

**UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS**

**FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**

**E.A.P DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**

**“HÁBITOS ALIMENTARIOS DE LA TORTUGA  
VERDE DEL PACÍFICO ESTE *CHELONIA MYDAS*  
*AGASSIZII* (BOUCORT, 1868) EN LA BAHÍA DE  
PARACAS, ICA, PERÚ, DURANTE EL AÑO 2010”**

**TESIS**

Para optar el Título Profesional de Biólogo con mención en Hidrobiología  
y Pesquería

**AUTOR**

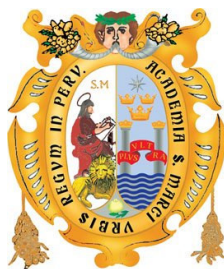
Evelyn Paredes Coral

**ASESOR**

Carmen Yamashiro Guinoza

**Lima – Perú**

**2015**



**UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS**  
(Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA)

**FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE  
CIENCIAS BIOLÓGICAS

**HÁBITOS ALIMENTARIOS DE LA TORTUGA VERDE DEL  
PACÍFICO ESTE *Chelonia mydas agassizii* (BOUCORT,  
1868) EN LA BAHÍA DE PARACAS, ICA, PERÚ, DURANTE  
EL AÑO 2010**

Tesis para optar al Título Profesional de Biólogo con mención en  
Hidrobiología y Pesquería

Bach. EVELYN PAREDES CORAL

Asesora: Carmen Yamashiro Guinoza  
Co-Asesora: Elisa Goya Sueyoshi

Lima – Perú

2015

*A mi madre, Libni  
por su apoyo invaluable día a día*

## **AGRADECIMIENTOS**

*A Javier Quiñones, por la motivación y el apoyo constante, además de sus valiosos aportes y comentarios. Gracias por permitirme formar parte del equipo de trabajo de monitoreo de tortugas marinas en la bahía de Paracas.*

*A Elisa Goya, por la confianza depositada en mí y por promover el desarrollo de actividades de investigación sobre tortugas marinas.*

*A la Dirección General de Investigaciones en Recursos Pelágicos y a la Oficina de Investigaciones de Depredadores Superiores del Instituto del Mar del Perú, por brindarme todas las facilidades para la realización del presente trabajo de tesis.*

*A Carmen Yamashiro, Carlos Paredes, Oswaldo Cornejo y Marco Espino por su orientación y comentarios al documento.*

*A Sara Purca por sus acertados consejos, comentarios y opiniones.*

*Agradezco a Patricia Carbajal, José Antonio Santamaría y Martha Calderón por el apoyo en la identificación de algas marinas e invertebrados.*

*Al Laboratorio de Instrumentación Analítica y el Laboratorio de Ecología Trófica del Instituto del Mar del Perú por permitirme analizar las muestras en sus instalaciones.*

*Al personal del Laboratorio Costero de Pisco del Instituto del Mar del Perú, en especial a Alberto Puitiza por proporcionar la información de las temperaturas en la zona de estudio; a Sixto Quispe y Cesar Mejía por su apoyo durante el trabajo de campo.*

*A Pablo Marín por su asesoría en la elaboración de los gráficos.*

## ÍNDICE GENERAL

I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	MARCO TEÓRICO	5
	II.1 Estado Taxonómico de la tortuga verde del Pacífico Este	5
	II.2 Biología	6
	II.3 Distribución geográfica y zonas de reproducción	8
	II.4 Ecología alimentaria	10
	II.5 Situación actual y Amenazas	14
III.	HIPÓTESIS Y OBJETIVOS	16
IV.	MATERIALES Y MÉTODOS	17
	IV.1 Área de estudio	17
	IV.2 Capturas y obtención de muestras	19
	IV.3 Análisis de datos	21
	IV.3.1 Composición de la dieta	21
	IV.3.2 Diagrama de estrategia de alimentación	21
	IV.3.3 Variabilidad estacional	26
	IV.3.4 Índice de Preponderancia	27
	IV.3.5 Análisis estadísticos	29
V.	RESULTADOS	30
	V.1 Composición de la dieta	30
	V.2 Estrategia de alimentación	32
	V.3 Preponderancia alimentaria y Variabilidad estacional	34
VI.	DISCUSIÓN	37
	VI.1 Composición de la dieta	37
	VI.2 Estrategia de alimentación	40

VI.3 Preponderancia alimentaria y Variabilidad estacional	43
VII. CONCLUSIONES	47
VIII. RECOMENDACIONES	48
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	49
X. ANEXO	61

## RESUMEN

Se estudiaron los hábitos alimentarios de las tortugas verdes del Pacífico Este *Chelonia mydas agassizii* (Boucort, 1868) durante el año 2010 en La Aguada, bahía de Paracas, centro-sur del Perú (13°51'S; 76°15'O). Se practicó la técnica de lavado esofágico a 22 ejemplares vivos. Las tortugas presentaron hábitos omnívoros y su dieta estuvo dominada por el consumo de materia animal. Se identificaron un total de 11 ítems alimentarios, siendo la anémona *Paranthus* sp. el ítem principal ( $A_i = 25.87\%$ ); sin embargo otros ítems importantes incluyeron a la medusa *Chrysaora plocamia* ( $A_i = 20.18\%$ ) y el alga roja *Chondracanthus chamissoi* ( $A_i = 11.07\%$ ). La dieta fue complementada con el alga verde *Ulva papenfussi* ( $A_i = 6.20\%$ ). Las tortugas presentaron una estrategia especialista de alimentación a nivel individual sobre los ítems dominantes, mientras que el resto de ítems fueron consumidos ocasionalmente. Se observó una marcada estacionalidad en el consumo de sus presas, alimentándose principalmente de la medusa *Chrysaora plocamia* durante las estaciones de verano-otoño ( $I_p = 77.13\%$ ) y de la anémona *Paranthus* sp. durante el invierno-primavera ( $I_p = 72.23\%$ ). Sobre la base de estos resultados, se recomienda que los planes de conservación de las tortugas marinas incluyan un tratamiento especial a las zonas costeras de la bahía de Paracas como área prioritaria de protección, debido a su utilización como una importante zona de alimentación, donde ejemplares juveniles y subadultos de *Chelonia mydas agassizii* concurren a alimentarse a lo largo del año.

Palabras claves: *tortuga verde del Pacífico Este, hábitos alimentarios, bahía de Paracas, Índice de Preponderancia, variabilidad estacional.*

## **ABSTRACT**

The feeding habits of the Eastern Pacific green turtles *Chelonia mydas agassizii* (Boucort, 1868) were studied during 2010 in La Aguada, bahia Paracas, south-central Peru (13°51'S; 76°15'W). Data were obtained through esophageal lavages performed in 22 live turtles. Eastern Pacific green turtles exhibited omnivorous habits and their diet was dominated by the consumption of animal matter. A total of 11 food items were identified, being the sea anemone *Paranthus* sp. the main item (Ai = 25.87%); but other important items included the jellyfish *Chrysaora plocamia* (Ai = 20.18%) and red algae *Chondracanthus chamissoi* (Ai = 11.07%). The diet was complemented with the green algae *Ulva papenfussi* (Ai = 6.20%). Turtles showed a specialist feeding strategy at individual-level on main items, while other items were consumed occasionally. The results showed a marked seasonality in prey consumption, feeding mainly on jellyfish *Chrysaora plocamia* during the summer-autumn seasons (Ip = 77.13%) and sea anemone *Paranthus* sp. during the winter-spring seasons (Ip = 72.23%). Based on these results, it is recommended that sea turtle conservation plans include special treatment for these shallow areas of bahia Paracas as a priority protection area, due to its use as an important feeding area where juveniles and subadults of *Chelonia mydas agassizii* aggregate to feed year-round.

*Keywords: Eastern Pacific green turtle, feeding habits, bahia Paracas, Index of Preponderance, seasonal variability.*



## I. INTRODUCCIÓN

Las tortugas marinas son predadores tope que forman parte de la red trófica marina. Las tortugas verdes (*Chelonia mydas*) experimentan cambios ontogenéticos de hábitat durante su ciclo de vida, pasando de una fase juvenil epipelágica oceánica en la cual se dispersan durante varios años a la deriva (Carr y Meylan, 1980; Carr, 1987; Luschi *et al.*, 2003), para pasar a una fase juvenil, subadulta y adulta nerítica, donde se alimentan y crecen para alcanzar la madurez sexual (Bjorndal, 1980; Musick y Limpus, 1997). Durante la fase nerítica, las tortugas verdes habitan diversos ecosistemas como las praderas de pastos marinos (Mortimer, 1981), fondos mixtos compuestos por algas, pastos marinos y manglares (Seminoff *et al.*, 2002a; López-Mendilaharsu *et al.*, 2005; Arthur *et al.*, 2009; Carrión-Cortez *et al.*, 2010), y arrecifes de coral (Chaloupka *et al.*, 2004). Todos estos ecosistemas son considerados importantes hábitats de desarrollo de los juveniles, hasta llegar a la madurez sexual (Luschi *et al.*, 2003). Dado el considerable tiempo utilizado en dichas áreas neríticas, estudios en estos hábitats representan oportunidades únicas para comprender aspectos fundamentales de su historia de vida, dinámica de poblaciones (Bjorndal *et al.*, 2003; Meylan *et al.*, 2011; Patricio *et al.*, 2011), ecología trófica (Bjorndal, 1997; Seminoff *et al.*, 2002a) y su rol en el ecosistema (Wabnitz *et al.*, 2010).

En el Perú habitan cinco de las siete especies de tortugas marinas a nivel mundial, entre ellas, la tortuga verde del Pacífico Este *Chelonia mydas agassizii* (Boucort, 1868) (IMARPE, 2011). Los hábitats neríticos en el Perú constituyen importantes áreas de alimentación para esta especie (de Paz *et al.*, 2007; Velez-Zuazo *et al.*,

2014), que llega luego de dispersarse de sus principales zonas de anidación en Islas Galápagos, Ecuador (Green, 1984; Seminoff, 2004), Michoacán (Alvarado-Díaz *et al.*, 2001) e Islas Revillagigedo, México (Holroyd y Trefry, 2010) y luego de su fase epipelágica oceánica (Luschi *et al.*, 2003). Se han registrado varias áreas de alimentación a lo largo de la costa peruana, como la costa de Tumbes (Punta Sal, Punta Mero, Bocapán, Puerto Pizarro y Casitas) ~3.5 - 4°S, Punta Restín ~4.5°S (Hays-Brown y Brown, 1982; de Paz y Alfaro-Shigueto, 2008; Aranda y Chandler, 1989); bahía de Sechura y estuario de Virrilá ~5.7°S (Santillán, 2008; Paredes *et al.*, 2015), Isla Lobos de Tierra ~6.5°S (Quiñones *et al.*, en prensa), la bahía de Paracas ~14°S (Hays-Brown y Brown, 1982; Velez-Zuazo *et al.*, 2014; Quiñones *et al.*, 2013; de Paz *et al.*, 2007) y Tambo de Mora ~13.3°S (Aranda y Chandler, 1989).

Debido a diversos factores, principalmente a la captura de adultos y recolección de huevos en playas de anidación (Nichols, 2003) así como la captura incidental y dirigida en áreas de alimentación (de Paz *et al.*, 2002; Alfaro-Shigueto *et al.*, 2011), esta especie se ha visto disminuída y actualmente se encuentra categorizada como *En peligro* a nivel nacional (El Peruano, 2014) e internacional (Seminoff, 2004), lo que significa que tiene un alto riesgo de desaparecer en un futuro cercano.

Los impactos acumulativos de varias fuentes de amenazas pueden afectar significativamente a los individuos y sus poblaciones; es por ello que se vienen planteando diversas estrategias de conservación no solo a nivel nacional sino también regional (IMARPE, 2011; Wallace *et al.*, 2013). En este sentido, el

conocimiento de su ecología alimentaria es fundamental para el desarrollo de estrategias de conservación y protección (Bjorndal, 1980; López-Mendilaharsu *et al.*, 2005). Uno de los principales pasos para determinar la ecología alimentaria de la tortuga verde es identificar los ítems alimentarios que consume, los cuales pueden variar en espacio y tiempo (Seminoff *et al.*, 2002a). Con el fin de cuantificar dicha variación es necesario determinar una escala de tiempo para el análisis (Levin, 1992), que para los fines del presente trabajo fue el año 2010.

Para las tortugas verdes, la dieta está directamente relacionada con el éxito en el crecimiento y la reproducción (Carr y Carr, 1970; Hadjichristophorou y Grove, 1983) y se sabe que la utilización de los recursos cambia según la disponibilidad de los mismos (Bjorndal, 1980; Ross, 1985). Asimismo, modelos de optimización de forrajeo indican que los animales van a seleccionar recursos de alta calidad sobre otros de baja calidad (Krebs y Davies, 1993); lo cual se evidencia según Bjorndal (1980), quien afirma que las tortugas verdes muestran una habilidad para seleccionar los ítems alimentarios más nutritivos.

Para el estudio de la tortuga verde en sus áreas de alimentación se dispone de varias técnicas, como el estudio del hábitat (Brand-Gardner *et al.*, 1999; Lal *et al.*, 2010), telemetría acústica (Mendonca, 1983; Seminoff *et al.*, 2002b), análisis de isótopos estables (Seminoff *et al.*, 2006; Arthur *et al.*, 2008; Lemons *et al.*, 2011) y análisis de la dieta (Mortimer, 1981; Amorocho y Reina, 2007). De éstos, el estudio de la dieta a través de lavados esofágicos es comparativamente más simple, confiable, económico y ha sido usado exitosamente en ejemplares vivos sin perjuicio de los animales (Seminoff *et al.*, 2002a; Amorocho y Reina, 2007; de Paz *et al.*, 2007; Carrión-Cortez *et al.*, 2010).

En el marco del proyecto “Ocurrencia de tortugas marinas y Ecología alimenticia en la zona de Pisco” del Instituto del Mar del Perú (IMARPE), se llevaron a cabo prospecciones acuáticas para realizar capturas de tortugas marinas en la bahía de Paracas, Pisco durante el año 2010. La bahía de Paracas constituye un área privilegiada de estudio de la ecología alimentaria de *Chelonia mydas agassizii* ya que pertenece a la Reserva Nacional de Paracas (Decreto Supremo N° 1281-75-AG) y es un ecosistema de alta productividad debido a la ocurrencia de procesos de afloramiento propios del Gran Ecosistema de la Corriente de Humboldt (Strub *et al.*, 1998; Messié y Chavez, 2015).

A pesar de haberse realizado estudios puntuales sobre la dieta de la tortuga verde del Pacífico Este en el Perú, éstos fueron realizados en su mayoría con ejemplares muertos o de manera esporádica en pocos ejemplares vivos, lo cual podría no reflejar la dieta de organismos saludables y no permitiría evaluar su variación en el tiempo. En cambio, el presente estudio se basa en analizar la dieta de individuos vivos en su medio silvestre, lo cual no se había realizado antes a detalle y que nos va a permitir reflejar con mayor fidelidad aspectos de su ecología alimentaria. En el presente trabajo se presenta información novedosa sobre la ecología alimentaria de *Chelonia mydas agassizii*, destacando sus componentes alimentarios, estrategia de alimentación, alimentos preponderantes en la dieta y su variabilidad estacional.

