas (CCL).

The length of juveniles (<69 cm CCL) was 56.3 ± 5.9 cm (range 40.9 - 68.6) and the length of subadults (>69 cm and <85 cm CCL) was 73.7 ± 4.1 cm (range 69 - 84.5). The mean weight of the caught specimens was 26.9 ± 11.7 kg (range 7.2 - 96 kg). No significant differences were found in the size structure (CCL).

El análisis estadístico de comparación de medias en todos los años (2010 – 2017) no permitió encontrar diferencias significativas en la estructura de tallas (ANOVA; $F = 4,344$; $p = 0$). Sin embargo, sí se pudo apreciar que en el 2010 se reportaron las tortugas más grandes ($60,3 \pm 10,5$ cm LCC, $n=55$) seguido del 2015 ($60 \pm 7,4$ cm LCC, $n=104$) y el 2011 se registraron las más pequeñas ($53,8 \pm 4,8$ cm LCC, $n=36$) (Fig. 4).

The statistical analysis of the comparison of means in all years (2010-2017) did not allow finding significant differences in the size structure (ANOVA; $F = 4.344$; $p = 0$). However, it could be appreciated that in 2010 the largest turtles were reported (60.3 ± 10.5 cm CCL, $n=55$) followed by 2015 (60 ± 7.4 cm CCL, $n=104$), and the smallest were recorded in 2011 (53.8 ± 4.8 cm CCL, $n=36$) (Fig. 4).

El peso promedio fue de $26,9 \pm 11,7$ kg (rango 7,2 – 96 kg, $n=434$), se observó tendencia a disminuir en el tamaño y peso de los ejemplares, registrándose los más grandes y pesados al comienzo de la evaluación (2010 – 2014) disminuyendo en los últimos años (2016 – 2017) (Fig. 5).

The mean weight was 26.9 ± 11.7 kg (range 7.2 - 96 kg, $n=434$). We observed a decreasing pattern in the size and weight of the specimens, with the largest and heaviest specimens recorded at the beginning of the evaluation (2010-2014) while we found the smallest in recent years (2016-2017) (Fig. 5).

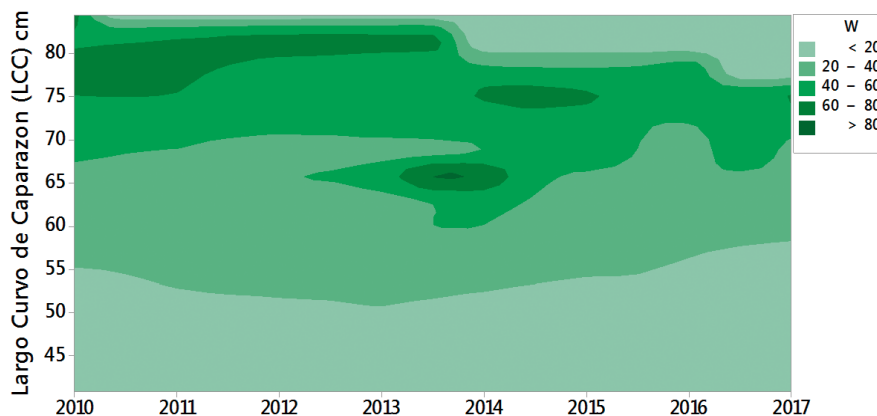


Figura 5.- Contornos con la variable Longitud (LCC cm) y variable peso (kg) para la tortuga verde del Pacífico Este (*Chelonia mydas agassizii*) en La Aguada, bahía de Paracas para el periodo 2010 – 2017

Figure 5. Contours with the variable length (CCL cm) and variable weight (kg) for the green sea turtle (*Chelonia mydas agassizii*) in La Aguada, Paracas Bay (2010-2017)

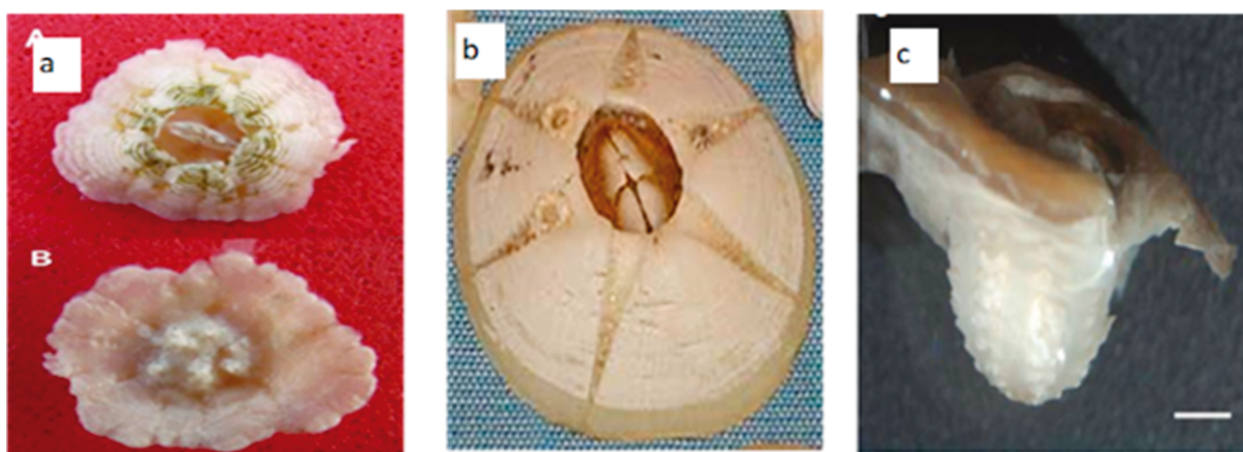


Figura 6.- Epibiontes costero – neríticos presentes en el caparazón y cuerpo de la tortuga verde del Pacífico este (*Chelonia mydas agassizii*). a) *Platylepas hexastylus*, b) *Chelonibia testudinaria*, c) *Stephanolepas muricata*, en La Aguada, bahía de Paracas. Adaptado de Quiñones et al., 2015c

Figure 6. Coastal-neritic epibionts present on the shell and body of the green sea turtle (*Chelonia mydas agassizii*). a) *Platylepas hexastylus*, b) *Chelonibia testudinaria*, c) *Stephanolepas muricata*, in La Aguada, Paracas Bay. Adapted from Quiñones et al., 2015c

Epibiontes: los principales epibiontes registrados con origen nerítico – costero fueron: *Platylepas hexastylus* (40,5%, n=570), *Stephanolepas muricata* (13,4%, n=189), *Conchoderma virgatum* (13,1%, n=184), *Ozobranchus margo* (12,9%, n=181) y *Chelonibia testudinaria* (10,3%, n=145) (Fig. 6.).

Por otro lado, los epibiontes registrados con origen pelágico – oceánico fueron: *Lepas anatifera* (8,5%, n=120), *Planes cyaneus* (0,8%, n=11) y *Remora remora* (0,6%, n=7) (Fig. 7). También se encontraron otros epibiontes como el bivalvo *Semimitylus algosus*, el cirrípedo incrustante *Stomatolepas elegans* y algunos anfípodos gamáridos y caprelídidos.

Epibionts: the main neritic-coastal epibionts recorded were: *Platylepas hexastylus* (40.5%, n=570), *Stephanolepas muricata* (13.4%, n=189), *Conchoderma virgatum* (13.1%, n=184), *Ozobranchus margo* (12.9%, n=181), and *Chelonibia testudinaria* (10.3%, n=145) (Fig. 6.).

On the other hand, the pelagic-oceanic epibionts were: *Lepas anatifera* (8.5%, n=120), *Planes cyaneus* (0.8%, n=11), and *Remora remora* (0.6%, n=7) (Fig. 7). We also found other epibionts such as the bivalve *Semimitylus algosus*, the encrusting barnacle *Stomatolepas elegans*, and some gammarid and caprellid amphipods.

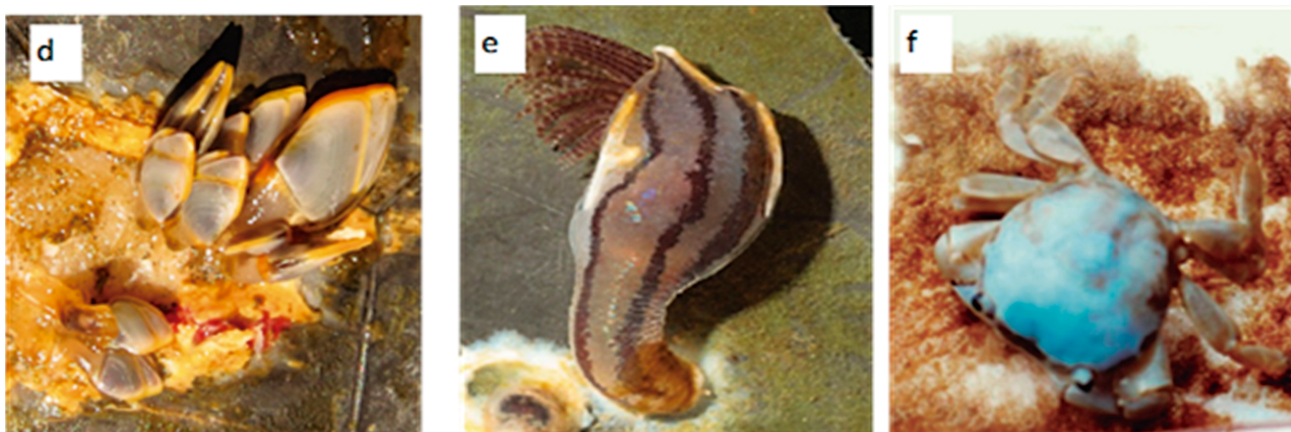


Figura 7.- Epibiontes pelágico – oceánicos presentes en el caparazón y cuerpo de la tortuga verde del Pacífico este (*Chelonia mydas agassizii*). d) *Lepas anatifera*, e) *Conchoderma virgatum*, f) *Planes cyaneus*, en La Aguada, Bahía de Paracas. Adaptado de QUIÑONES *et al.*, 2015c

Figure 7. Pelagic-oceanic epibionts present on the carapace and body of the green sea turtle (*Chelonia mydas agassizii*). d) *Lepas anatifera*, e) *Conchoderma virgatum*, f) *Planes cyaneus*, in La Aguada, Paracas Bay. Adapted from QUIÑONES *et al.*, 2015c

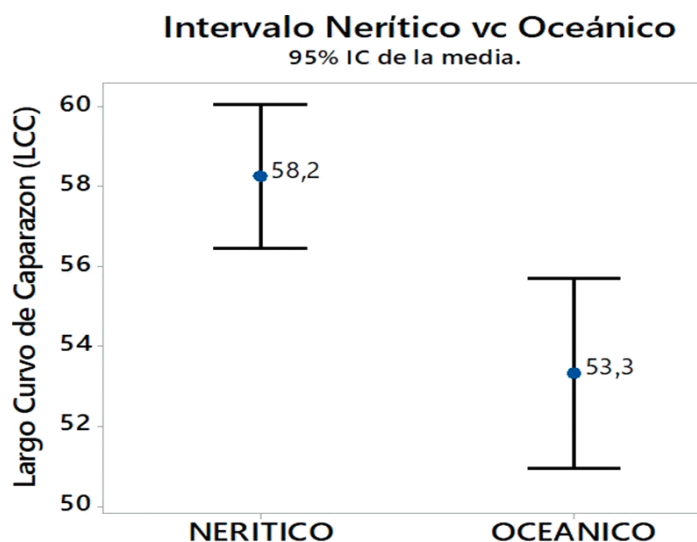


Figura 8.- Tallas de las tortugas verdes del Pacífico Este en Paracas con presencia de epibiontes de origen Nerítico y Oceánico

Figure 8. Size of green sea turtles in Paracas with the presence of neritic and oceanic epibionts

Haciendo un análisis comparativo de la composición de epibiontes entre las tortugas de Paracas con las del estuario de Virrilá, se evidenció que los individuos con epibiontes costero - neríticos tienen tallas mayores ($63,3 \pm 10,2$ cm LCC, rango: 40,9 - 98,6 cm) de los que presentan epibiontes oceánico – pelágicos, los cuales son de menor talla ($52,5 \pm 4,7$ cm, rango: 44,9 - 65,7 cm) (Fig. 8). Así mismo, las tortugas con epibiontes neríticos ($32,8 \pm 17,8$ kg; rango 7,2 – 126,5 kg) registran pesos mayores a los que presentan epibiontes oceánicos ($19,8 \pm 6$ kg; rango 11 – 37 cm).

