

Boletín Chileno de Herpetología 8: 22-35 (2021)

Condición de las tortugas verdes, *Chelonia mydas* (Linnaeus 1758) (Testudines, Cheloniidae), del área de alimentación de La Puntilla, Arica, norte de Chile

Condition of green turtles, *Chelonia mydas* (Linnaeus 1758) (Testudines, Cheloniidae), in the feeding area of La Puntilla, Arica, North of Chile

Walter Sielfeld^{1,3*}, Paula Salinas^{2,3} & Darío Contreras³

¹ Facultad de Recursos Naturales Renovables, Universidad Arturo Prat, Iquique, Chile.

² Doctorado en Conservación y Gestión de la Biodiversidad, Facultad de Ciencias, Universidad Santo Tomás, Santiago, Chile.

³ Fundación Tortumar, Iquique, Chile.

*Correspondencia a: walter.sielfeld.kowald@gmail.com

Resumen. Se estudió la condición de 134 tortugas marinas verdes (*Chelonia mydas*) del área de alimentación de La Puntilla de Arica, norte de Chile, desde agosto de 2012 hasta enero de 2016. La muestra incluyó adultos, subadultos y juveniles de los cuales cincuenta y un individuos (38,1%) mostraron afecciones externas. Se detectó exfoliación en escudos dorsales, irritación del tercer párpado, ulceración de córnea y efectos perforantes del tegumento por cirripedos. Destacaron también malformaciones de caparazón y de escudos cefálicos, heridas y daños atribuibles a acciones antrópicas en la cabeza y caparazón/plastrón, daños por anzuelo en la región bucal y extremidades, cortes del caparazón por redes de pesca, golpe en el caparazón y amputación de extremidades. Se concluye la necesidad de mayor protección de las tortugas y el área de alimentación de La Puntilla, mediante difusión y sensibilización de la comunidad, capacitación de las personas que operan en diversas actividades en el sector, y regulación y mayor control de las actividades que ahí se desarrollan.

Palabras clave: tortugas marinas, epibiontes, Pacífico suroriental

Abstract. The condition of 134 green sea turtles (*Chelonia mydas*) from the feeding area of La Puntilla de Arica, northern Chile was studied between August 2012 and January 2016. The sample included adults, sub-adults and juveniles of which fifty-one individuals (38.1%) showed external affections. Exfoliation was detected in the dorsal scutes, irritation of the nictitating membrane, corneal ulceration and perforating effects of the integument due to barnacles. We also observed malformations of the carapace and cephalic shields, wounds and damages attributable to anthropic actions on head and carapace/plastron, hook damage to the buccal region and extremities, cuts of the carapace by fishing nets, hits to the carapace and amputation of extremities. We conclude the need for greater protection of the turtles and the feeding area of La Puntilla, through dissemination and awareness of the community, training of people who operate in various activities in the sector, and regulation and greater control of the activities that take place there.

Keywords: marine turtles, epibionts, South-eastern Pacific

Introducción

Las tortugas marinas experimentan desde su nacimiento hasta su estado adulto una serie de cambios en el uso de hábitat. Estos incluyen playas de desove y áreas de alimentación que congregan a adultos y juveniles (Márquez 1990), mientras que los recién eclosionados se dispersan con las corrientes marinas permaneciendo en el ambiente pelágico por varios años hasta que se reúnen en las áreas de alimentación (Reich et al. 2007). Las tortugas verdes [*Chelonia mydas* (Linnaeus, 1758)] muestran preferencia por áreas de alimentación costera (Márquez 1990, Meylan et al. 2011).

Las tortugas verdes que visitan las costas de Perú y norte de Chile comprenden individuos provenientes de las islas Galápagos (Hays-Brown y Brown 1982, Seminoff et al. 2008, Alfaro-Shigueto et al. 2011) y México (Velez-Zuazo y Kelez 2010, Véliz et al. 2014). En sus áreas de alimentación estas tortugas están expuestas a la colisión con embarcaciones y otros peligros de origen antrópico, capaces de generar golpes, heridas, irritaciones, mutilaciones, deformaciones, e incluso la muerte (Lutcavage et al. 1997). Se ha señalado también su captura indiscriminada para consumo humano (Velez-Zuazo et al. 2014), y los efectos derivados de la alteración y

destrucción de hábitat por construcciones portuarias, contaminación química y biológica, basura urbana e industrial, y la instalación de estructuras no amigables con la presencia de tortugas marinas, entre otros (Wallace et al. 2011). Combinados, éstos contribuyen a la paulatina degradación de las áreas costeras de alimentación de tortugas (Jiménez et al. 2017).

Adicionalmente, en el caso particular del Pacífico suroriental, estas tortugas están sometidas además a captura directa para consumo y a daños y/o muerte por captura incidental en la pesca artesanal e industrial que opera en la región (Alfaro-Shigueto et al. 2002). Esto ha contribuido a su clasificación como “especie en peligro” en el Libro Rojo de IUCN (Lemons et al. 2011). En Chile, esta especie está protegida por la Convención Interamericana para la Protección y Conservación de las Tortugas Marinas (Decreto Supremo N°114 de 2010) y por su categorización como “especie en peligro” a partir del 13° Proceso de Clasificación de Especies del Ministerio del Medio Ambiente de Chile (Decreto Supremo N°16 de 2016 del Ministerio de Medio Ambiente).

Junto a lo anterior, juegan papeles importantes en la salud de las tortugas marinas agentes patógenos (virus, bacterias, hongos, protozoos), parásitos y epibiontes (Riosmena-Rodríguez et al. 2011). En este contexto, son de particular importancia los virus *Hesperivirus* (CFPHV) o ChHV5 (Davison y McGeoch 2010) y *Papillomavirus* (Ahne 1993, Herbst et al. 1999, 2009, Page-Karjian 2012, de Alcántara et al. 2014) que desarrollan tumores fibroepiteliales externos e internos (Campbell 1996, Mader 2006). Estos se pueden desarrollar en la cabeza, cuello, aletas, región inguinal y cloacal, cola, caparazón y plastrón, e internamente como fibromas, mixofibromas y fibrosarcomas (Jones et al. 2016, Page-Karjian 2019). Dependiendo del tamaño (hasta 30 cm de diámetro), y número (hasta más de 90) (Santos et al. 2010), estos patógenos pueden interferir en la natación, visión, evasión de depredadores, ubicación de alimento, deglución y supervivencia (Suárez-Domínguez et al. 2020). La fibropapillomatosis es de mayor preocupación en las tortugas verdes, donde ha alcanzado un estado panzootico (Williams et al. 1994). Su presencia ha sido relacionada con diversos factores tales como mala calidad de agua (Jones et al. 2016), ectoparásitos (Greenblatt et al. 2004), ingestión de arginina (importante regulador de la actividad inmune (Peranzoni et al. 2008)), alimentación de macroalgas invasoras en hábitats eutróficos (van Houtan et al. 2010), aumento de la temperatura del agua (Page-Karjian et al. 2014) y contaminación (Torezani et al. 2010). Duffy y Martindale (2019) señalan además que la elevada exposición a luz ultravioleta es un posible inductor de mutaciones genómicas, formación de compuestos oncogénicos e inmunosupresión, aspecto importante para el desarrollo de fibropapillomatosis en las tortugas marinas.

La fibropapillomatosis ya ha sido reportada para todas las especies de tortugas marinas y en todos los océanos (Jones et al. 2016), pero cuenta con escasos registros en el Pacífico sur oriental (Cárdenas et al. 2018), en donde solo ha sido documentada en una tortuga verde de Ecuador (Cárdenas et al. 2018) y en una tortuga olivácea [*Lepidochelys olivacea* (Eschscholtz, 1829)] de Chile (Álvarez-Varas et al. 2019). Sin embargo, es una enfermedad contagiosa y grave, presente en más del 50% de las tortugas verdes del mundo (Cray et al. 2001) y hasta el 90% en algunas poblaciones (Alfaro et al. 2006), y su registro resulta fundamental como parte de los programas de monitoreo de las tortugas marinas.

Tradicionalmente los estudios sobre daños a tortugas marinas se han centrado principalmente en la acción de depredadores (Ortiz et al. 1997, Troëng 2000), consumo humano de huevos (Lagueux et al. 2014, Méndez-Rodríguez y Álvarez-Castañeda 2016), pesca incidental (Alfaro-Shigueto et al. 2011, Wallace et al. 2013) y captura

para consumo (De Paz et al. 2004). Se ha dado poca atención a los peligros, daños y accidentes asociados a factores antrópicos que afectan a las tortugas en sus áreas de alimentación, y cuya evaluación son una prioridad de investigación para avanzar en la conservación y manejo de sus poblaciones en esas áreas (Wildermann et al. 2018).

La bahía de Arica, que constituye el área de alimentación de tortugas verdes más importante de Chile (Sielfeld et al. 2019), presenta una multiplicidad de usos humanos que interactúan con la fauna marina. Destacan entre otros, las actividades portuarias, tránsito y anclaje de embarcaciones, deportes náuticos y pesca asociadas al Puerto Arica, al Club de Deportes Náuticos de Arica y la Caleta Pescadores Artesanales de Arica. También opera en el sector un terminal marítimo de “Yacimientos Petrolíferos Fiscales Bolivianos” (YPB), con descarga y transporte de hidrocarburos. El sistema de alcantarillado urbano de la ciudad descarga aguas servidas en el sector Chinchorro genera hasta 2.400 coliformes fecales x 100 ml de agua (Alcaldía de Arica 2015). En el río Lluta se producen descargas de la industria agrícola, riles con residuos industriales y efluentes salinos de la planta desaladora de la empresa Aguas del Altiplano (Campos et al. 2007). Por estas razones y por su eventual efecto sobre las tortugas verdes que concurren al área de alimentación de La Puntilla de Arica, se evaluó la condición de las tortugas del sector. La información detallada sobre estructura de tallas, índice de condición corporal (ICC), tasa de crecimiento individual, estacionalidad y fidelidad al sitio han sido reportado anteriormente por Sielfeld et al. (2019).

Esta información forma parte de la línea base que sustenta la propuesta de protección del área de alimentación de Arica y su población local de tortugas verdes, en el marco del Programa Nacional de Protección de las Tortugas Marinas que dirige la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura de Chile (SUBPESCA).

Materiales y métodos

Área de estudio

El estudio se realizó en el sector conocido como La Puntilla, ubicado en el área urbana de la ciudad de Arica, norte de Chile (18°28'S; 70°18'W), entre la desembocadura del río San José y la playa El Chinchorro (Fig. 1). El sector estudiado se extendió a lo largo de 500 m de costa y desde la zona intermareal hasta 500 m mar adentro, área que engloba la pradera de algas que constituye el área de alimentación de las tortugas (Sielfeld et al. 2019). En Chile es una de las áreas de alimentación más importante del país (Álvarez-Varas et al. 2017).

Captura de tortugas marinas

Se realizaron capturas de tortugas mensualmente entre agosto de 2012 y enero de 2016. La captura se realizó a mano por el equipo responsable de la investigación y por enmalle en una red de 100 m de largo, 4 m de altura y abertura de malla de 40 cm, instalada perpendicularmente a la línea de playa durante cada campaña de terreno. Esta actividad fue supervisada permanentemente por el personal técnico para evitar muerte por ahogamiento y consideró las recomendaciones de Eckert et al. (2000).

Todas las actividades de captura fueron autorizadas por la Subsecretaría de Pesca (SUBPESCA) del Ministerio de Economía, Fomento y Turismo de Chile, mediante las Resoluciones Exentas N°13 del 05/09/2012, N°1752 del 08/08/2014 y N°3049 del 24/08/2018.

Análisis cuantitativo

Para el análisis de los resultados los datos son expresados porcentualmente (%), se calcularon promedios (media), desviaciones

estándar y rangos máximo y mínimo de cada serie de datos. Para el cálculo se utilizó el programa estadístico PAST 3.16 (Hammer 2018). Se utilizó también el valor de frecuencia de aparición (f) de los distintos casos observados, el que fue expresado porcentualmente en relación al total de casos observados.