## II. MARCO TEÓRICO

### II.1 Estado Taxonómico de la tortuga verde del Pacífico Este

*Chelonia mydas agassizii* (Boucort, 1868) conocida comúnmente como tortuga verde del Pacífico Este, también llamada tortuga negra o tortuga prieta, pertenece a la familia Cheloniidae, subfamilia Cheloniidae (Deraniyagala, 1953). La tortuga verde del Pacífico Este es considerada como una forma melanística del género *Chelonia*, que se distingue por su color verde oscuro, caparazón estrecho y abovedado (Pritchard, 1999). La denominación de esta especie se encuentra aún en debate. Algunos consideran que se trata de una especie totalmente diferente (Pritchard *et al.*, 1983; Figueroa, 1989) mientras que otros afirman que se trata de una subespecie (Bowen *et al.*, 1992; Karl *et al.*, 1992; Parham y Zug, 1996). Estudios genéticos llevados a cabo por Bowen *et al.* (1993) y Grady y Quattro (1999) evidencian que las tortugas verdes del Pacífico Este representan sólo un pequeño subconjunto de la diversidad del linaje dentro del árbol genealógico del DNA mitocondrial para la mundialmente distribuída *Chelonia*, y por lo tanto su distinción no es mayor que el nivel de subespecie. Los estudios realizados por Karl *et al.* (1992) en el ADN nuclear apoyan estos hallazgos. Por lo anteriormente señalado, en el presente trabajo se considera a la tortuga verde del Pacífico Este como una subespecie de *Chelonia mydas*.

## II.2 Biología

Las tortugas verdes actúan en múltiples niveles, como predadores, presas, competidores, sustrato para epibiontes, hospederos de parásitos y patógenos, transportadores de nutrientes y modificadores de hábitats. El conocimiento de su rol en los ecosistemas que utilizan es necesario para poder predecir cómo los cambios ambientales naturales y derivados de la actividad antropogénica pueden afectar a sus poblaciones con el fin de tomar decisiones de manejo (Bjorndal y Jackson, 2003).

*Chelonia mydas agassizii* presenta el caparazón acorazonado y lateralmente escotado en el tercio posterior, tiene cinco escudos centrales, cuatro pares laterales y once pares de escudos marginales. El plastrón tiene cuatro escudos inframarginales sin poros. Presentan una uña en el borde anterior de cada aleta. La cabeza es mediana y achatada, con un par de escamas prefrontales, pico córneo filoso y mandíbula aserrada (Fig.1). Los adultos tienen el dorso casi negro, brillante (verdoso mate cuando tienen crecimientos de algas verdes filamentosas), con manchas de tono gris verdoso jaspeado, en forma radial o irregular; aunque presentan diferentes morfotipos, en ocasiones de colores brillantes verdes, cafés, amarillentos y rojizos, particularmente juveniles y subadultos; este tipo de coloración es llamada melanística (Marquez, 1996). Las tortugas verdes del Pacífico Este son más pequeñas y de coloración más oscura que las del Atlántico (SEMARNAT, 2011). Los ejemplares adultos pueden llegar a medir entre 70.5 - 90 cm y pueden pesar hasta 126 kg (Marquez, 1996).

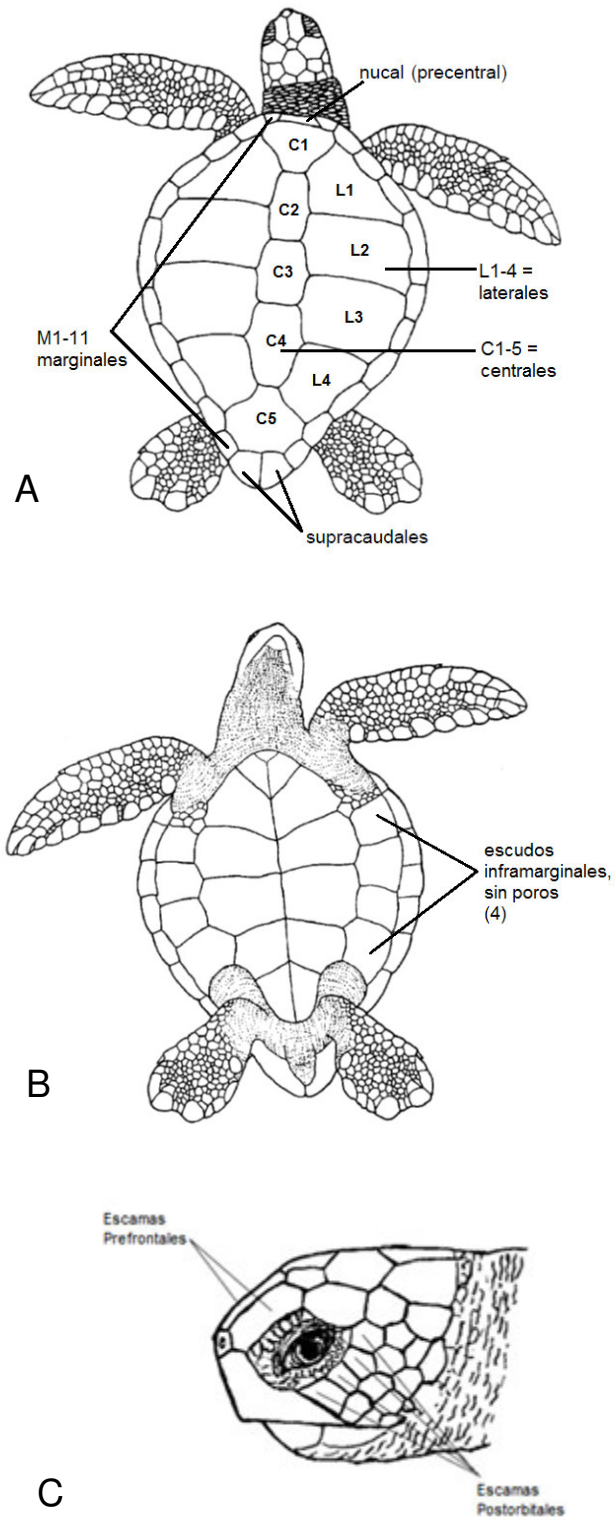


Figura 1. Ilustración y terminología de las características externas de la tortuga verde del Pacífico Este *Chelonia mydas agassizii*. Vista a) dorsal, b) ventral, c) lateral de la cabeza. Adaptado de Marquez, 1996.

Las tortugas verdes se clasifican convencionalmente en tres etapas de vida diferentes: juveniles, subadultos y adultos. Dado que la mayoría de las tortugas verdes que ocurren en el Perú provienen de las Islas Galápagos (Lester-Coll *et al.*, en prensa), se utilizan las tallas de Longitud Curva del Caparazón (LCC) mínima y media de hembras anidantes en estas islas de acuerdo a Zárate *et al.* (2013). Todos los individuos con LCC con el tamaño mínimo de las hembras anidantes (<69 cm) son clasificados como juveniles, todos con tallas entre el mínimo y el tamaño medio ( $\geq 69$  y  $\leq 85$  cm) como subadultos, y los que presentan LCC mayor que la media ( $> 85$  cm) como adultos.

### **II.3 Distribución geográfica y zonas de reproducción**

*Chelonia mydas agassizii* se distribuye desde la bahía de San Diego, Estados Unidos (Dutton y McDonald, 1990), hasta el norte de Chile (Veliz *et al.*, 2014), con áreas de concentración en el Golfo de California (Seminoff *et al.*, 2002a) y bahía Magdalena (García-Martínez y Nichols, 2001) en México; Golfo de Fonseca, El Salvador-Honduras-Nicaragua (Blanco, 2010); isla del Coco, Costa Rica (Arauz *et al.*, 2013), Parque Nacional Gorgona, Colombia (Amarocho y Reina, 2007); Islas Galápagos (Seminoff, 2004) e Isla de la Plata en Ecuador (Mosquera *et al.*, datos no publicados); bahía de Sechura y estuario de Virrilá, norte del Perú (Santillán, 2008; Paredes *et al.*, 2015); bahía de Paracas, centro-sur de Perú (Quiñones *et al.*, 2013); Arica e Iquique, Chile (Veliz *et al.*, 2014; Salinas y Sielfeld, 2007). En los últimos años se ha reportado la agregación de ejemplares en bahía Salado, Región de Atacama, Chile (Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, 2013).



Esta especie tiene varias zonas de reproducción y las más importantes se encuentran en el estado de Michoacán, México, en las playas de Colola y Maruata (Alvarado-Díaz *et al.*, 2001; Delgado-Trejo y Alvarado-Díaz, 2012), las Islas Revillagigedo, México (Holroyd y Trefry, 2010) y las Islas Galápagos en Ecuador (Seminoff, 2004). También ocurren importantes anidaciones en playa Nombre de Jesús (Blanco *et al.*, 2012) y playa Cabuyal (Santidrián Tomillo *et al.*, 2014) en Costa Rica y en la Isla de Cañas, Panamá (Marino Abrego, comunicación personal).

La edad de madurez sexual se ha estimado entre 26 y 40 años (Seminoff, 2004). En general las hembras no se reproducen cada año, la duración entre un período y otro depende del intervalo de remigración, es decir, el tiempo entre una temporada reproductiva y la siguiente, que va en un rango de 2 a 6 años (Zárate, 2009). La temporada de anidación de esta especie se da de agosto hasta enero en México (SERMANAT, 2011) y entre febrero y junio en Islas Galápagos (Zárate, 2009), aunque pueden presentarse anidaciones a lo largo del año (Marquez, 1990). El número promedio de huevos por nidada es de 125, los cuales se incuban en la arena entre 45 y 70 días, dependiendo de la temperatura; mayores temperaturas aceleran el desarrollo pero también generan mayor proporción de hembras (Mrosovsky & Yntema, 1980).

## II.4 Ecología alimentaria

A nivel mundial se han realizado numerosos estudios acerca de la ecología alimentaria de la tortuga verde, determinando que es la única tortuga marina que una vez terminada su fase pelágica, es herbívora (Hirth, 1997). El comportamiento alimentario durante los primeros años de vida hasta cuando alcanzan el tamaño de un juvenil, es poco conocido, se asume que son omnívoros con una fuerte tendencia hacia una dieta carnívora, alimentándose de una variedad de material planctónico incluyendo crustáceos, medusas y ctenóforos (Boyle, 2006) en zonas de frentes oceánicos (Acha *et al.*, 2015). De esta forma llegarían a un peso y tamaño que les permitiría evitar predadores, y así pasar a una dieta herbívora (Hirth, 1997).

El cambio de hábitat que ocurre entre el estadio juvenil pelágico y el estadio subadulto de la tortuga verde, es acompañado por un cambio en los hábitos de alimentación que implica un cambio de una dieta omnívora de material neustónico a una principalmente herbívora, consistente en macroalgas, pasto marino y/o frutos de mangle (Bjorndal, 1997).

Seminoff *et al.* (2002a) realizaron estudios en el Golfo de California y determinaron que durante la etapa juvenil, las tortugas verdes del Pacífico Este se alimentan principalmente de algas, pasto marino y en algunas ocasiones complementan su dieta herbívora consumiendo pequeños invertebrados.

La población de tortugas verdes del Pacífico Este inmaduras del Parque Nacional Gorgona (Colombia) muestra un comportamiento omnívoro, alimentándose

principalmente de una variedad de componentes animales (preferentemente tunicados) seguido por componentes vegetales (algas, frutos de mangle y hojas). Se especula que la estrategia omnívora de las tortugas verdes inmaduras del Pacífico Este podría proveer beneficios energéticos para continuar sus migraciones de grandes distancias hacia sus áreas de desarrollo y reproducción en la cuenca del Pacífico (Amarocho y Reina, 2007).

Estudios en Islas Galápagos, importante área de anidación y alimentación de la tortuga verde del Pacífico Este, realizados por Carrión-Cortez *et al.* (2010) indicaron que de acuerdo al porcentaje de Volumen Relativo Medio (%V) obtenido de lavados esofágicos, la dieta de las tortugas verdes resultó ser predominantemente herbívora basada en el consumo de algas (%V =82.27), el mangle rojo *Rizophora mangle* (%V = 5.03) y materia animal (%V = 8.75).

En el Perú se han realizado algunos estudios puntuales sobre la dieta de *Chelonia mydas agassizii*. Paredes (1969) analizó 20 estómagos de tortugas verdes capturadas en Pisco, de los resultados del análisis del contenido estomacal, obtuvo los valores de frecuencia de ocurrencia y determinó que la alimentación de la tortuga verde presentó una tendencia herbívora consumiendo principalmente algas pardas (70%), y rojas (60%); sin embargo también presentó hábitos carnívoros consumiendo medusas (60%), moluscos (50%) y peces (60%).

Hays-Brown y Brown (1982) analizaron el contenido estomacal de 39 tortugas verdes en la zona de Pisco, reportando el consumo de materia vegetal y animal. Se obtuvieron las frecuencias de ocurrencia para el consumo de moluscos (64%) principalmente de los géneros *Mytilus*, *Nassarius*, y *Semele*; de algas (51%) de los

géneros *Gigartina* y *Rhodymenia*; poliquetos (49%), medusas y anfípodos (31%); peces y huevos de peces (23%); grama salada del género *Distichlis* (18%) y crustáceos (13%).

Kelez *et al.* (2004) reportaron una dieta principalmente herbívora en el contenido estomacal de dos especímenes capturados en Pisco donde las especies predominantes fueron las algas *Ulva costata*, *Grateloupia doryphora* y *Prionites decipiens*. Estudios realizados por de Paz *et al.* (2007) indicaron que las preferencias alimentarias de la tortuga verde fueron principalmente por componentes vegetales, algas verdes y rojas (56%) seguidos del consumo de moluscos (20%) y cangrejos (4%) como componente de su dieta.

Durante el período 2002-2004, Santillán (2008) estudió la dieta de 45 tortugas verdes del Pacífico Este en la bahía de Sechura, en la costa norte del Perú. En los contenidos estomacales, se identificaron 48 ítems alimentarios entre algas, peces, moluscos, crustáceos, tunicados y desechos plásticos; de los cuales cinco presentaron los más altos valores de frecuencia de ocurrencia: *Codium* sp. (33.3 %), *Caulerpa filiformis* (35.56 %), *Gracilaria* sp. (37.78), huevos de *Loligo* (22.22 %) y desechos plásticos (26.67%). En su estudio menciona además que la dieta de las tortugas en la bahía de Sechura presentaron una tendencia oportunista con alta incidencia carnívora.

En un estudio de 19 años (1970–1988) en la zona de Pisco, Quiñones *et al.* (2010) señalaron que las aguas cálidas que llegan a las costas durante eventos El Niño, cuya temperatura superficial estuvo comprendida entre 22°C y 28°C, facilitan el acceso de las tortugas verdes al área de alimentación de Pisco. Se determinó la

frecuencia de ocurrencia de los ítems consumidos obtenidos de 192 muestras de contenidos estomacales y esofágales durante El Niño 1987; según lo cual, los ejemplares juveniles y adultos, conocidos por presentar hábitos herbívoros, se alimentaron principalmente de la medusa *Chrysaora plocamia* (70,8%), seguida por moluscos (62,0%), crustáceos (47,4%) y macroalgas (37,5%). Los autores señalan además, que las tortugas se podrían haber alimentado de manera oportunista de la mencionada medusa debido a su gran abundancia en el área durante el evento El Niño 1987.