A comparative analysis of the epibiont composition between the turtles from Paracas and those from the Virrilá estuary showed that the individuals with coastal-neritic epibionts are larger (63.3 ± 10.2 cm CCL, range: 40.9 - 98.6 cm) than those with oceanic-pelagic epibionts, which are smaller (52.5 ± 4.7 cm, range: 44.9 - 65.7 cm) (Fig. 8). Likewise, turtles with neritic epibionts (32.8 ± 17.8 kg; range 7.2 - 126.5 kg) recorded higher weights than those with oceanic epibionts (19.8 ± 6 kg; range 11 - 37 cm).

Procedencia de los epibiontes

Procedencia oceánica

Lepas anatifera, cirrípedo pedunculado que presenta distribución cosmopolita en aguas tropicales y subtropicales en todos los océanos del mundo, se le

Origin of epibionts

Oceanic origin

Lepas anatifera, a pedunculate barnacle with a cosmopolitan distribution in tropical and subtropical waters throughout the world's

encuentra adherido a distintas superficies duras de objetos flotantes y también en las tortugas marinas. Es un indicador de procedencia tropical (VAN COUWELAAR, 2007). En Paracas se han registrado 122 ejemplares en tortugas de 52,5 cm LCC, por debajo de la talla media (58,4 cm LCC).

Conchoderma virgatum, cirrípedo pedunculado que también tiene distribución cosmopolita, se distribuye en aguas abiertas de mares tropicales y subtropicales a nivel mundial; aparentemente presenta ancestros comunes con *Conchoderma auritum* el cual parasita a las ballenas, también se le encuentra adherido al caparazón de las tortugas marinas y de diversos tipos de objetos flotantes inertes (NEWMAN & ROSS, 1971). En Paracas se ha registrado 188 ejemplares en tortugas de 52,1 cm LCC, netamente juveniles.

Planes cyaneus, es un cangrejo pequeño que alcanza tamaños máximos de 30 mm, su distribución es exclusivamente epipelágica en zonas tropicales donde viven en superficies flotantes, y se encuentra asociado a tortugas marinas viviendo principalmente aledaños a la cloaca (BISBY *et al.*, 2005). En Paracas se ha registrado 11 ejemplares en tortugas de 58,4 cm LCC, netamente juveniles.

Remora remora, pez marino de origen pelágico, de la familia Echeneidae, presenta relaciones simbióticas con animales con movimiento activo, adhiriéndose con su estructura ventosa en la parte superior de la cabeza. Este pez es hallado comúnmente en mares tropicales, sin embargo, también se lo ha reportado en el mar mediterráneo, en el Atlántico, así como en el mar del Norte (CURTIS *et al.*, 2015). En Paracas se ha registrado (n=9) en tortugas de 51,6 cm de LCC, netamente juveniles.

Procedencia costero – nerítica

Chelonibia testudinaria, cirrípedo balaniforme que está asociado a las tortugas marinas y se adhiere al caparazón, presenta distribución epibiótica exclusivamente en aguas neríticas o costeras principalmente en aguas tropicales (GITTINGS, 2009). En Paracas se ha registrado (n=53) en tortugas de 59,0 cm LCC, por encima de la talla media (58,4 cm LCC).

Platylepas hexastylus, cirrípedo balaniforme asociado a las tortugas marinas, también se adhiere a los dugongs (*Dugong dugong*). A diferencia de *C. testudinaria*, este epibionte prefiere adherirse a superficies blandas de tortugas verdes y pico de loro. Su origen es de regiones costero – neríticas del Indo – Pacífico (BUGONI *et al.*, 2001). En Paracas se ha registrado (n=131) en tortugas de 59,0 cm LCC, por encima de la talla media.

oceans. It is found attached to various hard surfaces of floating objects and on sea turtles and is an indicator of tropical origin (VAN COUWELAAR, 2007). In Paracas, a total of 122 specimens have been recorded in turtles of 52.5 cm CCL, which is below the mean size (58.4 cm CCL).

Conchoderma virgatum, a pedunculate barnacle, has a cosmopolitan distribution. It is distributed in open waters of tropical and subtropical seas worldwide; it has common ancestors with *Conchoderma auritum*, which parasitizes whales, and is also found attached to the shells of sea turtles and various types of inert floating objects (NEWMAN & ROSS, 1971). In Paracas, 188 specimens have been recorded in turtles of 52.1 cm CCL, which are purely juveniles.

Planes cyaneus is a small crab that reaches a maximum size of 30 mm. Its distribution is exclusively epipelagic in tropical zones, where it lives on floating surfaces, and it is found associated with sea turtles living mainly near their cloaca (BISBY *et al.*, 2005). we have recorded 11 specimens in turtles of 58.4 cm CCL, which are purely juveniles.

Remora remora, a marine pelagic fish belonging to the family Echeneidae. It has symbiotic relationships with animals with active movement, sticking to the top of the head. This fish is commonly found in tropical seas, however, it has also been reported in the Mediterranean Sea, the Atlantic Ocean, as well as in the North Sea (CURTIS *et al.*, 2015). In Paracas, it has been recorded (n=9) in turtles with a 51.6 cm CCL, purely juveniles.

Coastal-neritic origin

Chelonibia testudinaria, a balaniform barnacle associated with sea turtles and attached to the shell. It has an epibiotic distribution exclusively in neritic or coastal waters, mainly in tropical waters (GITTINGS, 2009). In Paracas, it has been recorded (n=53) in turtles of 59.0 cm CCL, above the mean size (58.4 cm CCL).

Platylepas hexastylus, a balaniform barnacle associated with sea turtles, also attaches to dugongs (*Dugong dugong*). Unlike *C. testudinaria*, this epibiont prefers to adhere to soft surfaces of green sea turtles and olive ridley sea turtles. It originates from coastal-neritic regions of the Indo-Pacific (BUGONI *et al.*, 2001). In Paracas, it has been recorded (n=131) in turtles of 59.0 cm CCL, which is above the mean size.

Stephanolepas mucricata, cirripedo balaniforme incrustante, generalmente se adhieren en el borde anterior de las aletas anteriores de las tortugas marinas, también se han reportado en serpientes marinas y en peces (FRICK & PFALLER, 2013). Es de origen nativo de regiones costero - neríticas del Indo - Pacífico (JONES *et al.*, 2000). En Paracas se ha registrado (n=108) en tortugas de 57,6 cm LCC, ligeramente por debajo de la talla media.

Parámetros poblacionales (recapturas, residencia en el área, crecimiento e índice de condición corporal)

Durante el periodo 2010-2017 se recapturaron 46 ejemplares de los cuales, 41 fueron juveniles (89%) y 5 sub-adultos (11%); también se reportaron 5 triples recapturas (todos juveniles), es decir del total de individuos capturados solo el 11,7% fueron recapturados alguna vez en las 39 prospecciones (Fig. 9).

La residencia en el área, expresada en el número promedio de días utilizados por la especie en el área de alimentación de "La Aguada" en Paracas fue de $196,9 \pm 172,7$ días (rango 29-708, n=48). Sin embargo, al considerar solo las recapturas mayores a 170 días la residencia obtiene en promedio $306,2 \pm 166,9$ días (rango 170 - 708 días, n=26).

La tasa de crecimiento total fue $8,4 \pm 3,3$ cm/año (rango 2,0 - 15,9, n=48). Sin embargo, al considerar solo las recapturas mayores a 170 días se obtiene un crecimiento promedio de $7,6 \pm 2,8$ cm/año (rango 2,0 - 14,2, n=25).

El índice de condición corporal (BCI) promedio por año y por estadio fue mayor en juveniles (1,49) con respecto a los subadultos (1,43), en el 2016 se presentó el promedio más bajo (1,38); el 2013 se registró el valor más alto (1,63) y en el resto de años (2010, 2011, 2012, 2014 y 2015) se presentaron valores similares comprendidos entre 1,43 y 1,54 (Tabla 1).

Stephanolepas mucricata is an encrusting balaniform barnacle. It usually attaches to the anterior edge of the anterior flippers of sea turtles but has been reported on sea snakes and fish (FRICK & PFALLER, 2013). It is native to coastal-neritic regions of the Indo-Pacific (JONES *et al.*, 2000). In Paracas, it has been recorded (n=108) in turtles of 57.6 cm CCL, which is slightly below the mean size.

Population parameters (recaptures, residence in the area, growth, and body condition index)

Between 2010-2017, we recaptured 46 specimens. Of these, 41 were juveniles (89%) and 5 were sub-adults (11%). We reported 5 triple recaptures (all juveniles), of the total number of individuals caught, only 11.7% were ever recaptured in the 39 surveys (Fig. 9).

The residence in the area, expressed as the mean number of days used by the species in the feeding area of "La Aguada" in Paracas was 196.9 ± 172.7 days (range 29-708, n=48). Nevertheless, if we consider only recaptures greater than 170 days, the mean number of days spent in residence was 306.2 ± 166.9 days (range 170 - 708 days, n=26).

The total growth rate was 8.4 ± 3.3 cm/year (range 2.0 - 15.9, n=48). But, when considering only recaptures over 170 days, the mean growth rate was 7.6 ± 2.8 cm/year (range 2.0 - 14.2, n=25).

The mean body condition index (BCI) by year and by stage was higher in juveniles (1.49) compared to sub-adults (1.43). In 2016, the lowest mean was 1.38; 2013 had the highest value of 1.63 and the remaining years (2010, 2011, 2012, 2014, and 2015) showed similar values between 1.43 and 1.54 (Table 1).

