



UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA
FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR
Departamento de Biología

ECOSISTEMAS ERRANTES:

**Epibiontes como indicadores
biogeográficos de tortugas
marinas de Canarias**

2011

Ana Liria Loza

Las Palmas de Gran Canaria



UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS
DE GRAN CANARIA

Anexo I

**D. JUAN LUÍS GÓMEZ PINCHETTI SECRETARIO DEL
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA DE LA UNIVERSIDAD DE LAS
PALMAS DE GRAN CANARIA,**

CERTIFICA,

Que el Consejo de Doctores del Departamento en su sesión de fecha hoy tomó el acuerdo de dar el consentimiento para su tramitación, a la tesis doctoral titulada **“ECOSISTEMAS ERRANTES: Epibiontes como indicadores biogeográficos de tortugas marinas de Canarias”** presentada por la doctoranda D^a **Ana Liria Loza** y dirigida por el Doctor **Luís Felipe López Jurado**.

Y para que así conste, y a efectos de lo previsto en el Artº 73.2 del Reglamento de Estudios de Doctorado de esta Universidad, firmo la presente en Las Palmas de Gran Canaria, a de de dos mil once.

UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA

Departamento: BIOLOGÍA

Programa de Doctorado: ECOLOGÍA Y GESTIÓN DE RECURSOS VIVOS
MARINOS

Título de la Tesis

ECOSISTEMAS ERRANTES: Epibiontes como indicadores biogeográficos de las
tortugas marinas de Canarias.

Tesis Doctoral presentada por D^a ANA LIRIA LOZA

Dirigida por el Dr. D. LUÍS FELIPE LÓPEZ JURADO

Codirigida por el Dr/a. D/D^a. _____

El/la Director/a,

(firma)

El/la Codirector/a

(firma)

El/la Doctorando/a,

(firma)

Las Palmas de Gran Canaria, a _____ de _____ de 20__

El presente trabajo ha sido financiado con una *Beca Tomás de Zárate*, concedida por el Cabildo de Gran Canaria durante los años 2003-2006 para la realización de tesis doctoral.

LUÍS FELIPE LÓPEZ JURADO, PROFESOR TITULAR EN EL DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR DE LA UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA

INFORMA

Que Dña. Ana Liria Loza, Licenciada en Biología, ha realizado bajo mi dirección y asesoramiento el presente trabajo titulado

“ECOSISTEMAS ERRANTES: EPIBIONTES COMO INDICADORES BIOGEOGRÁFICOS DE TORTUGAS MARINAS DE CANARIAS”,

el cuál considero reúne las condiciones y la calidad científica para optar al grado de Doctor.

En Las Palmas de Gran Canaria, a de de 2011.

Fdo: Luís Felipe López Jurado



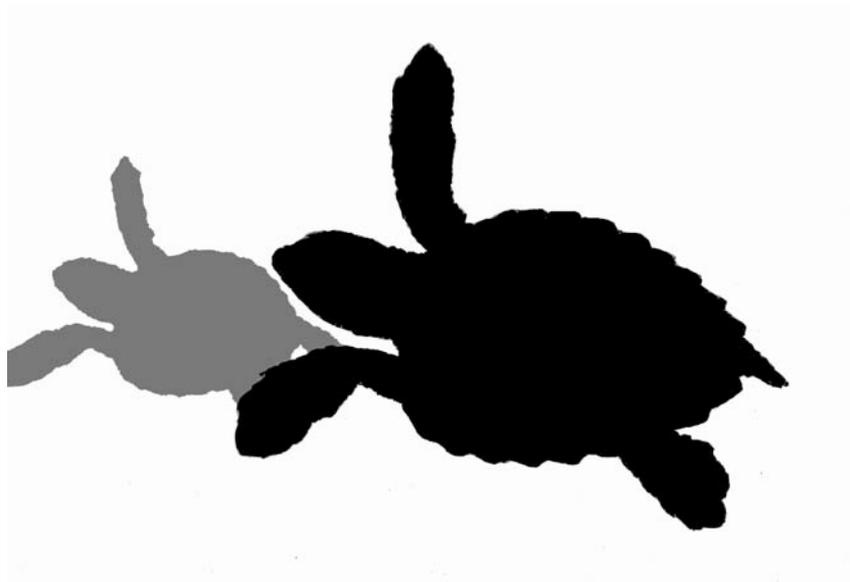
UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS
DE GRAN CANARIA

**Facultad de Ciencias del Mar
Departamento de Biología**

TESIS DOCTORAL

**ECOSISTEMAS ERRANTES:
EPIBIONTES COMO INDICADORES BIOGEOGRÁFICOS
DE TORTUGAS MARINAS DE CANARIAS**

ANA LIRIA LOZA



Las Palmas de Gran Canaria

2011

*A mí abuelo Eladio,
por sus 100 años de una vida ejemplar.*

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar quiero agradecer este trabajo a mi familia, principalmente a una persona extraordinaria, **mi madre**, que se ha quitado el pan de la boca para enseñarme a disfrutar de la vida y a realizarme a mi misma, que me ha hecho soñar con nuevos mundos y culturas por conocer, que me ha ayudado a comprender el complejo mundo de las personas, y que reparte continuamente una maravillosa energía a todo el que tiene la suerte de estar a su lado.

A mi padre, por enseñarme que el trabajo bien hecho es importante, aunque hay que saber ponerle sus límites, y a mis 3 hermanos, por ser tan únicos, cada uno a su manera.

En segundo lugar, al director de esta tesis y gran maestro de innumerables trabajos, el Dr. Luís Felipe López Jurado, por mostrarme un poquito de ese intrincado laberinto de sabiduría que guarda en su *logger-head*¹.

A Pascual Calabuig por permitirme entrar en el mundo de la recuperación de tortugas marinas y llevar a cabo este trabajo, así como a todo el personal del Centro de Recuperación de Fauna Silvestre (CRFS) de Gran Canaria, que me apoyaron y ayudaron en todo momento.

No puedo seguir adelante sin dar un especial agradecimiento a mis *Tortugirls*, ya que si no fuera por ellas no habría podido terminar esta tesis: a María, por su increíble desparpajo innato, y a Saray, por su maravilloso carácter. Chicas, mil gracias, es un placer trabajar con ustedes, su pasión, su alegría, su responsabilidad y su buena disposición.

A Nuria Varo y Catalina Monzón, por animarme, ayudarme, apoyarme, aguantarme y acompañarme en el duro camino de la tesis doctoral, y sobretodo, por vuestra gran nobleza y rigor científico, basado siempre en el respeto por la naturaleza y las personas. Gracias por vuestra amistad.

A Sonia Suárez, por las innumerables y eternas charlas sobre tortugas y algas acompañadas de un buen "*vinico*" que nunca olvidaré.

¹ Juego de palabras con el nombre en inglés de la especie estudiada en este trabajo *Loggerhead* (*Caretta caretta*), y la traducción literal, "*gran cabeza*".

A la familia Forde, por acogerme en su familia como a una mas, en especial a Françoise, por su cariño constante y por sus sabios consejos, y a Tony, por intentar y seguir intentando ponerme los pies en la tierra.

Por último, a la base de todo este trabajo; al pilar de todo cuanto soy y tengo ahora mismo; al que ha tenido que aguantar tortugas no solo hasta en la sopa, sino incluso en la bañera; al que me dado los consejos, los reproches, las llamadas de atención, el cariño y el amor adecuado durante todo este tiempo, merci beaucoup **Cedric**.

No quiero terminar estos agradecimientos sin mencionar a una serie de personas que han estado presentes durante este largo recorrido, en el mundo de las tortugas y fuera de él, y que me han apoyado, acompañado y alegrado tantos buenos momentos: Loreto Laguna & Family, Oscar López, Daniel Cejudo, Pedro López, Juliao Lima, Fotunato Da Cruz, Elena Abella, Mireia Aguilera, Paco González, Antonio Lorenzo, Ana Belén Casal, Carlota Isasi, Heidi... y un largo etcétera.

A todos MIL GRACIAS, MERCI BEAUCOUP

ESTRUCTURA

Historia evolutiva de esta tesis doctoral

El origen de esta tesis doctoral proviene de la curiosidad que despertaron los diferentes tipos de colonización de epibiontes observados en las tortugas marinas que ingresaban en el Centro de Recuperación de Fauna Silvestre (CRFS) del Cabildo de Gran Canaria, a lo largo del año 2001. Por aquel entonces pensaba que las tortugas con lesiones mas graves presentarían colonizaciones mas densas y abundantes que aquellas con lesiones leves o sanas, debido a que la debilidad extrema les lleva a dejarse llevar por las corrientes, a la deriva, como si de un objeto flotante se tratara. Al observar que esto dista completamente de la realidad, las preguntas comenzaron a asaltarnos como si hubiéramos abierto la caja de Pandora: ¿de dónde viene esta tortuga? ¿dónde se lesionó? ¿hace cuánto tiempo que lleva herida?, etc., y, ¿pueden los epibiontes ayudarnos a encontrar respuestas?