Los hábitos alimentarios de las tortugas silvestres pueden ser determinados por una variedad de métodos como son a través de análisis de contenidos estomacales (Bjorndal, 1980), isótopos estables (Seminoff *et al.*, 2006) y observación directa de tortugas alimentándose (Reisser *et al.*, 2003); sin embargo, la técnica idónea sin perjuicio al animal es la técnica de lavado esofágico (Forbes y Limpus, 1993). Esta técnica, permite la recuperación rápida de grandes volúmenes de alimento no digerido del esófago y de la región anterior del estómago; además ha sido ampliamente utilizada con éxito en tortugas verdes, careyes, golfinas y caguamas, con tallas de LCC en un intervalo de aproximadamente 25 a 115 cm (Eckert *et al.*, 2000).

## II.4 Situación actual y Amenazas

Las tortugas marinas en el Perú han formado parte de la dieta de los pobladores costeros desde épocas prehispánicas, y ha sido justamente en las zonas de San Andrés y Paracas, donde se han reportado restos de tortugas marinas de aproximadamente 4000-2000 años de antigüedad (Frazier y Bonavia, 2000).

En el Perú, la captura dirigida de la tortuga verde y demás especies de caparazón duro estuvo permitida hasta el año 1995. A partir de este año se prohíbe la captura dirigida de todas las especies de tortugas marinas existentes en aguas jurisdiccionales peruanas (El Peruano, 1995). A pesar de ello, esta captura aún persiste en algunas localidades y se desconoce los niveles reales de esta problemática (IMARPE, 2011). Actualmente, la tortuga verde se encuentra enlistada como *En peligro* a nivel nacional (El Peruano, 2014) e internacional (Seminoff, 2004). De acuerdo a la legislación nacional se *Prohíbe su caza, captura, tenencia, comercio transporte o exportación con fines comerciales de todos los especímenes, productos y/o subproductos de esta especie*. Asimismo, se establecen sanciones por *Extraer, procesar, comercializar transportar o almacenar especies legalmente protegidas* (El Peruano, 2007). Adicionalmente, se sanciona con pena privativa de libertad no menor de tres años ni mayor de cinco años por *Tráfico ilegal de especies de flora y fauna silvestre protegida*, de acuerdo al Título XIII del Código Penal.

Las principales amenazas que afectan a las tortugas marinas en el Perú son las asociadas a la interacción con actividades pesqueras (IMARPE, 2011), a través de capturas incidentales (de Paz *et al.*, 2002; 2005; 2007; Alfaro-Shigueto *et al.*, 2011),

capturas incidentales con retención (Alfaro-Shigueto *et al.*, 2011) y capturas dirigidas (de Paz *et al.*, 2002; Quiñones *et al.*, 2010); además de la demanda de carne y subproductos; colisiones con embarcaciones (Paredes *et al.*, 2015) y degradación del hábitat (de Paz *et al.*, 2002).

De las cinco especies de tortugas presentes en el Perú, la tortuga verde del Pacífico Este resultó ser la principal especie capturada incidentalmente (IMARPE, 2011). A lo largo de la costa se han identificado diversas localidades que soportan alta captura incidental y dirigida de esta especie, como son la Región Tumbes, (Rosales *et al.*, 2010); caleta de Constante, Piura (Santillán, 2008; Cáceres *et al.*, 2013), bahía de Sechura y estuario de Virrilá (Santillán, 2008; Paredes *et al.*, 2015), isla Lobos de Tierra (Quiñones *et al.*, en prensa); la costa de Lambayeque (Castro *et al.*, 2012); Chimbote; Cerro Azul (Alfaro-Shigueto *et al.*, 2002) y el Puerto de San Juan de Marcona (Arias-Schreiber, 1993). Mención aparte merece la localidad de San Andrés, la cual ha sido la zona donde tradicionalmente se ha consumido y comercializado carne de tortuga (Frazier, 1979; Hays Brown and Brown, 1982; de Paz *et al.*, 2002; 2007; Quiñones *et al.*, 2010).

Dentro de los compromisos internacionales, el Perú es signatario de acuerdos internacionales que velan por la conservación de las tortugas marinas como son la Convención Internacional sobre el Comercio de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestre (CITES), Convención sobre la Conservación de Especies migratorias de Animales Silvestres (CMS) y la Convención Interamericana para la Protección y Conservación de las Tortugas Marinas (CIT) (IMARPE, 2011).

### III. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

#### III.1 HIPÓTESIS

Ho: Durante el periodo de estudio, los hábitos alimentarios de la tortuga verde del Pacífico Este en la bahía de Paracas son omnívoros y presentan variabilidad estacional.

Hi: Durante el periodo de estudio, los hábitos alimentarios de la tortuga verde del Pacífico Este en la bahía de Paracas no son omnívoros y no presentan variabilidad estacional.

#### III.2 OBJETIVOS

##### OBJETIVO GENERAL

- Conocer y aportar evidencia sobre aspectos de los hábitos alimentarios de la tortuga verde del Pacífico Este *Chelonia mydas agassizii*.

##### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar la composición de la dieta y estrategia de alimentación de la tortuga verde del Pacífico Este en la zona de estudio durante el año 2010.
- Determinar la preponderancia alimentaria de la tortuga verde del Pacífico Este en la zona de estudio durante el año 2010 a través de un índice alimentario.
- Determinar la variabilidad estacional en la dieta de la tortuga verde del Pacífico Este en la zona de estudio, durante el año 2010.



## IV. MATERIAL Y MÉTODOS

### IV.1 Área de estudio

Las prospecciones acuáticas se realizaron en la zona conocida como La Aguada, una pequeña ensenada situada en la parte sur oriental de la bahía de Paracas, en el centro-sur de Perú (Fig. 2), a 265 kilómetros al sur de Lima, en la provincia de Pisco. Esta zona pertenece a la Reserva Nacional de Paracas, la cual posee 335000 Ha (Vélez, 2004). Se localiza en el Gran Ecosistema de la Corriente de Humboldt y es un sitio de afloramiento marino con altos niveles de producción primaria (Strub *et al.*, 1998; Vélez, 2004; Messié y Chavez, 2015). Estas aguas poco profundas se encuentran dentro de una región de surgencia templada fría sometida a una alta variabilidad que sumado a su alta productividad hacen que sea una de las principales zonas de alimentación para las tortugas verdes en el Pacífico sureste (Marquez, 1990; Velez-Zuazo *et al.*, 2014).

Las tortugas fueron capturadas dentro de un área estimada de aproximadamente 3.9 km<sup>2</sup>. El fondo en esta zona es en su mayoría areno fangoso cubierto por algas como *Ulva papenfussi*, *Enteromorpha* sp., *Chondracanthus chamissoi*, *Caulerpa* sp. y *Gracilariopsis lemaneiformis* (Gil-Kodaka *et al.*, 2002; Environmental Resources Management, 2011); anélidos como *Diopatra* sp.; individuos juveniles de concha de abanico *Argopecten purpuratus*, la anémona *Paranthus* sp. y cangrejos *Hepatus chilensis* (Evelyn Paredes, observación personal). Es importante precisar que durante el verano y otoño, la fase pelágica de la medusa *Chrysaora plocamia* es muy abundante (Quiñones, 2008; Quiñones *et al.*, 2010).

Esta zona fue utilizada tradicionalmente por los pescadores artesanales locales para la captura de tortugas marinas y actualmente es utilizada para capturar peces como lisa (*Mugil cephalus*) y pejerrey (*Odontesthes regia regia*) (Quiñones *et al.*, 2013). En los últimos años el turismo náutico en la bahía de Paracas se ha incrementado principalmente por los residentes de Paracas y la ruta turística hacia las Islas Ballestas (Evelyn Paredes, observación personal).

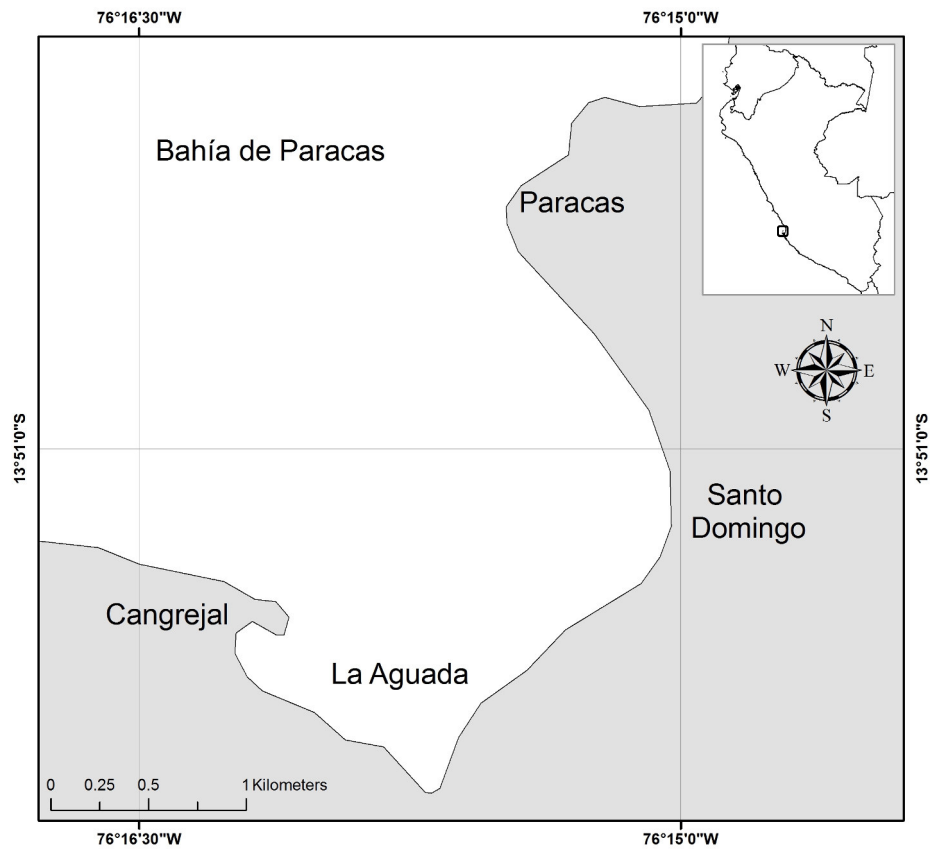


Figura 2. Área de estudio “La Aguada”, Bahía de Paracas, Pisco, centro-sur del Perú.

#### IV.2 Capturas y obtención de muestras

Las tortugas objeto de este estudio fueron capturadas únicamente con fines de investigación utilizando redes tipo cortina (976 m x 4 m, tamaño de malla = 60 a 65 cm de longitud total) durante seis prospecciones del IMARPE en los meses de marzo, abril, mayo, junio, noviembre y diciembre del año 2010. Cada prospección acuática duró dos días y las redes se desplegaron al azar dentro de la zona de La Aguada, por lo general a partir de las 5:00 y terminando a las 13:00, alrededor de 8 horas en promedio. La red operó justo debajo de la superficie de la columna de agua y no se utilizaron cebos para atraer a las tortugas. Cuando se observó un ejemplar enmallado se procedió inmediatamente a desenredarlo y subirlo a la embarcación.

La dieta de la tortuga verde fue caracterizada a través de la técnica de lavado esofágico de acuerdo al protocolo establecido por Forbes y Limpus (1993). Dicha técnica fue practicada inmediatamente después de la captura del ejemplar. La técnica consiste en insertar dos tubos de plástico transparentes dentro del esófago, cuando la tortuga está puesta sobre su caparazón y luego de haberle puesto el abrebocas (Fig. 3). El primer tubo insertado es el tubo colector que lleva el contenido del esófago desplazado al interior de una bolsa colectora de malla. El segundo tubo es el tubo de inyección de agua, que lleva el agua de lavado hacia el esófago de la tortuga. Se hace pasar agua de mar a través del tubo inyector mediante bombeo manual. Conforme el agua entra a la tortuga, el fluido de regreso empezará a pasar a través del tubo recolector en pocos segundos. El procedimiento no dura más de tres minutos. Las muestras obtenidas se fijaron en formol al 10% y fueron colocadas en frascos plásticos para luego ser almacenadas

en un ambiente oscuro para evitar la decoloración. Una vez terminados todos los procedimientos de toma de información, los ejemplares fueron devueltos al mar.



Figura 3. Técnica de lavado esofágico (Forbes y Limpus, 1993) practicada en un ejemplar de tortuga verde del Pacífico Este.

### IV.3 Análisis de datos

#### IV.3.1 *Composición de la dieta*

Para la identificación los ítems alimentarios se utilizó un microscopio estereoscopio *Nikon*. La identificación de los géneros y especies de algas presentes en las muestras colectadas se realizó de acuerdo a las claves descritas por Acleto (1986) y para el caso de algunas especies de algas deterioradas se realizaron cortes histológicos. Para la identificación de invertebrados se utilizaron las claves de Alamo y Valdivieso (1997), Morandini y Marques (2010) y Sanamyan *et al.* (2004). El nivel taxonómico estuvo condicionado por el grado de digestión que presentó la muestra. Las muestras de dieta fueron ordenados en ítems alimentarios y posteriormente utilizando el método gravimétrico se pesaron por separado obteniendo el peso seco. Para ello las muestras se mantuvieron a 70°C en una estufa de vacío ( $P = 0.05$  bar) para alcanzar un peso constante, luego se pesaron en una microbalanza marca Sartorius.

#### IV.3.2 *Diagrama de estrategia de alimentación*

Se utilizó el análisis gráfico propuesto por Amundsen *et al.* (1996) para interpretar los datos obtenidos por lavados esofágicos. Si bien este método fue ideado para el análisis de contenidos estomacales, ya ha sido aplicado al análisis de datos obtenidos de lavados esofágicos de tortugas marinas (Reisser *et al.*, 2013). Este método es una modificación del método tradicional

de Costello (1990) y permite que la importancia de la presa y la estrategia de alimentación puedan ser analizados a través de una representación bidimensional de la abundancia de presas y la frecuencia de ocurrencia ( $F_i$ ) (Amundsen *et al.*, 1996; Deus y Petrere-Junior, 2003). Para el cálculo de la Frecuencia de Ocurrencia:

$$F_i = ( N_i / N ) \times 100$$

Donde  $F_i$  es la frecuencia de ocurrencia,  $N_i$  es el número de ejemplares con la presa  $i$  en la muestra de lavado,  $N$  es el número total de ejemplares con contenido en la muestra de lavado.

Costello (1990) y Amundsen *et al.* (1996) utilizaron diferentes métodos para calcular la abundancia relativa de la presa. Costello definió la abundancia relativa de las presas como el porcentaje del contenido total de la muestra (expresado en volumen, peso o números) comprendido por una presa determinada. La variación de Amundsen consiste en el cálculo de la “abundancia específica de la presa” ( $P_i$ ), que toma en cuenta sólo a las muestras que realmente contengan una determinada presa, como sigue:

$$P_i = ( \sum S_i / \sum S_{ti} ) \times 100$$

Donde  $P_i$  es la Abundancia Específica de la Presa  $i$ ;  $S_i$  es el contenido de la muestra con la presa  $i$  (peso seco), y  $S_{ti}$  es el contenido total de las muestras que sólo contienen la presa  $i$ .

Como resultado de graficar la frecuencia de ocurrencia contra la abundancia específica de la presa se obtiene un gráfico de dispersión denominado

diagrama de estrategia de alimentación. El producto  $F_i \times P_i$  representa la abundancia media de cada tipo de alimento ( $A_i$ ), como sigue:

$$A_i = F_i \times P_i$$

Donde  $A_i$  es la Abundancia Media de la Presa  $i$ ;  $F_i$  es la Frecuencia de Ocurrencia de la Presa  $i$ ;  $P_i$  es la Abundancia Específica de la Presa  $i$ .