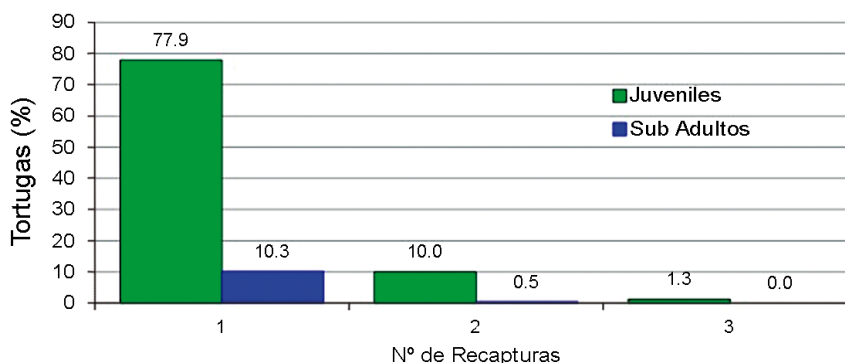


Figura 9.- Recapturas de tortuga verde del Pacífico este *Chelonia mydas agassizii* (2010 - 2017) en la ensenada La Aguada, Bahía de Paracas

Figure 9. Recaptures of green sea turtles *Chelonia mydas agassizii* (2010-2017) in La Aguada inlet, Paracas Bay

Tabla 1.- Índice de Condición Corporal (BCI) en "La Aguada", bahía de Paracas, juveniles (<69 cm LCC) y subadultos (>69 y <85 cm LCC). Tortuga verde del Pacífico este (*Chelonia mydas agassizii*). 2010 – 2017

Table 1. Body Condition Index (BCI) in "La Aguada", Paracas Bay. Juveniles (<69 cm CCL) and subadults (>69 and <85 cm CCL). Green sea turtle (*Chelonia mydas agassizii*). 2010 - 2017

Año / Year	BCI ± SD (N)		Total	
	Juvenil	Subadulto	Promedio (±SD)	Rango
2010	1,52 ± 0,16 (43)	1,48 ± 0,12 (12)	1,51 ± 0,15	(0,91 – 1,91)
2011	1,53 ± 0,10 (32)		1,53 ± 0,10	(1,31 – 1,74)
2012	1,55 ± 0,12 (35)	1,50 ± 0,16 (5)	1,54 ± 0,12	(1,34 – 1,81)
2013	1,64 ± 0,13 (42)	1,52 ± 0,06 (3)	1,63 ± 0,13	(1,39 – 1,94)
2014	1,51 ± 0,18 (49)	1,47 ± 0,06 (6)	1,51 ± 0,17	(0,91 – 1,92)
2015	1,44 ± 0,27 (90)	1,41 ± 0,14 (12)	1,43 ± 0,36	(0,95 – 3,57)
2016	1,38 ± 0,23 (59)	1,31 ± 0,19 (7)	1,38 ± 0,22	(0,46 – 2,62)
2017	1,37 ± 0,1 (28)	1,54 ± 0,17 (5)	1,39 ± 0,13	(1,12 – 1,75)
Total	1,49 ± 0,21 (350)	1,44 ± 0,21 (45)	1,49 ± 0,2 (395)	(0,46 – 3,57)

4. DISCUSIÓN

Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE)

En Paracas, el CPUE promedio de capturas de tortuga verde del Pacífico este para el periodo total de estudio (2010 - 2017) fue de $1,02 \pm 1,24$ tortugas /km/h, cantidad menor a lo registrado en la isla de La Plata ($\sim 01^{\circ}16'S$), donde se detectaron 1,9 tortugas /km/hora, esta es un área de alimentación en el ecuador continental (PEÑA *et al.*, 2009).

En Bahía de los Ángeles y Punta Abreojos, en Baja California, México, se encontraron valores medios más altos, con 10,1 tortugas km/hora (WANG *et al.*, 2010). En el estuario de Virrilá, en bahía Sechura ($\sim 05^{\circ}49'S$) se determinó la más alta densidad en aguas peruanas, con media de $2,9 \pm 1,6$ tortugas (rango: 0 - 9,58, n=45) (PAREDES-CORAL, 2017). En esa zona las tortugas se concentran por el poco espacio disponible dentro del estuario.

En zonas marinas dentro de la misma bahía de Sechura, a menos de 25 km de distancia del estuario, la densidad es mucho menor, encontrándose valores de $0,092 \pm 0,31$ (n=53) (PINGO *et al.*, 2017). Esto indicaría dispersión en zonas dentro de la bahía de Sechura.

En zonas de alimentación más al sur como en Arica, Chile se determinó un CPUE de 1,5 tortugas/km/h (Darío Contreras com. pers.). Un estudio realizado en bahía Salado ($27^{\circ}42'S$) a más de 1.200 km al sur de la frontera, se obtuvo un CPUE promedio bastante bajo de 0,22 tortugas/km/hora (ALVAREZ-VARAS *et al.*, 2017), menos de 4 veces que lo registrado en Paracas.

La comparación de estos valores de CPUE sugieren que las abundancias relativas en Paracas serían de las más altas en la parte sur del Pacífico Sur este, lo

4. DISCUSSION

Catch Per Unit of Effort (CPUE)

In Paracas, the mean CPUE of green sea turtle catches between 2010- 2017 was 1.02 ± 1.24 turtles /km/h, an amount lower than that recorded in La Plata Island ($\sim 01^{\circ}16'S$), where 1.9 turtles /km/hour were detected, this is a feeding area on the continental equator (PEÑA *et al.*, 2009).

There were higher mean values in Bahía de los Ángeles and Punta Abreojos, in Baja California, Mexico, with 10.1 turtles per hour (WANG *et al.*, 2010). In the Virrilá estuary, Sechura Bay ($\sim 05^{\circ}49'S$) we determined the highest density in Peruvian waters, with a mean of 2.9 ± 1.6 turtles (range: 0 - 9.58, n=45) (PAREDES-CORAL, 2017). In this area, turtles are concentrated given the limited space available within the estuary.

In marine areas within the same Sechura Bay, less than 25 km away from the estuary, the density is much lower, showing values of 0.092 ± 0.31 (n=53) (PINGO *et al.*, 2017). This would indicate dispersion in areas within Sechura Bay.

Further south, in feeding areas such as Arica, Chile, a CPUE of 1.5 turtles/km/hour was determined (Darío Contreras pers. comm.). In a study conducted in Bahía Salado ($27^{\circ}42'S$) more than 1,200 km south of the border, a rather low mean CPUE of 0.22 turtles/km/hour was obtained (ALVAREZ-VARAS *et al.*, 2017), which is less than 4 times what was recorded at Paracas.

Comparison of CPUE values suggests that the relative abundances in Paracas would be the

que la estaría convirtiendo en el área más importante dentro de la zona de influencia de aguas frías de la corriente de Humboldt (MÁRQUEZ, 1990). En los años 2015 (~1,5) y 2016 (~3,9) se notó un aumento significativo en las capturas promedio, lo cual podría ser una consecuencia de la disminución de la presión antropogénica sobre los quelonios en los últimos años. Sin embargo, en el 2017 los valores volvieron a disminuir significativamente (0,26) y en el 2018 incluso aún más (datos no presentados), esto podría deberse a la fuerte presión antropogénica, principalmente de la pesca artesanal y del turismo náutico en el área. Más al sur, la tortuga verde presenta abundancias mucho menores como en Arica y Bahía Salado en Chile, debido a que esta especie ya estaría muy cerca al límite sur de su distribución (MÁRQUEZ, 1990) por lo que sus abundancias serían menores.

Con respecto a las capturas/km de red tendida/hora, el promedio fue de $1,03 \pm 1,23$ (rango: 0 - 5,9, n=83), no se encontró una correlación positiva entre los datos de CPUE de tortugas y los registros de TSM *in situ* ni en los datos de registro de TSM en monitoreos oceanográficos de la bahía de Paracas (Spearman > 0,5, Rho= -0,427). Los años de mayores CPUE están correlacionados con la abundancia de cnidarios (2010, 2012 y 2014) representados por la medusa Scyphozoa *Chrysaora plocamia* y en otros años (2011, 2013, 2015 y 2016) representados por la anemona *Paranthus* sp., ambos sus dos principales ítems alimenticios.

El año 2016 registró los valores más altos de CPUE, época en el que se registró un evento El Niño de gran duración. Se realizaron evaluaciones en marzo, mayo y noviembre, detectándose anomalías térmicas de +2,1, +1,7 y +0,8, respectivamente, se sabe que las tortugas verdes del Pacífico este ante El Niño aumentan su población en Paracas al romperse el frente térmico entre las aguas costeras frías (ACF) y las aguas subtropicales superficiales (ASS) lo que permite que estos animales ectotérmicos ingresen en mayor abundancia a la bahía de Paracas (QUIÑONES *et al.*, 2010).

Estructura por tallas

La población de tortuga verde en Paracas (~13°50'S) estuvo conformada por juveniles (88,7%) con una media de 58,3 cm LCC, lo cual es similar a otras áreas de agregación en Perú, como en bahía Sechura (5°35'S - 5°50'S) donde también se registró un alto porcentaje de juveniles (89,5%) con una media de 57,3 cm LCC (PINGO *et al.*, 2017), dentro del estuario de Virrilá (-5°49'S) también se registró un importante porcentaje de juveniles pero en menores porcentajes (68,7%) con una media de 64 cm LCC (PAREDES-CORAL,

highest in the southern part of the Southeast Pacific, making it the most important area within the cold water influence of the Humboldt Current (MÁRQUEZ, 1990). In 2015 (~1.5) and 2016 (~3.9), there was a significant increase in the mean catches, which could be caused by the decrease in anthropogenic pressure on these chelonians. However, the values decreased significantly again (0.26) in 2017 and even more in 2018 (data not presented). This could be due to the strong anthropogenic pressure, mainly from artisanal fishing and nautical tourism. Further south, the green sea turtle shows much lower abundances, such as in Arica and Bahía Salado in Chile, because this species is already very close to the southern limit of its distribution (MÁRQUEZ, 1990) so abundances would be lower.

Regarding catches/km of net set/hour, the mean was 1.03 ± 1.23 (range: 0 - 5.9, n=83). No positive correlation was found between turtle CPUE data and SST, neither *in situ* nor in oceanographic monitoring data from the Paracas Bay (Spearman > 0.5, Rho= -0.427). The years of highest CPUE are correlated with the abundance of cnidarians (2010, 2012, and 2014) which are represented by *Chrysaora plocamia*, and in other years (2011, 2013, 2015, and 2016) by *Paranthus* sp., which are the two main food items.

In 2016, we recorded the highest CPUE values. This was the time when there was a long-lasting El Niño event. Assessments were carried out in March, May, and November and we detected thermal anomalies of +2.1, +1.7, and +0.8, respectively. It is known that, during El Niño, green sea turtles increase their population in Paracas when the thermal front between cold coastal waters (CCW) and subtropical surface waters (SSW) is broken, thus allowing these ectothermic animals to enter the Paracas Bay in greater abundance (QUIÑONES *et al.*, 2010).

Size structure

In Paracas (~13°50'S), the green sea turtle population was formed by juveniles (88.7%) with a mean of 58.3 cm CCL, which is similar to other aggregation areas in Peru, such as in Sechura Bay (5°35'S - 5°50'S) where a high percentage of juveniles was also recorded (89.5%) with a mean of 57.3 cm CCL (PINGO *et al.*, 2017). In the Virrilá estuary (-5°49'S), an important percentage of juveniles was also recorded, but

2017). En la zona de alimentación de la isla Lobos de Tierra también se registró un importante número de ejemplares juveniles (95%) con una media de 57,5 cm LCC (QUIÑONES *et al.*, 2015a). Contrariamente, en el norte del Perú, en la caleta de El Ñuro (4°12'S) las agregaciones de esta especie estuvieron dominadas por individuos subadultos (74,9%; n=152) (VELEZ-ZUAZO *et al.*, 2014).

La estructura de tallas de las tortugas verdes del Pacífico este que viven dentro de la influencia de la corriente de Humboldt (Paracas, Sechura, estuario Virrilá y Lobos de Tierra) tienen una estructura de tallas similar, con alto porcentaje de juveniles; sin embargo más al norte como en el Ñuro, la población está compuesta generalmente por individuos subadultos y adultos, lo que sugiere una segregación espacial entre zonas de alimentación bajo la influencia de la corriente de Humboldt y zonas de transición o ecotono (El Ñuro). Esto podría explicarse por las diferencias de patrones latitudinales en la clasificación de diferentes provincias bio-geográficas, debido a que las zonas de alimentación correspondientes a la corriente de Humboldt se localizan entre la ecoregión del Pacífico Oriental Tropical y la ecoregión del Pacífico Sudoriental Templado (SPALDING *et al.*, 2007).