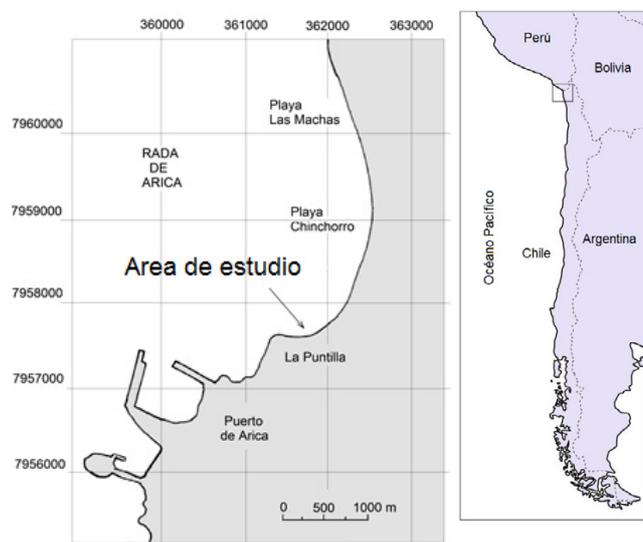


Figura 1: Mapa del área de estudio (Proyección UTM, 19S, DATUM WGS-84).

Tratamiento de las tortugas

Cada individuo fue llevado a tierra para su pesaje, medición, marcaje, determinación de sexo, confección de una ficha de identificación fotográfica, determinación del estado sanitario y epibiontes, para luego ser liberadas en el mismo sitio de captura. Todos los ejemplares fueron marcados para su posterior reconocimiento y seguimiento mediante una placa metálica de INCONEL (National Band & Tag Company-International Identification Inc., EE.UU.). Cada placa está provista con un número de identificación y dirección electrónica de contacto. Las marcas se fijaron al borde posterior de las aletas entre la primera y segunda escama axilar. Los números se indican en cada caso (Tabla S1). Información detallada sobre estructura de talla, sexo, crecimiento y condición corporal ha sido detallada por Sielfeld et al. (2019). La nomenclatura anatómica sigue a Wyneken (2001).

Se midió la longitud recta y curva del caparazón (LRC y LCC, respectivamente), desde el borde anterior de la placa procentral hasta el borde posterior entre las dos placas caudales (Flint et al. 2009). Sobre esta base y a partir de la categorización en estados de madurez establecida por Zárate (2013) para la población de las Islas Galápagos, las tortugas fueron clasificadas arbitrariamente en tres estados de madurez: i) Juveniles: LCC menor a 60,7 cm; ii) Adultos: LCC mayor a 86,7 cm; iii) Subadultos: LCC entre 60,7 y 86,7 cm.

La identificación de machos se realizó por la longitud de la cola, que sobrepasa largamente el borde posterior del caparazón, su grueso y característica musculosa, y la posición de la cloaca que se ubica por detrás del borde posterior del caparazón (Márquez 1990).

La condición corporal de cada individuo fue estudiada mediante el Índice de Condición Corporal (ICC) formulada por Bjorndal et al. (2000), que estima la salud de las tortugas (Bjorndal et al. 2000, Seminoff et al. 2003) y donde $ICC = \text{masa corporal} \times 10000 / LRC^3$. Para la caracterización general de la muestra se calculó también su media (\bar{x}) \pm la desviación estándar (ds). Labrada-Martagón et al. (2010) presentan rangos de valores para individuos sanos e individuos enfermos y/o heridos y que permiten comparación.

La condición de salud de las tortugas fue determinada a través de una examinación clínica externa siguiendo las indicaciones de Thomson et al. (2009) que consideró reacción a estímulos, debilidad general y hundimiento del plastrón, además del reconocimiento de lesiones, infecciones, ulceraciones oculares y cicatrices según los procedimientos presentados por Cañadas et al. (1999) y Flint et al. (2009). Se evaluó la presencia de masas/tumores, siguiendo la pauta de diagnóstico macroscópico sugerida por Cañadas et al. (1999).

En las examinaciones se utilizó una hoja de registro (Fig. S1) adaptada de Flint et al. (2009) con datos del lugar de captura, mediciones, peso, condición general, heridas, golpes, malformaciones, fotografías y muestras para estudios posteriores. Se consideraron los siguientes aspectos basados en los protocolos veterinarios para diagnóstico macroscópico de Cañadas et al. (1999) y Flint et al. (2009):

Sector oftálmico/ótico: Se evaluó la presencia de daños en la región timpánica y zona lateral de la cabeza. El examen de los ojos fue macroscópica, consideró ambos ojos e incluyó una evaluación de los párpados móvil y fijo, condición del tercer párpado (nictitante) con eventual inflamación y protrusión, presencia de película lagrimal, globo ocular y examen de la córnea (Lawton 2006). La presencia de úlceras en la córnea ocular fue evaluada macroscópicamente mediante contraste con fluoresceína y apoyo solicitado en la Veterinaria Mishi-Anú de Arica. La nomenclatura sigue a Brudenall et al. (2008).

Sistema músculo/esquelético: Mediante el examen físico de las extremidades anteriores y posteriores, se evaluó la presencia de fracturas y dislocaciones de huesos a partir de posibles signos evidentes de trauma, tales como una apariencia distorsionada, doblada o fuera de lugar de huesos y/o miembros, fracturas abiertas, trauma de tejidos e inflamaciones.

Se registraron también eventuales deformaciones y mutilaciones parciales o totales de los miembros. Durante la liberación de los especímenes se evaluó su fuerza muscular y funcionamiento y uso de sus extremidades durante la natación.

Sistema respiratorio: Se evaluó la respiración, la cual en condiciones normales considera una exhalación forzada y seguida de una inhalación rápida. Se evaluó la presencia de obstrucción traqueal, manifestada como apertura repetida de la boca, sonidos como gorgoteo y/o sibilancias.

Estados nutricionales: Se consideraron las categorías establecidas por Thomson et al. (2009) y Work et al. (2015) y que son las siguientes: i) Famélico: con ojos hundidos, ausencia de musculatura y grasa en la nuca y hombros, ausencia de grasa inguinal, tono muscular laxo/acuoso, elementos esqueléticos de la cabeza y el plastrón prominentes; plastrón cóncavo. ii) Delgado: pérdida de grasa en hombros, nuca y cuello, plastrón levemente hundido (cóncavo). iii) Adecuado: tono muscular normal, con reservas de grasa en hombros, cuello y nuca, plastrón plano o convexo.

Aparato digestivo y urogenital: Mediante examen interno de la boca se registró la eventual presencia de heridas/cicatrices, tumores, cuerpos extraños, sangramiento y exudados. Para el caso de la zona cloacal, se procedió según Hernández-Divers (2006) con una examinación interna de la cloaca mediante palpación digital. Esta zona puede presentar cuerpos extraños, hinchazón y prolapso. Estos últimos son obvios y aparentes y pueden incluir tejido cloacal, colon, vejiga o falo, siendo necesario identificar la estructura involucrada.

Sistema tegumentario: En el caparazón y plastrón se evaluó la presencia de daños menores (raspaduras, cortes y golpes pequeños), daños severos (cortes profundos, quebraduras, perforación del hueso).

En la piel se evaluó la presencia de heridas, cortes y abscesos y epibiontes.

Epibiontes

Para el estudio de la carga de los epibiontes se examinó el caparazón, plastrón, aletas, piel, cabeza, cuello, cloaca y cola. Para cada tortuga se registró el número de epibiontes y los lugares de fijación. Los epibiontes fueron removidos mediante pinzas y espátula y conservados en alcohol etílico 70% para su posterior análisis. Por el carácter perforador profundo de *Stephanolepas muricata* y con fines sanitarios, solo se hizo registro fotográfico y no se extrajo los individuos, dándoles muerte mediante tintura de yodo.

Los crustáceos cirrípedos fueron identificados a partir de las revisiones de Hayashi (2012), Hinojosa et al. (2006), Newman y Ross (1971, 1976), Pilsbry (1910, 1916) y Ross y Frick (2007, 2011). Para decápodos braquiuros del género *Planes* Bowdich, 1825 se consultó a Pfaller et al. (2008, 2014). Los anfípodos fueron clasificados a nivel de familia y se encuentran actualmente en revisión.

Resultados

Individuos estudiados

Se capturaron 134 individuos de *Chelonia mydas* (LRC media=65,17 cm; rango 44,6-98,6 cm; distribución estándar=10,5) de las cuales 51 individuos (38,1%) mostraron algún tipo de afecciones externas y constituyen la base del presente estudio (Tabla S1).

Esta muestra incluyó 12 juveniles (23,5%), 32 subadultos (62,7%), 5 adultos (9,8%) y 2 individuos (3,9%) que no contaron con información sobre talla. Su índice de condición corporal (ICC) presentó un rango de 1,245-3,627 (Tabla S1), media de 1,690 y distribución estándar 0,049.

Tabla 1: Daños, afecciones y eventuales causales en las tortugas verdes de este estudio. n=numero de individuos con la afección observada. %= porcentaje del total de individuos afectados.

Causas/origen	Afección	n	%
Naturales	Úlceras en cornea ocular	2	3,51
	Irritación tercer párpado	3	5,26
	Hinchazón cloaca	1	1,75
	Manchas blancas del caparazón	2	3,51
	Escamación queratina del caparazón	1	1,75
	Epibiontes perforantes	4	7,02
Malformaciones	Malformación escudos caparazón	6	10,53
	Malformación escudos cabeza	2	3,51
	Convexidad anormal del caparazón	1	1,75
Antropicas	Heridas menores caparazón/plastrón	8	14,04
	Heridas menores en cabeza y cuello	9	15,79
	Heridas menores en extremidades	2	3,51
	Daños por anzuelos en cavidad bucal	3	5,26
	Daños por anzuelos en extremidades	1	1,75
	Cortes por red en caparazón	1	1,75
	Cortes por hélice en caparazón	1	1,75
	Golpes por embarcación a caparazón	5	8,77
	Depredadores	Amputación de extremidad anterior	1
Amputación de extremidad posterior		4	7,02
Total casos		57	100

Casos encontrados

En el 38,1% antes indicado se reconocieron 57 casos de interés sanitario (Tabla 1) de los cuales 13 responden a agentes naturales, 30 casos son atribuibles a la acción antrópica, cinco a depredadores, y ocho representan malformaciones. Los casos asociados a agentes naturales tuvieron relación con los ojos (cinco casos), la cloaca (un caso) y el caparazón (tres casos) y aquellos asociados a la acción

antrópica afectan la región bucal (pesca) y el caparazón (interferencia con embarcaciones) (Tabla 2).

Tabla 2: Daños y afecciones según sector anatómico de las tortugas. n=numero de individuos con la afección observada. %= porcentaje del total de individuos afectados.

Ubicación	Afección	n	%
Ojos	Úlcera en la córnea ocular	2	3,51
	Irritación tercer párpado	3	5,26
Cloaca	Hinchazón cloaca	1	1,75
Caparazón/plastrón	Escudos supernumerarios	6	10,53
	Escamación de la queratina	1	1,75
	Manchas blancas del caparazón	2	3,51
	Cortes con redes	1	1,75
	Cortes por hélice	1	1,75
	Golpes por embarcación	5	8,77
	Heridas menores	8	14,04
	Convexidad anormal del caparazón	1	1,75
	Cabeza	Escudos supernumerarios	2
Daños por anzuelos		3	5,26
Heridas menores		9	15,79
Extremidades	Epibiontes perforantes	4	7,02
	Daños por anzuelos	1	1,75
	Heridas menores	2	3,51
	Amputación extremidad anterior	1	1,75
	Amputación extremidad posterior	4	7,02
	Total casos		57

Patologías

Se encontró irritación del tercer párpado en grado variable en tres individuos (especímenes N° 12 y N° 21 en el ojo izquierdo y N° 28 en el ojo derecho; Tabla S1, Figs. 2A y 2B). Dos individuos mostraron úlceras corneales unilaterales evidentes y visualizadas con fluoresceína (especímenes N° 26 y N° 42). El espécimen N° 47, presentó inflamación de la cloaca (Fig. 2C), la palpación digital y el análisis visual no mostró prolapso de colon y/o vejiga. Los especímenes N° 41 y N° 33 (Fig. 2D y Fig. 2E) presentaron en sus caparazones manchas blanquecinas, muy aparentes, que no responden a la apariencia normal de las tortugas, por lo que debe suponerse corresponden a algún agente infeccioso no identificado. El primer espécimen fue capturado y recapturado en otras tres ocasiones (11/06/2015, 26/09/2015 y 25/11/2015) en las cuales las manchas siempre estuvieron presentes. En el caparazón del espécimen N°3 se observó desprendimiento profusa de la queratina del caparazón, aspecto más notorio en los escudos laterales izquierdo 1 y 2, pero generalizado en menor grado en el resto (Fig. 2F). Esta condición pudo ser constatada en el mismo individuo en dos sucesivas capturas (09/01/2013 y 15/06/2013). No se observaron masas o tumores que pudieran indicar presencia de papillomatosis.