De acuerdo con Amundsen *et al.* (1996), la interpretación del diagrama (importancia de la presa y la estrategia de alimentación) se puede obtener examinando la distribución de los puntos a lo largo de las diagonales y ejes de la gráfica (Fig. 4). El porcentaje de abundancia aumenta a lo largo de la diagonal desde la parte inferior izquierda a la esquina superior derecha y se representa como isolíneas (Fig. 4c). De esta forma, proporciona una medida de la importancia de la presa, con la presa dominante en la parte superior, y la presa rara o poco importante en el extremo inferior. Se debe hacer hincapié en que la importancia de la presa (o abundancia) no está representada por un aumento lineal a lo largo de la diagonal, sino más bien como una función de la abundancia específica de la presa y la frecuencia de ocurrencia (Fig. 4b). El eje vertical representa la estrategia de alimentación del depredador en términos de especialización o generalización. Los predadores se han especializado en la presa situada en la parte superior del gráfico, mientras que las presas situadas en la parte inferior se han consumido ocasionalmente (Fig. 4a).

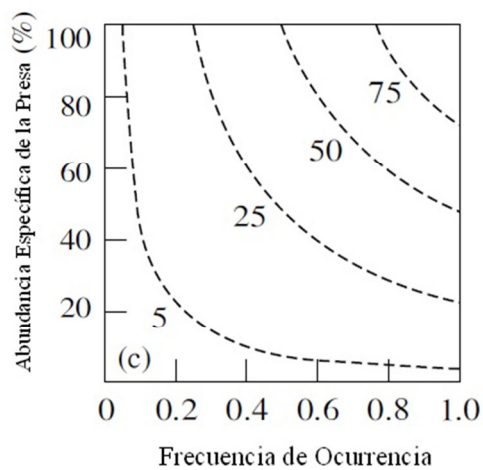
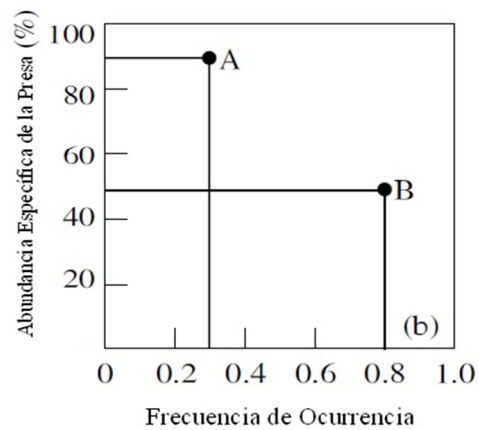
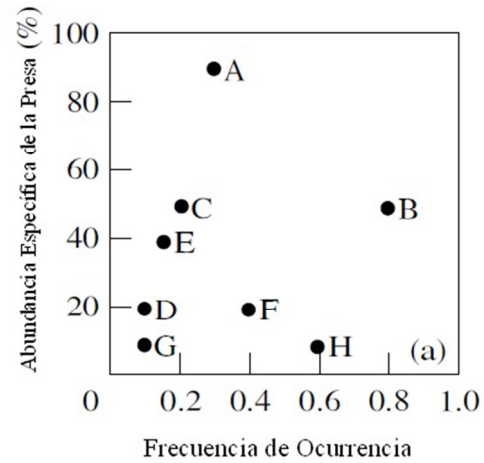


Figura 4. Diagrama de Estrategia de alimentación: Gráfico de la Abundancia Especifica de la Presa y la Frecuencia de Ocurrencia en la dieta del predador. (a) Un ejemplo hipotético (A, B, C etc. representan diferentes tipos de presas). (b) Abundancias de las presas del tipo A y B indicadas en áreas cerradas (c) Isolíneas representando los diferentes valores de la abundancia de presas.



Los puntos (presas) situados en la parte superior izquierda del diagrama serían indicativos de especialización por los predadores a nivel individual y los de la parte superior derecha representaría una especialización de los predadores a nivel de población. Las presas con alta abundancia específica y baja incidencia (superior izquierda) se consumieron por unos pocos individuos que muestran especialización, mientras que las presas con una abundancia baja y una alta incidencia (inferior derecha) fueron consumidos ocasionalmente por la mayoría de los individuos (Fig. 5).

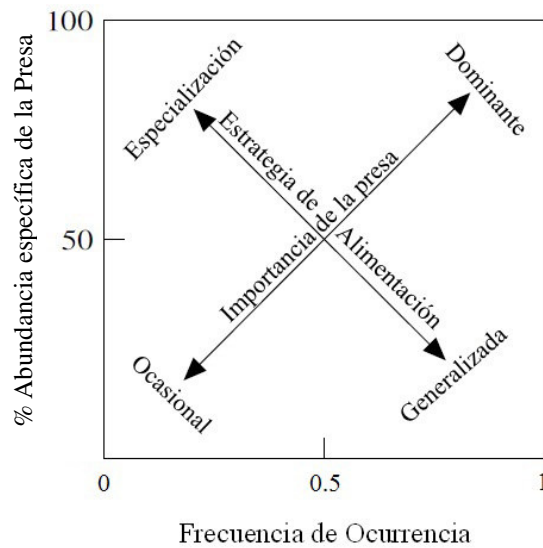


Figura 5. Diagrama explicativo para la interpretación de la Estrategia de Alimentación y la Importancia de la Presa de acuerdo al método de Amundsen *et al.* (1996)

#### IV.3.3 Variabilidad estacional

En el Pacífico Este, la distribución de la TSM exhibe un ciclo estacional que comprende una corta "estación cálida" desde marzo a mayo y una "estación fría", la cual se extiende desde julio hasta noviembre (Wallace *et al.*, 1989). Por su parte, en la costa peruana el ciclo estacional comprende una estación cálida desde febrero a junio (verano-otoño) y una estación fría de julio a noviembre (invierno-primavera) (Deser y Wallace, 1987). Si bien el mencionado ciclo estacional para la costa peruana se obtuvo con información de Puerto Chicama  $\sim 8^{\circ}\text{S}$ , la misma variación estacional se presenta en toda la costa, incluyendo Pisco, con sólo dos grados de diferencia de temperatura (Sara Purca, comunicación personal).

Se analizó la variabilidad estacional de la dieta de *Chelonia mydas agassizii* durante el año 2010. Para ello, los datos de la dieta a lo largo del año 2010 se agruparon en dos grupos estacionales: verano-otoño, que comprende los meses de enero a junio; e invierno-primavera, que comprende los meses de julio a diciembre; de acuerdo a la marcada estacionalidad que presentaron las anomalías de la TSM en la zona de estudio (Fig. 6).

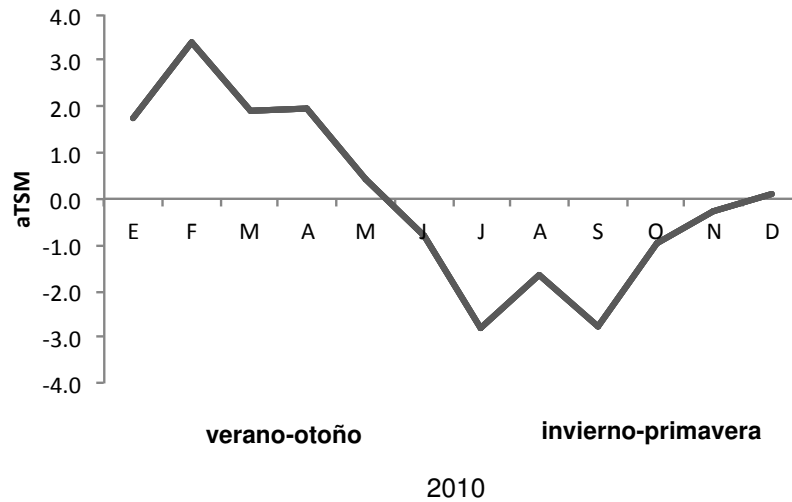


Figura 6. Anomalías de la TSM en la Estación 14 de La Aguada, bahía de Paracas durante el 2010 (Fuente: IMARPE Pisco). Se muestran los dos grupos estacionales: verano-otoño e invierno-primavera.

#### IV.3.3.1 Índice de Preponderancia

Se calculó el Índice de Preponderancia (%Ip) para los dos grupos estacionales (verano-otoño e invierno-primavera). Este índice proporciona una base definida y medible para la clasificación de los distintos ítems alimentarios, ya que da un cuadro combinado de la frecuencia de ocurrencia, así como del peso. El Índice de Preponderancia es una herramienta útil para estudiar las preferencias alimentarias y las ventajas que ofrece al clasificar los ítems alimentarios en los estudios de dieta son inmensas, especialmente en el mar abierto, donde los animales tienen acceso a diversos organismos (Natarajan y Jhingran, 1961). La estimación de la ocurrencia, sin duda, da algunas indicaciones sobre las preferencias alimentarias del animal; pero ya que no se rige por el tamaño, el número o cantidad de los ítems alimentarios su utilidad es limitada por sí sola.

Se calculó la Frecuencia de Ocurrencia Corregida (%Fc) de acuerdo a Rosecchi y Nouaze (1987) como sigue:

$$\% Fc = Fi/\Sigma Fi \times 100$$

Donde Fi es el número total ocurrencias de un ítem i y  $\Sigma Fi$  es la suma de las ocurrencias de todos los ítems.

La Frecuencia de Peso (%W) se calculó para cada ítem alimentario de acuerdo a Hyslop (1980), como sigue:

$$\%W = Wi \times 100/Wt$$

Donde Wi es el peso total de un ítem i y Wt es el peso total de todos los ítems.

Con el fin de sintetizar la información obtenida por %Fc y %W de los ítems alimentarios, se calculó el Índice de Preponderancia (%Ip) para los grupos estacionales de verano-otoño e invierno-primavera, de acuerdo a (Natarajan y Jhingran, 1961), como sigue:

$$\%Ip = \frac{\%Fc \times \%W}{\Sigma(\%Fc \times \%W)} \times 100$$

Para el cálculo de este índice, los elementos consumidos incidentalmente como arena, piedras, etc., fueron excluidos.

#### IV.3.4 *Análisis estadísticos*

Se usó el test de normalidad de Shapiro-Wilk (Shapiro y Wilk, 1965) para probar si los pesos de los ítems alimentarios presentaron una distribución normal. Este test fue elegido debido a su idoneidad para muestras pequeñas ( $n < 50$ ) y su gran potencia en relación a otras pruebas (Razali y Yap, 2011).

## V. RESULTADOS

### V.1 Composición de la dieta

Se colectaron con éxito 22 muestras de lavado esofágico del mismo número de tortugas vivas capturadas en la bahía de Paracas. Se obtuvieron 8 muestras de lavado esofágico durante las estaciones de verano-otoño y 14 durante las estaciones de invierno-primavera (Anexo 01). La LCC media de las tortugas a las que se les practicó la técnica de lavado esofágico fue de 59.7 cm (DS = 8.8 cm; rango = 46.3 – 76.5 cm; N = 22). Este grupo estuvo compuesto principalmente por ejemplares juveniles (82%, N = 18) y en menor cantidad por ejemplares subadultos (18%, N= 4) (Fig. 7).

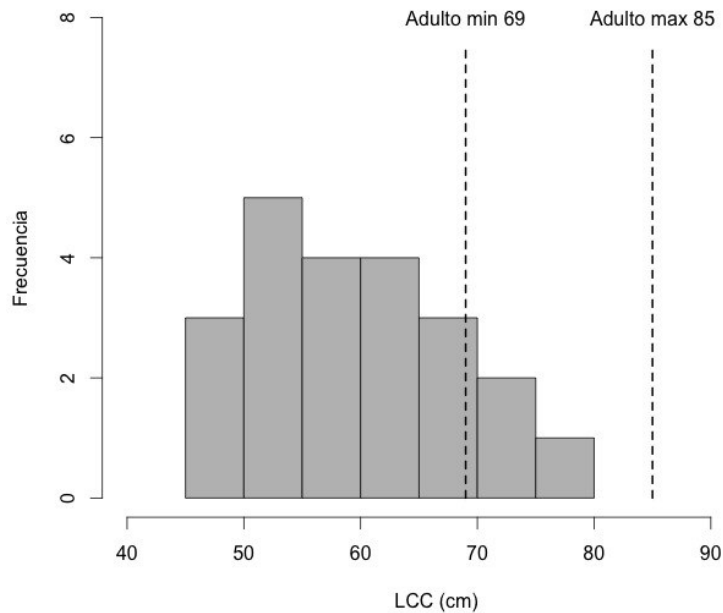


Figura 7. Distribución de tallas (LCC) de las tortugas verdes del Pacífico Este capturadas en la bahía de Paracas durante el año 2010. Las líneas punteadas representan la talla mínima y media reportada para las tortugas verdes del Pacífico Este adultas en Islas Galápagos, la mayor colonia de anidación de tortuga verde cerca a Perú.

Se determinaron 11 ítems alimentarios agrupados en materia animal y macroalgas (Tabla 1). De todos los ítems, los que presentaron mayor abundancia ( $A_i$ ) fueron la anémoma *Paranthus* sp. (25.87%), la medusa *Chrysaora plocamia* (20.18%), el alga roja *Chondracanthus chamissoi* (11.07%) y el alga verde *U. papenfussi* (6.20%) (Tabla 1). El alga verde *U. papenfussi* fue el ítem más frecuente en la dieta de *Chelonia mydas agassizii* ( $F_i = 0.73$ ), seguido de materia animal semidigerida ( $F_i = 0.41$ ), la anémoma *Paranthus* sp. ( $F_i = 0.36$ ) y el alga verde *Chaetomorpha* sp. ( $F_i = 0.32$ ). En cuanto a la abundancia específica de la presa ( $P_i$ ), la medusa *Chrysaora plocamia* resultó ser la más abundante (87.74%), seguida del alga roja *Chondracanthus chamissoi* (79.08%), la anémoma *Paranthus* sp. (71.87%) y Decapoda (15.07%). Las partículas de sustrato encontradas durante el análisis de la dieta estuvieron compuestas por fragmentos de arena y conchas, las cuales son abundantes en el fondo de La Aguada (Evelyn Paredes, observación personal). Se encontró fragmentos de plástico en el 9% de las muestras de lavado esofágico. Adicionalmente, luego de realizar el test de Shapiro-Wilk, se determinó que hay evidencia suficiente para concluir que los pesos de las muestras no presentaron distribución normal ( $p < 0.05$ ).

Tabla 1. Ítems alimentarios que se encontraron en muestras de la dieta de *Chelonia mydas agassizii* capturadas en la bahía de Paracas, en el centro-sur de Perú en el 2010. (N = 22). Ai = Abundancia; Fi = Frecuencia de ocurrencia; Pi = Abundancia específica de la presa.