Posteriormente, y al ir profundizando en mi amistad con el peculiar director de esta tesis, D. Luís Felipe López Jurado, las preguntas se fueron multiplicando exponencialmente: ¿cuál es el origen de esta tortuga? ¿dónde nació? ¿dónde ha estado estos años? ¿por qué ha llegado a Canarias? ¿qué está haciendo aquí? ¿es un lugar de paso o una zona alimentación estable? ¿dónde ha estado alimentándose antes? ¿de qué se alimenta? ¿a dónde va?... y miles de preguntas mas que no voy a pasar a detallar porque podría completar una tesis entera solo con las preguntas que salieron de nuestras cabezas en aquel momento. Mientras, mis compañeras Catalina Monzón y Nuria Varo estudiaban, el origen (gracias a estudios genéticos), y los movimientos (mediante el seguimiento vía satélite) de los juveniles de tortuga boba (*Caretta caretta*) localizados en Canarias, yo me introducía en el mundo de los epibiontes...

Nunca podré llegar a describirles todas mis sensaciones al poner bajo la lupa binocular mi primera muestra de epibiontes, pero les diré que fue una enigmática mezcla de terror y emoción. Terror, porque la gran mayoría de las "cosas" que allí encontré no sabia ni lo que eran; y emoción, porque quería saber qué eran y, sobretodo, qué hacían allí y qué nos podían decir sobre esa tortuga marina. Fue entonces cuando miles de pequeños mundos se abrieron para mi: las algas y sus ciclos de vida; los hidroideos y sus colonias de ínfimas medusas; los nudibranchios y sus increíbles adaptaciones metabólicas; el infinito universo de los crustáceos, con los anfípodos y su cuidado parental, los cirrípedos y su adaptación a una vida en movimiento, y hasta pequeños cangrejos que viven en mar abierto...

No se con qué palabras o calificativos describir esta tesis doctoral, pero estoy segura de que la palabra **DIVERSIDAD** le encaja a la perfección. Mi formación como bióloga me ayudó enormemente a introducirme en cada uno de los grupos taxonómicos encontrados, y les aseguro que se puede seguir profundizando muchísimo mas en cada uno de ellos, pero he tenido que ponerles un límite para no perder de vista mi objetivo principal: las tortugas *Caretta caretta* de Canarias.

Es importante recalcar que mi estudio se ha basado en una muestra muy sesgada de las tortugas marinas de Canarias, ya que he trabajado con animales que han llegado heridos o lesionados por diversas razones. Este sesgo me obliga a tratar con mucha cautela la extrapolación de los resultados a las poblaciones naturales de tortugas marinas, pero creo que puede dar unos indicios importantes que contribuyan al conocimiento de una especie todavía tan desconocida como la tortuga boba.

Por último, me gustaría subrayar que la enorme complejidad del sistema tortuga-epibiontes de este estudio, debido a la gran cantidad de variables que pueden afectar tanto a la tortuga como a cada uno de los epibiontes, así como al ecosistema que se crea entre todos ellos, me ha llevado a realizar una tesis puramente descriptiva, ya que el desarrollo de estudios estadísticos robustos ha resultado realmente complicado y muy frustrante.

Estructura de la Tesis doctoral

La diversidad de grupos taxonómicos encontrados y las grandísimas diferencias que existen entre unos y otros, ha llevado a estructurar esta tesis doctoral en diversos capítulos, agrupando en cada uno de ellos las especies por sus similitudes taxonómicas.

A) Antes de la disposición de los distintos capítulos se ha llevado a cabo una **INTRODUCCIÓN** para situar y adentrar al lector en los puntos principales de esta tesis:

- La epibiosis marina: Conceptos y características principales
- La zona de estudio: El Archipiélago Canario y la región Macaronésica
- Las tortugas marinas: Generalidades y especificaciones importantes.

B) Seguido por una descripción de la **METODOLOGÍA** general del estudio.

C) A continuación se ha desarrollado el estudio de cada una de las especies epibiontes encontradas, agrupadas taxonómicamente en diversos capítulos:

CAPÍTULO 1: FLORA EPIBIONTE DE JUVENILES DE TORTUGA BOBA DE CANARIAS.

CAPÍTULO 2: CNIDARIOS EPIBIONTES DE JUVENILES DE TORTUGA BOBA DE CANARIAS.

CAPÍTULO 3: MOLUSCOS EPIBIONTES DE JUVENILES DE TORTUGA BOBA DE CANARIAS.

CAPÍTULO 4: CRUSTÁCEOS EPIBIONTES DE TORTUGA BOBA DE CANARIAS: CIRRIPELOS.

CAPÍTULO 5: CRUSTÁCEOS EPIBIONTES DE TORTUGA BOBA DE CANARIAS: MALACOSTRÁCEOS.

CAPÍTULO 6: CRUSTÁCEOS EPIBIONTES DE TORTUGA BOBA DE CANARIAS: "El Cangrejo de Colón".

Para cada capítulo se ha desarrollado una Introducción reflejando las características más importantes sobre cada grupo taxonómico recogidas en la bibliografía, seguido de una descripción taxonómica detallada de los grupos estudiados para definir sus características específicas.

Posteriormente se realiza una descripción detallada de las especies localizadas en este estudio, mediante fotos, dibujos, localización taxonómica, rasgos destacables de la especie y los resultados obtenidos para cada especie en función de las variables de estudio (tablas de frecuencias). Por último se realiza un análisis conjunto de las especies de cada capítulo y la discusión y conclusiones de los resultados para cada grupo taxonómico.

D) Por último, se ha llevado a cabo el **ANÁLISIS CONJUNTO** de todas las especies observadas, desarrollando un capítulo de Análisis de resultados y Discusión global conjunta, en el que se analiza y recopila los datos más importantes observados de cada especie y del conjunto de estas.

E) Finalizando con de las **CONCLUSIONES GENERALES**.

F) **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

G) **ANEXO**.

RESUMEN

Las tortugas marinas navegan por nuestros mares y océanos desde hace más de 100 millones de años. En la actualidad, las poblaciones de las siete especies de tortugas marinas que existen en el mundo se encuentran amenazadas o en peligro de extinción, debido a causas principalmente antropogénicas, por lo que es importante unificar todos los esfuerzos necesarios para su conservación. Además, estos curiosos animales despiertan todavía una gran cantidad de incógnitas, que estudios de diferentes disciplinas están intentando descifrar.

La estructura externa de las tortugas marinas, caracterizada por la coraza ósea que constituye el caparazón, así como su forma de vida casi completamente acuática, permiten que determinadas especies de la fauna y flora marina puedan asentarse sobre ellas colonizando sus caparazones y su piel, adaptándose a vivir sobre otro ser vivo, desarrollando un proceso denominado epibiosis.

Los epibiontes, u organismos que viven sobre otros ser vivo, se adaptan a su nuevo medio de vida, la tortuga, estableciendo relaciones e interacciones con esta, así como con el resto de especies que colonizan el mismo organismo, generando auténticos ecosistemas móviles que se desplazan por el océano.

El presente trabajo analiza datos de presencia/ausencia de las distintas especies epibiontes para conocer sus interacciones como ecosistema, así como obtener la mayor información posible sobre su hospedador a través de las características específicas de las especies que lo colonizan.

Este trabajo constituye el primer estudio detallado de las especies epibiontes de la tortuga boba (*Caretta caretta*) que circunda las aguas del Archipiélago Canario, e intenta conocer en profundidad los movimientos y comportamientos de esta especie en las aguas de Canarias, como su significado en el ciclo de vida de esta tortuga en el Atlántico norte.

Se han localizado un total de 29 taxones epibiontes, de los cuales se han estudiado en profundidad las 14 especies más frecuentes y de mayor importancia en esta epibiosis, para conocer su relación y sus adaptaciones a las tortugas *Caretta caretta* que navegan por aguas de Canarias y para intentar obtener nuevos datos sobre la especie.