Epibiontes

Cuarenta y nueve individuos (36,6%) de la muestra total presentaron epibiontes, con una carga media de 6,4 epibiontes/tortuga (rango =1-35 epibiontes; desviación estándar = 1,06). La carga de epibiontes (Tabla 1) estuvo representada fundamentalmente por crustáceos, que incluyeron 4 especies de cirrípedos, 1 decápodo y representantes de 4 familias de anfípodos. Desde el punto de vista de las abundancias, el grupo más representado fueron los cirrípedos (72,5% de los epibiontes totales y presentes en 36,6% de las tortugas). Los anfípodos estuvieron presentes en 8,98% de las tortugas, alcanzando 21,7% de los epibiontes totales. Los decápodos y los moluscos solo representaron respectivamente 5,11% y 0,32% de los epibiontes.

Entre los cirrípedos, la especie más abundante fue *Platylepas hexastylus* (69,7% de todos los epibiontes y presente en 35,8% de las tortugas), correspondiendo al 96% del total de cirrípedos de la carga

de epibiontes (Fig. 3). También se consideró importante la presencia de *Stephanolepas muricata*, perforador profundo que genera daño hasta el tejido óseo y que fue detectado en 4 individuos (especímenes N° 1, 2, 4 y 5). El individuo N° 29 presentó una herida circular cicatrizada en el escudo supraocular derecho y el individuo N° 14 presentó una herida semicicatrizada en la sutura entre las placas frontoparietal y temporal izquierdo. Sus características y ubicación apuntan a una probable fijación del cirripedo perforador *Platylepas decorata*, especie presente en el Pacífico y Atlántico (Frick y Zardus 2010). Sin embargo la ausencia de individuos no permitió verificar su identificación.



Figura 2: Ejemplos de patologías encontradas en el estudio. A) y B) N°12 y N°21 con irritación e inflamación del tercer párpado izquierdo. C) N°47 con inflamación cloacal. D) N°41 manchas blancas en el caparazón. E) N°33 con siete escudo centrales y manchas blancas en el caparazón, posible infección por hongos. F) N°3 con desprendimiento de placas dorsales.



Figura 3: Ejemplar N°6 con cicatrices de cirripedios (*Platylepas hexastylus*) en su plastrón.

Heridas menores

Las tortugas mostraron diversos daños por acción mecánica, probablemente como resultado de golpes en piedras y estructuras, interacción con depredadores y con la pesquería artesanal e industrial, entre otros. Destacan heridas menores, abrasiones y laceraciones

diversas partes del cuerpo, en la mayoría de los casos parcial o totalmente cicatrizados (Tablas 2 y 3). En el caso de la cabeza destacaron cicatrices de cortes en el escudo frontoparietal (especímen N°46), abrasión en los prefrontales (especímen N°35), cicatriz de corte en el frontoparietal y parietal derecho (especímen N°29), corte entre prefrontales (especímen N°15), cicatriz de corte en escudo subpraocular derecho (especímen N°29), abrasión en el supraocular izquierdo (especímen N°14) y herida de corte abierta en el párpado derecho (especímen N°16) asociada a otros daños por interacción con pesca que se señalan más adelante.

Tabla 3: Composición por especie de la carga de epibiontes encontrados en 134 tortugas verdes de Arica. n=numero de individuos de la especie de epibiontes registrados. %ind = porcentaje del número de epibiontes sobre el total de epibiontes. f= frecuencia de aparición de los distintos casos observados. %ind= porcentaje del número de veces que el epibionte apareció en las 134 tortugas.

Grupo	Especie	n	%ep	f	%ind
Cirripedia	<i>Chelonibia testudinaria</i> (Linnaeus, 1758)	1	0,32	1	0,75
	<i>Stephanolepas muricata</i> (Fischer, 1886)	4	1,28	4	2,99
	<i>Platylepas hexastylus</i> (Fabricius, 1798)	218	69,65	48	35,82
	<i>Lepas anatifera</i> Linnaeus, 1758	4	1,28	2	1,49
	Subtotal	227	72,52	49	36,57
Decapoda	<i>Planes cyaneus</i> Dana, 1851	1	0,32	1	0,75
	Subtotal	1	0,32	1	0,75
Amphipoda	Familia Isaeidae sp.	42	13,42	9	6,72
	Familia Ischyroceridae sp.	19	6,07	6	4,48
	Familia Amphithoidae sp.	6	1,92	1	0,75
	Familia Caprellidae sp.	1	0,32	1	0,75
	Subtotal	68	21,73	12	8,96
Mollusca	<i>Semimytilus algosus</i> (Gould, 1850)	16	5,11	5	3,73
	Subtotal	16	5,11	5	3,73
Hydrozoa	Colonia sp. <i>indet.</i>	1	0,32	1	0,75
	Subtotal	1	0,32	1	0,75
Total		313	100	49	36,57

En la región de cuello destacaron heridas menores en cicatrización en la parte inferior y lateral derecha (especímen N°31) y cicatriz de corte en el lado derecho del cuello (especímen N°44).

En las aletas pectorales se observaron erosiones menores en el borde anterior de ambas aletas (especímen N°14) y en su parte ventral (especímen N°31), en ambos casos probablemente por erosión y/o golpe en el sustrato irregular rocoso que sirve de fijación de las algas del sector de alimentación.

En el caparazón se detectaron heridas menores en la primera y segunda placa lateral derecha (especímen N°16), herida pequeña en la placa marginal derecha (especímen N°20), heridas menores por golpe en las placas laterales (submarginales) lado izquierdo (especímen N°39), estrías longitudinales superficiales y cicatrizadas a lo largo del caparazón (especímen N°32) y heridas menores de golpe en las placas centrales (especímenes N°5 y 45). En los especímenes N°9 y 24 el plastrón presentó heridas punzantes menores.

Daños por extracción de anzuelos

Heridas por probable extracción y corte por anzuelos (Tabla 3) fueron evidentes en el espécimen N° 22 (Fig. 4A). Este individuo se clasificó como famélico, encontrado boyante, con escaso tejido adiposo en la región inguinal, cuello y hombros. Este individuo se caracterizó por presentar daño traumático severo con rotura de la articulación mandibular derecha, resultado de una probable extracción traumática de un anzuelo de pesca de espinel (Figs. 4A y B), con dificultad de respiración y alimentación. El ejemplar murió

posteriormente en las instalaciones para rehabilitación de la Universidad Arturo Prat (Iquique, Chile). Dado que las heridas fueron causadas con bastante anterioridad a la muerte del individuo, la necropsia no permitió identificar con exactitud su origen. El espécimen N°33 presentó daño interno en la boca, externamente en la región infra y post mandibular y un profundo corte parcialmente cicatrizado transversalmente en la región gular (Fig. 4C). El espécimen N°19 presentó daño en el segmento más basal del supralabial izquierdo (Fig. 4D). El espécimen N° 38 presentó herida cortante abierta en la base de la zona pectoral derecha (Fig. 4E).



Figura 4: Ejemplos de daños por anzuelos y líneas de pesca. A) Ejemplar N°22 debilitado y boyante, cubierto por algas. B) El mismo ejemplar anterior, con deformación traumática de la región bucal y faríngea asociada a dificultad para respirar y tragar. C) N°33 con daño en la región bucofaríngea por extracción de anzuelo. D) N°19 con daño en supralabial izquierdo por línea de pesca. E) N°38 con herida en la base de la aleta pectoral en la cercanía del cuello.

Mutilaciones

El espécimen N°36 presentó su aleta posterior derecha mutilada y sin su porción distal correspondiente a gran parte de las tres falanges más internas (Fig. 5A). El espécimen N°24 no presentó las falanges centrales en la extremidad posterior derecha. Solo se encontró un muñón formado por parte del húmero derecho en los especímenes N°23 y 49 (Fig. 5B y 5C) (Tablas 2 y 3). La amputación de las aletas pectorales solo fue registrada en un caso, con un muñón restringido a parte del húmero derecho (especímen N°40) (Fig. 5D).

Daños mayores del caparazón

Un individuo (especímen N°7) presentó heridas abiertas y fractura grave de la zona centro lateral izquierda del caparazón, con ocho cortes transversales por hélice de embarcación menor. La situación afectó profundamente las placas centrales 2-5 y en el lado izquierdo las placas laterales 2-4 y los huesos pleurales 3-5 subyacentes (Fig. 6A).

Otros individuos mostraron placas marginales anteriores deformadas por golpe (especímen N°13), la última y penúltima placa marginal izquierda y el correspondiente hueso marginal cortados por un golpe (especímen N°45) (Fig. 6B) y daño cicatrizado en la última placa marginal y hueso marginal izquierdo y corte cicatrizado entre

la última y penúltima placa marginal derecha (N°15) (Fig. 6C). El espécimen N°17 mostró una deformación por golpe ya cicatrizada, a lo largo de los primeros cuatro escudos centrales y el último escudo submarginal izquierdo (Fig. 6D), junto a daño cicatrizado en el escudo frontal. El espécimen N° 34 presentó un extenso hundimiento en sentido longitudinal en el lado izquierdo del caparazón por golpe probable de embarcación o moto acuática (Fig. 6E).

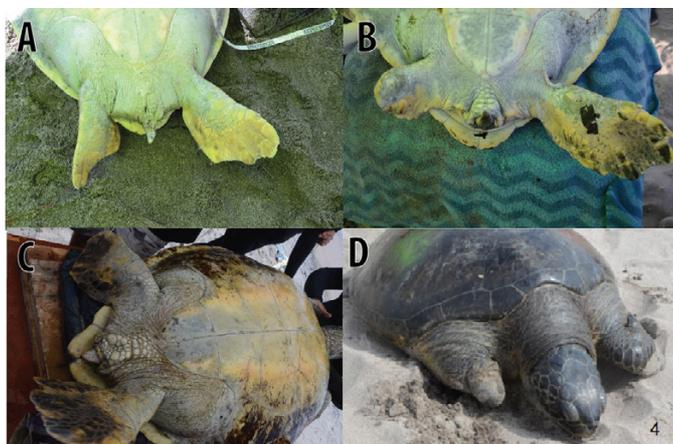


Figura 5: Ejemplos de mutilaciones. A) N°36 con aleta posterior derecha parcialmente amputada. B) N°49 con muñón de la extremidad posterior formado por el fémur. C) N°23 con aleta posterior derecha parcialmente amputada. D) N°40 con muñón anterior derecho representado por el húmero.