Ítem alimentario	Ai	Fi	Pi
Macroalgas	10.88	0.91	11.96
Phylum Chlorophyta	7.20	0.81	8.89
<i>Ulva papenfussi</i>	6.20	0.73	8.49
<i>Chaetomorpha</i> sp.	0.23	0.32	0.71
Phylum Rhodophyta	2.24	0.36	6.21
<i>Chondracanthus chamissoi</i>	11.07	0.14	79.08
Rhodophyta no identificada	0.37	0.14	2.62
Ceramiaceae	0.03	0.09	0.3
Materia animal	70.10	0.77	91.04
Materia animal semidigerida	2.29	0.41	5.59
Phylum Cnidaria	43.58	0.59	73.87
<i>Paranthus</i> sp.	25.87	0.36	71.87
<i>Chrysaora plocamia</i>	20.18	0.23	87.74
Phylum Arthropoda	5.29	0.32	16.52
Gammaridae	0.64	0.23	2.8
Decapoda	2.11	0.14	15.07
Phylum Annelida	1.37	0.23	5.96
Nereididae	1.37	0.23	5.96

## V.2 Estrategia de alimentación

De acuerdo al Diagrama de Estrategias de Alimentación (Fig. 8), se observa que los ítems más importantes en la dieta de la tortuga verde del Pacífico Este en la bahía de Paracas se localizaron a partir de la isolínea 5 en adelante; incluyendo en orden decreciente de abundancia a la anémona *Paranthus* sp. (25,87%), la medusa *Chrysaora plocamia* (20.18%), el alga roja *Chondracanthus chamissoi* (11.07%) y el alga verde *Ulva papenfussi* (6.20%). El resto de ítems fueron



consumidos en menor frecuencia y abundancia. Entre estos ítems se encuentran materia animal semidigerida (MA), Decapoda (DE), Nereididae (NE), Gammaridae (GA), Rhodophyta no identificada (RO), Ceramiacea (CE) y *Chaetomorpha* sp. (CA), los cuales se ubicaron por debajo de la isolínea 5 y que de acuerdo a la Fig. 5 fueron consumidos de manera ocasional.

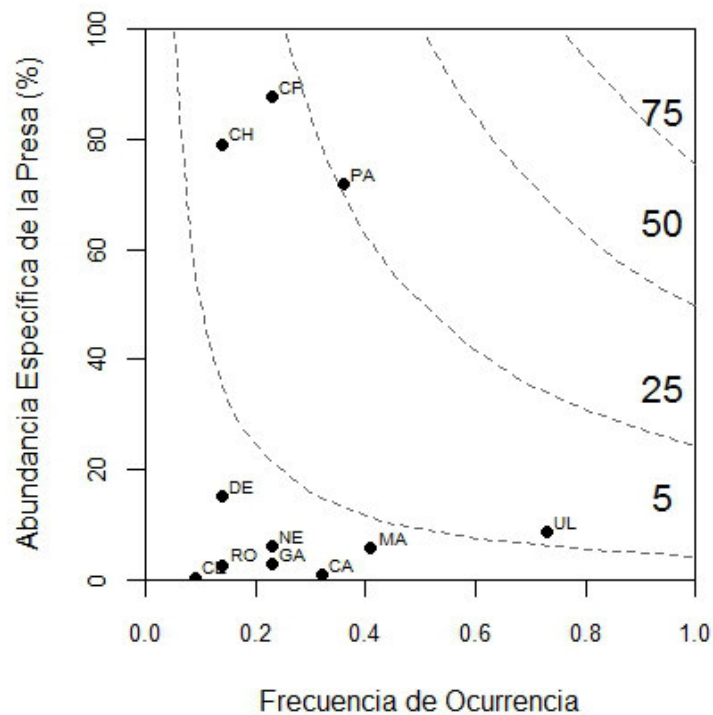


Figura 8. Diagrama de estrategia de alimentación de las tortugas verdes del Pacífico Este capturadas en bahía de Paracas, centro-sur del Perú. Las isolíneas indican diferentes valores de abundancia (Ai). Los ítems dominantes están indicados con un código de dos letras: PA= anémona *Paranthus* sp., CP= medusa *Chrysaora plocamia*, CH= alga roja *Chondracanthus chamissoi* y UL= alga verde *Ulva papenfussi*.

De acuerdo a la Fig. 8, se observa que los ítems conformados por la anémona *Paranthus* sp., la medusa *Chrysaora plocamia* y el alga roja *Chondracanthus chamissoi* se ubicaron en la parte superior izquierda del diagrama, es decir, presentaron una alta abundancia específica pero baja incidencia, de acuerdo al diagrama esto significa que fueron consumidos por unos pocos individuos que mostraron especialización; mientras que el alga verde *U. papenfussi* se ubicó en la parte inferior derecha, esto es, presentó una abundancia baja pero una alta incidencia, lo cual se puede interpretar que este ítem fue consumido ocasionalmente por la mayoría de las tortugas.

### V.3 Preponderancia alimentaria y Variabilidad estacional

El promedio de temperatura superficial del mar (TSM) durante el periodo de estudio para la zona de La Aguada fue de 18.8 °C en un rango de 16.0 °C a 22.2 °C. Durante las estaciones de verano-otoño la temperatura presentó un rango 18.0 °C - 22.2 °C, con anomalías entre -0.8 °C - 3.4 °C. Durante las estaciones de invierno-primavera el rango de TSM fue de 16 °C - 18.9° C, presentando anomalías en un rango de -2.8 °C - 0.1°C. En la Tabla 2 se presentan los valores de %Ip para los grupos estacionales de verano-otoño e invierno-primavera. Dichos valores permitieron clasificar los ítems principales en la dieta de *Chelonia mydas agassizii* durante el 2010.

Tabla 2. Índice de preponderancia (%Ip) para *Chelonia mydas agassizii* en los grupos estacionales de verano-otoño (I) e invierno-primavera (II) durante el año 2010 en la bahía de Paracas, centro-sur del Perú.

Ítem alimentario			%Ip (I)	%Ip (II)
Macroalgas	Phylum Chlorophyta	<i>Ulva papenfussi</i>	4.54	12.03
		<i>Chaetomorpha</i> sp.	0.17	0.26
	Phylum Rhodophyta	<i>Chondracanthus chamissoi</i>	17.82	0.02
		Rhodophyta no identificada	0.35	0.04
		Ceramiaceae	-	0.05
Materia animal		Materia animal semidigerida	-	6.41
	Phylum Cnidaria	<i>Paranthus</i> sp.	-	72.23
		<i>Chrysaora plocamia</i>	77.13	0.15
	Phylum Arthropoda	Gammaridae	-	1.11
		Decapoda	-	4.31
	Phylum Annelida	Nereididae	-	3.39

Durante las estaciones de verano-otoño fueron preponderantes la medusa *Chrysaora plocamia* (77.13%), el alga roja *Chondracanthus chamissoi* (17.82%) y el alga verde *Ulva papenfussi* (4.54%) mientras que durante las estaciones de invierno-primavera fueron preponderantes la anémona *Paranthus* sp. (72.23%), el alga verde *Ulva papenfussi* (12.03%) y materia animal semidigerida (6.41%) (Fig. 9).

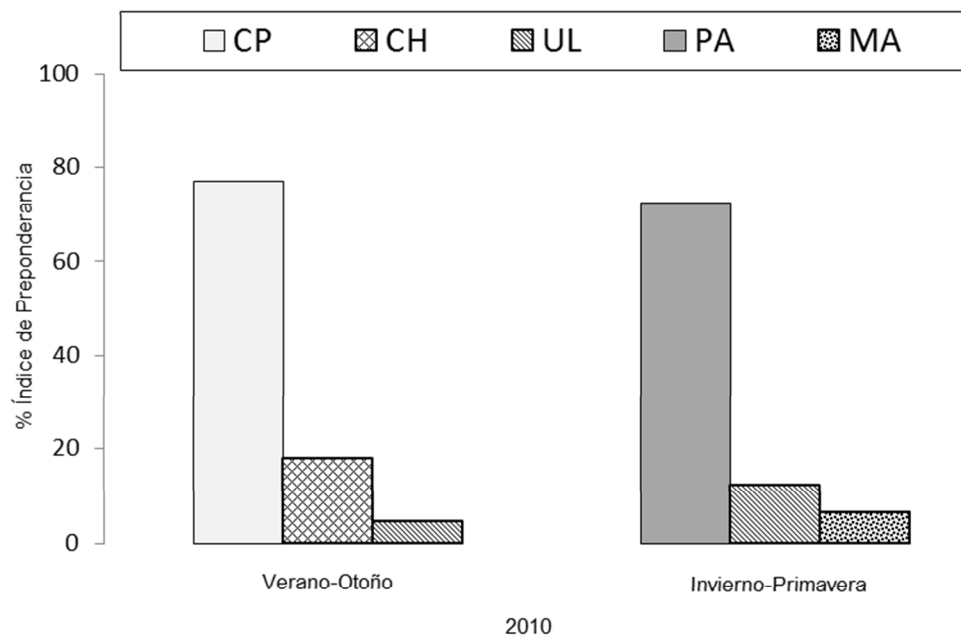


Figura 9. Índice de preponderancia (% Ip) para *Chelonia mydas agassizii* en los grupos estacionales de verano-otoño e invierno-primavera durante el 2010 en bahía de Paracas, centro-sur del Perú. Los ítems dominantes están indicados con un código de dos letras: CP= medusa *Chrysaora plocamia*, CH= alga roja *Chondracanthus chamissoi*, UL= alga verde *Ulva papenfussi*, PA= anémona *Paranthus sp.* y MA= materia animal semidigerida.

## VI. DISCUSIÓN

### VI.1 Composición de la dieta

La variada composición de la dieta de la tortuga verde del Pacífico Este en la bahía de Paracas reflejó sus hábitos omnívoros, con una dieta compuesta principalmente por materia animal (Tabla 1). Estos resultados no corresponden al patrón común que se observa en el Pacífico Este, donde los hábitos alimentarios son principalmente herbívoros (Mortimer, 1982; Seminoff *et al.*, 2002a; Carrión-Cortez *et al.*, 2010). Sin embargo, Bjorndal (1997) reportó que las tortugas verdes del Pacífico Este pueden presentar una dieta más carnívora que las *Chelonia mydas* de otras regiones debido a la escasez de pastos marinos en el Pacífico Este, además de la abundante presencia de otras presas tales como peces, huevos de peces, moluscos, crustáceos, poliquetos y medusas (Casas-Andreu y Gómez-Aguirre, 1980; Fritts, 1981; Hays-Brown y Brown, 1982; Quiñones *et al.*, 2010). Asimismo, el consumo de materia animal observado en las tortugas juveniles y subadultas en el presente estudio es consistente con otros reportes en el Pacífico Sureste para tortugas adultas y subadultas (Hays-Brown y Brown, 1982; Amorocho y Reina, 2007), lo cual podría indicar que la omnivoría en *Chelonia mydas agassizii* se presenta en todos los estadios de vida.

El consumo de alimentos más nutritivos como anémonas, poliquetos y otros invertebrados sobre otros alimentos de menor aporte energético como las algas ha sido reportado para esta especie (Bjorndal, 1980; Krebs y Davies, 1993) y se sabe que está directamente relacionada con el éxito en el crecimiento y la reproducción (Carr y Carr, 1970; Hadjichristophorou y Grove, 1983). De acuerdo con los

resultados presentados en este presente trabajo, las tortugas verdes juveniles y subadultas de la bahía de Paracas mostraron tener una dieta rica en materia animal con una alta contribución de nutrientes que les aportaría suficiente energía para crecer y desarrollarse antes de alcanzar la etapa reproductiva y migrar hacia sus zonas de reproducción y playas de anidación.

El consumo de anémonas, quienes representaron el ítem más abundante (Ai), ha sido reportado principalmente para las tortugas carey (Den Hartog, 1979) y cabezona (Plotkin *et al.*, 1993; Lazar *et al.*, 2006); en el caso de la tortuga verde, su consumo ha sido reportado en Australia (Tucker y Mark, 2001) y en niveles traza en Hawaii (Russell *et al.*, 2011), siendo éste el primer reporte para el Pacífico Sur donde se le considera un ítem dominante. De esta forma, la anémona *Paranthus* sp. contribuiría con un mayor aporte energético que las algas que se encuentran en la misma zona. Marin *et al.* (2008) indica que las anémonas de mar son una presa más valiosa para los predadores como las tortugas marinas en comparación con otros ítems bentónicos que tienen un contenido orgánico extremadamente bajo. De esta forma, *Paranthus* sp. representa un ítem de alta importancia que va a permitir a las tortugas verdes de la bahía de Paracas alcanzar la más alta tasa de crecimiento reportada en el Pacífico Este (Velez-Zuazo *et al.*, 2014). Asimismo, la relevancia de la anémona *Paranthus* sp. en la dieta de las tortugas refleja su dominio en La Aguada (Environmental Resources Management, 2013).

Las tortugas en nuestro estudio también consumieron una cantidad de elementos a nivel de trazas (Tabla 1), los cuales estuvieron asociados con el sustrato de las algas consumidas, lo cual es consistente con otros estudios de dieta realizados en

el Pacífico Este (Seminoff *et al.*, 2002a; Ferreira *et al.*, 2006; Fuentes *et al.*, 2006; López-Mendilaharsu *et al.*, 2008). En el presente estudio, los ítems que contribuyeron menos del 1% de la abundancia en la dieta (Ai) fueron considerados como incidentales, entre éstos se encuentran *Chaetomorpha* sp., Rhodophyta no identificada, *Ceramiacea* y *Gammaridae*. Sin embargo, muchos de estos ítems, aún en bajas abundancias, podrían contribuir con vitaminas, minerales y aminoácidos esenciales (Bjorndal, 1997) y así proporcionarían beneficios nutricionales.

#### *Consumo de plástico*

El porcentaje de plástico ingerido por las tortugas en la bahía de Paracas durante el presente estudio fue bajo comparado con otros estudios realizados en la zona de Pisco (Hays-Brown y Brown, 1982; de Paz *et al.*, 2004) y el norte-centro de Perú, donde el 91% de las muestras de dieta presentó desechos plásticos (Alfaro-Shigueto *et al.*, 2002). Asimismo, Santillán (2008) identificó alta incidencia de desechos plásticos en los contenidos estomacales de tortugas verdes en el norte de Perú (26.67%), lo cual supera el 9% reportado en el presente estudio. Si bien, la baja incidencia de residuos plásticos en las tortugas evaluadas podría deberse a que se encuentran en un área marina protegida en la cual existe baja intervención antropogénica y hay menor cantidad de desechos plásticos disponibles en el medio; es necesario que se realicen más estudios enfocados a cuantificar el consumo de plástico por las tortugas que habitan en la bahía de Paracas.

## VI.2 Estrategia de alimentación

A pesar de la variedad de ítems alimentarios registrados en la dieta de las tortugas verdes en la bahía de Paracas, éstas concentraron sus esfuerzos de forrajeo sobre una fracción de las especies. Sólo 4 especies resultaron ser los componentes predominantes representando el 61,48% de abundancia en la dieta. La anémona *Paranthus* sp. fue el ítem más importante en la dieta de *Chelonia mydas agassizii*. Por observación directa se pudo constatar que las tortugas se alimentaban deliberadamente de estos invertebrados, la cual es una conducta previamente reportada en otras zonas de alimentación (Balazs, 1980; Whiting y Miller, 1998; Brand-Gardner *et al.*, 1999). Esta conducta respondería a la necesidad de las tortugas juveniles y subadultas de la bahía de Paracas de buscar alimentos con mayor aporte energético, lo cual se explicaría debido a sus altos requerimientos metabólicos para el crecimiento y desarrollo (Lutz y Bentley, 1985; Wallace y Jones, 2008).

Asimismo, se pudo observar que las tortugas que se alimentaron del otro ítem dominante, la medusa *Chrysaora plocamia*, consumieron las gónadas en vez de haber optado por otras partes del cuerpo; lo cual cobra sentido debido a la disparidad de densidades de energía entre los diferentes tejidos de las medusas, según lo cual, las gónadas contienen más nutrientes que el resto de los tejidos (Doyle *et al.*, 2007). Si bien los cnidarios son difíciles de recuperar en las muestras de lavados esofágicos y a menudo son considerados ítems alimentarios pobres debido a su baja energía y contenido orgánico (Sommer *et al.*, 2002), esto podría ser compensado por las altas tasas de digestión y asimilación que presentan (Arai, 2005) y por su consumo en grandes cantidades (González Carman *et al.*, 2014).