ÍNDICE

ÍNDICE

PÁGINAS INTRODUCTORIAS

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTOS

ESTRUCTURA DE LA TESIS

RESUMEN

ÍNDICE *I*

INTRODUCCIÓN **1**

1. – EPIBIOSIS MARINA **3**

Concepto y Definición 3

Descripción del proceso de Epibiosis 4

Consecuencias ecológicas de la Epibiosis 6

Especificidad de la Epibiosis 8

2. – SITUACIÓN GEOGRÁFICA Y OCEANOGRÁFICA DE CANARIAS **11**

La Macaronesia 11

Zoogeografía marina de las islas Macaronésicas 13

El archipiélago Canario 15

Condiciones oceanográficas de Canarias: La corriente de Canarias 16

3. – LAS TORTUGAS MARINAS **21**

3.1. – GENERALIDADES DE LAS TORTUGAS MARINAS 21

Historia evolutiva 21

Taxonomía 22

Morfología característica 23

La alimentación 26

La reproducción 26

Amenazas y Conservación 27

3.2. – CICLO DE VIDA DE LA TORTUGA BOBA (*Caretta caretta*) 30

3.3. – LA TORTUGA BOBA EN EL ATLÁNTICO NORTE 32

Teorías del Atlántico Norte 32

El Mar de los Sargazos 33

La tortuga boba en la Macaronesia y Canarias 35

3.4. – LA EPIBIOSIS EN TORTUGAS MARINAS 37

Características de las tortugas marinas interesantes para la epibiosis 39

OBJETIVOS **45**

OBJETIVOS **47**

MATERIAL Y MÉTODOS	51
1. – LOCALIZACIÓN Y LUGAR DE MUESTREO	53
EL ARCHIPIÉLAGO CANARIO	53
EL CENTRO DE RECUPERACIÓN DE FAUNA SILVESTRE (CRFS) DE GRAN CANARIA	54
2. – POBLACIÓN DE ESTUDIO	55
3. – TOMA DE DATOS	57
3.1. – BIOMETRÍA TORTUGAS	57
3.2. – PROTOCOLO DE MUESTREO DE EPIBIONTES	59
4. – ESPECIFICACIONES SOBRE LAS VARIABLES Y ANÁLISIS	60
TALLAS Y ESTADIOS DEL CICLO DE VIDA DE LAS TORTUGAS	60
CAUSA DE INGRESO	60
LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA EN CADA ISLA (ZONA)	61
GRAVEDAD DE LAS LESIONES	62
ESPECIFICACIONES DE LAS VARIABLES DE ESTUDIO: EPIBIONTES	62
ANÁLISIS DE LOS DATOS	62
CAPÍTULO 1: FLORA EPIBIONTE	65
1. – INTRODUCCIÓN	67
2. – CARACTERÍSTICAS TAXONÓMICAS	69
2.1. – DIVISIÓN CHLOROPHYTA	69
2.2. – DIVISIÓN PHAEOPHICEA	70
2.3. – DIVISIÓN RHODOPHYTA	71
3. – RESULTADOS	74
3.1. – DESCRIPCIÓN DE LAS ESPECIES	74
<i>Polysiphonia caretta</i> Holleberg, 1971	75
<i>Hinckesia mitchelliae</i> P. Silva, 1987	80
<i>Ceramium flaccidum</i> Ardissonne, 1871	85
<i>Cladophoropsis membranacea</i> Borgesen, 1905	89
3.2. – ANÁLISIS CONJUNTOS	93
Abundancia	93
Variación anual	95
Variación geográfica	95
Variación en función de la gravedad de las lesiones	95
Estacionalidad	96
Talla y estadios de las tortugas	97
4. – DISCUSIÓN	99
5. – CONCLUSIONES	102
CAPÍTULO 2: CNIDARIOS EPIBIONTES	105
1. – INTRODUCCIÓN	107
2. – CARACTERÍSTICAS TAXONÓMICAS	111
Filo Cnidaria	111

Clase Hydrozoa	111
Orden Hydroidea	113
Familia Campalariidae	113
3. – RESULTADOS	115
3.1. – DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE	115
<i>Obelia geniculata</i> Linnaeus, 1758	115
3.2. – ANÁLISIS DE RESULTADOS	119
Variación anual	119
Variación Geográfica	119
Variación en función de la gravedad de las lesiones	119
Estacionalidad	120
Variación según la talla y estadios de las tortugas	120
4. – DISCUSIÓN	121
5. – CONCLUSIONES	124
CAPÍTULO 3: MOLUSCOS EPIBIONTES	127
1. – INTRODUCCIÓN	129
2. – CARACTERÍSTICAS TAXONÓMICAS	133
Filo Mollusca	133
Clase Gasterópoda	134
Orden Opisthobranchia	134
Suborden Nudibranchia	135
Clado Aeolidida	135
3. – RESULTADOS	136
3.1. – DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE	136
<i>Fiona pinnata</i> Eschscholtz, 1831	137
3.2. – ANÁLISIS DE RESULTADOS	142
Agrupaciones	142
Variación anual	144
Variación Geográfica	144
Variación en función de la gravedad de las lesiones	144
Estacionalidad	145
Variación según la talla y estadios de las tortugas	146
4. – DISCUSIÓN	147
5. – CONCLUSIONES	150
CAPÍTULO 4: CRUSTÁCEOS EPIBIONTES: CIRRÍPEDOS	153
1. – INTRODUCCIÓN	155
2. – CARACTERÍSTICAS TAXONÓMICAS	159
Infraclase Cirripedia	159
Superorden Thoracica	160
a) Orden Pedunculata	161
Suborden Lepadomorpha	161
b) Orden Sessilia	161
Suborden Balanomorpha	161

3. – RESULTADOS	163
3.1. – DESCRIPCIÓN DE LAS ESPECIES	163
<i>Lepas anatifera</i> Linnaeus, 1767	164
<i>Conchoderma virgatum</i> Spengler, 1790	170
<i>Platylepas hexastylus</i> Fabricius, 1798	176
3.2. – ANÁLISIS CONJUNTO	181
Variación anual	183
Variación Geográfica	183
Variación en función de la gravedad de las lesiones	183
Estacionalidad	184
Variación según la talla y estadios de las tortugas	186
4. – DISCUSIÓN	187
5. – CONCLUSIONES	190
<u>CAPÍTULO 5: CRUSTÁCEOS EPIBIONTES: MALACOSTRÁCEOS</u>	195
1. – INTRODUCCIÓN	197
2. – CARACTERÍSTICAS TAXONÓMICAS	200
Clase Malacostraca	200
Superorden Peracárida	200
a) Orden Anphipida	200
a.1. - Suborden Gammaridea	201
a.2. – Suborden Caprellidea	202
b) Orden Tanaidacea	202
3. – RESULTADOS	204
3.1. – DESCRIPCIÓN DE LAS ESPECIES	204
<i>Hyale grimaldii</i> Chevreux, 1891	205
<i>Podocerus chelonophylus</i> Chevreux & De Guerne, 1888	210
<i>Caprella andreae</i> Mayer, 1890	215
<i>Hexapleomera robusta</i> Moore, 1894	220
3.2. – ANÁLISIS CONJUNTO	225
Variación anual	227
Variación Geográfica	227
Variación en función de la gravedad de las lesiones	227
Estacionalidad	228
Variación según la talla y estadios de las tortugas	230
Cuidado parental prolongado	231
4. – DISCUSIÓN	233
5. – CONCLUSIONES	236
<u>CAPÍTULO 6: CRUSTÁCEOS EPIBIONTES: "El cangrejo de Colón"</u>	241
1. – INTRODUCCIÓN	243
2. – MATERIAL Y MÉTODOS	246
3.1. – CARACTERÍSTICAS TAXONÓMICAS	246
Superorden Eucarida	246
Orden Decápoda	246

Infraorden Brachyura	247
3.2. – METODOLOGÍA	249
3. – RESULTADOS	250
3.1. – DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE	250
<i>Planes minutus</i> Linnaeus, 1758	251
3.2. – ANÁLISIS DE RESULTADOS	256
3.2.1. – Análisis de frecuencias	256
Variación anual	257
Variación Geográfica	257
Variación en función de la gravedad de las lesiones	257
Estacionalidad	258
Variación según la talla y estadios de las tortugas	259
3.2.2. – Análisis morfométricos	260
3.2.3. – Análisis en función del color y aspecto	263
4. – DISCUSIÓN	266
5. – CONCLUSIONES	270
RESULTADOS Y DISCUSIÓN CONJUNTA	275
ECOSISTEMAS ERRANTES	277
COMPLEJIDAD DEL ESTUDIO	278
ESPECIES OBSERVADAS	281
DISTRIBUCIÓN DE LOS EPIBIONTES SOBRE EL CAPRAZÓN	286
NUMERO DE ESPECIES POR TORTUGA	289
INTERACCIONES ENTRE LAS ESPECIES EPIBIONTES	294
CARACTERÍSTICAS Y ADAPTACIONES DE LOS EPIBIONTES	296
APORTES DE ESTA TESIS DOCTORAL	298
COMPORTAMIENTO DE LOS EPIBIONTES EN FUNCIÓN DE LA TALLA DE LAS TORTUGAS	299
CONCLUSIONES GENERALES	307
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	315
ANEXO	341

INTRODUCCIÓN

1. - EPIBIOSIS MARINA

CONCEPTO Y DEFINICIÓN

En los ambientes marinos, cualquier superficie sumergida en el agua esta expuesta a la colonización por una gran variedad de organismos presentes en la columna de agua (Schärer, 2005). Este conjunto de organismos, que forman una compleja asociación, se denomina *Biofouling*, cuando se disponen sobre una superficie artificial, generalmente creada por el hombre, o Epibiosis cuando su asentamiento se produce sobre un organismo vivo, con el que a su vez se relaciona. En la Epibiosis marina, aquella que se produce en ambientes marinos, se denomina epibionte a cualquiera de los organismos que crece y vive adherido a otro ser vivo, y basibionte al ser vivo que hace de sustrato en esta asociación. Las relaciones que se establecen entre los distintos epibiontes, así como la interacción entre estos y el basibionte pueden llegar a ser muy complejas y entablan una gran lista de beneficios y perjuicios para ambos grupos (Wahl, 1989).

A lo largo de la historia se han desarrollado numerosos estudios sobre el *biofouling*, debido a los grandes perjuicios que ha causado al hombre: graves daños en cascos de embarcaciones disminuyendo su velocidad y flotabilidad, deterioro de instalaciones marinas, obstrucción de desagües de explotaciones costeras y emisarios, aceleración de la corrosión de metales, etc. Por ejemplo, se tienen datos de que desde la era de los romanos hasta el S. XVIII, los barcos se revestían con plomo para combatir la carcoma (*Limnoria* y *Teredo* spp.), aunque no era muy efectivo; la *Royal Navy* comenzó a usar revestimientos de cobre mas efectivos, pero que tuvieron que ser eliminados en cuanto se comenzaron a construir embarcaciones de hierro (por las reacciones electroquímicas que se producían entre ambos metales), por lo que comenzaron a usarse compuestos a base de Arsénico y Sulfato de Cobre. En el siglo XX las pinturas antifouling a base de compuestos orgánicos, mejoraron enormemente los problemas causados por el *fouling* marino (Davis & Williamson, 1995).