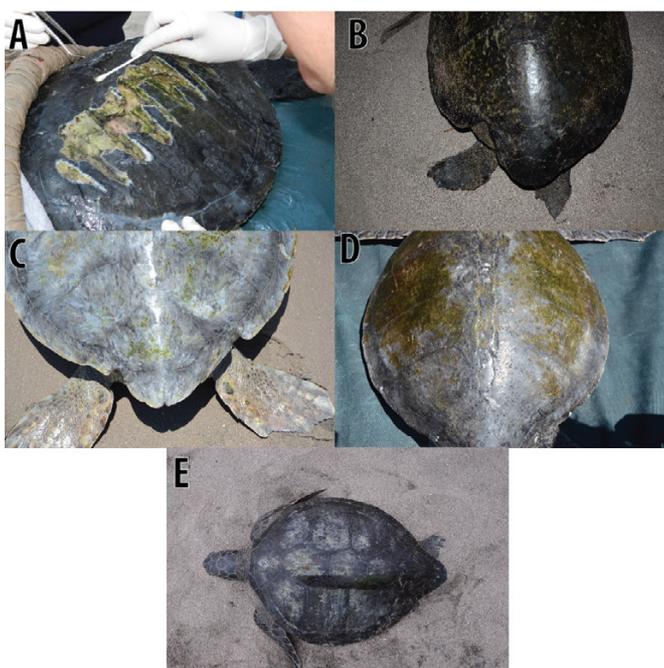


Figura 6: Ejemplos de daños mayores al caparazón. A) N°7 con daño en el caparazón por cortes con hélice. B) N°45 parte posterior izquierda del caparazón con daño severo ya cicatrizado. C) N°15 daño ya cicatrizado en el último marginal izquierdo y entre el último y penúltimo marginal derecho muy probablemente por captura en red de pesca. D) N°17 con daño en los escudos centrales y marginal izquierdo posterior presumiblemente por colisión con una embarcación. E) N°34 con golpe en el lado izquierdo del caparazón presumiblemente generado por colisión con una embarcación o una moto acuática.

Deformaciones/Malformaciones

Se registraron los siguientes casos con escudos centrales supernumerarios. El espécimen N°2 con las placas centrales del caparazón deformes y en número de 10 (Fig. 7A); el espécimen N° 22

con 9 placas centrales (Fig.7B); espécimen N° 33 con 7 placas centrales (Fig. 2E) y una placa submarginal (lateral) adicional en el lado derecho del caparazón; espécimen N°25 con caparazón notablemente convexo, casi piramidal (Fig. 7C); espécimen N°30 con deformación en lado izquierdo posterior del caparazón y espécimen N°11 con deformación a ambos lados de la zona posterior del caparazón (Fig. 7D).

En la cabeza se encontraron escudos supraoculares supranumerarios en el lado izquierdo (especimen N° 27); escudos postoculares supranumerarios (4 lado derecho, 3 lado izquierdo) (especimen N° 36). Finalmente, en 17 individuos (12,7%) de la muestra total se encontró en el caparazón un escudo adicional más pequeño entre la cuarta y quinta placa central.

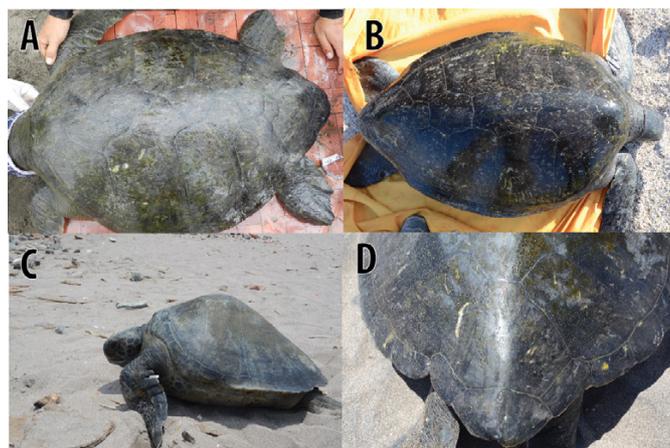


Figura 7: Ejemplos de deformaciones/malformaciones. A) N°11 con deformación de los últimos escudos marginales. B) N° 22 con nueve escudos centrales. C) N°25 con caparazón extremadamente convexo. D) N°2 con escudos dorsales anómalos.

Discusión

Estructura de talla, madurez y condición corporal

La muestra de 51 individuos aquí estudiada incluyó según la escala de Zárate (2013) un 9,8% de especímenes adultos y 86,2% de inmaduros (juveniles y subadultos). El porcentaje de inmaduros es en este caso mayor al 79,2% reportada por Sielfeld et al. (2019) para la población general de tortugas verdes de Arica.

El 42,5% de la muestra presentó una LRC sobre 68 cm, que se consideran como especímenes maduros (Márquez 1990), y el 9,5% superó la talla de LRC=77,3 cm para hembras nidantes (Koch et al. 2006 y 2007, López-Castro et al. 2010). De acuerdo a esto y concordante con reportes de otros sectores de alimentación del Pacífico oriental, como Baja California en México (Dos Santos 2011), El Ñuro y Paracas en Perú (Velez-Zuazo et al. 2014) y Bahía Salado (Álvarez-Varas et al. 2017) en Chile, los actuales resultados corroboran que las tortugas que concurren a las área de alimentación son fundamentalmente juveniles y subadultos.

El índice de condición corporal (ICC) de la actual muestra (1,690) es semejante al IC de la población general de Arica (1,638) (Sielfeld et al. 2019). Estos valores son también comparables al ICC de otros sectores de alimentación del Pacífico suroriental y reportados por Velez-Zuazo et al. (2014) para El Ñuro y Paracas (media = 1,5) y por Álvarez-Varas et al. (2017) para Bahía Salado (1,660). Estas cifras son mayores a valores reportados para el Pacífico nororiental que señalan un ICC=1,29 - 1,40 para Baja California (López-Castro et al. 2010) y ICC=1,38 (López-Castro et al. 2010), ICC=1,21 (Caldwell 1962) e ICC=1,42 (Seminoff et al. 2003) todos para el Golfo de California. Junto al alto ICC las tortugas verdes del Pacífico

oriental de Perú y norte de Chile se caracterizan además por un crecimiento más rápido (Velez-Zuazo et al. 2014, Sielfeld et al. 2019), diferencia que sin embargo debe ser considerada con cautela por cuanto esta variable depende directamente del tamaño (LRC), donde el crecimiento iría en aumento entre LRC= 50-70 cm, para luego decrecer paulatinamente hasta alcanzar la longitud máxima de la especie (Sielfeld et al. 2019). Sin perjuicio de esto, y tal como ha señalado Álvarez-Varas et al. (2017) para Bahía Salado, el sector La Puntilla de Arica reúne condiciones adecuadas de temperatura, hábitat y abundante alimento, que acelerarían el metabolismo de las tortugas y generarían un rápido crecimiento y aumento de peso (Velez-Zuazo et al. 2014). Frente a esto y siendo las tortugas verdes del Pacífico suroriental mayoritariamente juveniles y subadultos, que conformarán las futuras generaciones reproductivas, queda claramente de manifiesto la importancia que corresponde a las áreas de alimentación del Pacífico sur oriental para el bienestar y la conservación futura de las tortugas verdes.

Condición de salud de las tortugas

De la muestra total (134 individuos) en 38,1% (51 individuos) se constató algún tipo de afección externa. De los casos registrados (Tabla 1) 38,6 % correspondió a afecciones naturales y no atribuibles a acciones antrópicas directas (úlceras de córnea ocular, irritación del tercer párpado, hinchazón de la cloaca, presencia de epibiontes, afecciones tegumentarias, malformaciones). Siendo lo anterior extensivo al 16,4% de la muestra total y tratándose en general de afecciones no graves, la situación califica como no preocupante.

En el caso de úlceras e irritaciones oculares, afecciones a la piel e hinchazón (14% de los casos) no fue posible identificar el/los agentes etiológicos causantes de las afecciones, sin embargo es posible su relación con la eventual presencia de contaminantes químicos, considerando que el sector de estudio es urbano, pesquero e industrial (Campos et al. 2007, Alcaldía de Arica 2015). Por otro lado las manchas blancas encontradas en los caparazones de dos tortugas no contaron con estudios posteriores. Sin embargo, por apariencia podrían corresponder a cuadros micóticos descritos para tortugas marinas por Austwick y Baxter (1983) y Cabañes et al. (1997).

Respecto a la observación de un caso con desprendimiento parcial de capas de queratina en los escudos del caparazón, es probable que esto forme parte de proceso de ecdisis o muda de la capa más externa de la epidermis de los reptiles, proceso aparentemente no descrito para tortugas marinas. En las tortugas en general durante cada periodo de crecimiento se genera un nuevo escudo dérmico debajo de los escudos antiguos y cuando ocurre el cambio solo se desprende el viejo (Zug 1991, Germano y Bury 1998). En las tortugas acuáticas este proceso se realizaría de una manera mucho más fragmentada que en escamas (Boyer y Boyer 2006), lo que podría corresponder al caso aquí estudiado.

Variaciones en el número de escudos

En 17 casos se observó un escudo adicional y de menor tamaño, entre los escudos centrales 4 y 5. Esto ya fue puesto anteriormente de manifiesto para *Chelonia mydas carrinegra* por Caldwell (1962) del Pacífico nororiental, quien explica el caso como una separación de la porción posterior del cuarto escudo regular. Otros casos registraron 7, 9 y 11 escudos centrales lo que ha sido reconocido por Özdemiş & Türkovan (2006) y Ergene et al. (2011) como parte de la variación normal del número de escudos centrales de la especie. 89,8% de los casos del primer autor presentaron 5 escudos centrales, muy similar al presente caso (97,8%). Respecto de las causas que generan los escudos supernumerarios, estos se relacionarían estrictamente con la segmentación embrionaria primaria y la posición de los primordios

de los escudos dérmicos, los que nacerían exclusivamente en el área de los mioceptos transversales (Cherepanov et al. 2019). Luego el número de escudos centrales estaría definido a nivel embrionario por el número de mioceptos.

Causas antrópicas

En 52,6% de las afecciones (Tabla 1) son atribuibles a acciones antrópicas, aparentemente relacionadas con artes de pesca, faenas de pesca y deportes acuáticos. Destacaron heridas traumáticas en la región de boca/faringe/esófago, aparentemente por extracción traumática de anzuelos, con diversos grados de complicación, incluyendo daño en la ranfoteca superior, daño de la articulación mandibular (huesos prearticular/articular/cuadratoyugal) y dificultad para respiración y/o deglución. Estos casos probablemente derivan de la captura incidental de las tortugas en la pesca artesanal e industrial que opera en la región del Pacífico Suroriental frente a Chile y Perú, según han señalada por Alfaro-Shigueto et al. (2002, 2011).

Los datos presentes contrastan con la situación descrita por Parra et al. (2015) para las Islas Galápagos, donde 25% de los individuos revisados presentaron daños corporales encontrados mayoritariamente en el caparazón. De estos 12% fue identificado como resultado de la interacción con embarcaciones, donde el 29% de estas correspondió a huesos y 28% a cortes. En general las choques y atropellos de tortugas con embarcaciones descritas en la literatura varían desde 2-60% (Chaloupka et al. 2008, Parra et al. 2015), por lo que el 10,5% que es asignable a este tipo de interacción en el presente estudio destaca como de gravedad intermedia.

Depredadores

En el 8,9% de casos reportados como mutilaciones y/o amputaciones de extremidades, su estado de completa cicatrización permite suponer que corresponden a eventos antiguos y ocurridos fuera del área de alimentación. Márquez (1990) señalan al respecto a los tiburones como depredadores primarios de tortugas marinas. Las especies de tiburones normalmente involucrados con este tipo de ataques son el tiburón blanco (*Carcharodon carcharias*), tiburón toro (*Carcharhinus leucas*) y tiburón tigre (*Galeocerdo cuvier*) (Compagno 1984, Witzell 1987, Fergusson et al. 2000), siendo el más frecuente este último (Witzell 1987, Simpfendorfer et al. 2001). Las tres especies están presentes en el Pacífico sur oriental, la primera de ellas desde el Golfo de Alaska hasta Chile central (Bustamante 2014) y las otras desde Baja California a Puerto Pizarro y Paita en Perú, respectivamente (Chirichigno & Cornejo 2001). Las imágenes y descripciones de heridas causadas por tiburones tigre a especímenes de *Chelonia mydas* y *Caretta caretta* en Australia presentadas por Heithaus et al. (2002), concuerdan muy bien con las mutilaciones de extremidades anteriores y posteriores aquí reportadas. Por lo tanto, es posible que las lesiones reportadas aquí puedan corresponder a ataques por tiburones.