No en vano, dos de los más grandes organismos marinos del planeta como el pez luna *Mola mola* y la tortuga dorso de cuero *Dermochelys coriacea* se alimentan exclusivamente de medusas (Hays *et al.*, 2009). Además de ello, su consumo contribuye con vitaminas, minerales y aminoácidos esenciales para el crecimiento de las tortugas juveniles y subadultas (Bjorndal, 1997).

La presencia de dos especies de algas (*Ulva papenfussi* y *Chondracanthus chamissoi*) como ítems importantes en la dieta, sugiere que las tortugas verdes de la bahía de Paracas, a pesar de la alta preponderancia de materia animal, también incluyen como ítems principales en su dieta a las algas. Al parecer, las tortugas consumen selectivamente especies de macroalgas con alto contenido de nitrógeno y carbohidratos solubles y bajo contenido de fibra (Bjorndal 1980; Brand-Gardner *et al.*, 1999), con el fin de optimizar el consumo de nutrientes y energía, influenciada por la disponibilidad, digestibilidad, abundancia y/o niveles de compuestos químicos naturales perjudiciales (Seminoff *et al.*, 2002a). Por otro lado, es posible que la ingestión de algas en cantidades significativas se de sólo cuando los alimentos de origen animal no estén disponibles en niveles suficientes para mantener una adecuada alimentación. Sin embargo, no todas las algas presentes en el medio fueron consumidas. Se pudo constatar que a pesar de que la especie de alga verde *Caulerpa* sp. estuvo presente en varias zonas de la bahía de Paracas durante el periodo de estudio, no fue consumida por las tortugas; lo cual sugiere que fueron evitadas por su tamaño o por sus componentes básicos proximales (Villegas-Nava, 2006). Esto además sugiere que algunos ejemplares de tortuga verde no consumen el alimento más fácil de conseguir en las áreas de alimentación en las que habitan sino que son capaces de identificar y consumir

una presa en particular de los recursos disponibles, mostrando una estrategia de especialización a nivel individual.

En el caso particular del alga roja *Chondracanthus chamissoi*, se hipotetiza que su consumo se debería a su relación con los huevos de pejerrey (*Odontesthes regia regia*), los cuales son frecuentemente depositados en los filoides de dichas algas (Chirinos de Vildoso y Chumán, 1964). A pesar de que en el presente estudio no se reportaron huevos de pejerrey como ítem alimentario, se sabe que los huevos de pejerrey forman parte de la dieta de las tortugas verdes en la zona de Pisco (Hays y Brown, 1982; Javier Quiñones, comunicación personal).

Es importante añadir que como consecuencia de la degradación del hábitat producto de la contaminación por aguas residuales de las fábricas pesqueras y actividades acuícolas, y la perturbación del hábitat causada por el tráfico de embarcaciones turísticas y deportivas; se provocaría la disminución de las especies de invertebrados y algas dominantes en la dieta de las tortugas, llegando a ser perjudicial para la calidad nutricional de las tortugas verdes en la bahía de Paracas.

### VI.3 Preponderancia alimentaria y Variabilidad estacional

La información obtenida a través de los lavados esofágicos a lo largo del año 2010, mostró que las tortugas verdes en la bahía de Paracas presentaron una marcada estacionalidad en el consumo de sus presas, observándose que el cambio en el consumo de los ítems alimentarios principales coincidió con los cambios estacionales. A pesar de que los principales ítems consumidos durante el año 2010 consistieron principalmente en materia animal, se observó diferencias en la composición de especies por grupos estacionales. Esto es consistente con otros estudios de dieta realizados en el Pacífico Este, en los que reportaron cambios de la diversidad de la dieta de tortugas juveniles en Bahía Magdalena, México, los cuales coincidieron con los cambios estacionales de la biomasa vegetal (López-Mendilaharsu *et al.*, 2008). Asimismo, en un estudio realizado en la costa norte del Perú, Santillán (2008) reportó que la predominancia en el tipo de dieta herbívora sucedería durante la primavera y verano, mientras que la dieta carnívora se incrementaría durante el otoño e invierno.

En el presente estudio, las tortugas consumieron principalmente la medusa *Chrysaora plocamia* durante las estaciones de verano-otoño, lo cual podría deberse a su alta abundancia en el área. La presencia de esta especie en altas cantidades se explicaría debido a que al igual que la mayoría de las especies de medusas costeras de aguas templadas, exhibe una fuerte estacionalidad; el estadio post-éfira y los estadios juveniles ocurren durante principios de la primavera, mientras que las medusas adultas son comunes durante el verano y otoño (Quiñones, 2008; Mianzan *et al.*, 2014). De esta forma, al ser un ítem

disponible en grandes cantidades en el área, las tortugas optarían por consumirla sobre otras presas.

El alga roja *Chondracanthus chamissoi* fue también un ítem preponderante para las tortugas verdes en las estaciones de verano-otoño. Se sugiere que su consumo estaría directamente relacionado a su estacionalidad ya que esta alga roja si bien está presente todo el año (Evelyn Paredes, observación personal), es durante los meses de mayor temperatura donde presenta las frondas más grandes (Riofrío, 2003; Gonzáles *et al.*, 1997); lo cual favorecería su consumo por parte de las tortugas.

Aunque la preponderancia del alga verde *U. papenfussi* fue baja durante las estaciones de verano-otoño, cobra especial importancia debido a que su consumo se dio también durante las estaciones de invierno-primavera. A pesar de que esta alga estuvo presente durante todo los meses de muestreo (Evelyn Paredes, observación personal), se sabe que su biomasa se reduce significativamente durante el verano y otoño (Vinueza *et al.*, 2006). Esto apoya los resultados, que sugieren que las tortugas consumieron el alga verde *U. papenfussi* en bajas cantidades durante todo el 2010, sin embargo, su consumo estaría condicionado por la abundancia de la especie.

Durante las estaciones de invierno-primavera se presentó un cambio en la preponderancia alimentaria, siendo el ítem preponderante en la dieta la anémona *Paranthus* sp. Esta anémona estuvo asociada a los parches de algas verdes y su dominancia sobre los demás ítems alimentarios podría relacionarse con el aumento de parches de algas verdes en la zona de estudio (Javier Quiñones,

comunicación personal) ya que de acuerdo con Gribben *et al.* (2009) los parches de algas verdes son el hábitat de diversos organismos y favorecen su proliferación. Asimismo, la ausencia de *Chrysaora plocamia* en la dieta de las tortugas durante las estaciones de invierno-primavera es concordante con la marcada variabilidad estacional que presentan las fases de vida de esta medusa, la cual se encuentra en su fase bentónica de pólipo o podocisto durante el invierno y la primavera (Arai, 2009; Lucas *et al.*, 2012).

El consumo de materia animal semidigerida durante las estaciones de invierno-primavera podría deberse a su ingestión incidental al momento de consumir las anémonas que habitan en los parches de algas ya que se reportó que el fondo de La Aguada presentaba “canutillos” *Diopatra* sp. y algunos individuos juveniles de “concha de abanico” *Argopecten purpuratus* asociados a parches de algas (Environmental Resources Management, 2011). A pesar de la variabilidad estacional observada en la dieta, las tortugas verdes del Pacífico Este residen y se benefician de los abundantes recursos de la bahía de Paracas durante todo el año (Quiñones *et al.*, 2013), lo cual denota que la bahía constituye un área importante de alimentación. Sin embargo, estudios sobre la variabilidad interanual en la dieta son materia de futuras investigaciones.

McPhaden (2012) encontró que tanto las anomalías del Volumen de Agua Cálida Integrada, que es un índice del contenido de calor del Pacífico Ecuatorial, y las anomalías de la TSM de la región El Niño 3.4 presentaron un desfase en su patrón de oscilación para el periodo 2000-2010, afectando la estacionalidad a lo largo de todo el Pacífico Ecuatorial. A su vez, mientras que los Índices El Niño 4, 3.4 y 3 mostraron anomalías positivas mayores a 1 °C, el Índice El Niño 1+2 asociado a la

costa peruana presentó anomalías menores a 1 °C; esto se explicaría con el efecto de cambios de patrón en el desarrollo de los eventos El Niño EP (El Niño del Pacífico Este) y CP (El Niño del Pacífico Central) (Dewitte *et al.* 2012; Hu *et al.*, 2012). En consecuencia, el efecto de El Niño CP 2009-2010 originado en el Pacífico Central, durante los meses de Diciembre-Enero-Febrero 2009-2010 en la costa peruana, fue de anomalías menores a 1 °C; en contraste con el efecto de los eventos El Niño EP (Sara Purca, comunicación personal). Este escenario es concordante con el cambio de estacionalidad de la TSM observado durante el presente estudio, que además fue reportado por Dewitte *et al.* (2012) y podría explicar la marcada estacionalidad en la dieta de las tortugas verdes en la bahía de Paracas.

## VII. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados, se comprueba la hipótesis nula  $H_0$ , es decir, que durante el periodo de estudio, la tortuga verde del Pacífico Este presentó hábitos onmívoros, consumiendo principalmente materia animal (la anémona *Paranthus* sp. y la medusa *Chrysaora plocamia*) e incluyendo algas en menor cantidad en su dieta (el alga roja *Chondracanthus chamissoi* y el alga verde *Ulva papenfussi*), en la bahía de Paracas.

De acuerdo al diagrama de estrategia de alimentación, las tortugas verdes del Pacífico Este mostraron especialización a nivel individual al alimentarse de los ítems dominantes conformados por la anémona *Paranthus* sp., la medusa *Chrysaora plocamia* y el alga roja *Chondracanthus chamissoi*; mientras que el alga verde *Ulva papenfussi* fue consumida ocasionalmente por la mayoría de las tortugas.

De los Índices de Preponderancia (%Ip) presentados, se comprueba la hipótesis nula  $H_0$  y se concluye que durante el 2010, *Chelonia mydas agassizii* presentó una marcada estacionalidad en el consumo de sus presas, alimentándose principalmente de medusas durante las estaciones de verano-otoño y de anémonas durante invierno-primavera, representando el primer registro de esta caracterización para la tortuga verde (juveniles y subadultos) en el Pacífico Este.

La bahía de Paracas representa una importante área de alimentación para las tortugas verdes juveniles y subadultas del Pacífico Sureste, convirtiéndose en un área prioritaria para la conservación de esta especie.

## **VIII. RECOMENDACIONES**

Continuar con las investigaciones sobre la dieta de la tortuga verde del Pacífico Este, con el fin de obtener una serie de tiempo comparable con otras zonas de alimentación a lo largo de la costa peruana y del Pacífico Sur.

Realizar mayor investigación sobre las relaciones entre la ecología de alimentación de las tortugas marinas, valores nutricionales de los ítems alimentarios y la productividad del ecosistema, con el fin de entender mejor el efecto nutricional de la dieta en las tortugas verdes del Pacífico Este juveniles en la bahía de Paracas.

Proponer que los planes de conservación de tortugas marinas incluyan a zonas someras como La Aguada, en la bahía de Paracas, como áreas prioritarias para la protección.



## IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acha, E.M., Piola, A., Iribarne, O. & H. Mianzan. 2015. *Ecological Processes at Marine Fronts: Oases in the Ocean*. Cham: Springer International Publishing, 1<sup>st</sup> ed, p. 53-57. 2191-5547. ISBN 978-3-319-15478-7.

Acleto, C.O. 1986. *Algas marinas del Perú de importancia económica*. Publicaciones del Museo de Historia Natural "Javier Prado", Dpto. Botánica. Serie de Divulgación N° 5. 107 p.

Alamo, V. & Valdivieso, V. 1997. Lista sistemática de moluscos marinos del Perú. 2da. ed. Callao. *Publicación especial IMARPE*. 183 p.

Alfaro-Shigueto, J., Mangel, J.C., Bernedo, F., Dutton, P.H., Seminoff, J.A., & B.J. Godley. 2011. Small-scale fisheries of Peru: a major sink for marine turtles in the Pacific. *Journal of Applied Ecology*, 48(6), 1432-1440.

Alfaro-Shigueto, J., Van Bresseem, M.F., Montes, D., Onton, K., Vega, D. & K. Van Waerebeek. 2002. Turtle mortality in fisheries off the coast of Peru. In *Proceedings of the Twentieth Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation*. NOAA Tech. Memo. NMFS-SEFSC-477, 91-93.

Alvarado-Díaz, J.; Delgado-Trejo, C. & I. Suazo-Otuño. 2001. Evaluation of the black turtle project in Michoacan, Mexico. *Marine Turtle Newsletter*, 92, 4-7.

Amorocho, D. & R. Reina. 2007. Feeding ecology of the East Pacific green sea turtle *Chelonia mydas agassizii* at Gorgona National Park, Colombia. *Endangered Species Research*, 3(1), 43–51.

Amundsen, P.A.; Gabler, H.M. & F.J. Staldvik. 1996. A new approach to graphical analysis of feeding strategy from stomach contents data—modification of the Costello (1990) method. *Journal of fish biology*, 48(4), 607-614.

Arai, M.N. 2009. The potential importance of podocysts to the formation of scyphozoan blooms: a review. En *Jellyfish Blooms: Causes, Consequences, and Recent Advances*. Springer Netherlands, 241-246.

Arai, M.N. 2005. Predation on pelagic coelenterates: a review. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 85(3), 523-536.

Aranda, C.A. & M.W. Chandler. 1989. Las tortugas marinas del Perú y su situación actual. *Boletín de Lima*, 11(62), 77-86.

Arauz, R., Steiner, T., Amorocho, D. & J. Carrión-Cortez. 2013. Home Range and Migration of East Pacific green turtles (*Chelonia mydas*) tagged in Cocos Island National Park, Costa Rica. In *Proceedings of the International Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation*. NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFSC-640:122.

- Arias-Schreiber, M. 1993. Estudio de la pesquería artesanal del Puerto de San Juan de Marcona, Perú. Reporte para Wildlife Conservation Society. Lima.
- Arthur, K.E., McMahon, K.M., Limpus, C.J. & W.C. Dennison. 2009. Feeding ecology of green turtles (*Chelonia mydas*) from Shoalwater Bay, Australia. *Mar Turt Newsl*, 123, 6-12.
- Arthur, K.E.; Boyle, M.C. & C.J. Limpus. 2008. Ontogenetic changes in diet and habitat use in green sea turtle (*Chelonia mydas*) life history. *Marine Ecology Progress Series*, 362, 303-311.
- Balazs, G.H. 1980. Synopsis of biological data on the green turtle in the Hawaiian Islands.
- Bjorndal, K.A.; Bolten, A.B. & M.Y. Chaloupka. 2003. Survival probability estimates for immature green turtles *Chelonia mydas* in the Bahamas. *Marine Ecology Progress Series*, 252, 273-281.
- Bjorndal, K.A. & J.B. Jackson. 2003. IU Roles of Sea Turtles in Marine Ecosystems: Reconstructing the Past. *The Biology of Sea Turtles*, 2, 261.
- Bjorndal, K.A. 1997. Foraging ecology and nutrition of sea turtles. In: Lutz P.L, Musick J.A, eds. *The Biology of Sea Turtles* CRC Press, Boca Raton, Florida. 137–164.
- Bjorndal, K.A. 1980. Nutrition and grazing behavior of the green turtle *Chelonia mydas*. *Marine Biology*, 56(2), 147-154.
- Blanco, G.S., Morreale, S.J., Bailey, H., Seminoff, J.A., Paladino, F.V. & J.R Spotila. 2012. Post-nesting movements and feeding grounds of a resident East Pacific green turtle *Chelonia mydas* population from Costa Rica. *Endangered Species Research*, 18, 233-245.
- Blanco, G.S. 2010. Movements and behavior of the East Pacific green turtle (*Chelonia mydas*) from Costa Rica.
- Bowen, B.W.; Nelson, W.S. & J.C. Avise. 1993. A molecular phylogeny for marine turtles: trait mapping, rate assessment, and conservation relevance. In *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 90(12), 5574-5577.
- Bowen, B.W., Meylan, A.B., Ross, J.P., Limpus, C.J., Balazs, G.H. & J.C. Avise. 1992. Global population structure and natural history of the green turtle (*Chelonia mydas*) in terms of matriarchal phylogeny. *Evolution*, 865-881.
- Boyle, M. C. 2006. Post-hatchling sea turtle biology. *Doctoral dissertation*, James Cook University.
- Brand-Gardner, S.J.; Limpus, C.J. & J.M. Lanyon. 1999. Diet selection by immature green turtles, *Chelonia mydas*, in subtropical Moreton Bay, south-east Queensland. *Australian Journal of Zoology*, 47(2), 181-191.