El proceso de colonización se ha estudiado principalmente en superficies inertes, y su extrapolación a sustratos vivos puede llevarse a cabo, aunque con precaución, ya que los estudios que se han realizado sobre sustratos vivos han seguido el mismo patrón que sobre sustratos inertes (Novak, 1984). Además, este complejo proceso viene determinado por una gran cantidad de variables como son: biología y ciclo de vida de los epibiontes, biología y ciclo de vida del basibionte, condiciones ambientales, composición química y física de la superficie de adhesión, disponibilidad de epibiontes en la columna de agua, estado físico de ambos organismos, apariencia del sustrato, etc. Incluso, algunos organismos son capaces de vivir como epibiontes, como basibiontes, o ambos simultáneamente.

Algunos autores, como Abelló & Macpherson (1992) afirman que la composición y estructura de la epibiosis es una potente herramienta y fuente de información para conocer la biología y ecología del basibionte. Por ejemplo, la presencia de determinadas especies sobre un organismo puede indicarnos el tipo de ambiente en el que se ha movido, en qué momento comenzó su migración, cuándo se produjo su última muda, la profundidad a la que vive, etc. (Fernández et al., 1998). Además, hay que tener en cuenta que cada epibionte tiene su patrón de comportamiento y sus preferencias, por ejemplo, las superficies naturales se colonizan con mayor facilidad (Anderson & Underwood, 1994); la mayoría de las larvas prefieren asentarse en materiales fibrosos o porosos (Pomerat & Weiss, 1946); las larvas de balanos colonizan las superficies sombreadas en mayor número que las superficies luminosas (Pomerat & Reiner, 1942); las algas prefieren asentarse en superficies rugosas que en lisas (Harlin & Lindbergh, 1977); solo las algas incrustantes y especies de tránsito colonizan superficies lisas; etc. Puede decirse que el tipo de superficie determina el conjunto de organismos que la colonizan, sobretudo en el reclutamiento inicial, aunque la comunidad de epibiontes varia enormemente con el tiempo, llegando, en pocos meses, a una situación climática con un número muy elevado de especies, que va disminuyendo conforme va pasando el tiempo (Anderson & Underwood, 1994).

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE EPIBIOSIS

La epibiosis marina es un proceso extremadamente complejo que parece seguir un patrón básico compuesto por 4 fases, que pueden solaparse en el tiempo o incluso transcurrir en paralelo. En el transcurso de esta secuencia, la estructura va pasando progresivamente de ser un proceso puramente físico a una predominancia de un proceso biológico (Wahl, 1989).

Las fases son las siguientes:

Fase I: Acondicionamiento bioquímico: consiste en la adsorción de compuestos químicos disueltos en el agua (principalmente macromoléculas) por una superficie en el mismo momento en que entra en contacto con el agua (denominado momento de "inmersión"). Este proceso de acumulación de partículas orgánicas en una interfaz (sólido/líquido) es puramente físico y espontáneo (Baier, 1984). Esta fase comienza segundos después de la inmersión del "objeto" y alcanza un equilibrio dinámico en unas cuantas horas. Las moléculas adsorbidas son macromoléculas, principalmente glicoproteínas, polisacáridos y proteoglicanos, muy abundantes en el agua de mar. Por lo general la composición química de esta primera capa es independiente del tipo de sustrato sobre el que se asienta y es compacta, con aspecto floculante y vagamente delimitado (Baier, 1981). Este acondicionamiento bioquímico es idéntico al que se produce en otros ambientes como: la cavidad oral humana, sistema circulatorio de vertebrados, fluidos corporales del útero y del intestino, etc. (Baier, 1981, 1984, 1999).

Fase II: Colonización bacteriana: esta fase se desarrolla en dos partes, la adsorción, o fase de aproximación, que es reversible, y la adhesión, o fase de anclaje, que no es reversible.

La primera parte está completamente gobernada por fuerzas físicas: movimientos Brownianos, interacciones electrostáticas, gravedad, fuerzas de Van-der-Waal (Dexter, 1976; Walt et al., 1985). El comportamiento de las pequeñas células bacterianas se ha comparado repetidamente con el de las partículas coloidales (Characklis, 1981), en el que el transporte a gran escala (km, m y cm) se debe a las corrientes y a la turbulencia alrededor de la superficie en cuestión, mientras que el movimiento a pequeña escala (mm, μm) es debido esencialmente a movimientos Brownianos (Lavenda, 1985) y a la propulsión flagelar. Cuando una partícula, o en este caso, una bacteria, se aproxima a una superficie, se encuentra con una "capa viscosa" compuesta por moléculas de H_2O físicamente bien estructurada, y penetra en ella gracias a microturbulencias, movilidad bacteriana o por difusión. Generalmente ambas, la bacteria y la capa de macromoléculas, están cargadas negativamente (Marshall, 1972; Wicken, 1985), por lo que las fuerzas antagónicas de repulsión eléctrica y la atracción de Van-der-Waal inmovilizan a la célula a una distancia de unos 3 a 20nm de la superficie (Fletcher & McEldowney, 1984). Entonces, la barrera electrostática hace de puente para la formación de fibrillas de polisacáridos (principalmente de glucosa y fructosa), que se anclan a los compuestos químicos complementarios que se encuentran en la capa macromolecular, mediante lecitinas o cationes divalentes (Ca^{++} , Mg^{++}) (Costerton et al., 1978).

En este momento comienza la fase de adhesión, gracias a un acortamiento enzimático de las fibrillas que empuja la bacteria hacia la superficie (Fletcher & McEldowney, 1984), disminuyendo la distancia (Wicken, 1985), y estableciéndose enlaces covalentes entre la capa macromolecular y el glicocalix de la bacteria. Se han descrito mecanismos similares de anclaje para esporas (Fletcher & Baier, 1984), levaduras (Douglas, 1985), algas unicelulares (Tosteson et al. 1983) y larvas de poliquetos (Kirchman et al., 1982).

Las características biológicas y los requerimientos fisiológicos de las diferentes formas de las bacterias determinan la sucesión de la colonización, ya que por ejemplo, las bacterias con forma de bastón se adsorben con mayor facilidad, por lo que serán las primeras en asentarse, seguidas de aquellas con forma esférica y finalmente las de forma pedunculada o filamentosa (Marshall et al., 1971; Corpe, 1982a).

Esta capa creciente de bacterias, compuesta por células muertas y células vivas con sus secreciones, forma, junto con la capa macromolecular, la Capa Primaria también llamada "*biofilm*" o "*slime*".

La colonización bacteriana comienza mas o menos una hora después de la inmersión del "objeto" en el agua.

Fase III: Colonización por organismos eucariotas unicelulares: Comprende la llegada de diversos organismos unicelulares, con una clara predominancia de las diatomeas (Marshall et al., 1971; Corpe, 1982b; Cuba & Blake, 1983). Los principales organismos son (por orden de sucesión):

- Diatomeas bentónicas: que se adhieren mediante secreción de mucus (Cooksey et al., 1984; Ferreira & Seeliger, 1985) y que pueden colonizar densamente vastas extensiones de sustrato. Estas contribuyen significativamente a la evolución del proceso químico al biológico.
- Protozoos: pertenecientes a grupos de organismos filtradores sésiles o predadores de microorganismos con capacidad de movimiento.
- Levaduras: que juegan un papel muy importante en la transformación y concentración de nutrientes gracias a la descomposición de tallos y hojas viejas (Cuomo et al., 1985).

Esta fase tiene su inicio generalmente varios días después de la inmersión en el agua.

Fase IV: Colonización por organismos eucariotas pluricelulares: consiste en el asentamiento de larvas mero planctónicas y esporas de algas. Comienza una o varias semanas después de la inmersión del "objeto" y depende de la actividad biológica de la columna de agua alrededor de la superficie a colonizar. Los organismos pluricelulares se asientan sobre una comunidad microbiótica tridimensional altamente desarrollada y estructurada. Es más, esta última fase se solapa con el continuo reclutamiento y evolución de la comunidad microbiótica. Esta etapa es la más estudiada y han sido muchos los autores que le dedicaron su atención, como por ejemplo Meadows & Williams, 1963; Osman, 1977; Kirchner & Mitchell, 1981; Fletcher y McEldowney, 1984; y Butman, 1987, entre otros.

Las especies de esta fase suelen ser organismos de crecimiento rápido, amplia distribución y un elevadísimo rango de tolerancia a diferentes condiciones ambientales (Barcia et al., 1995). Es más, el asentamiento selectivo de larvas viene determinado no solo por factores físicos como: luminosidad, color, gravedad, presión o turbulencia, sino que puede verse influenciado por características de la superficie que pueden considerarse más bioquímicas, como son: microtextura, capacidad de absorción de agua, propiedades electrostáticas, pH, inductores químicos, exudados bacterianos y de diatomeas (Crisp, 1984) o sencillamente por la morfología de dicha superficie (Anderson & Underwood, 1994).