Paracas (~14°S) coincide con la provincia peruana de Humboldt (IBAÑEZ, 2016). El Ñuro (~04°S) pertenece a las zonas de ecotono (HOOKER *et al.*, 2013) con afinidad con las aguas tropicales de la provincia Panámica, zona tropical de aguas cálidas (IBAÑEZ, 2016). Por lo tanto, la diferencia en la estructura de la población en ambas áreas podría explicarse como resultado de la fuerte influencia de las condiciones cálidas y tropicales de la ecoregión del Pacífico Oriental Tropical en El Ñuro y de las aguas frías de surgencia de la ecoregión del Pacífico sudoriental templado en las zonas de alimentación bajo el dominio de la corriente de Humboldt, como Paracas. Mucho más cerca al límite sur de su distribución, en bahía Salado (~27°40'S) Chile el 70% de los individuos registrados fueron juveniles (ALVAREZ-VARAS *et al.*, 2017).

Comparativamente la población de tortuga verde en el hemisferio norte en áreas de alimentación de la península de Baja California (México) como en bahía de los Ángeles (28°55'S) se registró 56% de juveniles (SEMINOFF *et al.*, 2003), así como en el Parque Nacional Machalilla (01°30'S), en el Ecuador continental, donde también dominaron los ejemplares juveniles (60%) (CHAVES *et al.*, 2017). En las zonas de alimentación mencionadas en México, Ecuador y en las que están bajo la influencia de la corriente de Humboldt en Perú, se ha encontrado un porcentaje alto de ejemplares juveniles, lo cual soporta la hipótesis del

in lower percentages (68.7%) with a mean of 64 cm CCL (PAREDES-CORAL, 2017). In the feeding area of Lobos de Tierra Island, we also recorded a significant number of juveniles (95%) with a mean of 57.5 cm CCL (QUIÑONES *et al.*, 2015a). In contrast, in El Ñuro cove (4°12'S), northern Peru, aggregations of this species were dominated by sub-adults (74.9%; n=152) (VELEZ-ZUAZO *et al.*, 2014).

The size structure of the green sea turtles living within the influence of the Humboldt Current (Paracas, Sechura, Virrilá estuary, and Lobos de Tierra) has a similar size structure, with a high percentage of juveniles. Nevertheless, further north, as in El Ñuro, the population is generally formed by sub-adults and adults, which suggests spatial segregation between feeding zones under the influence of the Humboldt Current and transition or ecotone zones (El Ñuro). This could be explained by the differences in latitudinal patterns when classifying different bio-geographic provinces since the feeding areas corresponding to the Humboldt Current are located between the Tropical Eastern Pacific and the Temperate Southeastern Pacific (SPALDING *et al.*, 2007).

Paracas (~14°S) coincides with the Peruvian (Humboldt) province (IBAÑEZ, 2016). El Ñuro (~04°S) belongs to the ecotone zones (HOOKER *et al.*, 2013) with affinity to the tropical waters of the Panamic province, which is a warm water tropical zone (IBAÑEZ, 2016). The difference in population structure in both areas could be explained as a result of the strong influence of the warm, tropical conditions of the Tropical Eastern Pacific in El Ñuro and the cold upwelling waters of the temperate Southeastern Pacific in feeding areas under the dominance of the Humboldt Current, such as Paracas. Much closer to the southern limit of its distribution, in Bahía Salado (~27°40'S) Chile 70% of the individuals recorded were juveniles (ALVAREZ-VARAS *et al.*, 2017).

In comparison, the records of the green sea turtle population in the northern hemisphere in feeding areas of the Baja California peninsula (Mexico) such as Bahía de Los Angeles (28°55'S) show 56% juveniles (SEMINOFF *et al.*, 2003), as well as in Machalilla National Park (01°30'S), continental Ecuador, where juveniles also dominated (60%) (CHAVES *et al.*, 2017). In the afore mentioned feeding areas in Mexico, Ecuador, and those under the influence of the Humboldt Current in Peru, a

hábitat de desarrollo, indicando que las áreas costero-neríticas son hábitats ocupados por juveniles en pleno desarrollo. MEYLAN *et al.* (2011) examinaron un amplio conjunto de datos que apoyan esta hipótesis para las tortugas verdes en el Caribe.

La variación en la estructura de tallas y peso a lo largo de los años se puede deber a una serie de factores como: 1) mayor cantidad o disponibilidad de alimento con calidad proteica, 2) ingreso de nuevos individuos reclutas de zonas oceánicas después de los primeros 10 "años perdidos" lo que podría inclinar la balanza hacia tallas menores, 3) abandono de la zona de reclutamiento (La Aguada, bahía de Paracas) de individuos más grandes los que emigrarían al norte para continuar su desarrollo, lo cual también afectaría la composición de tallas, 4) el efecto de la variabilidad ambiental a escalas estacionales e incluso interanuales, lo que podría influenciar en la mayor o menor presencia de cierto grupo etario en la zona.

Ecología de epibiontes

Los cirrípedos presentes en tortugas marinas se pueden clasificar en dos grupos como indicadores biogeográficos: Balanomorfos (cirrípedos sin pedúnculo: *P. hexastylus*, *C. testudinaria*, *S. muricata*, *Balanus* sp.) y Lepadomorfos (cirrípedos con pedúnculo: *L. anatifera*, *C. virgatum*). Los balanomorfos parecen más propios de zonas neríticas y los lepadomorfos de aguas oceánicas en las capas superficiales (BÁEZ *et al.*, 2009). En los ejemplares capturados se han encontrado ambos tipos de epibiontes; lo cual sugiere que las tortugas verde del Pacífico este en la bahía de Paracas con mayor cantidad de balanomorfos posiblemente deben llevar más tiempo habitando la zona nerítica (residentes). Por el contrario, las tortugas que presentan epibiontes lepadomorfos posiblemente provienen de aguas pelágico-oceánicas y tengan poco tiempo habitando la zona nerítica (no residentes) (Fig. 7). Para este estudio, la existencia de una fauna epibionte con preferencias neríticas sobre las tortugas capturadas puede ser un indicador de que las tortugas no sólo pasan frente a la bahía de Paracas, sino que, durante un período indeterminado, permanecen en zonas de la bahía de baja profundidad buscando alimento, convirtiendo a la bahía de Paracas en un área de alimentación y desarrollo de la tortuga verde (QUIÑONES *et al.*, 2015c).

Es posible que la presencia de cangrejos del género *Planes* sirva como marcador biogeográfico del origen Pacífico-Oriental de las tortugas que lo portan. El análisis de los datos indica que 64% de las tortugas subadultas maduras (LCC \geq 69 cm) (ZÁRATE *et al.*, 2013) presentan como epibionte más frecuente a *Chelonibia testudinaria*, lo cual indica que probablemente ya se

high percentage of juvenile specimens have been found, which supports the developmental habitat hypothesis, indicating that coastal-neritic areas are habitats occupied by fully developing juveniles. MEYLAN *et al.* (2011) examined a large body of data supporting this hypothesis for green sea turtles in the Caribbean.

The variation in size and weight structure over the years may be caused by several factors such as 1) greater quantity or availability of food with protein quality, 2) entry of recruits from oceanic zones after the first 10 "lost years" which could tip the balance towards smaller sizes, 3) abandonment of the recruitment zone (La Aguada, Paracas Bay) of larger individuals who would migrate northwards to continue their development, which would also affect the size composition, 4) the effect of environmental variability at seasonal and even interannual scales, which could influence the greater or lesser presence of a certain age group in the area.

Ecology of epibionts

The barnacles present in sea turtles can be classified into two groups as bio-geographical indicators: Balanomorpha (barnacles without peduncle: *P. hexastylus*, *C. testudinaria*, *S. muricata*, *Balanus* sp.) and Lepadomorpha (barnacles with peduncle: *L. anatifera*, *C. virgatum*). Balanomorpha seems to be more typical of neritic zones and Lepadomorpha are found in the surface layers of oceanic waters (BÁEZ *et al.*, 2009). Both types of epibionts have been found in the caught specimens, which suggests that the green sea turtles in Paracas Bay with a greater number of Balanomorpha may have been inhabiting the neritic zone for a longer period (residents). On the other hand, turtles with lepadomorph epibionts may have come from pelagic-oceanic waters and have only been inhabiting the neritic zone for a short time (non-residents) (Fig. 7). The existence of an epibiont fauna with neritic preferences on the caught turtles may be an indicator that *C. m. agassizii* not only pass off Paracas Bay but, for an undetermined period, they remain in shallow areas of the bay looking for food, thus turning this bay into a feeding and development area (QUIÑONES *et al.*, 2015c).

The presence of crabs of the genus *Planes* may serve as a biogeographic marker of the Pacific-Eastern origin of the turtles carrying it. Data analysis indicates that 64% of the mature subadult turtles (CCL \geq 69 cm) (ZÁRATE *et al.*, 2013)

hayan reproducido al menos una vez y provienen de lugares de anidamiento como las islas Galápagos. Mientras que el 41,7% de las tortugas inmaduras (LCC<61cm) presentan como epibionte más frecuente a *Platylepas hexastylus*, lo cual indicaría su condición de residentes en la bahía de Paracas, esto coincide con los epibiontes encontrados en islas Galápagos, donde el mayor porcentaje de *Chelonibia testudinaria* se registró en áreas de reproducción respecto a zonas de alimentación, contrariamente *Platylepas hexastylus* sería más frecuente en lugares de alimentación que en áreas de reproducción (BEAUMONT *et al.*, 2008).

Al hacer el análisis comparativo entre los epibiontes procedentes de Paracas y del estuario de Virrilá, se encontraron diferencias con respecto a las tallas de tortuga en las que se asentaron. Mientras que en Paracas se registraron epibiontes tanto de hábitats oceánicos (lepadomorfos) como de hábitats costeros (balanomorfos), los lepadomorfos estaban asentados generalmente en tortugas pequeñas (52,5 ± 4,6 cm, rango 44,9 – 65,7 cm), en el estuario de Virrilá solo se registraron epibiontes de hábitats costeros (balanomorfos), que estuvieron asentados en tortugas de tamaño mayor (63,2 ± 10,2 cm; rango 40,9 - 98,6 cm) (Tabla 2).

El rango de temperatura estuvo entre 15,1 °C y 22,3 °C, las tortugas marinas raramente ocupan aéreas con TSM ≤ 24 °C, sin embargo, las TSM son mayores en zonas oceánicas (22 – 30 °C) que en zonas neríticas (18,5 – 28 °C) (SEMINOFF *et al.*, 2008). Nosotros encontramos que varias tortugas fueron capturadas dentro del rango de los 15 y 16 °C, evidenciándose la adaptación a aguas frías en Paracas, lo cual podría deberse a la disponibilidad de alimento en la zona, como algas, moluscos, poliquetos, anémonas (*Paranthus* sp.) y medusas Scyphozoas (*Chrysaora plocamia*) (PAREDES, 2015).

have *Chelonibia testudinaria* as the most frequent epibiont, which indicates that they have probably already reproduced at least once and come from nesting sites such as the Galapagos Islands. A total of 41.7% of the immature turtles (CCL<61cm) have *Platylepas hexastylus* as the most frequent epibiont, which would indicate their condition as residents in the Paracas Bay. This coincides with the epibionts found in the Galapagos Islands, where the highest percentage of *Chelonibia testudinaria* was recorded in reproductive areas compared to feeding areas, while *Platylepas hexastylus* would be more frequent in feeding sites than in breeding zones (BEAUMONT *et al.*, 2008).