Otros depredadores que han sido señalados para Centroamérica son cocodrilos, orcas y jaguares (Auitar 1994, Chinchilla 1997, Hirth 1997, Ortiz et al. 1997, Troëng 2000), los cuales están fuera del ámbito del actual área de estudio. Sin embargo, a nivel nacional se ha descrito depredación de tortugas verdes por lobos marinos sudamericanos (*Otaria byronia*) en Antofagasta y Mejillones (Guerra et al. 2007), Arica, Caleta Vitor y Pisagua (com. pers. de pescadores artesanales Caleta de Pisagua; fotografías y videos de Tamara Marín y Marco Tobar de la compañía de buceo "Pisagua Sumergido" y fotografía submarina "Mar en Sepia"). La forma de ataque en este caso está principalmente dirigida a cabeza y cuello, lo que descarta su participación en los casos de mutilación aquí reportados.

Epibiontes

El conjunto de 12 especies de epibiontes aquí encontrado es comparable con 10 taxa reportado por Alonso (2007) para tortugas verdes de un área de alimentación de Uruguay. Respecto de otras especies de tortugas, Díaz et al. (1992) da cuenta de 8 especies de epibiontes en *Dermochelys coriacea* y *Lepidochelys olivacea* de Michicoan, México y Cárdenas y Maldonado (2005) indican 10 especies de epibiontes en *Eretmochelys imbricata* de Yucatán, México. La alta abundancia y frecuencia de aparición de *Platylepas hexastylus* respecto de las otras taxa del presente estudio, concuerda con lo reportado por Bugoni et al. (2001) para tortugas verdes de Brasil y por Alonso (2007) para tortugas verdes sanas de Uruguay.

La mayor abundancia de *Platylepas hexastylus* y la escasa presencia de *Chelonibia testudinaria* del presente estudio es inversa a la relación encontrada por Beaumont et al. (2007) en tortugas verdes de zonas de nidación de Galápagos. Esta situación estaría aparentemente asociada a que las tortugas de las áreas de nidación permanecen más tiempo en aguas profundas donde se favorecería el desarrollo larval de *C. testudinaria*, mientras que las tortugas de las áreas de alimentación que son someras, favorecerían el desarrollo larvario de *P. hexastylus* (Alonso 2007).

Destaca en general poca información sobre carga de epibiontes en *Chelonia mydas* del Pacífico sur oriental, y tal como ha indicado Alfaro-Shigueto et al. (2010), la información se refiere mayoritariamente a la tortuga boba (*Caretta caretta*). Sin embargo, frente a cargas de hasta 70 epibiontes por tortuga verde señalados por Bugoni et al. (2001) para Brasil, la carga máxima de 35 individuos del presente estudio se cataloga como baja.

La baja carga de epibiontes podría resultar del efecto inhibitorio de las corrientes marinas sobre el crecimiento de los epibiontes (Claereboudt et al. 1994) y las temperaturas bajas que reducirían las tasas de crecimiento en los invertebrados (Newell 1979). En ese sentido, la temperatura relativamente baja (10-19°C) frente a la costa de Chile (Silva et al. 2009), comparado con 18-21°C en torno a las áreas de anidación de Galápagos (CPPS 2018) y 27-28°C en Costa Rica (Ballesteros et al. 2010), podría constituir un freno para el desarrollo de epibiontes. De hecho, una tortuga verde del área de Concepción presentó a un solo epibionte, un ejemplar de *Chelonibia testudinaria* (Fernández et al. 2015). Como factor adicional debe considerarse también que las tortugas aquí estudiadas se caracterizaron estar en buena condición y presentar ICC altos. En cambio, las tortugas debilitadas se caracterizan por inmunosupresión y comportamiento letárgico, que facilita la colonización de epibiontes (Frick y Pfaller 2013).

Papillomatosis

La ausencia de tumores y lesiones atribuibles a papillomatosis en las tortugas estudiadas representa una condición de salud sobresaliente respecto de otras poblaciones caracterizadas por altos grados de contagio (Cray et al. 2001, Alfaro et al. 2006). Esto deriva probablemente de la baja carga de epibiontes de la población local, y especialmente la ausencia de hirundinidos (*Ozobranchus* spp.) que han sido indicados como principales vectores mecánicos y transmisores de la papillomatosis en tortugas marinas (Greenblatt et al. 2004). Otros factores que probablemente inciden en esta situación y que deben ser objeto de estudios futuros son las temperaturas relativamente bajas del Pacífico suroriental, y contaminación relativamente focalizada en torno a los principales puertos, con extensas áreas no contaminadas y de aguas limpias.

Respecto del agente etiológico de la papillomatosis, Jones et al. (2016) señalan seis variantes de herpesvirus reconocidos en tortugas

marinas y denominados chelonid herpesvirus 1 a 6 (ChHV1-6). De estos, los herpesvirus 1, 5 y 6 se han encontrados en tortugas marinas. ChHV1 también ha sido descrito en asociación al “grey patch disease” (Haines et al. 1974, Rebell et al. 1975), no reportado a la fecha para el Pacífico suroriental. ChHV5 es asociado con la papilomatosis y ChHV6 está asociado a lesiones en los pulmones, ojos y tráquea (Jacobson et al. 1986, Curry et al. 2000, Coberley et al. 2001, 2002). De estas variantes, a la fecha solo se ha reportado a ChHV5 para Chile (Álvarez-Varas et al. 2019), lo cual siendo una situación favorable para la conservación de las tortugas, requiere de preocupación y monitoreos periódicos, dada la alta contagiosidad que caracteriza las distintas cepas de este virus.

Conclusiones

1. La muestra de tortugas verdes de Arica presentó un 16,4% de los especímenes con afecciones de causas naturales no graves ni agudas, así como una baja carga de epibiontes, lo que permite calificar la población en buen estado de salud.
2. El estudio demostró que las tortugas presentaron numerosas manifestaciones de daños y heridas atribuibles a interacción con las actividades marítimas que se desarrollan en la zona costera de Arica, las que representaron el 52,6% de las afecciones encontradas.
3. Se detectaron también irritaciones e inflamación del tercer párpado y ulceración de la córnea ocular, lo que sugieren como probable causa las condiciones de contaminación urbana y portuaria que caracteriza la bahía de Arica.
4. La presencia de mutilaciones en las extremidades anteriores y posteriores, indica que las tortugas del sector están también sujetas a ataques por parte de depredadores mayores atribuibles en el presente caso a tiburones, descartándose la acción de lobos marinos sudamericanos señalados para otros casos del norte de Chile.
5. Dada la importancia de las áreas de alimentación para la conservación futura de las tortugas marinas, la situación encontrada es calificada como de riesgo, por cuanto Arica representa actualmente el área de alimentación más importante de la costa chilena, por lo que urgen medidas que sean capaces de reducir los daños de origen antrópico relacionados con pesca, navegación y contaminación del sector.

Recomendaciones

1. Regular las actividades de navegación, pesca y recreación al interior de la bahía de Arica, y en particular en torno al área de alimentación de La Puntilla, para reducir la interacción antrópica con las tortugas.
2. Apoyar la propuesta de protección como Reserva Marina del área de alimentación de La Puntilla, actualmente en trámite por la Subsecretaría de Pesca, de modo de generar mejores condiciones de protección frente a la pesca, navegación y otras acciones antrópicas.
3. Instalar un centro de atención y rehabilitación de animales en la zona norte del país, frente a la presencia constante de varamientos de tortugas heridas y/o muertas en los sectores contiguos (playas Las Machas y El Chinchorro de Arica) con diversos tipos de daño, lo que permitirá responder más eficazmente al compromiso de rehabilitación de especímenes heridos asumido por Chile respecto a protección y regulación del *by catch* de tortugas en las faenas de pesca (acuerdos de Inter-American Sea Turtle Convention (IAC), en fuerza desde mayo 2001).

4. Mantener la continuidad de los estudios de morfometría, datos merísticos, madurez, control sanitario, marcaje y migraciones, estructura genética y alimentación de las tortugas que concurren al sector de Arica.
5. Desarrollar estudios oceanográficos en la franja litoral del área de estudio como apoyo al plan de conservación de las tortugas considerando antecedentes químicos, físicos, y de los principales contaminantes y metales pesados que se han detectado en los aportes de los ríos San José y Lluta y las actividades portuarias (plomo, arsénico, boro, cobre, cadmio, hidrocarburos, plaguicidas, e insecticidas, entre otros).
6. Fomentar el desarrollo de líneas de investigación en el ámbito de las enfermedades y agentes patógenos generadores de cuadros clínicos en tortugas marinas, como parte del programa de conservación local de la especie.
7. Comprometer a la comunidad local en la protección de las tortugas y el área de alimentación mediante un programa de formación de voluntarios y un programa de difusión consistente en desarrollo de charlas y talleres locales, generación de material de difusión impreso y digital, visitas guiadas y dirigidas a establecimientos educacionales de la región y presentación de la problemática de la especie a las autoridades regionales.

Agradecimientos

Este estudio fue desarrollado en el marco de los proyectos “Programa de Conservación de Tortugas Marinas en la Región de Arica y Parinacota y su Potencial para el Desarrollo de Turismo de Intereses Especiales” (2011-2013), código BIP 30110759-0 y “Segunda Etapa del Programa Conservación Tortugas Marinas y su Integración a Circuitos de Fauna Marina para el Desarrollo de Turismo de Intereses Especiales en la Región de Arica y Parinacota” (2014-2016), código Bip 30210022-0, financiados por el programa FIC/GORE XV Región, por lo que se agradece al CORE Regional, GORE Regional y autoridades de la XV Región de Arica y Parinacota, por el apoyo y la confianza depositada en el equipo de trabajo. A los veterinarios Dr. Vet. Ana Campos H. (Clínica Veterinaria Mishi-Anú, Arica), al Dr. Vet. Flavio Delucchi Iglesias (Hospital Veterinario ZooMundo, Iquique), a la Dr. Vet. Daphne Wrolbel Goldberg (Associação R3 animal-Brasil) y la Dr. Vet. Virginia Ferrando (Centro Tortuguero Karumbe-Uruguay) por su colaboración, apoyo, asistencia y ayuda. A la compañía de buceo “Pisagua Sumergido” y fotografía submarina “Mar en Sepia” por los registros visuales sobre depredación de tortugas marinas por lobos marinos sudamericanos. Finalmente expresamos también muy sinceramente nuestros agradecimientos a Marco Tobar, Jesús Gallardo, Cristian Azocar, Marcela Astudillo, Jeanelle Jaque, Karla Pizarro, Cristian Danko, Milton Avilés, Tamara Marín y Alexis Callejas del grupo de trabajo del programa TORTUMAR por su colaboración en este trabajo, así como a todos aquellos que de una u otra forma prestaron asistencia durante los trabajos de campo en Arica. Agradecemos también los valiosos comentarios de dos revisores anónimos que ayudaron a desarrollar la versión final de este manuscrito.

Referencias

- AHNE W (1993) Viruses of *Chelonia*. Zentralblatt für Veterinarmedizin 40(1):35-45.
- ALCALDIA DE ARICA (2015) Cierran playas Chinchorro y Las Machas ante presencia de Contaminación. Diario Digital. <https://www.aricaldia.cl/cierran-playas-chinchorro-y-las-machas-ante-presencia-de-contaminacion/> 12 febrero, 2015. Accedido 16 septiembre 2021.