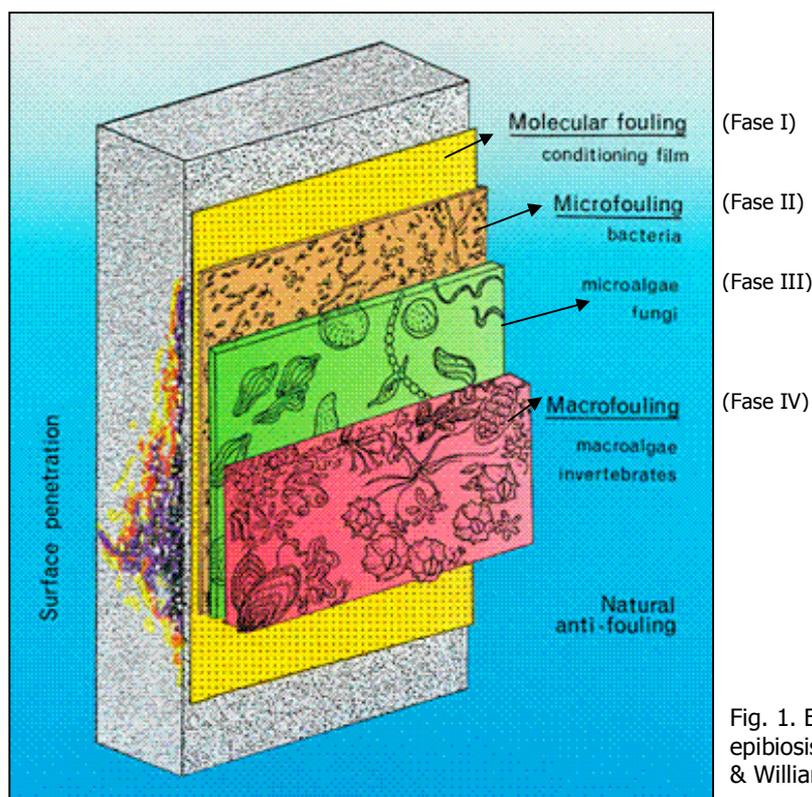


Fig. 1. Esquema de las distintas fases de la epibiosis marina. Imagen tomada de Davis & Williamson (1995).

La secuencia de este proceso ha sido altamente cuestionada, aunque su cronología puede explicarse por la disponibilidad o abundancia, la actividad y la flexibilidad de los distintos elementos que la componen. Las macromoléculas disueltas se encuentran omnipresentes en la columna de agua y muestran una elevada actividad física. Las bacterias son menos omnipresentes aunque también se encuentran en grandes cantidades en el agua de mar. Además, estas últimas poseen una gran facilidad para adaptarse a la colonización de cualquier sustrato, debido a su alta variabilidad genética, gran capacidad de mutación y su rápida regeneración. Los organismos eucariotas unicelulares, aunque son más lentos y menos numerosos que las bacterias, muestran más flexibilidad y un comportamiento más oportunista que las larvas y las esporas, biológicamente menos activas y menos comunes en la columna de agua. Incluso, la presencia de estas últimas en el plancton está muchas veces restringida a periodos reproductivos de determinadas especies (Wahl, 1989).

Varios autores han descrito como las primeras fases determinan la selectividad de las siguientes, principalmente de la última fase. Por ejemplo, Crisp (1984) habla de la predilección de las larvas por las superficies con "slime", mientras que otros autores como Maki et al. (1988) describen como algunas capas formadas por determinadas bacterias inhiben el asentamiento de larvas de balanos; Mihm et al. (1981) encontraron que una capa de bacterias puede promover o inhibir el asentamiento de larvas de briozoos dependiendo de la tensión superficial inicial del sustrato; y Huang & Money (1985), demostraron que la formación de una capa de diatomeas favorece el asentamiento de ciertas esporas, mientras que impiden el anclaje de otras especies de algas.

CONSECUENCIAS ECOLÓGICAS DE LA EPIBIOSIS

Se han descrito cientos de asociaciones epibióticas y la lista de organismos epibiontes es muy larga. Además, desafortunadamente en la mayoría de los casos es imposible seguir los pasos a un determinado epibionte y saber si este fue encontrado exclusiva, regular o excepcionalmente, en un determinado basibionte (Wahl, 1989). Por otro lado, se han encontrado un gran número de organismos marinos capaces de llevar sus superficies corporales completamente limpias de epibiontes, mientras que también existen basibiontes potenciales, la mayoría sésiles y de vida relativamente larga, y organismos capaces de defenderse de la epibiosis o de tolerarla cuando quieren.

En todo caso, la epibiosis entabla una serie de beneficios y desventajas para ambos organismos, tanto para los epibiontes como para el basibionte, como se detalla a continuación.

a) Beneficios para los epibiontes:

- Existe una menor competencia por el espacio sobre los basibiontes ya que suelen tener menor cantidad de ocupantes que otras superficies (Novak, 1984).
- Es un ambiente muy favorable para especies con capacidad de colonizar superficies desocupadas, como fauna y flora de crecimiento colonial, o de reproducción asexual mediante estolones o fragmentación (Oswald & Seed, 1986).
- El movimiento del basibionte produce hidrodinamismo y turbulencia que aumenta el movimiento de nutrientes a su alrededor (Oswald & Seed, 1986), produciendo un ambiente favorable para organismos filtradores (Laihonen & Furman, 1986).
- La producción y renovación de microorganismos de la capa base de la colonización, así como los propios exudados del basibionte, elevan la concentración de nutrientes (Harrison & Durance, 1985; Oswald & Seed, 1986).
- Se trata de un hábitat muy expuesto, favorable para especies que requieren altos grados de irradiación (Brouns & Heijs, 1986).
- Protección: En algunos casos los epibiontes pueden protegerse aprovechando las propias defensas de los basibiontes (Hay, 1986; Young, 1986).
- Transporte: el basibionte sirve de medio de transporte a los epibiontes facilitándoles su dispersión y flujo genético.

b) Perjuicios para los Epibiontes:

- Inestabilidad: la mortalidad, depredación, cambios morfológicos, cambios fisiológicos, muda, fricción con otras superficies, exudación de metabolitos, etc., es totalmente impredecible para el epibionte (Novak, 1984). Estos cambios del basibionte pueden deberse a un gran número de causas, como fases del ciclo de vida, la estación del año, la presión de predadores sobre el basibionte, respuestas ante cambios ambientales, etc.
- Competición alimenticia: entre el epibionte y el basibionte, aunque generalmente es favorable al epibionte ya que suele estar en una posición más estratégica (Novak, 1984).
- Depredación: los epibiontes pueden ser víctimas de los predadores de su basibionte (Oswald et al., 1984).
- Estrés fisiológico: debido a los bruscos cambios ambientales que pueden sufrir aquellos epibiontes que viven sobre un basibionte que realiza grandes movimientos. Uno de los ejemplos más drásticos es el caso de los epibiontes que viven sobre el caparazón de la tortuga boba (*Caretta caretta*), ya que este basibionte pasa por ambientes costeros, oceánicos y terrestres (Caine, 1986).

c) Beneficios para el basibionte:

- Aporte de metabolitos: los epibiontes pueden aportar al basibionte vitaminas (Lynch et al., 1979), y/o compuestos nitrogenados (Goering & Parker, 1972), microambientes físicos que facilite la absorción de nitrógeno (Lupton & Marshall, 1984), o incluso pueden beneficiarse de los exudados de las diatomeas y macroalgas epifitas.
- Protección ante desecación: la capa de epibiontes protege al basibionte de la desecación en zonas intermareales ya que retienen una gran cantidad de agua (Penhale & Smith, 1977).
- Protección mecánica: el basibionte se ve beneficiado de las defensas externas o químicas propias de sus epibiontes, como por ejemplo, de los cnidarios, esponjas o cianobacterias (Bakus et al., 1986; Barkai & McQuaid, 1988).
- Camuflaje: junto con el propiamente visual, hay que tener en cuenta que generalmente los predadores detectan a sus presas químicamente, por lo que los exudados de la capa de epibiontes proporciona al basibionte un camuflaje químico excepcional (Bakus et al., 1986; Barkai & McQuaid, 1988).

d) Perjuicios para el basibionte:

- Incremento de peso: principalmente debido a epibiontes calcáreos (coralarios, bivalvos, poliquetos y briozoos) (Oswald & Seed, 1986), reduciendo su flotabilidad y movilidad.
- Reducción de la elasticidad: debido a la presencia de epibiontes rígidos como briozoos (Dixon et al., 1981). Esto puede a su vez aumentar la fragilidad del basibionte sobretodo si se ve sometido a variaciones bruscas en la turbulencia.
- Aumenta la fricción: sobretodo si se trata de epibiontes erectos o rugosos (Caine, 1986).
- Anclaje mecánico: cuando se trata de epibiontes de formas alargadas (Witman & Suchanek, 1984).
- Cambios de pH y condiciones redox: algunos epibiontes pueden producir exudados y compuestos que ataquen químicamente algunas partes más sensibles del cuerpo del basibionte (Terry & Edyvean, 1981).
- Reducción de la luz: debido al sombreado que produce la capa de epibiontes. Puede llegar a disminuir en más del 80% la entrada de luz (Sand-Jensen & Revsbech, 1987).
- Ingestión de compuestos dañinos a través de la piel: algunos epibiontes segregan compuestos como sales minerales, materia orgánica disuelta, iones o gases, que pueden pasar al basibiontes a través de su piel.