Comparative analysis of epibionts from Paracas and the Virrilá estuary revealed differences in the turtle sizes on which they settled. While in Paracas, epibionts from both oceanic (Lepadomorpha) and coastal habitats (Balanomorpha) were recorded, the Lepadomorpha were generally settled on small turtles (52.5 ± 4.6 cm, range 44.9 - 65.7 cm). In the Virrilá estuary, only epibionts from coastal habitats (Balanomorpha) were recorded and were settled on larger turtles (63.2 ± 10.2 cm; range 40.9 - 98.6 cm) (Table 2).

The temperature range was between 15.1 °C and 22.3 °C, sea turtles rarely occupy areas with SST ≤ 24 °C. However, SSTs are higher in oceanic zones (22 - 30 °C) than in neritic areas (18.5 - 28 °C) (SEMINOFF *et al.*, 2008). We found that several turtles were caught within the range of 15 and 16 °C, thus evidencing adaptation to cold waters in Paracas, possibly due to food availability in the area, such as algae, mollusks, polychaetes, anemones (*Paranthus* sp.), and Scyphozoa jellyfish (*Chrysaora plocamia*) (PAREDES, 2015).

Tabla 2.- Análisis comparativo de abundancias de epibiontes encontrados en la tortuga verde del Pacífico este, bahía de Paracas, Ica y estuario de Virrilá, Piura

Table 2. Comparative analysis of epibiont abundances found in the green sea turtle, Paracas Bay, Ica, and Virrilá estuary, Piura

N°	Especie	Hábitat	Estuario Virrilá (%)	La Aguada, Paracas (%)
1	<i>Ozobranchus</i> sp.	Nerítico	6,05	12,51
2	Huevos de Gasterópodos	Nerítico	3,10	2,28
3	<i>Chelonibia testudinaria</i>	Nerítico	2,71	10,02
4	<i>Stephanolepas muricata</i>	Nerítico	0,40	13,13
5	<i>Jhelius</i> sp.	Nerítico	0,04	0,07
6	<i>Platylepas hexastylus</i>	Nerítico	87,7	39,39
7	<i>Lepas anatifera</i>	Oceánico	0	8,29
8	<i>Planes cyaneus</i>	Oceánico	0	0,76
9	<i>Conchoderma virgatum</i>	Oceánico	0	12,99
10	<i>Remora remora</i>	Oceánico	0	0,55

Paracas zona de reclutamiento

En Paracas se pudo observar que los epibiontes cirripedos balaniformes: *Chelonibia testudinaria*, *Platylepas hexastylus* y *Stephanolepas muricata* de origen costero-nerítico generalmente asociado a aguas cálidas tropicales o subtropicales en el Pacífico este (JONES *et al.*, 2000; BUGONI *et al.*, 2001; GITTINGS, 2009; FRICK & PFALLER, 2013), las tortugas con estos epibiontes presentaron media de 58,2 cm LCC (Fig. 8). Por el contrario, los epibiontes pedunculados *Lepas anatifera* y *Conchoderma virgatum*, así como el cangrejo *Planes cyaneus* y el pez *Remora remora* asociados a zonas oceánicas en aguas tropicales en muchos casos de manera cosmopolita (NEWMAN & ROSS, 1971; BISBY *et al.*, 2005; VAN COUWELAAR, 2007; CURTIS *et al.*, 2015), estuvieron sobre tortugas verdes con tamaño promedio de 53,8 cm LCC (Fig. 8). Lo que evidencia que las tortugas pequeñas proceden de zonas oceánicas y que llegan a Paracas para reclutarse en zonas costero-neríticas. Al norte estarían aquellos jóvenes mayores y subadultos ganando peso para retornar como adultos a sus zonas de reproducción, continuando con su alimentación y engorde para llegar a las zonas reproductivas en islas Galápagos (isla Isabela), América Central (Nor Oeste de Costa Rica) y México (Michoacán).

En ningún otra zona de la costa peruana se han encontrado epibiontes de origen oceánico en esta especie de tortuga, en las cantidades que se han encontrado en Paracas, lo cual evidencia que esta localidad es una de las principales zonas de reclutamiento de todo el Pacífico Sur este (ROMERO y QUIÑONES, 2016). Paracas al ser zona de reclutamiento podría haber influenciado en la bajas tasas de recaptura debido a la entrada de nuevos reclutas de tallas pequeñas y salida de ejemplares más grandes o sub adultos, lo que generaría constante movimiento de ejemplares.

Recapturas y residencia

La tasa de recapturas en Paracas fue de 10,5% (46 ejemplares recapturados de un total de 438) en 8 años de monitoreos acuáticos, la cual es bastante baja comparada con el 26% de tasas de recapturas en el Ñuro (VELEZ-ZUAZO *et al.*, 2014), Australia del Nor Oeste (32%; CHALOUKKA *et al.*, 2004), Union Creek en Bahamas del Sur (41%; BJORNDALE *et al.*, 2000), costa central de Florida (61%; KUBIS *et al.*, 2009) y en Bahía Magdalena (hasta 32%; KOCH *et al.*, 2007). Adicionalmente, algunas tortugas han demostrado que pueden permanecer en la bahía de Paracas cerca de dos años (~ 1,8 años). Esta baja tasa de recaptura probablemente se deba a que en Paracas los individuos están en movimiento constante en busca de alimento, como generalmente se da en el caso de los juveniles que se reclutan de zonas oceánicas (LUSCHI *et al.*, 2003;

Paracas, recruitment area

In Paracas, we observed *Chelonibia testudinaria*, *Platylepas hexastylus*, and *Stephanolepas muricata*, all of which are of coastal-neritic origin and generally associated with warm tropical or subtropical waters in the eastern Pacific (JONES *et al.*, 2000; BUGONI *et al.*, 2001; GITTINGS, 2009; FRICK & PFALLER, 2013). The turtles with these epibionts showed a mean CCL of 58.2 cm (Fig. 8). Conversely, the pedunculate epibionts *Lepas anatifera* and *Conchoderma virgatum*, as well as the crab *Planes cyaneus* and the fish *Remora remora*, all of them associated with oceanic zones in tropical waters, most often cosmopolitan (NEWMAN & ROSS, 1971; BISBY *et al.*, 2005; VAN COUWELAAR, 2007; CURTIS *et al.*, 2015), were on green sea turtles with a mean size of 53.8 cm CCL (Fig. 8). This is evidence that the small turtles come from oceanic zones and arrive in Paracas to recruit in coastal-neritic areas. To the north, the older juveniles and sub-adults would be gaining weight to return as adults to their mating grounds, by continuing their feeding and fattening, located at the Galapagos Islands (Isabela Island), Central America (northwestern Costa Rica), and Mexico (Michoacán).

We have never found oceanic epibionts in this turtle species in any other area of the Peruvian coast, in the quantities found in Paracas, which is evidence that this locality is one of the main recruitment areas of the entire Southeast Pacific (ROMERO & QUIÑONES, 2016). Paracas, as a recruitment area, could have influenced the low recapture rates given the entry of recruits of small sizes and the exit of larger or sub-adult specimens, which would generate constant movement of specimens.

Recaptures and residency

In Paracas, the recapture rate was 10.5% (46 individuals recaptured out of 438) in 8 years of aquatic monitoring, which is quite low when compared to 26% recapture rates in El Ñuro (VELEZ-ZUAZO *et al.*, 2014), Australia del Nor Oeste (32%; CHALOUKKA *et al.*, 2004), northwestern Australia (41%; BJORNDALE *et al.*, 2000), central Florida coast (61%; KUBIS *et al.*, 2009), and Magdalena Bay (hasta 32%; KOCH *et al.*, 2007). Some turtles have been shown to remain in Paracas Bay for about two years (~ 1.8 years). In Paracas, this low recapture rate may be caused because individuals are constantly on the move, searching for food, as is generally the case with juveniles recruited from oceanic areas (LUSCHI *et al.*, 2003; MUSICK & LIMPUS, 1997). We could verify this when we caught tagged individuals in other areas far from La Aguada,

MUSICK & LIMPUS, 1997). Esto lo pudimos comprobar cuando capturamos individuos marcados en otras zonas lejos de La Aguada, el epicentro de la zona de alimentación, como por ejemplo en la playa Santo Domingo (1,5 km) y también en Punta Lobería (~10 km) lo que indicaría una dinámica movilidad de la población.

Esta situación con bajos niveles de recaptura también se reportaron en el estuario de Virrilá (4,9%), probablemente debido a que los ejemplares también se muevan alternativamente entre el estuario y la bahía de Sechura en busca de comida (PAREDES-CORAL, 2017). Los bajos niveles de recaptura también podría ser indicativo de alta mortalidad a la que está sujeta la población. En zonas descampadas se han encontrado ~1000 caparazones, el 98% fue debido a capturas ilegales (QUIÑONES *et al.*, 2017). Las recapturas en Paracas evidencian el uso recurrente de esta área de alimentación, que se refuerza con el registro de una tortuga pequeña en La Aguada (40,9 cm LCC).

La variabilidad en la ocurrencia de tortugas está influenciada por procesos oceanográficos a macroescala como: variabilidad ambiental a pulsos interanuales, influencia del proceso ENSO, donde en años “El Niño” se registra mayor cantidad de tortugas (QUIÑONES *et al.*, 2010), debido a la ruptura del frente térmico entre las Aguas Costeras Frías (ACF) y las Aguas Subtropicales Superficiales (ASS). Está demostrado que la medusa Scyphozoa *Chrysaora plocamia* también está influenciada por los pulsos interanuales, cuando su presencia es mayor durante “El Niño” y también en periodos inter decadales cálidos tipo “El Viejo” (QUIÑONES *et al.*, 2015b). Sin embargo, la mayor o menor ocurrencia de tortugas marinas en “La Aguada” también podrían estar influenciado por la dinámica oceanográfica local como los niveles de insolación superficial (TAKAHASHI, 2005), que podría jugar un papel importante en la disponibilidad de sus presas y en la eutrofización de la columna de agua.

Tasa de crecimiento

La tasa de crecimiento ($7,6 \pm 2,8$ cm/año) presenta uno de los valores más altos registrados, esto podría deberse a que estos animales son pequeños ($58,3 \pm 7,9$ cm) comparado con otras zonas de alimentación como El Ñuro ($72,4 \pm 10,9$ cm, rango: 44,9–84,5 cm, n=228) (VELEZ-ZUAZO *et al.*, 2014) y el estuario de Virrilá (de $65,2 \pm 10,7$ cm, rango: 43,8 – 98,6 cm, n=776) (Quiñones, datos no publicados). La tasa de crecimiento en Paracas es la más alta de todo el Pacífico este (Fig. 10). Contrariamente en Galápagos las tasas son bastante bajas (hasta 0,4 cm/año) para el rango de 50 - 60 cm (GREEN *et al.*, 1993) y en las islas

the epicenter of the feeding area, such as Santo Domingo beach (1.5 km) and also in Punta Lobería (~10 km), which would indicate dynamic mobility of the population.

This situation with low recapture levels was also reported in the Virrilá estuary (4.9%), probably because specimens also move alternatively between the estuary and Sechura Bay in search of food (PAREDES-CORAL, 2017). Low recapture levels could also indicate high mortality to which the population is subject. In open areas, we found ~1000 shells; 98% were due to illegal catches (QUIÑONES *et al.*, 2017). Recaptures in Paracas show the recurrent use of this feeding area, which is reinforced by the record of a small turtle in La Aguada (40.9 cm CCL).