- ALFARO A, M KØIE & K BUCHMANN (2006) Synopsis of infections in sea turtles caused by virus, bacteria and parasites: an ecological review. University of Copenhagen, Report 30:1-30.
- ALFARO-SHIGUETO J, M VAN BRESSEM, D MONTES & K ONTON (2002) Turtle mortality in fisheries off the coast of Peru. In: A. Mosier, A. Foley & B. Brost (eds.). Proceedings of the Twentieth Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation. NOAA Tech. Memo. NMFS-SEFSC-477, 369 pp.
- ALFARO-SHIGUETO J, JC MANGEL, M PAJUELO, PH DUTTON, JA SEMINOFF & BJ GODLEY (2010) Where small can have a large impact: Structure and characterization of small-scale fisheries in Peru. *Fisheries Research* 106(1):8-217.
- ALFARO-SHIGUETO J, JC MANGEL, F BERNEDO, PH DUTTON & JA SEMINOFF (2011) Small-scale fisheries of Peru: a major sink for marine turtles in the Pacific. *Journal of Applied Ecology* 48:1432-1440.
- ALONSO L. (2007) Epibiontes asociados a la tortuga verde juvenil (*Chelonia mydas*) en el área de alimentación y desarrollo de Cerro Verde, Uruguay. Tesis Licenciatura Biología. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, Argentina, 62 pp.
- ÁLVAREZ-VARAS R, J CONTARDO, M HEIDEMEYER, L FORERO-ROZO, B BRITO, V CORTÉS, MJ BRAIN, S PEREIRA & JA VIANNA (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(3):540-554.
- ÁLVAREZ-VARAS R, DM CÁRDENAS, RV CUCALÓN, J DEL RÍO, F. CIFUENTES, M ULLOA, C BRICEÑO & WB CÁRDENAS (2019) First report of fibropapillomatosis in an olive Ridley turtle *Lepidochelys olivacea* from the southeastern Pacific. *Diseases of Aquatic Organisms* 135:43-48.
- ARIEL E (2011) Viruses in reptiles. *Veterinary Research* 42:1-11.
- AUSTWICK PKC & M BAXTER (1983) Some mycoses of reptiles. In: Proceeding of the 8th Congress International Society for Human and Animal Mycology 1982. Massey University, New Zealand, pp. 383-384.
- AUTAR L (1994) Sea turtles attacked and killed by jaguars in Suriname. *Marine Turtle Newsletter* 67:11-12.
- BALLESTERO D, JP SALAZAR, R QUESADA, JA VEGA & G MURILLO (2010) Condiciones oceanográficas en Junquillal, Pacífico norte de Costa Rica. Universidad Nacional de Costa Rica, Laboratorio de Oceanografía y Manejo Costero (LAOCOS), Informe 2010, 23 pp.
- BEAUMONT E, S ZÁRATE, P ZARDUS, J D DUTTON, PH & JA SEMINOFF (2007) Epibiont occurrence in Galapagos green turtles (*Chelonia mydas*) at nesting and feeding grounds. Twenty-Seventh Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation, Febrero 24-27, 2007, Myrtle Beach, South Carolina, USA.
- BEZJIAN M, JFX WELLEHAN, MT WALSH, E ANDERSON & E JACOBSON (2014) Management of wounds in a loggerhead sea turtle (*Caretta caretta*) caused by traumatic bycatch injury from the spines of a spotted eagle ray (*Aetobatus narinari*). *Journal of Zoo and Wildlife Medicine* 45:428-432.
- BJORN DAL KA, AB BOL TEN & MY CHAL OUPKA (2000) Green turtle somatic growth model: evidence for density dependence. *Ecological Applications* 10:269-282.
- BOYER TH & D M BOYER (2006) 7. Turtles, tortoises and terrapins. In: Reptile Medicine Surgery (second Edition). In: DR MADER (Ed.) Reptile Medicine and Surgery (Second Edition). Elsevier W.B. Saunders Company. Canada, pp.78-98.
- BRUDENALL DK, IR SCHWAB & KA FRITSCHES (2008) Ocular morphology of the Leatherback sea turtle (*Dermochelys coriacea*). *Veterinary Ophthalmology* 11(2):99-110.
- BUGONI L, L KRAUSE, A OLIVEIRA & AA PÁDUA (2001). Commensal Barnacles of Sea Turtles in Brazil. *Marine Turtle Newsletter*. 94:7-9.
- BUSTAMANTE C (2014) Biology, Taxonomy and Distribution of south-east Pacific Cartilaginous Fishes. A thesis submitted for the degree of Doctor of Philosophy at The University of Queensland in 2014. School of Biomedical Sciences. 218 p.
- CALDWELL DK (1962) Carapace length-body weight relationship and size and sex ratio of the Northeastern Pacific green turtle, *Chelonia mydas*. *Contributions to Science* 62:3-10.
- CABAÑES FJ, JM ALONSO, G CASTELLA, F ALEGRE, M DOMINGO & S PONT (1997) Cutaneous Hyalohyphomycosis Caused by *Fusarium solani* in a Loggerhead Sea Turtle (*Caretta caretta* L.). *Journal of Clinical Microbiology* 35(12):3343-3345.
- CAMPBELL T (1996). Sea Turtle rehabilitation. In: Mader, D. (ed.) Reptile Medicine and Surgery. W.B. Saunders Co., Philadelphia, Pennsylvania. Pp. 427-436.
- CAMPOS H, G DÍAZ & C CAMPOS (2007) Lluvia and San José rivers sedimentary fluvial contributions to the coastal area in Arica Harbour, Chile. *IDESIA* 25(2):37-48.
- CAÑADAS A, E URQUIOLA & R SAGARMINAGA (1999) Protocolos de actuación para varamientos de animales marinos. 6. Protocolos 3: Protocolos de actuación en tortugas, pp.243-255. In: A Cañadas, E Urquiola & R Sagarminaga (Eds.), Recopilación, Análisis, Valoración y Elaboración de Protocolos sobre las Labores de Observación, Asistencia a Varamientos y Recuperación de Mamíferos y Tortugas Marinas de las Aguas Españolas. Sociedad Española de Cetáceos, Dirección General de Conservación de la Naturaleza, Ministerio de Medio Ambiente, España.
- CÁRDENAS N & A MALDONADO (2005) Epibiontes de tortugas de carey juveniles *Eretmochelys imbricata* en el santuario de tortugas marinas de Río Lagartos, Yucatán, México. *CICIMAR Océanides* 20(1,2):29-35.
- CÁRDENAS DM, RV CUCALÓN, LG MEDINA-MAGÜES, K JONES, RA ALEMÁN, A ALFARO-NÚÑEZ & WB CÁRDENAS (2018) Fibropapillomatosis in a Green Sea Turtle (*Chelonia mydas*) from the Southeastern Pacific. *Journal of Wildlife Diseases* 55(1):169-173.
- CASTRO J, J DE LA CRUZ, P RAMIREZ & J QUINONES (2012) Sea turtles by-catch during El Niño 1997-1998, in northern Peru. *Latin American Journal of Aquatic Research* 40:970-979.
- CHAL OUPKA M, KA BJORN DAL, GH BALAZS, AB BOL TEN & LM EHRHART (2008) Encouraging outlook for recovery of a once severely exploited marine megaherbivore. *Global Ecology and Biogeography* 17(2):297-304.
- CHEREPANOV G, Y MALASHICHEV & I DANILOV (2019) Supernumerary scutes verify a segment-dependent model of the horny shell development in turtles. *Journal of Anatomy* 234(4):836-846.

- CHINCHILLA FA (1997) La dieta del jaguar (*Panthera onca*), el puma (*Felis concolor*) y el manigordo (*Felis pardalis*) (Carnivora: Felidae) en el Parque Nacional Corcovado, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical* 45:1223-1229.
- CHIRICHIGNO N & RM CORNEJO (2001) Catálogo comentado de los peces marinos del Perú. Instituto del Mar del Perú – Callao, Publicación Especial, 314 pp.
- CLAEREBOUNDT M, D. BURREAU, J. COTÉ & J. HIMMELMAN (1994). Fouling development and its effect on the growth of juveniles giant scallop (*Placopecten magallanicus*) in suspended culture, *Aquaculture* 121:324-342.
- COBERLEY SS, HERBST LH, BROWN DR, LM EHRHART, DA BAGLEY, SA SCHAF, RH MORETTI, ER JACOBSON & PA KLEIN (2001) Detection of antibodies to a disease-associated herpesvirus of the Green turtle, *Chelonia mydas*. *Journal of Clinical Microbiology* 39: 3572-3577.
- COBERLEY SS, RC CONDIT, LH HERBST & PA KLEIN (2002) Identification and expression of immunogenic proteins of a disease-associated marine turtle herpesvirus. *Journal of Virology* 76:10553-10558.
- CPPS-COMISION PERMANENTE DEL PACIFICO SUR (2018) Informe Final del Vigésimo Crucero Regional Conjunto de Investigación Oceanográfica en el Pacífico Sudeste: Condiciones océano-atmosféricas en el océano Pacífico tropical oriental en septiembre y octubre de 2017. Comisión Permanente del Pacífico Sur - CPPS. Guayaquil, Ecuador. 45 pp.
- CRAY C, R VARELLA, GD BOSSART & P LUTZ (2001) Altered in vitro immune responses in green sea turtles (*Chelonia mydas*) with fibropapillomatosis. *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*. 32(4):463-440.
- COMPAGNO LJV (1984) Sharks of the world. Part 1, Hexanchiformes to Lamniformes. FAO Species Catalogue 4, FAO Fish. Synop. 125, Food and Agriculture Organisation of the United Nations, Rome. 249 pp.
- CURRY SS, DR BROWN, JM GASKIN, ER JACOBSON, LM EHRHART, S BLAHAK, LH HERBST & PA KLEIN (2000) Persistent infectivity of a disease-associated herpesvirus in green turtles after exposure to seawater. *Journal of Wildlife Disease* 36:792-797.
- DAVISON AJ & DJ MCGEOCH (2010) Create genus *Scutavirus* (type species: the currently unassigned species chelonid herpesvirus 5) in subfamily Alphaherpesvirinae, family Herpesviridae. http://talk.ictvonline.org/files/ictv_oficial_taxonomy_updates_since_the_8th_report/m/vertebrate-oficial/4176.aspx (accessed 21 November 2013)
- DE ALCANTARA BK, IG DOMICIANO, C DOMIT, MP CLAUS, V SAPORITI, AF ALFIERI, AP BRACARENSE & AA ALFIERI (2014) Identification of Fibropapilloma associated Herpesvirus in green turtle, *Chelonia mydas*, on the coast of Paraná State, Brazil. *Veterinary Virology* 19(2):255.
- DE PAZ N, JC REYES & M ECHEGARAY (2004) Capture and trade of marine turtles at San Andres, southern Peru. In: M.S. Coyne & R.D. Clark (Eds) Proceedings of the Twenty-First Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation. NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFSC-528:52-54.
- DÍAZ M, J GUTIÉRREZ, D JASSO, C LÓPEZ, L SARTI & C VALLEJO (1992) Epibiontes y estado físico de las tortugas *Lepidochelys olivacea* y *Dermochelys coriacea* en el Playón de Mexiquillo, Michoacán, durante la temporada de anidación 1988-1989. *Publicación de la Sociedad de Herpetología de Mexico* 1:19-25.
- DOS SANTOS B (2011) Abundancia de la tortuga negra [*Chelonia mydas* (Linnaeus 1758)] a través de datos de marcaje-recaptura en áreas de alimentación de Baja California Sur, México. Tesis Maestría Ciencias Marinas y Costeras, Departamento de Biología Marina, Universidad Autónoma de Baja California, México, 67 pp.
- DUFFY DJ & MQ MARTINDALE (2019) Perspectives on the expansion of human precision oncology and genomic approaches to sea turtle fibropapillomatosis. *Communications Biology* 2(1):54.
- ECKERT KL, KA BJORN DAL, FA ABREU-GROBOIS & M DONNELLY (2000) (Traducción al español). Técnicas de Investigación y Manejo para la Conservación de las Tortugas Marinas. Grupo Especialista en Tortugas Marinas UICN/CSE Publicación No. 4, 260 pp.
- ERGENE S, C AYMAK & AH UCAR (2011) Carapacial scute variation in green turtle (*Chelonia mydas*) and loggerhead turtle (*Caretta caretta*) hatchlings in Alata, Mersin, Turkey. *Turkish Journal of Zoology* 35:343-356.
- FERGUSON IK, LJV COMPAGNO & MA MARKS (2000) Predation by White Sharks *Carcharodon carcharias* (Chondrichthyes: Lamnidae) upon Chelonians, with New Records from the Mediterranean Sea and a First Record of the Ocean Sunfish *Mola mola* (Osteichthyes: Molidae) as Stomach Contents. *Environmental Biology of Fishes* 58:447-453.
- FERNÁNDEZ I, MA RETAMAL, M MANSILLA, F YÁÑEZ I & V CAMPOS, C SMITH, G PUENTES, A VALENZUELA & H GONZÁLEZ (2015) Analysis of epibiont data in relation with the Debilitated Turtle Syndrome of sea turtles in *Chelonia mydas* and *Lepidochelys olivacea* from Concepción coast, Chile. *Latin American Journal of Aquatic Research* 43(5):1024-1029.
- FRICK MG & JB PFALLER (2013) Sea turtle epibiosis. In: J. Wyneken, K.J. Lohmann & J.A. Musick (eds.). *The biology of sea turtles*. Vol III. CRC Press, Florida, pp. 399-426.
- GERMANO DJ & RB BURY (1998) Age determination in turtles: evidence of annual deposition of scute rings. *Chelonian Conservation and Biology* 3:123-132.
- GORE ARICA & PARINACOTA (2018) Estrategia Regional de Desarrollo Arica y Parinacota 2017-2020. Emelnor Impresores, Antofagasta. 180 pp.
- GUERRA C, CH GUERRA, A. SILVA & P BOLADOS (2007) Lobo Marino Común *Otaria flavescens* depredando sobre tortuga verde *Chelonia mydas*: Agresión conductual de aparición repentina. VII Simposio sobre Medio Ambiente: Estado Actual y Perspectivas de la Investigación y Conservación de las Tortugas Marinas en las Costas del Pacífico Sur Oriental. Resúmenes, p. 25.
- HEITHAUS MR, A FRID & LM DILL (2002) Shark-inflicted injury frequencies, escape ability, and habitat use of green and loggerhead turtles. *Marine Biology* 140: 229-236.
- HIRTH H (1997) Synopsis of biological data on the green turtle *Chelonia mydas* (Linnaeus), 1758. *Biological Reports* 97:1-119.
- DONOSO-BARROS R (1966) Reptiles de Chile. Ediciones de la Universidad de Chile, Santiago. 458 pp., láminas I-CV LVI.
- DUTTON CS, F REVAN, C WANG, C XU, TM NORTON, KM STEWART, B KALTENBOECK & E SOTO (2013) *Salmonella enterica* prevalence in leatherback sea turtles (*Dermochelys coriacea*)