- Competición por nutrientes: entre el epibionte y el basibionte (Novak, 1984).
- Daños producidos por depredadores de los epibiontes (Oswald et al., 1984; D'Antonio, 1985).
- Pérdida de energía al intentar defenderse de la epibiosis: la energía utilizada en la defensa del basibionte contra la epibiosis disminuye la energía necesaria para la reproducción o el crecimiento (Bazzaz et al., 1987).

Hasta la fecha, la epibiosis no ha podido clasificarse globalmente como favorable o perjudicial ni para el epibionte ni para el basibionte, aunque tras esta revisión, parece ser que la epibiosis es generalmente más favorable para los epibiontes.

Hay que tener en cuenta que los epibiontes potenciales deben tener un alto rango de tolerancia. Por otro lado, se ha observado que algunos basibiontes son capaces de adaptarse a la epibiosis, o simplemente tolerarla, pero que una gran mayoría se protegen de ella de muy diversas formas: (1) Defensas mecánicas como, acelerando su crecimiento para crear tejidos nuevos rápidamente, con estructuras especiales como espinas o espículas (Dyrynda, 1986), mediante mudas periódicas de cutícula o epidermis (Caine, 1986; Wahl, 1987), rascándose con el sedimento o con el propio agua acelerando su movimiento y modificando las condiciones hidrodinámicas alrededor de su cuerpo, o incluso retirándolos directamente con apéndices especializados (Dyrynda, 1986); (2) Defensas físicas, que consisten en la producción de iones libres en las capas más externas de la piel para impedir o reducir la adhesión (Fletcher & Baier, 1984); (3) Defensas químicas como la variación del pH (Baker & Orr, 1986), exudando metabolitos secundarios (toxinas) (Wahl, 1987), o produciendo mucus que impide la adhesión (Dyrynda, 1986); y finalmente, (4) defensas extrínsecas como la asociación con organismos que segregan sustancias antifouling, o la asociación con predadores de epibiontes que ramonean la superficie del basibionte (D'Antonio, 1985; Wahl, 1987).

El gasto energético para defenderse de la epibiosis puede ser demasiado costoso, solo hay que ver como en condiciones extremas, cuando el basibionte no está en buenas condiciones, o simplemente cuando hay un déficit de nutrientes, dichos basibiontes reducen drásticamente sus defensas contra este proceso (Larsson et al., 1986), aumentando fuertemente los procesos de epibiosis.

ESPECIFICIDAD DE LA EPIBIOSIS

En los ambientes terrestres se han observado miles de especies epibiontes (algas, líquenes, musgos y algunas fanerógamas), pero la mayoría de estas asociaciones se encuentran en ambientes muy húmedos y en el reino vegetal (tanto epibiontes como basibiontes) (Bruteig, 1994). En el medio acuático decenas de miles de especies han adquirido esta forma de vida, aunque la mayoría son especies marinas, y principalmente formas bentónicas.

En los ambientes bentónicos, las especies compiten fuertemente por colonizar nuevas superficies, por lo que el sustrato es un factor limitante. Este hecho, junto con la característica biológica de la mayoría de especies bentónicas, de poseer estadios (generalmente larvarios) mero planctónicos, ha dado facilidades y una gran ventaja a aquellos organismos capaces de colonizar sustratos vivos (Davis et al., 1989). Estos dos factores indican que probablemente los organismos epibiontes fueron organismos bentónicos que se adaptaron evolutivamente a vivir sobre otro ser vivo. Unos de ellos han desarrollado un pie o disco de adhesión capaz de resistir las corrientes y el hidrodinamismo creado por el animal sobre el que viven (Budreau et al., 1990; Kjelleberg & Holmstrom, 1994), e incluso adaptado sus métodos de adhesión al nuevo sustrato (tejidos vegetales y animales, o estructuras calcáreas animales) (epibiontes sésiles). Otros organismos han desarrollado estrategias para vivir sobre otro ser vivo sin adherirse a él, buscando las zonas de menor hidrodinamismo y realizando desplazamientos lentos y cortos, sin alejarse mucho de él (epibiontes sedentarios).

Wahl & Mark (1999) analizaron 2000 asociaciones epibióticas descritas y encontraron 15 filos (animales y vegetales) que engloban la gran mayoría de especies que participan en alguna etapa de su vida o durante toda ella en esta asociación. Los filos son los siguientes: protozoos, diatomeas, algas (rodófitas, feofitas y clorofilas), poríferos, cnidarios, moluscos, briozoos, poliquetos, equinodermos, crustáceos, tunicados, espermafitas y vertebrados. Algunos de estos filos se han observado principalmente como epibiontes: algas, briozoos, cnidarios, poríferos, poliquetos,

tunicados, diatomeas y protozoos (los dos últimos exclusivamente epibiontes), otros principalmente como basibiontes: crustáceos, moluscos, equinodermos, espermatofitas y vertebrados (los tres últimos exclusivamente como basibiontes). Estos datos sugieren que los epibiontes son principalmente organismos de pequeño tamaño, de vida corta, incrustantes o filamentosos, flexibles, y con reproducción asexual facultativa u obligatoria; mientras que los basibiontes son especies de vida larga, de talla relativamente grande (casi siempre mayores que los epibiontes), pertenecientes a comunidades epibentónicas, que presentan caparazón o concha, y sésiles o de movimientos lentos.

Como se dijo en el capítulo anterior, en la mayoría de los casos la epibiosis no puede definirse como ventajosa o perjudicial para el epibionte o para el basibionte, aunque, en el caso de que los efectos sean neutrales o positivos para el basibionte y beneficiosos para el epibionte/s la selección natural puede favorecer la coevolución de ambas especies llegando a desarrollarse una asociación específica entre ambos (Wahl & Mark, 1999).

Viendo la abundancia de epibiosis en el medio acuático y el gran número de casos y adaptaciones descritas, podría esperarse una elevada proporción de asociaciones epibióticas específicas. Por el contrario, los estudios realizados sugieren que la mayoría de epibiontes muestran una especificidad realmente baja por un determinado basibionte o sustrato, por lo que un mismo epibionte puede encontrarse colonizando una grandísima variedad de sustratos o basibiontes (Wahl, 1989). También se ha demostrado que la mayoría de epibiontes tienen mayor afinidad por los sustratos artificiales en lugar de los sustratos vivos (Wahl & Mark, 1999), e incluso tienen preferencias por unos basibiontes mas que por otros.

En todo caso, se han encontrado algunos epibiontes específicos: bacterias (Jonson et al., 1991), protozoos (Chiavelli et al., 1993), rodófitas (Lining & Garbary, 1992), briozoos (Duarte & Chia, 1991), y cirrípedos (Rajaguru & Shanta, 1992). Sin embargo, la mayoría de especies epibiontes puede encontrarse también viviendo en comunidades del *fouling* local, o en objetos a la deriva (D'Antonio, 1985; Gaiser & Bachmann, 1993).

A pesar de estos ejemplos, la escasez de especificidad en la epibiosis sigue siendo muy sorprendente. Wahl & Mark (1999) describen dos respuestas principales para este fenómeno: la primera, la capacidad de las superficies vivas de defenderse de la epibiosis. Como ya citamos en el apartado anterior las formas de defenderse pueden ser mecánicas, físicas, químicas o extrínsecas (Wahl et al., 1998), por lo que, para llegar a ser un epibionte específico, el epibionte debería llegar a tolerar todas las formas de defensa que utilice el basibionte determinado; y la segunda, la rápida transición evolutiva de la epibiosis específica al endoparasitismo o endosimbiosis. Este fenómeno ya ha sido descrito por algunos autores: Kelley & Williams (1992) describen como determinadas bacterias penetran en un hospedador y se vuelven endoparásitos o patógenos; ciliados del grupo *trichodine* descritos como parásitos y como endoparásitos (Dogiel, 1963); Sturch, (1926) sospecha que algunas algas rojas endoparásitos de otras rodófitas procedían de predecesores epifitos; las algas pardas microscópicas que viven en el espacio intercelular de algunas macroalgas estaban descritas como algas epifitas, y su capacidad de fotosíntesis sugiere que se trata de una etapa intermedia entre la epibiosis y el endoparasitismo (Wahl & Mark, 1999); el crustáceo endoparásito del género *Sacculina* está estrechamente relacionado con otros organismos del *fouling* y/o cirrípedos epibiontes (Dogiel, 1963); los organismos endosimbiontes zooxantelas y zoochlorela derivan presumiblemente de formas epibióticas (Dogiel, 1963); procariotas del género *Prochloron* viven en epi- y/o endo-simbiosis con poríferos y tunicados; etc.

Hay que tener en cuenta que muchos organismos epibiontes no han llegado nunca a producir formas endoparásitas, pero si que esta evolución puede ser muy beneficiosa para el epibionte ya que una vez dentro del basibionte, se protege totalmente de sus depredadores y aumenta enormemente su relación con éste, e incluso pudiendo llegar a ser beneficiosa también para el basibionte (endosimbiosis), o perjudicial (endoparasitismo).