The variability in the occurrence of turtles is influenced by macro-scale oceanographic processes such as environmental variability at interannual pulses, the influence of the ENSO process, wherein “El Niño” years a greater number of turtles are recorded (QUIÑONES *et al.*, 2010), given the rupture of the thermal front between the Cold Coastal Waters (CCW) and the Subtropical Surface Waters (SSW). It has been demonstrated that the Scyphozoa jellyfish *Chrysaora plocamia* is also influenced by interannual pulses, when its presence is greater during “El Niño” and also in warm inter-decadal periods such as “El Viejo” (QUIÑONES *et al.*, 2015b). Nonetheless, the greater or lesser occurrence of sea turtles in “La Aguada” could also be influenced by local oceanographic dynamics such as surface insolation levels (TAKAHASHI, 2005), which could play an important role in the availability of their prey and the eutrophication of the water column.

Growth rate

The growth rate (7.6 ± 2.8 cm/year) shows one of the highest values recorded. This may be caused because these animals are small (58.3 ± 7.9 cm) when compared to other feeding grounds such as El Ñuro (72.4 ± 10.9 cm, range: 44.9–84.5 cm, n=228) (VELEZ-ZUAZO *et al.*, 2014) and the Virrilá estuary (from 65.2 ± 10.7 cm, range: 43.8 - 98.6 cm, n=776) (Quiñones, unpublished data). The growth rate in Paracas is the highest in the entire eastern Pacific (Fig. 10). Conversely, in Galapagos, the rates are quite low (up to 0.4 cm/year) for the 50 - 60 cm range (GREEN *et al.*, 1993) and in the Hawaiian Islands (up to 2.5 cm/year SCL) in the same size range (BALASZ & CHALOUPEK *et al.*, 2004) are also

Hawaianas (hasta 2,5 cm/año SCL) en el mismo rango de tallas (BALASZ & CHALOUKKA *et al.*, 2004) también son bastante bajas. Sin embargo, en el Caribe, en Southern Bahamas se han registrado, tasas de crecimiento de $8,8 \pm 1$ cm y $4,9 \pm 2$ cm, para los rangos de 30-40 y 40-50 cm, respectivamente (BJORNDAL & BOLTEN, 1988).

Se sabe que esta especie de quelonios crece más rápidamente cuando son más pequeños (BJORNDAL & BOLTEN, 1988; EGUCHI *et al.*, 2012; PATRICIO *et al.*, 2014) y que en zonas templadas crecen con mayor rapidez que en zonas tropicales, debido a la gran abundancia de presas que contribuye a su crecimiento (SEMINOFF *et al.*, 2002). A Paracas llegan las tortugas pequeñas, porque es una zona templada y tiene abundancia de su principal presa, la medusa *Chrysaora plocamia* ($27,1 \pm 27,2$ kg medusa/100 m/h; rango 0,5 – 84,6 kg, n=16) (QUIÑONES *et al.*, 2010; PAREDES y QUIÑONES, 2012; PAREDES, 2015), convirtiéndose en el área apropiada para obtener altas tasas de crecimiento.

Al analizar el crecimiento somático por clases de tamaño, esta especie presenta un patrón de crecimiento monotónico, que es la disminución del crecimiento cuando la talla se incrementa; el pico de crecimiento estuvo en el rango de 40 cm con 10,7 cm/año, el rango de 50 cm con 7,7 cm/año, el rango de 60 cm con 6,9 cm/año y el rango de 70 cm con 4,8 cm/año, pero el último rango estuvo representado por un solo valor, por lo que se necesitan datos adicionales para establecer el crecimiento en grandes grupos de clases. La mayoría de los patrones reportados son no monotónico, los cuales son consistentes con otras poblaciones en el Pacífico (Fig. 10). Por ejemplo, el patrón de crecimiento no monotónico en bahía de Los Ángeles mostró aumento desde ~55 cm, alcanzando un pico a 80-90 cm SCL disminuyendo para individuos más grandes (SEMINOFF *et al.*, 2002).

Del mismo modo, esta especie en la Gran Barrera Coralina (Australia) presentó un patrón no monotónico con pico a ~ 60 - 70 cm LCC (CHALOUKKA *et al.*, 2004), al igual que en el estuario de Virrilá, en el norte del Perú (PAREDES-CORAL, 2017). De forma similar, las tortugas en la isla Gorgona mostraron el mismo patrón con un pico único a 50 - 60 cm SCL (SAMPSON *et al.*, 2015). No obstante, en las islas Galápagos se registró un patrón monotónico con una tasa de crecimiento decreciente de 55 a 70 cm SCL (ZÁRATE *et al.*, 2015). Sin embargo, las tortugas de las poblaciones atlánticas de las Bahamas exhibieron un patrón de crecimiento descendente monotónico con individuos más pequeños que crecieron más rápido que los más grandes (BJORNDAL *et al.*, 2000), lo cual es muy similar a lo reportado en el presente trabajo en Paracas.

quite low. In the Southern Bahamas, growth rates of 8.8 ± 1 cm and 4.9 ± 2 cm have been recorded for the 30-40 and 40-50 cm ranges, respectively (BJORNDAL & BOLTEN, 1988).

This chelonian species is known to grow faster when they are smaller (BJORNDAL & BOLTEN, 1988; EGUCHI *et al.*, 2012; PATRICIO *et al.*, 2014). In temperate areas, they grow faster than in tropical zones since the large abundance of prey contributes to their growth (SEMINOFF *et al.*, 2002). Small turtles arrive in Paracas because it is a temperate area and has an abundance of its main prey, the jellyfish *Chrysaora plocamia* (27.1 ± 27.2 kg jellyfish/100 m/h; range 0.5-84.6 kg, n=16) (QUIÑONES *et al.*, 2010; PAREDES & QUIÑONES, 2012; PAREDES, 2015), thus making it the appropriate area to obtain high growth rates.

When analyzing somatic growth by size classes, this species shows a monotonic growth pattern, which is the decrease in growth as size increases. The peak of growth was in the 40 cm range with 10.7 cm/year, the 50 cm range with 7.7 cm/year, the 60 cm range with 6.9 cm/year, and the 70 cm range with 4.8 cm/year, but the last range was represented by a single value, so additional data are needed to establish growth in large groups of classes. Most of the reported patterns are non-monotonic, which are consistent with other populations in the Pacific (Fig. 10). For example, the non-monotonic growth pattern in Bahía de Los Ángeles showed an increase from ~55 cm, peaking at 80-90 cm SCL, thus decreasing for larger individuals (SEMINOFF *et al.*, 2002).

Similarly, this species on the Great Barrier Reef (Australia) showed a non-monotonic pattern with a peak at ~ 60-70 cm CCL (CHALOUKKA *et al.*, 2004), as well as in the Virrilá estuary in northern Peru (PAREDES-CORAL, 2017). Likewise, turtles on Gorgona Island showed the same pattern with a single peak at 50-60 cm SCL (SAMPSON *et al.*, 2015). However, in the Galapagos Islands, a monotonic pattern was recorded with a decreasing growth rate from 55-70 cm SCL (ZÁRATE *et al.*, 2015). Yet, turtles from the Atlantic populations of the Bahamas had a monotonic downward growth pattern with smaller individuals growing faster than the larger ones (BJORNDAL *et al.*, 2000), which is very similar to what we report in Paracas.

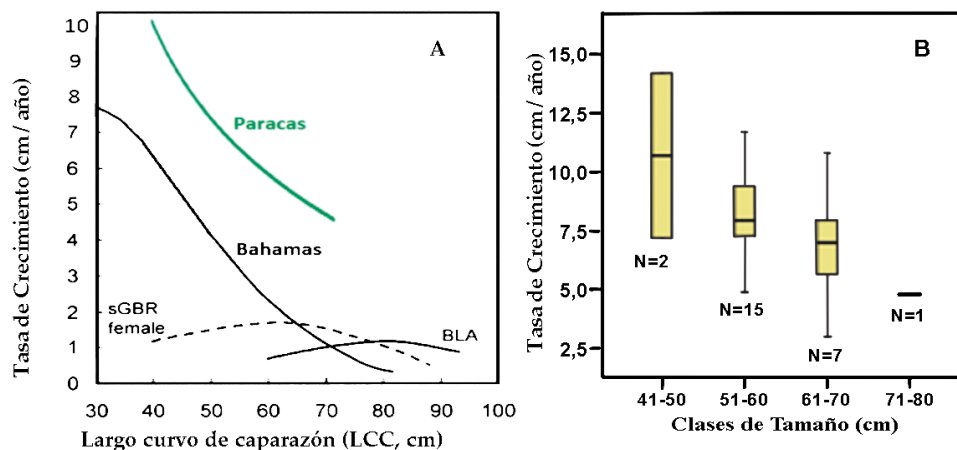


Figura 10.- Tasa de crecimiento por clases de tamaño en tortuga verde *C. mydas agassizii* de Paracas. (A) Comparación de las curvas de crecimiento por grupos de clase en diversas zonas de alimentación como en Bahamas (BJORNDALE *et al.*, 2000), sur de la Gran Barrera Coralina Australiana (sGBR, LIMPUS & CHALOUKKA, 1997), Bahía de los Ángeles, México (BLA; SEMINOFF *et al.*, 2002). Adaptación de PAREDES-CORAL, 2017. (B) Los box plots muestran el error estándar y el N indica el número de tortugas capturadas

Figure 10. Growth rate by size classes in green sea turtles *C. mydas agassizii* from Paracas. (A) Comparison of growth curves by class groups in various feeding grounds such as in Bahamas (BJORNDALE *et al.*, 2000), southern Australian Great Barrier Reef (sGBR, LIMPUS & CHALOUKKA, 1997), Bahía de los Ángeles, Mexico (BLA; SEMINOFF *et al.*, 2002). Adapted from PAREDES-CORAL, 2017. (B) Box plots show standard error and N indicates number of caught turtles

Factor de Condición Corporal (BCI)

El BCI promedio registrado para la Bahía de Paracas en el presente estudio fue 1,49 que indica la buena salud de las tortugas, como consecuencia de la disponibilidad de comida en esta zona y, además, se encuentra en el rango de muchas zonas de alimentación en el Pacífico este, valores que varían entre 1,2 y 1,7. En Bahía Magdalena, el promedio fue 1,67 (KOCH *et al.*, 2007) mientras que en la península de Baja California los valores variaron entre 1,2 y 1,4 (LÓPEZ-CASTRO *et al.*, 2010). Bahía Vizcaino, mostró valor medio de 1,48 (RODRÍGUEZ-BARÓN *et al.*, 2011) y en bahía de Los Ángeles fue 1,42 (SEMINOFF *et al.*, 2003). En la isla de Gorgona, Pacífico colombiano, tuvieron valores medios de 1,38 (SAMPSON *et al.*, 2015). En el Ñuro (norte del Perú) el valor medio fue 1,5 (VELEZ-ZUAZO *et al.*, 2014).

En Paracas la condición corporal por estadios de vida demostró que los ejemplares juveniles fueron los que presentaron las condiciones más saludables (BCI = 1,49) y los subadultos también presentaron un buen índice (1,44). Esto es consistente con la alta tasa de crecimiento registrada por los individuos más jóvenes (10,7 cm/año), lo que significa que los individuos más saludables crecen con más rapidez que los individuos con menor grado de salud. De acuerdo a BOLGER & CONNOLLY (1989) los índices de condición pueden ser indicadores de cambios en la administración de comida, esto podría estar explicando las diferencias del BCI entre los distintas etapas de desarrollo.