- Cáceres, C., Alfaro-Shigueto, J. & J. Mangel. 2013. Green turtle captures in net fisheries in the Port of Constante, Peru. In Blumenthal, J., *et al.*, (compilers). *Proceedings of the Thirtieth Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation*. NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFSC-640, 177.
- Carr, A. 1987. New perspectives on the pelagic stage of sea turtle development. *Conservation Biology*, 1(2), 103-121.
- Carr, A. & A.B. Meylan. 1980. Evidence of passive migration of green turtle hatchlings in Sargassum. *Copeia*, 366-368.
- Carr, A. & M.H. Carr. 1970. Modulated reproductive periodicity in *Chelonia*. *Ecology*, 335-337.
- Carrión-Cortez, J.A.; Zárate, P. & J.A. Seminoff. 2010. Feeding ecology of the green sea turtle (*Chelonia mydas*) in the Galapagos Islands. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 90(5), 1005-1013.
- Casas-Andreu, G. & S. Gómez-Aguirre. 1980. Contribución al conocimiento de los hábitos alimenticios de *Lepidochelys olivacea* y *Chelonia mydas agassizi* (Reptilia, Cheloniidae) en el Pacífico Mexicano. *Boletim do Instituto Oceanográfico*, 29(2), 87-89.
- Castro, J., de la Cruz, J., Ramírez, P. & J.A. Quiñones. 2012. Captura incidental de tortugas marinas durante El Niño 1997-1998, en el norte del Perú. *Latin american journal of aquatic research*, 40(4), 970-979.
- Chaloupka, M.; Limpus, C.J. & J. Miller. 2004. Green turtle somatic growth dynamics in a spatially disjunct Great Barrier Reef metapopulation. *Coral Reefs*, 23(3), 325-335.
- Chirinos de Vildoso, A. & E. Chumán. 1964. Notas sobre el desarrollo de huevos y larvas del Pejerrey: *Odontesthes (Austromenidia) regia regia* (Humboldt). *Boletín Inst. Mar. Perú*, 1(1), 1-31.
- Costello, M.J. 1990. Predator feeding strategy and prey importance: a new graphical analysis. *Journal of fish biology*, 36(2), 261-263.
- De Paz, N. & J. Alfaro-Shigueto. 2008. "Foraging grounds for sea turtles in inshore Peruvian waters". In: Kalb H., Rhode A., Gayheart K., Shanker K. (Eds.) *Proceedings of the Twenty-Fifth Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation*. USA: NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFSC-582, 88.
- De Paz, N., Reyes, J.C., Echegaray, M., Ormeño, M. & H. Anchante. 2007. Bahía de Paracas: Área crítica para la conservación de la tortuga verde (*Chelonia mydas*) del Pacífico Oriental. En Guerra-Correa, C., Fallabrino, A. Bolados-Díaz, P. y C. Turner (eds) Estado actual y perspectivas de la investigación y conservación de las tortugas marinas en las costas del Pacífico Sur-Oriental. Antofagasta, Chile.

De Paz, N., Reyes, J.C., Echegaray, M., Ormeño, M. & H. Anchante. 2005. Identificación y manejo de hábitats críticos de tortugas marinas en Perú: Paracas, estudio de caso. *ACOREMA, Areas Costeras y Recursos Marinos*. Perú.

De Paz, N.; Reyes, J. & M. Echegaray. 2002. “*Datos sobre captura, comercio y biología de tortugas marinas en el área de Pisco – Paracas*”. En: *Memorias I Jornada Científica Reserva Nacional de Paracas*. UNALM, Lima, 125-129.

Delgado-Trejo, C. & J. Alvarado-Díaz. 2012. Current conservation status of the black sea turtle in Michoacan, Mexico. *Sea turtles of the eastern Pacific: advances in research and conservation*. The University of Arizona Press, Tuscon, 263-278.

Den Hartog, J.C. 1979. Notes On the Food of Sea Turtles: *Eretmochelys imbricata* (Linnaeus) and *Dermochelys coriacea* (Linnaeus). *Netherlands Journal of Zoology*, 30(4), 595-611.

Deraniyagala, P.E. 1953. A colored atlas of some vertebrates from Ceylon, vol. 2. *Tetrapod Reptilia*. 101.

Deser, C. & J. Wallace. 1987. El Nino events and their relation to the Southern Oscillation: 1925–1986. *Journal of Geophysical Research: Oceans (1978–2012)*, 92(C13), 14189-14196.

Deus, C.P. & M. Petrere-Junior. 2003. Seasonal diet shifts of seven fish species in an Atlantic rainforest stream in southeastern Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 63(4), 579-588.

Dewitte, B., Vazquez-Cuervo, J., Goubanova, K., Illig, S., Takahashi, K., Cambon, G. & L. Ortlieb. 2012. Change in El Niño flavours over 1958–2008: Implications for the long-term trend of the upwelling off Peru. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*, 77, 143-156.

Doyle, T.K., Houghton, J.D., McDevitt, R., Davenport, J. & G.C. Hays. 2007. The energy density of jellyfish: estimates from bomb-calorimetry and proximate-composition. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 343(2), 239-252.

Dutton, P. & D. McDonald. 1990. *Status of Sea Turtles in San Diego Bay: 1989-1990 Final Report*. *Sea World Research*.

Eckert, K.L., Bjorndal, K.A., Abreu-Grobois, F.A. & M. Donnelly. 2000. Técnicas de Investigación y Manejo para la Conservación de las Tortugas Marinas. Grupo Especialista en Tortugas Marinas UICN/CSE. n° 4. 265. ISBN 2-8317-0580-0.

El Peruano. 2014. Decreto Supremo que aprueba la actualización de la lista de clasificación y categorización de las especies amenazadas de fauna silvestre legalmente protegidas. Decreto Supremo No 004-2014-MINAGRI.

El Peruano. 2007. Aprueban Reglamento de Inspecciones y Sanciones Pesqueras y Acuicolas (RISPAC). Decreto Supremo N° 016-2007-PRODUCE

El Peruano. 1995. Pesquería. Prohíben la captura dirigida de todas las especies de tortugas marinas existentes en aguas jurisdiccionales peruanas. Resolución Ministerial No 103-95-PE.

Environmental Resources Management. 2013. Informe Final de la Determinación de la Distribución del Alga Verde *Caulerpa filiformis* en la Bahía de Paracas, Lagunillas y Laguna Grande, Pisco, Perú. Ref. 0205833. ERM Perú, 148 p.

Environmental Resources Management. 2011. Evaluación de la Distribución del Alga Verde *Caulerpa filiformis* en la Bahía de Paracas, Pisco, Perú. *ERM Perú*, 92p.

Ferreira, B., Garcia, M., Jupp, B.P. & A. Al-Kiyumi. 2006. Diet of the green turtle (*Chelonia mydas*) at Ra's Al Hadd, Sultanate of Oman. *Chelonian Conservation and Biology*, 5(1), 141-146.

Figuroa, A. 1989. Contribución a la determinación del estatus taxonómico de la tortuga negra, *Chelonia agassisi* (Bocourt, 1868) de Michoacán, México. Tesis de Maestría no publicada, Universidad Michoacána de San Nicholas Hidalgo, Morelia, Michoacán, México.

Forbes, G. & C. Limpus. 1993. A non-lethal method for retrieving stomach contents from sea turtles. *Wildlife Research*, 20, 339-343.

Frazier, J. & D. Bonavia. 2000. Prehispanic marine turtles in Peru: Where were they? En: Abreu-Grobois, FA., et al. (compilers). *Proceedings of the Eighteenth International Sea Turtle Symposium*. U.S. Dep. Commer. NOAA Tech. Memo. NMFS-SEFSC-436, 293 pp, p. 243.

Frazier, J. 1979. Marine turtles in Peru and the East Pacific. Office of Zoological Research, National Zoological Park; Smithsonian Institution (Informe no Publicado).

Fritts, T.H. 1981. Marine turtles of the Galapagos Islands and adjacent areas of the Eastern Pacific on the basis of observations made by JR Slevin 1905-1906. *Journal of Herpetology*, 293-301.

Fuentes, M.; Lawler, I.R. & E. Gyuris. 2006. Dietary preferences of juvenile green turtles (*Chelonia mydas*) on a tropical reef flat. *Wildlife Research*, 33, 671-678.

Garcia-Martínez, S. & W.J. Nichols. 2001. Sea turtles of Bahía Magdalena, BCS, Mexico: demand and supply of an endangered species. *10th Conf Int Inst Fish Econ Trade*, Oregon State University, Corvallis, OR.

Gil-Kodaka, P., Mendo, J. & E. Fernandez. 2002. Diversidad de macroalgas del submareal en la Reserva Nacional de Paracas y notas sobre su uso potencial. En: Mendo J, Wolff M, eds. *I Jornada Científica: Bases ecológicas y socioeconómicas para el manejo de los recursos vivos de la Reserva Nacional de Paracas*. Universidad Nacional Agraria La Molina, Perú, 154-163.

González Carman, V., Botto, F., Gaitán, E., Albareda, D., Campagna, C. & H. Mianzan. 2014. A jellyfish diet for the herbivorous green turtle *Chelonia mydas* in the temperate SW Atlantic. *Marine biology*, 161(2), 339-349.

González, J.; Meneses, I. & J. Vásquez. 1997. Estudio de *Chondracanthus chamissoi* (Rhodophyta, Gigartinales) en terreno: variaciones estacionales y espaciales en fases del ciclo de vida. *Biología Pesquera*, 26, 3-12.

Grady, J.M. & J.M. Quattro. 1999. Using character concordance to define taxonomic and conservation units. *Conservation Biology*, 13(5), 1004-1007.

Green, D. 1984. Long-distance movements of Galapagos green turtles. *Journal of Herpetology*, 18, 121-130.

Gribben, P.E., Byers, J.E., Clements, M., McKenzie, L.A., Steinberg, P.D. & J.T. Wright. 2009. Behavioural interactions between ecosystem engineers control community species richness. *Ecology Letters*, 12(11), 1127-1136.

Hadjichristophorou, M. & D.J. Grove. 1983. A study of appetite, digestion and growth in juvenile green turtle (*Chelonia mydas* L.) fed on artificial diets. *Aquaculture*, 30(1), 191-201.

Hays-Brown, C. & W.M. Brown. 1982. Status of sea turtles in the southeastern Pacific: emphasis on Peru. En: BJORN DAL, Karen A. (edit.) *Biology and Conservation of Sea Turtles*. Washington DC: Smithsonian Institution Press, p. 235-240.

Hays, G.C., Farquhar, M.R., Luschi, P., Teo, S.L. & T.M. Thys. 2009. Vertical niche overlap by two ocean giants with similar diets: Ocean sunfish and leatherback turtles. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 370(1), 134-143.

Hirth, H.F. 1997. Synopsis of the biological data on the green turtle *Chelonia mydas* (Linnaeus 1758). Washington DC: Fish and Wildlife Service, U.S. Dept. of the Interior, 120 p.

Holroyd, G.L. & H.E. Trefry. 2010. The importance of Isla Clarión, Archipelago Revillagigedo, Mexico, for green turtle (*Chelonia mydas*) nesting. *Chelonian Conservation and Biology*, 9, 305-309.

Hu, Z-Z., Kumar, A., Reng, H-R., Wang, H.; L'Heureux, M. & F-F. Jin. 2012. 37th Annual Climate Diagnostics & Prediction Workshop. Disponible en <[http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/outreach/proceedings/cdw37\\_proceedings/ZHu.pdf](http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/outreach/proceedings/cdw37_proceedings/ZHu.pdf)>

Hyslop, E.J. 1980. Stomach contents analysis-a review of methods and their application. *Journal of Fish Biology*. 17, 411-429.

IMARPE. Informe Nacional sobre la Situación de las Tortugas Marinas en el Perú. 2011, Lima, Perú, 72 p.

Karl, S.A.; Bowen, B.W. & J.C. Avise. 1992. Global population genetic structure and male-mediated gene flow in the green turtle (*Chelonia mydas*): RFLP analyses of anonymous nuclear loci. *Genetics*, 131(1), 163-173.

Kelez, S.; Manrique, C. & X. Velez-Suazo. 2004. Green turtle (*Chelonia mydas agassizii*) diet differences in two Peruvian coastal localities. En *Proceedings of the Twenty-First Annual Symposium in Sea Turtle Biology and Conservation*. NOAA Technical Memorandum NMFSSEFSC- 528, 305–307.

Krebs, J.R & N.B. Davies. 1993. An introduction to behavioural ecology. *John Wiley & Sons*, 3rd edition.

Lal, A., Arthur, R., Marbà, N., Lill, A. W. & T. Alcoverro. 2010. Implications of conserving an ecosystem modifier: increasing green turtle (*Chelonia mydas*) densities substantially alters seagrass meadows. *Biological Conservation*, 143(11), 2730-2738.

Lazar, B., Gracan, R., Zavodnik, D., Katic, J., Buršic, M. & N. Tvrtkovic. 2006. Diet composition of loggerhead sea turtles, *Caretta caretta*, in the eastern Adriatic Sea. In: Frick M., Panagopoulou A., Rees A.F., Williams K. (Eds). In: *Proceedings 26th Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation*. International Sea Turtle Society, Athens: 194–195.

Lemons, G., Lewison, R., Komoroske, L., Gaos, A., Lai, C. T., Dutton, P. & J.A. 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(1), 25-32.

Lester-Coll, A., Velez-Zuazo, X., Quiñones, J.A. & J. Alfaro-Shigueto. (en prensa) Genetic diversity, structure and origin of green sea turtles foraging along the coast of Peru. *Proceedings of the Thirty-Fourth Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation*. New Orleans, USA.

Levin, S.A. 1992. The problem of pattern and scale in ecology: the Robert H. MacArthur award lecture. *Ecology*, 73(6), 1943-1967.

López-Mendilaharsu, M., Gardner, S.C., Riosmena-Rodriguez, R. & J.A. Seminoff. 2008. Diet selection by immature green turtles (*Chelonia mydas*) at Bahía Magdalena foraging ground in the Pacific Coast of the Baja California Peninsula, México. *Journal of the Marine Biological Association of the UK*, 88(3),641-647.