Fig. 2. Invasión de macro-fouling de un bidón a la deriva varado en la costa. Foto de Amanda Bertuchi, localizada en <http://www.glaucus.org.uk/Barnacles.htm>



Fig. 3. Invasión de macro-fouling de una hélice de barco. En <http://www.YachtPats.com>.



Fig. 4. Epibiosis marina en varios ejemplares de tortuga boba (*Caretta caretta*). Fotos: Pedro López (arriba izquierda); Oscar López (arriba derecha); Jochen Messmer (abajo).



Fig. 5. Epibiosis marina en una tortuga Carey (*Eretmochelys imbricata*). Foto cedida por los hermanos Liria-Loza.

2. - SITUACIÓN GEOGRÁFICA Y OCEANOGRÁFICA DE CANARIAS

LA MACARONESIA

El sonoro término Macaronesia, de etimología griega (*makáron* = felicidad, *nesoi*= islas) es utilizado por los estudiosos de la naturaleza para expresar un concepto fundamentalmente biogeográfico y botánico, ya que fueron los botánicos los que han venido considerándola hasta el presente como una unidad fitogeográfica basándose en la vegetación relictica de laurisilva como "denominador común" (Machado, 1998).

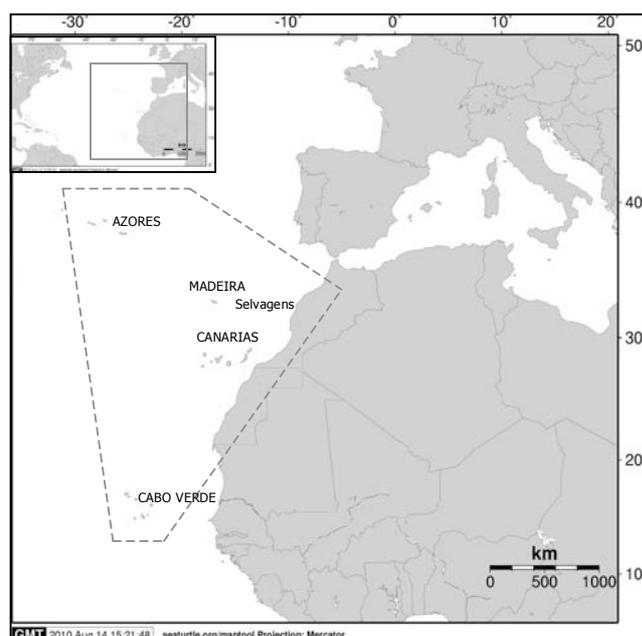


Fig. 6. Localización geográfica de la Región de la Macaronesia en el Océano Atlántico y archipiélagos que la conforman.

La Macaronesia comprende los archipiélagos noratlánticos de Azores, Madeira, Salvajes, Canarias y Cabo Verde, además de una amplia franja costera africana situada frente a dichas islas y que va desde Marruecos hasta Senegal. Esta extensa unidad biogeográfica, se localiza entre las coordenadas 39° 45' N, 31° 17' W de la isla más septentrional, Corvo (Azores), y 14° 49' N, 13° 20' W de Brava (Cabo Verde), la más meridional. La isla de Flores (Azores) es la más alejada del continente europeo, a 1.900km y Fuerteventura (Canarias) la más próxima, a 96km de África (Báez y Sánchez-Pinto, 1983). Como es lógico, estas situaciones geográficas tan dispares propician una gran variabilidad climática, lo que a su vez, condiciona el poblamiento biológico de cada una de ellas. Si a esto le añadimos las notorias diferencias en cuanto a distancias al continente entre unos archipiélagos y otros, se hace evidente la necesidad de tener en cuenta todos esos factores a la hora de hacer estudios y valoraciones biogeográficas y ecológicas.

Además de este factor fitogeográfico, los archipiélagos macaronésicos tienen en común su origen volcánico. Se trata de islas oceánicas, es decir, que emergieron como consecuencia de la geodinámica del Océano Atlántico, tras sucesivas erupciones submarinas a través de fracturas y zonas de debilidad de la corteza oceánica. Las investigaciones oceanográficas de los fondos atlánticos en las últimas décadas han revelado que su edad aumenta en ambas direcciones a medida que se alejan de la dorsal (1 ó 2cm al año). Debido a este hecho en el archipiélago de Azores hay dos islas (Flores y Corvo), las más jóvenes, que se están alejando del resto en dirección a América, ya que se encuentran separadas de las demás por la dorsal atlántica (García-Talavera, 1999). Incluso, las alineaciones insulares, con un predominio NE-SW y NNW-SSE, vienen determinadas por la geodinámica atlántica (dato que corroboran las alineaciones de los bancos submarinos de la región).

Los archipiélagos macaronésicos comenzaron a poblarse desde el momento en que se enfriaron los materiales magmáticos que emergieron del fondo del océano, mediante tres agentes fundamentales: los vientos (*anemocoria*), las corrientes marinas (*hidrocoria*) y las aves (*ornitocoria*). Por otro lado, debemos considerar al hombre como un agente de dispersión biológica importante (*antropocoria*), muchas veces nefasta (García-Talavera, 1999). Factores como la distancia al continente, el clima, la edad, la situación geográfica, la superficie y la altura de las islas juegan un papel muy importante en el poblamiento, así como los actuales bancos submarinos que rodean a los archipiélagos, los cuales han actuado como "puentes" de dispersión y colonización en las épocas en que esos bancos, como el de Ormonde, Gettysburg, Ampere, Seine, Dacia, Concepción y otros, fueron islas, algunas de superficie considerable (200-300km²) (García-Talavera, 1999).

Con respecto al poblamiento marino, hay que tener en cuenta que las especies marinas tienen una mayor capacidad y posibilidades de dispersión debido a las corrientes, sobre todo en su etapa larvaria, ya que el mar es un medio extenso y homogéneo que rodea todas las islas. En cualquier caso, cabe decir que el sistema de circulación de las corrientes y las condiciones oceanográficas han variado con el tiempo, permitiendo el avance o retroceso de fauna y flora desde zonas frías hacia los trópicos, o viceversa, como es el caso de la presencia de fauna tropical en Azores durante el Cuaternario. También es importante resaltar la gran capacidad de dispersión genética que tienen algunas especies marinas para desplazarse a largas distancias en sus estadios larvarios a través de las corrientes, por ejemplo, se han detectado más de 120 especies de moluscos gasterópodos anfiatlánticos (que viven en las dos orillas del océano), al igual que sucede con muchos peces, crustáceos, equinodermos, algas, y otros grupos de fauna y flora marinas.

En los ecosistemas insulares, sobre todo en islas oceánicas, los fenómenos evolutivos de especiación o radiación adaptativa actúan con mayor rapidez que en los ecosistemas continentales, aunque al mismo tiempo, esos endemismos se vuelven más vulnerables ya que han perdido sus mecanismos de defensa contra los competidores del continente. Parece ser que una de las salidas más frecuentes que encuentran esas especies en el medio insular es el cambio de tamaño, observándose en muchos casos la tendencia tanto al gigantismo como al enanismo, de tal manera que los pequeños herbívoros (roedores, lagomorfos, tortugas terrestres) tienden a aumentar su tamaño corporal, mientras que los predadores carnívoros (mamíferos y reptiles) lo hacen a la inversa. Como es de suponer, estos cambios están relacionados con la disponibilidad de recursos energéticos (alimento). En todo caso, la vulnerabilidad es mayor en las especies de gran tamaño y en el registro fósil de Canarias hay buenos ejemplos de ello, como son las tortugas gigantes fósiles (*Geochelone spp.*) de Tenerife, Gran Canaria, Fuerteventura y Lanzarote; el lagarto gigante (*Gallotia goliath*) de Tenerife y La Gomera; y la rata gigante (*Canariomys spp.*) de Tenerife y Gran Canaria. En suma, parece que ésta es una norma que se repite en las islas a lo largo del tiempo, basta comparar los dos archipiélagos volcánicos de Galápagos y Canarias para darnos cuenta de que, en el primero -mucho más joven- está sucediendo ahora lo que ocurrió en Canarias hace millones de años (grandes tortugas terrestres, iguanas-lagartos) (García-Talavera, 1999).

En los pequeños archipiélagos macaronésicos, verdaderos laboratorios de la evolución, la presencia del hombre ha supuesto un duro golpe a sus ecosistemas y biodiversidad. La limitada superficie insular acentúa la fragilidad de los mismos y su indefensión ante la arribada del gran "superdepredador", como sucedió con los marsupiales de Tasmania, las moas de Nueva Zelanda, las aves elefante de Madagascar, el dodó de Mauricio y las tortugas gigantes de las islas Mascareñas, entre otros. En la Macaronesia la intervención humana ya se ha hecho notar con la desaparición de la foca monje (*Monachus monachus*) y del milano (*Milvus milvus*) en Canarias, los grandes escíncidos de Cabo Verde (*Macroscincus coctei*) o los dragos (*Dracaena draco*) de Porto Santo (Madeira). En el caso de las tortugas marinas se han encontrado testimonios escritos en los que se describe como antiguamente nidificaban en el archipiélago canario y que se citan más adelante.