Body Condition Factor (BCI)

The mean BCI recorded for Paracas Bay was 1.49, which indicates good turtle health as a consequence of the availability of food in this area. Also, it is in the range of many feeding grounds in the eastern Pacific, with values that vary between 1.2 and 1.7. In Magdalena Bay, the mean was 1.67 (KOCH *et al.*, 2007) while in the Baja California peninsula the values varied between 1.2 and 1.4 (LÓPEZ-CASTRO *et al.*, 2010). Vizcaino Bay showed a mean value of 1.48 (RODRÍGUEZ-BARÓN *et al.*, 2011) and in Bahía de Los Ángeles it was 1.42 (SEMINOFF *et al.*, 2003). On Gorgona Island, Colombian Pacific, they had mean values of 1.38 (SAMPSON *et al.*, 2015). In El Ñuro (northern Peru) the mean value was 1.5 (VELEZ-ZUAZO *et al.*, 2014).

In Paracas, body condition by life stages showed that juveniles were the healthiest individuals (BCI = 1.49) and sub-adults also had a good index (1.44). This is consistent with the high growth rate recorded for the youngest individuals (10.7 cm/year), which means that healthier individuals grow faster than individuals with lower health. According to BOLGER & CONNOLLY (1989), condition indexes may be indicators of changes in food intake, which could explain the differences in BCI between the different stages of development.

Conservación

En este estudio evidenciamos la fuerte ocurrencia de tortugas verdes del Pacífico este en la bahía de Paracas, con mayores concentraciones en la ensenada “La Aguada”, es precisamente en esta zona donde se produce mucha interferencia antropogénica, hay pescadores que de madrugada ingresan al área para capturarlas, lo cual evidencia que aún subsiste la captura dirigida, que se demuestra con la gran cantidad de caparazones en basurales y descampados en Pisco donde en un periodo de 6 años (2009-2015) se han registrado casi 1000 caparazones (QUIÑONES *et al.*, 2017). Adicionalmente la fuerte interferencia del turismo náutico y movimiento de buques en el puerto industrial general San Martín también las afecta por las colisiones con las hélices de embarcaciones, las cuales en muchos de los casos son mortales.

Todo esto ocurre dentro de la Reserva Nacional de Paracas (RNP) por lo que medidas consensuadas entre los entes gubernamentales y privados son necesarias para la preservación de esta especie considerada “En Peligro” por las listas rojas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN).

5. CONCLUSIONES

La población de tortuga verde del Pacífico este (*C. mydas agassizii*) en la bahía de Paracas, presentó una estructura de tallas netamente juvenil (88,7%) con promedio de 58,4 ± 7,9 cm LCC (n=438), siendo esta la población con tallas más pequeñas del Pacífico este.

Se evidenció la constante ocurrencia de epibiontes procedentes de zonas pelágico – oceánicas como los cirrípedos pedunculados *Lepas anatifera*, *Conchoderma virgatum* y el cangrejo *Planes cyaneus*, esto evidencia que la zona de La Aguada es una de las principales zonas de reclutamiento en todo el Pacífico este.

La mayoría de los parámetros poblacionales analizados presentaron resultados favorables. Se determinó crecimiento promedio de 7,4 ± 2,8 cm año⁻¹, la más alta de todo el Océano Pacífico, probablemente como consecuencia de una población netamente juvenil. El índice de Condición Corporal (BCI) promedio fue de 1,49 mostrando una población saludable.

Las tasas de recapturas son bajas, solo 46 recapturas en 8 años de trabajo en un total de 39 prospecciones acuáticas; los números de inter capturas (recapturas dentro de una misma evaluación) fueron casi nulos, evidenciando que es una población grande y saludable con bajos niveles de endogamia.

Conservation

In this study, we found a strong occurrence of green sea turtles in the Paracas Bay, with higher concentrations in the “La Aguada” inlet. However, there is a lot of anthropogenic interference in this area, with fishermen entering the area at dawn to catch them, which shows that there is still directed capture, as evidenced by a large number of shells in dumps and wastelands in Pisco. During 6 years (2009-2015), almost 1000 shells have been recorded (QUIÑONES *et al.*, 2017). Furthermore, the strong interference of nautical tourism and the movement of ships in the General San Martín industrial port also affects them through collisions with the propellers of vessels, which in many cases are fatal.

All this occurs within the Paracas National Reserve (PNR) and therefore, measures agreed between governmental and private entities are necessary for the preservation of this species considered “Endangered” by the red lists of the International Union for Conservation of Nature (IUCN).

5. CONCLUSIONS

In Paracas Bay, the green sea turtle population (*C. mydas agassizii*) showed a purely juvenile size structure (88.7%) with a mean of 58.4 ± 7.9 cm CCL (n=438), being the population with the smallest size in the eastern Pacific.

We observed the constant occurrence of pelagic-oceanic epibionts such as the pedunculate barnacles *Lepas anatifera*, *Conchoderma virgatum*, and the crab *Planes cyaneus*. This shows that the area of La Aguada is one of the main recruitment areas in the eastern Pacific Ocean.

Most of the population parameters analyzed showed favorable results. Mean growth of 7.4 ± 2.8 cm year⁻¹ was determined, the highest in the entire Pacific Ocean, probably as a consequence of a purely juvenile population. The mean Body Condition Index (BCI) was 1.49, which indicates a healthy population.

Recapture rates are low. In 8 years of work, only 46 recaptures in a total of 39 aquatic surveys were made; inter-capture numbers (recaptures within the same assessment) were almost nil, thus showing that it is a large and healthy population with low levels of inbreeding.

A Paracas llegan tortugas verde pequeñas, porque es una zona temperada y tiene abundancia de su principal presa, convirtiéndose en el área apropiada para obtener altas tasas de crecimiento.

Existe una creciente preocupación por las interacciones antropogénicas a las que está sometida esta especie en Paracas, Pisco como son capturas incidentales en las pesquerías artesanales de enmalle; subsiste la captura dirigida, incremento del turismo náutico recreativo sobre todo los fines de semana. Todos estos factores influyen negativamente en esta especie protegida por la legislación peruana, catalogada "En Peligro" por las listas rojas de la UICN.

Small green turtles arrive in Paracas because it is a temperate zone and has an abundance of their main prey, making it the appropriate area to obtain high growth rates.

There is growing concern about the anthropogenic interactions to which this species is subjected in Paracas, Pisco, such as bycatch in artisanal gillnet fisheries, directed catch, and increased recreational nautical tourism, especially on weekends. All these factors have a negative influence on this species protected by Peruvian legislation, cataloged as "Endangered" by the IUCN red lists.

REFERENCIAS / REFERENCES

- ALVARADO-DÍAZ J, DELGADO-TREJO C, SUAZO-OTUÑO I. 2001. Evaluation of the black turtle project in Michoacan, Mexico. *Marine Turtle Newsletter*. 92: 4-7.
- ALVAREZ-VARAS R, CONTARDO J, HEIDEMEYER M, FORERO-ROZO L, BRITO B, CORTÉS V, BRAIN M J, PEREIRA S, VIANNA J Á. 2017. Ecology, health and genetic characterization of the southernmost green turtle (*Chelonia mydas*) aggregation in the Eastern Pacific: implications for local conservation strategies. *Latin American Journal of Aquatic Research*. 45: 540-554.
- ARANDA C A, CHANDLER M W. 1989. Las tortugas marinas del Perú y su situación actual. *Boletín de Lima*. 11: 77-86.
- BADILLO F J. 2007. Epizoitos y parásitos de la tortuga boba (*Caretta caretta*) en el mediterráneo Occidental. Asesores: Francisco Aznar y Juan Raga. Tesis Doctoral. Universidad de Valencia, Facultad de Ciencias Biológicas, España. 262 pp.
- BÁEZ J C, BELLIDO J J, CASTILLO J J, MARTÍN J J, MONS J L, REAL R. 2009. Uso de epibiontes como bioindicadores ecológicos en tortuga boba. Facultad de Ciencias, Universidad de Málaga. Conferencia-Poster.
- BALASZ G H, CHALOUPKA M. 2004. Thirty-year recovery trend in the once depleted Hawaiian green sea turtle stock. *Biological Conservation*. 117: 491-498.
- BEAUMONT E, ZÁRATE P, ZARDUS J, DUTTON P, SEMINOFF J. 2008. Epibiont occurrence in Galapagos green turtles (*Chelonia mydas*) at nesting and feeding grounds. NOAA Technical Memorandum NMFS SEFSC [NOAA Tech. Mem. NMFS SEFSC]. N° 569. p. 8.
- BISBY F A, RUGGIERO M A, WILSON K L, CACHUELA-PALACIO M, KIMANI S W, ROSKOV Y R, SOULIER-PERKINS A, VAN HERTUM J. 2005. Species 2000 & ITIS Catalogue of Life: 2005 Annual Checklist. CD-ROM Species 2000. Reading, U.K.
- BJORNDAL K A, BOLTEN A B. 1988. Growth rates of immature green turtles, *Chelonia mydas*, on feeding grounds in the southern Bahamas. *Copeia*. 3: 555-564.
- BJORNDAL K A, BOLTEN A B, CHALOUPKA M Y. 2000. Green turtle somatic growth model: evidence for density dependence. *Ecological Applications*. 10: 269-282.
- BOLGER T, CONNOLLY P L. 1989. The selection of suitable indices for the measurement and analysis of fish condition. *Journal of Fish Biology*. 34: 171-182.
- BUGONI K L, DE ALMEIDA A O, DE PÁDUA BUENO A O. 2001. Commensal Barnacles of Sea Turtles in Brazil. *Marine Turtle Newsletter*. 94: 7-9.
- CÁCERES C, ALFARO-SHIGUETO J, MANGEL J. 2013. Green turtle captures in net fisheries in the Port of Constante, Peru. In: J. Blumenthal (Ed.) Proceedings of the Thirtieth Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation. NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFSC-640. Page 177.
- CHALOUPKA M, LIMPUS C, MILLER J. 2004. Green turtle somatic growth dynamics in a spatially disjunct Great Barrier Reef metapopulation. *Coral Reefs*. 23: 325-335.
- CHAVES J A, PEÑA M, VALDÉS-URIBE 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: 251-264.
- CLYDE-BROCKWAY C. 2014. Inter-nesting and post-nesting movements and behavior of East Pacific green turtles (*Chelonia mydas agassizii*) from Playa Cabuyal, Guanacaste, Costa Rica. Tesis Doctoral. Purdue University. 50 pp.
- CURTIS M, WILLIAMS J T, COLLETTE B, SMITH-VANIZ W F, PINA AMARGOS F. 2015. *Remora remora* (errata version published in 2017). The IUCN Red List of Threatened Species 2015: e.T198651A115343508.
- DARWIN C. 1864. A monograph of the sub-class Cirripedia. The Balanidae or sessile cirripedes; the verrucidae. Royal Society. London. 424-428.
- DE PAZ N, DÍAZ P, SEMINOFF J A, ORMEÑO M, ANCHANTE H. 2007. Bahía de Paracas: Área crítica para la conservación de la tortuga verde (*Chelonia mydas*) del Pacífico Oriental. 34 pp.
- EGUCHI T, SEMINOFF J A, LEROUX R A, PROSPERI D, DUTTON D L. 2012. Morphology and growth rates of the green sea turtle (*Chelonia mydas*) in a northern-most temperate foraging ground. *Herpetologica*. 68(1): 76-87.
- FORBES G, LIMPUS C. 1993. A non-lethal method for retrieving stomach contents from sea turtles. *Wildlife Research*. 20: 339-343.
- FRICK M G, PFALLER J B. 2013. Sea Turtle Epibiosis. In: The Biology of Sea Turtles, Volume III. 399-446 pp.
- GITTINGS S R. 2009. Cirripedia (Crustacea) of the Gulf of Mexico. In: D.L. Felder, D.K. Camp (Eds.) Gulf of Mexico - Origins, Waters, and Biota. Biodiversity. Texas A&M University Press, College Station, Texas. pp. 827-836.