- in St. Kitts, West Indies. *Journal of Zoo and Wildlife Medicine* 44(3):765-768.
- FLINT M, JC PATTERSON-KANE, CJ LIMPUS, TM WORK, D BLAIR & PC MILLS (2009) Postmortem Diagnostic Investigation of Disease in Free-Ranging Marine Turtle Populations: A Review of Common Pathologic Findings and Protocols. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation* 21:733-759.
- FRICK MG & JD ZARDUS (2010) First authentic report of the turtle barnacle *Cylindrolepas darwiniana* since its description in 1916. *Journal of Crustacean Biology* 30(2):292-295.
- GREENBLATT RJ, TM WORK, GH BALAZS, CA SUTTON, RN CASEY & JW CASEYA (2004) The *Ozobranchus* leech is a candidate mechanical vector for the fibropapilloma-associated turtle herpesvirus found latently infecting skin tumors on Hawaiian green turtles (*Chelonia mydas*). *Virology* 321:101-110.
- HAINES HG, A RYWLIN & G REBELL (1974) A herpesvirus disease of farmed Green turtles (*Chelonia mydas*). *Proceedings of a Workshop of the World Mariculture Society* 5:183-195.
- HAMMER O (2018) PAST. PAleontological STatistics Version 3.21 Reference Manual. 264 pp.
- HAYASHI R (2012) Atlas of the barnacles on marine vertebrates in Japanese waters including taxonomic review of superfamily Coronuloidea (Cirripedia: Thoracica). *Journal of the Marine Biological Association of the UK*. 92:107-127.
- HAYS-BROWN C & WM BROWN (1982) Status of sea turtles in the Southeastern Pacific: emphasis on Peru. *Biology and Conservation of Sea Turtles* (ed. K.A. Bjorndal), pp. 235-240. Smithsonian Institution Press, Washington D.C.
- HERBST LH, ER JACOBSON, PA KLEIN, G BALAZS, R MORETTI, T BROWN & J SUNDBERG (1999) Comparative Pathology and Pathogenesis of Spontaneous Experimentally Induced Fibropapillomas of Green Turtle (*Chelonia mydas*). *Veterinary Pathology* 36:551-564.
- HERBST LH, J LENZ, K VAN DOORSLAER, Z CHEN, BA STACY, JF WELLEHAN, CA MANIRE & RD BURK (2009) Genomic characterization of two novel reptilian papillomaviruses, *Chelonia mydas* papillomavirus 1 and *Caretta caretta* papillomavirus 1. *Virology* 383(1):131-135.
- HERNÁNDEZ-DIVERS SJ (2006) Chapter 30 - Diagnostic Techniques. In: D.R. Mader (Ed.) *Reptile Medicine and Surgery* (Second Edition). Elsevier Saunders, pp. 490-532.
- HINOJOSA I, S BOLTAÑA, D LANCELOTTI, E MACAYA, P UGALDE, N VALDIVIA, N VASQUEZ, WA NEWMAN & M THIEL (2006) Geographic distribution and description of four pelagic barnacles along the south east Pacific coast of Chile - a zoogeographical approximation. *Revista Chilena de Historia Natural* 79:13-27.
- INNIS CJ, H BRAVERMAN, JM CAVIN, ML CERESIA, LR BADEN, DM KUHN, S FRASCA, JP MCGOWAN, K HIROKAWA, ES WEBER, B STACY & C MERIGO (2014) Diagnosis and management of *Enterococcus* spp. infections during rehabilitation of cold-stunned Kemp's ridley turtles (*Lepidochelys kempii*): 50 cases (2006-2012). *Journal of the American Veterinary Medical Association* 245: 315-323.
- JACOBSON ER, JM GASKIN, M ROELKE, EC GREINER & J ALLEN (1986) Conjunctivitis, Tracheitis, and Pneumonia Associated with Herpesvirus Infection in Green Sea Turtles. *Journal of the American Veterinary Medical Association* 189:1020-1023.
- JIMÉNEZ A, S PINGO, J ALFARO-SHIGUETO, JC MANGEL & Y HOOKER (2017) Feeding ecology of the green turtle *Chelonia mydas* in northern Peru. *Latin American Journal of Aquatic Research* 45(3):585-596.
- JONES K, E ARIEL, G BURGESS & M READ (2016) A review of fibropapillomatosis in green turtles (*Chelonia mydas*). *Veterinary Journal* 212:48-57.
- KEENE E, T SOULE & F PALADINO (2014) Microbial isolations from olive Ridley (*Lepidochelys olivacea*) and east Pacific green (*Chelonia mydas agassizii*) sea turtle nests in Pacific Costa Rica, and testing of cloacal fluid antimicrobial properties. *Chelonian Conservation & Biology* 13: 49-55.
- KELLER JM, GH BALAZS, F NILSEN, M RICE, TM WORK & BA JENSEN (2014) Investigating the potential role of persistent organic pollutants in Hawaiian green sea turtle fibropapillomatosis. *Environmental Science & Technology* 48:7807-7816.
- KOCH V, WJ NICHOLS, H PECKHAM & V DE LA TOBA (2006) Estimates of sea turtle mortality from poaching and bycatch in Bahia Magdalena, Baja California Sur, Mexico. *Biological Conservation* 128:327-334.
- KOCH VL, B BROOKS & WJ NICHOLS (2007) Population ecology of the east pacific green turtle (*Chelonia mydas*) in Bahia Magdalena. *Marine Biology* 153:35-46.
- LABRADA-MARTAGO V, LC MÉNDEZ-RODRÍGUEZ, SC GARDNER, V CRUZ-ESCALONA & T ZENTENO-SAVÍN (2010) Health Indices of the Green Turtle (*Chelonia mydas*) Along the Pacific Coast of Baja California Sur, Mexico. II. Body Condition Index. *Chelonian Conservation and Biology* 9(2):173-183.
- LAGUEUX CJ, CL CAMPBELL & S STRINDBERG (2014) Artisanal Green Turtle, *Chelonia mydas*, Fishery of Caribbean Nicaragua: I. Catch Rates and Trends, 1991–2011. *PLoS ONE* 9(4): e94667. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0094667>
- LAWTON MPC (2006) Chapter 20. Reptilian Ophthalmology. In: D.R. Mader (Ed.) *Reptile Medicine and Surgery* (Second Edition). Elsevier Saunders, pp. 323-342.
- LEMONS G, R LEWISON, L KOMOROSKE, A GAOS, C LAI, P DUTTON, T EGUCHI, R LEROUX & J SEMINOFF (2011) Trophic ecology of green sea turtles in a highly urbanized bay: insights from stable isotopes and mixing models. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 405:25-32.
- LOGHMANNIA J, A NASROLAHI, M REZAIIE-ATAGHOLIPOUR & BH KIAB (2021) Epibiont Assemblages on Nesting Hawksbill Turtles Show Site-Specificity in the Persian Gulf. *Frontiers in Ecology and Evolution*. 9:690022 <https://doi.org/10.3389/fevo.2021.690022>
- LÓPEZ-CASTRO MC, V KOCH, A MARISCAL-LOZA & WJ NICHOLS (2010) Long-term monitoring of black turtles *Chelonia mydas* at coastal foraging areas off the Baja California Peninsula. *Endangered Species Research* 11:35-45.
- LUTCAVAGE, ME, P PLOTKIN, B WITHERINGTON & P L LUTZ (1997) 15 Human Impacts on Sea Turtle Survival. In: *The Biology of Sea Turtles*, CRC Press, Inc. pp. 387-409.
- MADER DR (2006) *Reptile Medicine and Surgery* (Second Edition). Elsevier W.B. Saunders Company. Canada, pp. 1-1264.