López-Mendilaharsu, M., Gardner, S.C., Seminoff, J.A. & R. Riosmena-Rodriguez. 2005. Identifying critical foraging habitats of the green turtle (*Chelonia mydas*) along the Pacific coast of the Baja California peninsula, Mexico. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 15(3), 259-269.

Lucas, C.H.; Graham, W.M. & C. Widmer. 2012. 3 Jellyfish Life Histories: Role of Polyps in Forming and Maintaining Scyphomedusa Populations. *Advances in Marine Biology*, 63, 133.

Luschi, P.; Hays, G.C. & F. Papi. 2003. A review of long-distance movements by

marine turtles, and the possible role of ocean currents. *Oikos*, 103(2), 293-302.

Lutz, P.L. & T.B. Bentley. 1985. Respiratory physiology of diving in the sea turtle. *Copeia*, 671-679.

Marin, F., Luquet, G., Marie, B. & D. Medakovic. 2008. Molluscan shell proteins: primary structure, origin, and evolution. In: Schatten P.G. (Ed.), *Current Topics in Developmental Biology. Elsevier Science & Technology Books*, Pittsburgh, 209–276.

Marquez, R. 1996. *Las Tortugas Marinas y Nuestro Tiempo*. Fondo de Cultura Económica, México, DF, 104 p.

Marquez, R. 1990. *FAO species catalogue. Vol.11: Sea turtles of the world. An annotated and illustrated catalogue of sea turtle species known to date*. FAO Fisheries Synopsis. 11(125). Rome: FAO, 81 p. ISBN 92-5-102891-5.

McPhaden, M.J. 2012. A 21st century shift in the relationship between ENSO SST and warm water volume anomalies. *Geophysical Research Letters*, 39(9).

Mendonca, M.T. 1983. Movements and feeding ecology of immature green turtles (*Chelonia mydas*) in a Florida lagoon. *Copeia*, 1013-1023.

Messié, M. & F.P. Chavez. 2015. Seasonal regulation of primary production in eastern boundary upwelling systems. *Progress in Oceanography*, 134, 1-18.

Meylan, P.A.; Meylan, A.B. & J.A. Gray. 2011. The ecology and migrations of sea turtles 8. Tests of the developmental habitat hypothesis. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 1-70.

Mianzan, H., Quiñones, J., Palma, S., Schiariti, A., Acha, E.M., Robinson, K.L. & W.M. Graham. 2014. *Chrysaora plocamia*: a poorly understood jellyfish from South American waters. *En Jellyfish Blooms*. Springer Netherlands, 219-236.

Morandini, A. C., & A.C. Marques. 2010. Revision of the genus *Chrysaora* Péron & Lesueur, 1810 (Cnidaria: Scyphozoa). *Zootaxa*, 2464, 1-97.

Mortimer J.A. 1982. Feeding ecology of sea turtles. In: Bjorndal KA (ed) *Biology and conservation of sea turtles*. Smithsonian Institution Press, Washington, DC, 103–109.

Mortimer, J.A. 1981. The feeding ecology of the West Caribbean green turtle (*Chelonia mydas*) in Nicaragua. *Biotropica*, 13, 49-58.

Mosquera, M. P., Pérez, J. M., Gallegos, A. B., Castillo, C. A. V., Soledispa, J. M., & X. C. Noroña. Caracterización de la población de tortugas verdes (*Chelonia mydas*) del área marina de la Isla de la Plata, Parque Nacional Machalilla, Ecuador.



- Mrosovsky, N. & C.L. Yntema. 1980. Temperature dependence of sexual differentiation in sea turtles: implications for conservation practices. *Biological Conservation*, 18(4), 271-280.
- Musick, J.A. & C.J. Limpus. 1997. Habitat utilization and migration in juvenile sea turtles. En: LUTZ, Peter L.; MUSICK, John A. and WYNEKEN, Jeanette (edit). *The biology of sea turtles*. New York: CRC Press. 1, 137-163.
- Natarajan, A.V. & A.G. Jhingran. 1961. Index of preponderance—a method of grading the food elements in the stomach analysis of fishes. *Indian Journal of Fisheries*, 8(1), 54-59.
- Nichols, W.J. 2003. “Biology and conservation of the sea turtles of Baja California, Mexico”, Ph.D. Thesis, University of Arizona, Tucson.
- Paredes, E., Quiñones, J.A., Quispe, S. & V. Bachmann. 2015. Black and hawksbill turtle strandings in estuarine waters in the peruvian Northern coast. In: Kaska, Y., et al (Compilers). *Book of abstracts of 35th Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation*. MACART press, 250pp, Turkey, p. 101.
- Paredes, R. 1969. “Introducción al estudio biológico de *Chelonia mydas agassizii* en el perfil de Pisco”. Tesis de Maestría. UNFV, Lima.
- Parham, J.F. & G.R. Zug. 1996. *Chelonia agassizii* – valid or not. *Marine Turtle Newsletter*, 72, 2-5.
- Patricio, A. R., Velez-Zuazo, X., Diez, C. E., Van Dam, R., & A. M. Sabat. 2011. Survival probability of immature green turtles in two foraging grounds at Culebra, Puerto Rico. *Marine Ecology Progress Series*, 440, 217-227.
- Plotkin, P.T.; Wicksten, M.K. & A.F. Amos. 1993. Feeding ecology of the loggerhead sea turtle *Caretta caretta* in the Northwestern Gulf of Mexico. *Marine Biology*, 115(1), 1-5.
- Pritchard, P.C. 1999. Status of the black turtle. *Conservation Biology*, 13(5), 1000-1003.
- Pritchard, P.C., Bacon, P.R., Berry, F.H., Fletemeyer, J., Carr, A.F., Gallagher, R. M. & R. Witham. 1983. Sea turtle manual of research and conservation techniques. *Western Atlantic Turtle Symposium*.
- Quiñones, J.A., García-Godos, I., Llapapasca, M., Van Oordt, F. & E. Paredes. (en prensa) The Black Sea Turtle (*Chelonia mydas agassizii*) at Lobos de Tierra Island, Northern Peru: High Densities in Small Areas. *South American Journal of Herpetology*.
- Quiñones, J.A., Paredes, E. & S. Quispe. 2013. Sea turtle occurrence, biological parameters and feeding ecology at the Pisco area. *Proceedings of the XXXIII Congress of Marine Sciences*. Antofagasta, Chile.

Quiñones, J., Carman, V.G., Zeballos, J., Purca, S. & H. Mianzan. 2010. Effects of El Niño - driven environmental variability on black turtle migration to Peruvian foraging grounds. *Hydrobiologia*, 645(1), 69–79.

Quiñones, J.A. 2008. *Chrysaora plocamia* Lesson, 1830 (Cnidaria, Scyphozoa), frente a Pisco, Perú. Informe Instituto del Mar del Perú, 35, 221-230.

Razali, N.M. & B.W. Yap. 2011. Power comparisons of Shapiro-Wilk, Kolmogorov-Smirnov, Lilliefors and Anderson-Darling tests. *Journal of Statistical Modeling and Analytics*, 2(1), 21-33.

Reisser, J., Proietti, M., Sazima, I., Kinas, P., Horta, P., & E. Secchi. 2013. Feeding ecology of the green turtle (*Chelonia mydas*) at rocky reefs in western South Atlantic. *Marine biology*, 160(12), 3169-3179.

Riofrío, O.L. 2003. Efecto de la variabilidad térmica sobre la biología vegetativa y reproductiva de *Chondracanthus chamosi* (C. Agardh) Kützing (Rhodophyta) en la Bahía de Ancón, Perú. Tesis Biólogo. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima.

Rosales, C.A.; Vera, M. & J. Llanos. 2010. Varamientos y captura incidental de tortugas marinas en el litoral de Tumbes, Perú. *Revista Peruana de Biología*, 17(3), 293-302.

Rosecchi, E. & Y. Nouaze. 1987. Comparaison de cinq indices alimentaires utilisés dans l'analyse des contenus stomacaux. *Revue des Travaux de l'Institut des Pêches maritimes*, 49(3-4), 111-123.

Ross, J.P. 1985. Biology of the green turtle, *Chelonia mydas*, on an Arabian feeding ground. *Journal of Herpetology*, 459-468.

Russell, D.J.; Hargrove, S. & G.H. Balazs. 2011. Marine sponges, other animal food, and nonfood items found in digestive tracts of the herbivorous marine turtle *Chelonia mydas* in Hawaii. *Pacific Science*, 65(3), 375-381.

Salinas, P. & W. Sielfeld. 2007. Registros de cadáveres de tortuga negra *Chelonia agassizii* (Bocourt, 1868) en Bahía Chipana (21°19'S - 70°03'W) Iquique – Chile. En: 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. Antofagasta, Chile.

Sanamyan, N., Sanamyan, K. & D. Schories. 2004. Actiniaria.com. Disponible en <<http://actiniaria.com>>

Santidrián Tomillo, P., Roberts, S.A., Hernández, R., Spotila, J.R. & F.V. Paladino. 2014. Nesting ecology of East Pacific green turtles at Playa Cabuyal, Gulf of Papagayo, Costa Rica. *Marine Ecology*.

Santillán, L.A. 2008. “Análisis de la dieta de *Chelonia mydas agassizii* “tortuga verde del Pacífico” en la bahía de Sechura, Piura - Perú”. Asesora: Martha Williams. Tesis Maestría. UNALM, Lima.

SEMARNAT. 2011. Ficha de identificación de la tortuga prieta. 8 pp.

Seminoff, J.A., Jones, T.T., Eguchi, T., Jones, D.R. & P.H. Dutton. 2006. Stable isotope discrimination ( $\delta^{13}\text{C}$  and  $\delta^{15}\text{N}$ ) between soft tissues of the green sea turtle *Chelonia mydas* and its diet. *Marine Ecology Progress Series*, 308, 271.

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. & W.J. Nichols. 2002a. Diet of East Pacific green turtles (*Chelonia mydas*) in the central Gulf of California, Mexico. *Journal of Herpetology*, 36(3), 447-453.

Seminoff, J.A.; Resendiz, A. & W.J. Nichols. 2002b. Home range of green turtles *Chelonia mydas* at a coastal foraging area in the Gulf of California, Mexico. *Marine Ecology Progress Series*. 242(1), 253–265.

Shapiro, S.S. & M.B. Wilk. 1965. An analysis of variance test for normality (complete samples). *Biometrika*, 591-611.

Sommer, U., Stibor, H., Katechakis, A., Sommer, F. & T. Hansen. 2002. Pelagic food web configurations at different levels of nutrient richness and their implications for the ratio fish production: primary production. En Sustainable Increase of Marine Harvesting: Fundamental Mechanisms and New Concepts. *Springer Netherlands*, 11-20.

Strub, T.P., Mesías J.M., Montecino, V., Rutllant, J. & S. Salinas. 1998. Coastal ocean circulation off western South America. In: A.R. Robinson & K.H. Brink (Eds.), *The global coastal ocean*. The Sea, Interscience, New York, 11, 273-313.

Subsecretaría de Pesca y Acuicultura. 2013. Informe Técnico (P.INV.) N° 052/2013 Caracterización de la población natural de tortuga negra (*Chelonia mydas*) y su hábitat, en Bahía Salado, Región de Atacama. Chile, 16 p.

Tucker, A.D. & R.A. Mark. 2001. Frequency of foraging by gravid green turtles (*Chelonia mydas*) at Raine Island, Great Barrier Reef. *Journal of Herpetology*, 500-503.

Velez-Zuazo, X., Quiñones, J., Pacheco, A. S., Klinge, L., Paredes, E., Quispe, S. & 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), 12p.

Vélez, J.A. 2004. Larval fish assemblages in Independencia Bay, Pisco, Peru: temporal and spatial relationships, taxonomic aspects. Tesis para el obtener el Grado de Doctor. Bremen, Alemania, 136 p.

Veliz, D., Salinas, P., Sielfeld, W., Contreras, D., Azocar, C., Tobar, M. & 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.

Villegas-Nava, F.E. 2006. Análisis nutricional de macroalgas y pastos asociados a la alimentación de tortuga prieta *Chelonia mydas agassizii* (Bocourt, 1968), en Bahía Magdalena, BCS, Mexico. Bahía Magdalena, BCS, México. Tesis de Licenciatura. UABCS. México, 55pp.

Vinueza, L.R., Branch, G.M., Branch, M.L. & R.H. Bustamante. 2006. Top-down herbivory and bottom-up El Niño effects on Galápagos rocky-shore communities. *Ecological Monographs*, 76(1), 111-131.

Wabnitz, C.C., Balazs, G., Beavers, S., Bjorndal, K.A., Bolten, A.B., Christensen, V. & D. Pauly. 2010. Ecosystem structure and processes at Kaloko Honokhau, focusing on the role of herbivores, including the green sea turtle *Chelonia mydas*, in reef resilience. *Marine Ecology Progress Series*, 420, 27-44.

Wallace, B.P., Kot, C.Y., DiMatteo, A.D., Lee, T., Crowder, L.B. & R.L. Lewison. 2013. Impacts of fisheries bycatch on marine turtle populations worldwide: toward conservation and research priorities. *Ecosphere*, 4(3), 40.

Wallace, B.P. & T.T. Jones. 2008. What makes marine turtles go: a review of metabolic rates and their consequences. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 356(1), 8-24.

Wallace, J.M., Mitchell, T.P., & C. Deser. 1989. The influence of Sea-Surface Temperature on Surface Wind in the Eastern Equatorial Pacific: Seasonal and Interannual Variability. *Journal of Climate*, 2, 1492-1499.

Whiting, S.D. & J.D. Miller. 1998. Short term foraging ranges of adult green turtles (*Chelonia mydas*). *Journal of Herpetology*, 330-337.

Zárate, P., Bjorndal, K.A., Parra, M., Dutton, P.H., Seminoff, J.A. & A.B. Bolten. 2013. Hatching and emergence success in green turtle *Chelonia mydas* nests in the Galápagos Islands. *Aquatic Biology*, 19(3), 217-229.

Zárate, P. 2009. Informe final. Actividad de anidación de la tortuga verde *Chelonia mydas*, durante la temporada 2007- 2008.

## X. ANEXO

Anexo I. Ejemplares de tortuga verde del Pacífico Este *Chelonia mydas agassizii* a los que se les practicó la técnica de lavado esofágico durante el año 2010 en bahía de Paracas, centro-sur del Perú, se muestra el mes en el cual fueron capturadas, el estadio de vida y la longitud curva del caparazón (LCC).

N	Mes	Año	Estadio	LCC (cm)
1	Marzo	2010	Juvenil	62.1
2	Abril	2010	Juvenil	53.7
3	Abril	2010	Subadulto	73.9
4	Mayo	2010	Subadulto	76.5
5	Mayo	2010	Juvenil	67.3
6	Mayo	2010	Juvenil	56.2
7	Mayo	2010	Juvenil	63
8	Junio	2010	Juvenil	46.3
9	Noviembre	2010	Juvenil	52.6
10	Noviembre	2010	Juvenil	57.5
11	Noviembre	2010	Juvenil	62.5
12	Noviembre	2010	Subadulto	69
13	Noviembre	2010	Juvenil	52
14	Noviembre	2010	Juvenil	52.7
15	Diciembre	2010	Juvenil	51.2
16	Diciembre	2010	Juvenil	62.6
17	Diciembre	2010	Juvenil	66.1
18	Diciembre	2010	Juvenil	49.7
19	Diciembre	2010	Juvenil	49.4
20	Diciembre	2010	Subadulto	74.7
21	Diciembre	2010	Juvenil	55.1
22	Diciembre	2010	Juvenil	58.4