- GREEN D. 1984. Long-distance movements of Galapagos green turtles. *Journal of Herpetology*. 18: 121-130.
- GREEN D. 1993. Growth rates of wild immature green turtles in the Galapagos Islands, Ecuador. *Journal of Herpetology*. 3: 338-341.
- HAYS-BROWN C, BROWN M W. 1982. Status of sea turtles in the southeastern Pacific: emphasis on Peru. In: K. Bjorndal (Ed.) *Biology and Conservation of Sea Turtles*. Smithsonian Institution Press, Washington, DC. 235-240.
- HOLROYD G L, TREFRY H E. 2010. The importance of Isla Clarión, Archipelago Revillagigedo, Mexico, for green turtle (*Chelonia mydas*) nesting. *Chelonian Conservation and Biology*. 9: 305-309.
- HOOKE Y, PRIETO-RIOS E, SOLÍS-MARÍN F A. 2013. Echinoderms of Peru. In: J.J. Alvarado y F.A. Solis-Marin (Eds.) *Echinoderm research and diversity in Latin America*, Springer, Berlin. 277-244 pp.
- IBAÑEZ E B. 2016. Zonación biogeográfica del macrobentos del intermareal rocoso del Norte y Centro del Perú (3,5-13,5°S). Tesis de Maestría Universidad Peruana Cayetano Heredia. 118 pp.
- JIMENEZ A, PINGO S, ALFARO-SHIGUETO J, MANGEL J C, HOOKER Y. 2017. Feeding ecology of the green turtle *Chelonia mydas* in northern Peru. *Latin American Journal of Aquatic Research*. 45: 585-596.
- JONES D S, HEWITT M A, SAMEY A. 2000. A checklist of the Cirripedia of the South China Sea. *The Raffles Bulletin of Zoology*. 8: 233-307.
- KOCH V, BROOKS L B, NICHOLS W J. 2007. Population ecology of the green/black turtle (*Chelonia mydas*) in Bahía Magdalena, Mexico. *Marine Biology*. 153: 35-46.
- KUBIS S, CHALLOUPKA M, EHRHART L, BRESSETTE M. 2009. Growth rates of juvenile green turtles *Chelonia mydas* from three ecologically distinct foraging habitats along the east central coast of Florida, USA. *Marine Ecology Progress Series*. 389: 257-269.
- LÓPEZ-CASTRO M C, KOCH V, MARICAL-LOZA A, NICHOLS W J. 2010. Long-term monitoring of black turtles *Chelonia mydas* at coastal foraging areas off the Baja California Peninsula. *Endangered Species Research*. 11: 35-45.
- LUSCHI P, HAYS G C, PAPI F. 2003. A review of long-distance movements by marine turtles, and the possible role of ocean currents. *Oikos*. 103: 293-302.
- MÁRQUEZ R. 1990. Sea turtles of the world. *FAO Species Catalogue*. *FAO Fisheries Synopsis*. 125: 1-81.
- MEYLAN P A, MEYLAN A B, GRAY J A. 2011. The ecology and migrations of sea turtles 8. Tests of the developmental habitat hypothesis. *Bulletin American Museum of Natural History*. 357: 1-70.
- MUSICK J A, LIMPUS C J. 1997. Habitat utilization and migration in juvenile sea turtles. In: P.L. Lutz, J.A. Musick (Eds.) *The Biology of Sea Turtles*. CRC Press, Boca Raton, Florida. 137-163 pp.
- NEWMAN W A, ROSS A. 1971. Antarctic Cirripedia: Monographic Account Based on Specimens Collected Chiefly Under the United States Antarctic Research Program, 1962-1965. *American Geophysical Union*. pp. 35-36.
- PAEDES E. 2015. Hábitos alimentarios de la tortuga verde del pacífico este *Chelonia mydas agassizii* (Boucart, 1868) en la bahía de Paracas, Ica, Perú, durante el año 2010. Tesis Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM). 61 pp.
- PAEDES-CORAL E. 2017. Ecology of the East Pacific green turtle (*Chelonia mydas*) at Virrilá Estuary, northern coast of Peru: conservation and management implications. Master Thesis. Vrije Universiteit Brussel, Belgium. 60 pp.
- PAEDES E, QUIÑONES J. 2012. Feeding ecology of the East Pacific green turtle (*Chelonia mydas agassizii*) in the feeding area of Paracas bay, Peru. *32 Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation*. Oaxaca, México. 142 pp.
- PATRICIO R, DIEZ C E, VAN DAM R P. 2014. Spatial and temporal variability of immature green turtle abundance and somatic growth in Puerto Rico. *Endangered Species Research*. 23: 51-62.
- PEÑA M J, MUÑOZ A, BAQUERO, VALLE C, MAZIAS J, CHALEN X. 2009. Caracterización de la población de tortugas verdes (*Chelonia mydas*) del área marina de la Isla de la Plata, Parque Nacional Machalilla, Ecuador. 6 pp.
- PILSBRY H. 1907. The Barnacles (Cirripedia) Contained in the Collections of the U.S. National Museum. Including a monograph of the American species. Washington, DC. U.S.A. Bull. US Nat. Mus. 122 pp.
- PINGO S, JIMÉNEZ A, ALFARO-SHIGUETO J, MANGEL J C. 2017. Incidental capture of sea turtles in the artisanal gillnet fishery in Sechura Bay, northern Peru. *Latin American Journal of Aquatic Research*. 45: 606-614.
- QUIÑONES J, QUISPE S, GALINDO O. 2017. Illegal capture and black-market trade of sea turtles in Pisco, Peru: The never-ending story. *Latin American Journal of Aquatic Research*. 45: 615-621.
- QUIÑONES J, PAEDES E, QUISPE S, DELGADO L. 2015c. Tortugas marinas durante el 2010 en Pisco, Perú. *Informe Instituto del Mar del Perú*. 42(4): 516-525.
- QUIÑONES J, GONZALES V, ZEBALLOS J, PURCA S, MIANZAN H. 2010. Effects of El Niño-driven environmental variability on black turtle migration to Peruvian foraging grounds. *Hydrobiologia*. 645: 69-79.
- QUIÑONES J, GARCÍA GODO S I, LLAPAPASCA M, VAN OORDT F, PAEDES E. 2015a. 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): 178-186.
- QUIÑONES J, MIANZAN H, PURCA S, ROBINSON KL, ADAMS GD, ACHA M. 2015b. Climate driven population size fluctuations of jellyfish (*Chrysaora plocamia*) off Peru, *Marine Biology*. 162: 2339-2350.
- RODRÍGUEZ-BARÓN J M, RIOSMENA-RODRÍGUEZ R, SEMINOFF J A, HERNÁNDEZ-CARMONA G. 2011. *Chelonia mydas agassizii* diet. *Herpetological Review*. 42: 264.
- ROMERO C, QUIÑONES J. 2016. Epibiontes de tortuga verde (*Chelonia mydas agassizii*) como indicadores de sus estadios de vida y distribución geográfica en Perú. V Congreso de Ciencias del Mar, Lambayeque. V Congreso de Ciencias del Mar, Lambayeque. Libro de Resúmenes. p. 337.
- ROSALES C A, VERA M, LLANOS J. 2010. Varamientos y captura incidental de tortugas marinas en el litoral de Tumbes, Perú. *Revista peruana de biología*. 17(3): 293-302.
- SAMPSON L, GIRALDO A, PAYÁN L F, AMOROCHO D F, EGUCHI T, SEMINOFF J A. 2015. Somatic growth of juvenile green turtle (*Chelonia mydas*) morphotypes in the Colombian Pacific. *Marine biology*. 162: 1559-1566.
- SANTIDRIAN-TOMILLO P, ROBERTS S A, HERNÁNDEZ R, SPOTILA J R, PALADINO F V. 2015. Nesting ecology of East Pacific

- green turtles at Playa Cabuyal, Gulf of Papagayo, Costa Rica. *Marine Ecology*. 36: 506-516.
- SANTILLÁN L A. 2008. Análisis de la dieta de *Chelonia mydas agassizii* tortuga verde del Pacífico en la bahía de Sechura, Piura - Perú. Tesis Maestría. UNALM, Lima. Tesis Maestría. UNALM, Lima. 76 pp.
- SEMINOFF J A. 2004. (Southwest Fisheries Science Center, U.S.). *Chelonia mydas*. En: IUCN Red List of Threatened Species. Versión 2015.1.
- SEMINOFF J A, RESENDIZ A, NICHOLS WJ & JONES TT. 2002. Growth rates of wild turtles (*Chelonia mydas*) at a temperate foraging area in the Gulf of California, México. *Copeia* 2002(3): 610-617.
- SEMINOFF J A, JONES T T, RESENDIZ A, NICHOLS WJ, CHALOUKKA M Y. 2003. Monitoring green turtles (*Chelonia mydas*) at a coastal foraging area in Baja California, Mexico: multiple indices to describe population status. *Journal of the Marine Biological Association of the UK*. 83: 1355-1362.
- SEMINOFF J A, ZÁRATE P, COYNE M, FOLEY D G, PARKER D, LYON B N, DUTTON P H. 2008. Post-nesting migrations of Galapagos green turtles *Chelonia mydas* in relation to oceanographic conditions: integrating satellite telemetry with remotely sensed ocean data. *Endangered Species Research*. 4: 57-72.
- SELFFED W, SALINAS-CISTERNAS P, CONTRERAS D, TOBAR M, GALLARDO J, AZOCAR C. 2019. Population Status of Green Turtles (*Chelonia mydas*) Foraging in Arica Bay, Chile. *Pacific Science*. 73: 501-514.
- SPALDING M D, FOX H E, ALLEN G R, DAVIDSON N, FERDAÑA Z A, FINLAYSON M, MARTIN K D. 2007. Marine ecoregions of the world: a bioregionalization of coastal and shelf areas. *BioScience*. 57: 573-583.
- TAKAHASHI K. 2005. The Annual Cycle of Heat Content in the Peru Current Region. *Journal of climate*. 18: 4937-4954.
- VAN COUWELAAR. 2007. *Lepas anatifera*, Zooplankton and Micronekton of the North Sea. Marine Species Identification Portal. http://species-identification.org/species.php?species_group=zmns&id=291
- VELEZ-ZUAZO X, QUIÑONES J, PACHECO A S, KLINGE L, PAREDES E, QUISPE S, 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.
- WANG J H, FISLER S, SWIMMER Y. 2010. Developing visual deterrents to reduce sea turtle bycatch in gill net fisheries. *Marine Ecology Progress Series*. 408:241-250.
- WANG J, THIJIS B, GLÄNZEL W. 2015. Interdisciplinarity and Impact: Distinct Effects of Variety, Balance, and Disparity. *PLoS ONE* 10(5): e0127298. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0127298>
- ZÁRATE P M, BJORN DAL K A, SEMINOFF J A, DUTTON P H, BOLTEN A B. 2015. Somatic growth rates of green turtles (*Chelonia mydas*) and hawksbills (*Eretmochelys imbricata*) in the Galápagos Islands. *Journal of Herpetology*. 49: 641-648.
- ZÁRATE P, BJORN DAL K A, PARRA M, DUTTON P H, SEMINOFF J A, BOLTEN A B. 2013. Hatching and emergence success in green turtle *Chelonia mydas* nests in the Galápagos Islands. *Aquatic Biology*. 19: 217-229.