- MÉNDEZ-RODRÍGUEZ L & ST ALVAREZ-CASTAÑENEDA (2016) Predation on turtle nests in the southwestern coast of the Baja California Peninsula. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 87:483-488.
- MEYLAN P A, AB MEYLAN & JA GRAY (2011) The ecology and migrations of sea turtles. *Bulletin of the American Museum of Natural History* 357:1-70.
- NEWELL RC (1979) *Biology of Intertidal Animals*, Marine Ecological Surveys Ltd., Faversham, Kent, 1979, pp. 1-757.
- NEWMAN WA & A ROSS (1971) Antarctic Cirripedia. *Antarctic Research Series* 14:1-257.
- NEWMAN WA & A ROSS (1976) Revision of the balanomorph barnacles; including a catalog of the species. *Memoirs San Diego Society of Natural History* 9:1-108.
- ORTIZ RM, PT PLOTKIN & DW OWENS (1997) Predation upon olive ridley sea turtles (*Ledidochelys olivacea*) by the American Crocodile (*Crocodylus acutus*) at Playa Nancite, Costa Rica. *Chelonian Conservation and Biology* 2:585-587.
- ÖZDEMİR B & O TÜRKOZAN (2006) Carapacial scute variation in green turtle, *Chelonia mydas* hatchlings in Northern Cyprus. *Turkish Journal of Zoology* 30:141-146.
- PAGE-KARJIAN A, F TORRES, J ZHANG, S RIVERA, C DIEZ, PA MOORE, D MOORE & C BROWN (2012) Presence of chelonid fibropapilloma-associated herpesvirus in tumored and non tumored Green turtles, as detected by polymerase chain reaction, in endemic and non endemic aggregations, Puerto Rico. *Springerplus*. 20121:35. doi: 10.1186/2193-1801-1-35. PMID: 23961364; PMCID: PMC3725; 908.
- PAGE-KARJIAN A, TM NORTON, P KRIMER, M GRONER, EN STEVEN & NL GOTTDENKER (2014) Factors influencing survivorship of rehabilitating green sea turtles (*Chelonia mydas*) with fibropapillomatosis. *Journal of Zoo and Wildlife Medicine* 45:507-519.
- PAGE-KARJIAN A, JR PERRAULT, B ZIRKELBACH, J PESCATORE, R RILEY, M STADLER, TT ZACHARIAH, W MARKS & TM NORTON (2019) Tumor re-growth, case outcome, and tumor scoring systems in rehabilitated green turtles with fibropapillomatosis. *Diseases of Aquatic Organisms* 137(2):101-108.
- PARRA M, J JIMÉNEZ & V TORAL. 2015. Evaluación de la incidencia de impacto de embarcaciones en tortuga verde (*Chelonia mydas*) en el sur de Isabela, Galápagos, pp. 95-102. En: *Informe Galápagos 2013-2014*. DPNG, CGREG, FCD y GC. Puerto Ayora, Galápagos, Ecuador.
- PERANZONI E, I MARIGO, L DOLCETTI, S UGEL, N SONDA, E TASCHIN, B MANTELLI, V BRONTE & P ZANOVELLO (2008) Role of arginine metabolism in immunity and immunopathology. *Immunobiology* 212:795-812.
- PFALLER JB, MG FRICK, KJ REICH, KL WILLIAMS & KA BJORN DAL (2008) Carapace epibionts of loggerhead turtles (*Caretta caretta*) nesting at Canaveral National Seashore, Florida. *Journal of Natural History* 42(13-14):1095-1102.
- PFALLER JB, JA SHIGUETO, GH BALAZS, T ISHIHARA, K KOPITSKY, JP MANGEL, SH PECKHAM, AB BOL TEN & KA BJORN DAL (2014) Hitchhikers reveal cryptic host behavior: new insights from the association between *Planes major* and sea turtles in the Pacific Ocean. *Marine Biology* 161:2167-2178.
- PILSBRY HA (1910) *Stomatolepas*, a commensal barnacle in the throat of the loggerhead turtle. *American Naturalist* 44:304-306.
- PILSBRY HA (1916) The sessile barnacles (Cirripedia) contained in the collections of the U.S. National Museum, including a Monograph of the American Species. Smithsonian Institution, U.S. National Museum, Bulletin 43:1-366.
- REBELL, G., A RYWLIN & H HAINES (1975) A herpesvirus-type agent associated with skin lesions of green sea turtles in aquaculture. *American Journal of Veterinary Research* 36:1221-1224.
- REICH KJ, KA BJORN DAL & AB BOL TEN (2007) The 'lost years' of Green turtles: using stable isotopes to study cryptic lifestages. *Biology Letters* 3:712-714.
- RIOSMENA-RODRÍGUEZ R, AL TALAVERA-SAENZ, G HINOJOSA-ARANGO, M LARA-UC & S GARDNER (2011) The Foraging Ecology of the Green Turtle in the Baja California Peninsula, pp. 477-498, in: K. Smigorski (Ed.) *Health Management-Different Approaches and Solutions*, InTech, 498 pp.
- ROSS A & MG FRICK (2007) Systematics of the Coronuloid barnacles, pp. 24-23. In: *Epibiont Research Cooperative (ERC). A Synopsis of the Literature on the Turtle Barnacles (Cirripedia: Balanomorphs: Coronuloidea) 1758-2007*. Epibiont Research Cooperative, Special Publication 1:1-62.
- ROSS A & MG FRICK (2011) Nomenclatural emendations of the family-group names Cylindrolepadinae, Stomatolepadinae, Chelolepadinae, Cryptolepadinae, and Tubicinellinae of Ross & Frick, 2007 including current definitions of family-groups within the Coronuloidea (Cirripedia: Balanomorphs). *Zootaxa* 3106:60-66.
- SANTOS RG, AS MARTINS, E TOREZANI, C BAPTISTOTTE, FJ DA NÓBREGA, PA HORTA, TM WORK & GH BALAZS (2010) Relationship between fibropapillomatosis and environmental quality: A case study with *Chelonia mydas* off Brazil. *Diseases of Aquatic Organisms* 89:87-95.
- SCHERER AL, FC LEAL VALLS, AB BASLER, JDF MARTINS SCHERER & MV PETRY (2014) Life stages, anthropogenic impact, and temporal variation of stranded sea turtles in southern Brazil. *Chelonian Conservation & Biology* 13:42-48.
- SEMINOFF JA, TT JONES, A RESENDIZ, WJ NICHOLS & M CHALOUPIKA (2003) Monitoring green turtles (*Chelonia mydas*) at a coastal foraging area in Baja California, México: multiple indices describe population status. *Journal of Marine Biology Association UK* 83:135-136.
- SEMINOFF JA, P ZARATE, MS COYNE, DG FOLEY, D PARKER, B LYON & PH DUTTON (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.
- SIELFELD W, P SALINAS, D CONTRERAS, M TOBAR, J GALLARDO & C AZOCAR (2019) Population Status of Green Turtles (*Chelonia mydas*) Foraging in Arica Bay, Chile. *Pacific Science* 73(4): 501-514.
- SILVA N, N ROJAS & A FEDERLE (2009) Water masses in the Humboldt Current System: Properties, distribution, and the nitrate deficit as a chemical water mass tracer for Equatorial Subsurface Water off Chile. *Deep Sea Research II* 56(2009):1004-1020.
- SIMPFENDORFER CA, AB GOODREID & RB MCAULEY (2001) Size, Sex and Geographic Variation in the Diet of the Tiger Shark, *Galeocerdo Cuvier*, from Western Australian Waters. *Environmental Biology of Fishes* 61:37-46.

- STACY BA, M SANTORO, JA MORALES, LM HUZELLA, VF KALASINSKY, A FOLEY, N METTEE & ER JACOBSON (2008) Renal oxalosis in free-ranging green turtles *Chelonia mydas*. *Diseases of Aquatic Organisms* 80(1):45-49.
- SUÁREZ-DOMÍNGUEZ EA, I MARTÍNEZ-SERRANO, N RIGHINI, YE CHAMLATY-FAYAD, EA BELLO-SÁNCHEZ & AH RAMOS-DÍAZ (2020) Fibropapillomatosis in free-ranging green sea turtles (*Chelonia mydas*) off the central coast of Veracruz, Mexico. *Ciencias Marinas* 46(2):133-143.
- THOMSON JA, D BURKHOLDER, MR HEITHAUS & LM DILL (2009) Validation of a Rapid Visual-Assessment Technique for Categorizing the Body Condition of Green Turtles (*Chelonia mydas*) in the Field. *Copeia* 2009(2):251-255.
- TOREZANI E, C BAPTISTOTTE, SL MENDES & PCR BARATA (2010) Juvenile green turtles (*Chelonia mydas*) in the effluent discharge channel of a steel plant, Espírito Santo, Brazil, 2000–2006. *J Mar Biol Assoc UK*. 90(2):233–246. <https://doi.org/10.1017/S0025315409990579>
- TROËNG S (2000) Predation of Green (*Chelonia mydas*) and Leatherback (*Dermochelys coriacea*) Turtles by Jaguar (*Panthera onca*) at tortuguero National Park, Costa Rica. *Chelonian Conservation and Biology* 3(4): 751-752.
- VAN HECK GJ (2020) Informe de experto PVW4A19069, Chile. World Waternet. Amsterdam, The Netherlands. Informe Técnico, 20 pp.
- VAN HOUTAN KS, SK HARGROVE & GH BALAZS (2010) Land use, macroalgae, and a tumor forming disease in marine turtles. *PLoS One* 5, e12900.
- VELEZ-ZUAZO X & S KELEZ (2010) Multiyear analysis of sea turtle bycatch by Peruvian longline fisheries: a genetic perspective. *Proceedings of the 30th Annual Symposium on sea turtle biology and conservation*, Goa, India.
- VELEZ-ZUAZO X, J QUIÑONES, AS PACHECO, L KLINGE, E PAREDES, S QUISPE & S KELEZ (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(11): e113068. doi:10.1371/journal.pone.0113068
- VÉLIZ D, P SALINAS, W SIELFELD, D CONTRERAS, C AZÓCAR, M TOBAR & J GALLARDO. 2014. Estudio poblacional y genético de la tortuga *Chelonia mydas agassizii* (Sauria: Cheloniidae) en La Playa Chinchorro, Arica, Chile. *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 49(3):589-593.
- WALLACE BP, AD DIMATTEO, AB BOLTEN, MY CHALLOUPKA, BJ HUTCHINSON, FA ABREU-GROBOIS, JA MORTIMER, JA SEMINOFF, D AMOROCHO, KA BJORNDAL, J BOURJEA, BW BOWEN, R BRISEÑO, P CASALE, BC CHOUDHURY, A COSTA, PH DUTTON, A FALLABRINO, EM FINKBEINER, A GIRARD, M GIRONDOT, M HAMANN, BJ HURLEY, M LÓPEZ-MENDILAHARSU, MA MARCOVALDI, JA MUSICK, R NEL, NJ PILCHER, S TROËNG, B WITHERINGTON, RB MAST (2011) Global Conservation Priorities for Marine Turtles. *PLoS ONE* 6(9): e24510. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0024510>
- WALLACE BP, CY KOT, AD DIMATEO, T LEE, LB CROWDER & RL LEWISON (2013) Impacts of fisheries bycatch on marine turtle populations worldwide: toward conservation and research priorities. *Ecosphere* 4:1-49.
- WILDERMANN NE, C GREDZENS, L AVENS, HA BARRIOS-GARRIDO, I BELL, J BLUMENTHAL, AB BOLTEN, JB MCNEILL, P CASALE, M DI DOMENICO, C DOMIT, SP EPPERLY, MH GODFREY, BJ GODLEY, V GONZÁLEZ-CARMAN, M HAMANN, KM HART, T ISHIHARA, KL MANSFIELD, TL METZ, JD MILLER, NJ PILCHER, MA READ, C SASSO, JA SEMINOFF, EE SENEY, A SOUTHWOOD J TOMÁS, GM VÉLEZ-RUBIO, M WARE, JL WILLIAMS, J WYNEKEN & MMPB FUENTES (2018) Informing research priorities for immature sea turtles through expert elicitation. *Endangered Species Research* 37: 55-76.
- WILLIAMS EH, JV RUEDA-ALMONACID, J SYBESMA, IB DE CALVENTI, RH BOULON, L BUNKLEY-WILLIAMS, EC PETERS, B PINTO-RODRIGUEZ, R MATOS-MORALES & AA MIGNUCCI-GIANNONI (1994) An epizootic of cutaneous fibropapillomas in Green turtles *Chelonia mydas* of the Caribbean: Part of a panzootic? *Journal of Aquatic Animal Health* 6:70-78.
- WITZELL WN (1987) Selective predation on large cheloniid sea turtles by tiger sharks (*Galeocerdo cuvieri*). *Japanese Journal of Herpetology* 12:22-29.
- WORK TM, GH BALAZS, TM SUMMERS, JR HAPDEI & AP TAGARINO (2015) Causes of mortality in green turtles from Hawaii and the insular Pacific exclusive of fibropapillomatosis. *Diseases of Aquatic Organisms*, 115:103-110.
- WYNEKEN J (2001) The anatomy of sea turtles. NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFSC-470, National Oceanic and Atmospheric Administration, Miami, FL. 172 pp.
- ZÁRATE P (2013) Biology of the Green Turtle *Chelonia mydas* in the Galápagos Islands. A dissertation presented to the Graduate School of the University of Florida in partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy. University of Florida, 173 pp.
- ZUG GR (1991) Age determination in turtles, SSAR Herpetological Circular 20:1-28.

Recibido: Julio 2021

Aceptado: Septiembre 2021

Publicado: Diciembre 2021

Editor en jefe: Damien Esquerré