Es importante tener en cuenta que son múltiples los testimonios que indican en la Macaronesia un pasado climático diferente: desde los movimientos eustáticos del nivel del mar durante las glaciaciones, reflejado en los bancos submarinos; cambios de superficie de las islas en tan sólo unos miles de años (Porto Santo actual, 69km² y hace 18.000 años, 300km²); las playas levantadas, algunas a más de 70m sobre el nivel actual; cambios altimétricos en los ecosistemas zonales (pisos) y en la cota de nieves perpetuas (formaciones periglaciares en Las Cañadas del Teide, Tenerife). También es importante señalar otros hechos y factores inherentes a las oscilaciones climáticas, como las migraciones, barreras biogeográficas, extinciones, cambios en la circulación de los vientos y de las corrientes marinas, etc., a los que habría que añadir los eventos ocasionales a nivel global, como El Niño, la caída de grandes meteoritos (1 cada 100.000 años) y erupciones catastróficas (Krakatoa), entre otros, que, con toda probabilidad, afectaron en más de una ocasión a estas islas (García-Talavera, 1999). Es muy posible que muchas formaciones litorales de las islas macaronésicas, a las que no se ha conseguido dar explicación, así como las extinciones de algunas especies, tengan su origen en acontecimientos naturales de consecuencias catastróficas como estos.

	Archipiélago de AZORES	Archipiélago de MADEIRA	ISLAS SALVAJES	Archipiélago de CANARIAS	Archipiélago de CABO VERDE
Distancia a continente / archipiélagos	1.600km de Portugal 2.700km de America del Norte	950km de Europa 700km Africa	250km de Madeira 160km de Tenerife	96km de Africa	500km de África 1.300km de Canarias
Extensión	2.350km ²	800km ²	5km ²	7.540km ²	4.000km ²
Islas	San Miguel Santa María Terceira San Jorge Graciosa Pico Faial Flores Corvo	Porto Santo Madeira Las Desertas	Salvaje Grande Gran Pitón Ilheu de Fora	El Hierro La Palma La Gomera Tenerife Gran Canaria Fuerteventura Lanzarote	Santo Antao Sao Vicente Santa Lucía San Nicolao Sal Boavista Maio Santiago Fogo Brava
Edad geológica	15-1 m.a.	18-2 m.a	27-24 m.a	21-1 m.a	> 100 m.a.
Temperaturas medias del arie	14- 22°C	18-20°C	19-21°C	20 - 22°C	23 - 29°C
Clima	Océánico Templado Húmedo	Océánico Subtropical - Templado	Océánico Subtropical árido	Océánico Subtropical Árido y Húmedo	Tropical Templado Seco Sahariano
Características	Los endemismos son escasos debido a la juventud del archipiélago. Fauna y flora marina muestran mayor afinidad con Europa que con otros archipiélagos macaronésicos, aunque se ve bastante influenciado por la corriente del Golfo.	La fauna madeirense se encuentra en una situación intermedia entre Canarias y Azores. En el pasado la foca monje (<i>Monachus monachus</i>) era abundante en el archipiélago.	Son restos de unas islas mucho mayores (100km ² hace 18.000 años) y están condenadas a desaparecer bajo el mar en el futuro. Abundancia de aves marinas y moluscos gasterópodos como la lapa de gran tamaño (<i>Patella candei</i>) y el "burgado" endémico (<i>Osilinus selvagensis</i>).	Poseen una mayor biodiversidad que las demás debido a su extensión, mayor altitud, cercanía al continente, y situación oceanográfica.	Posee fondos coralinos, que no constituyen verdaderos arrecifes, pero conforman ecosistemas particulares. Incorporación de elementos tropicales que no están presentes en el resto de la Macaronesia. Único archipiélago en el que nidifica la tortuga <i>Caretta caretta</i> , siendo una de las más grandes del mundo.

Fig. 7. Características principales de los archipiélagos macaronésicos.

ZOOGEOGRAFÍA MARINA DE LAS ISLAS MACARONÉSICAS

El mar presenta barreras hidrográficas (basadas principalmente en la temperatura y la salinidad) que lo dividen, tanto horizontal como verticalmente. Las distribuciones geográficas actuales de las especies son el producto de la historia geológica de los mares, de la dirección de las corrientes, de la posibilidad de dispersión de cada una y de la tolerancia que presentan a las variaciones de los factores físico-químicos (Bacallado 1984).

Las corrientes constituyen un factor primordial a tener en cuenta en el estudio de las poblaciones marinas, principalmente cuando se trata de islas. Es sabido que las fases larvianas de multitud de organismos bentónicos, integrantes del plancton, son transportadas por las corrientes, pudiendo recorrer muchas millas antes de fijarse definitivamente en los fondos de una región determinada. En el caso concreto del Océano Atlántico, gracias al sistema de la Corriente del Golfo hay muchos autores que aseguran que hay un gran intercambio larvario entre ambos lados (Bacallado 1984).

Un factor que ha influido fundamentalmente en la constitución y composición de la fauna marina de la Macaronesia es su situación geográfica, próxima a las costas atlánticas europeas y africanas y en el paso de la rama descendente del sistema de la Corriente del Golfo, que pone en contacto las costas tropicales y subtropicales americanas con las costas templadas europeas. Además, la influencia de las aguas aportadas por este sistema de corrientes, junto con las corrientes frías que emergen del afloramiento (*upwelling*) del vecino continente africano, ha propiciado que las temperaturas superficiales del mar sean inferiores a las que teóricamente le corresponderían por latitud, generando un ambiente más templado de lo esperado.

Como consecuencia de las posibilidades de contacto y el amplio espectro de condiciones ambientales, en la Macaronesia se puede observar una fauna marina en la que coexisten elementos característicos de distintas áreas y de muy diversas exigencias ecológicas:

- *Atlántico-mediterráneos*: característicos de la región que va desde el canal de la Mancha hasta Cabo Blanco, incluyendo el Mediterráneo y los Archipiélagos macaronésicos.
- *Anfiatlánticos tropicales y subtropicales*: Propios de costas tropicales y subtropicales del Atlántico
- *Pantropicales*: Presentes en todas las regiones tropicales y subtropicales del mundo.
- *Subtropicales y Tropicales del Atlántico Oriental*: Característicos del sector que se extiende desde las costas portuguesas y marroquíes hasta la región tropical del Atlántico Oriental.



- Atlántico-mediterráneos-boreales: Característicos de las aguas boreales y cálido-templadas del Atlántico Oriental.
- Cosmopolitas: Presentes en la mayoría de las regiones marinas.
- Macaronésicos: Característicos de la Macaronesia.
- Endémicos: Propios de cada una de las Islas.

(Las proporciones varían según los grupos zoológicos y sus posibilidades de dispersión).

La Macaronesia ha sido tradicionalmente considerada parte integrante de la región zoogeográfica marina Atlántico-Mediterránea. Pero si se tienen en cuenta las afinidades faunísticas, esta región puede dividirse en diferentes provincias zoogeográficas, aunque en este punto hay disparidad de opiniones. Tradicionalmente se subdivide en: Lusitania: Desde el Canal de la Mancha hasta Gibraltar; Mediterránea: comprende el Mediterráneo; y Mauritana: Desde Gibraltar hasta Cabo Blanco.

Los estudios de Maurin (1968) y Casanova & Judkins (1977), con peces y decápodos de fondo y de fauna pelágica profunda de zooplancton y micronecton respectivamente, sugieren las siguientes provincias: Provincia Vizcaína: Sector del Golfo de Vizcaya que se caracteriza por un poblamiento dominante boreal; Provincia Ibero-Marroquí: Desde la provincia anterior hasta las latitudes de Canarias y se caracteriza por una fauna subtropical dominante; Provincia Sahariana: Desde Cabo de Juby hasta Cabo Blanco y se caracteriza por una fauna muy parecida a la provincia anterior con numerosos aportes tropicales (africanas y americanas) y algunos reductos de elementos boreales (que prosperan en la región de cabo Blanco, en las aguas frías del afloramiento mauritano); Provincia Mediterránea: Comprende el Mediterráneo y se caracteriza por una fauna de origen atlántico que ha experimentado en cierta medida modificaciones, incluso dando lugar a razas geográficas (o subespecies) y endemismos.

Parece claro que las Islas Canarias están bien encuadradas en la región Atlántico-Mediterránea, guardando mayor afinidad con el sector que abarca desde las costas del sur de Portugal hasta el extremo sur de las islas, incluyendo el Mediterráneo Occidental. Pero al igual que Azores y Madeira, presentan una fauna con características peculiares debido a una mayor presencia de especies pantropicales, anfiatlánticas tropicales y subtropicales, y a la ligera influencia de la fauna propia del Atlántico Oriental tropical y a un cierto grado de endemismo (Brito et al., 1984)

Con respecto a las especies de distribución anfiatlántica, se observa un aumento hacia el sur sobre la línea Azores-Madeira-Canarias, produciéndose un incremento notable entre el primer archipiélago y el conjunto Madeira-Canarias; estas especies normalmente no se encuentran en la costa continental africana. Tal distribución está sin duda relacionada con la circulación del sistema de la Corriente del Golfo y con la existencia de aguas frías en las costas africanas por encima de Senegal. Llamam la atención los bajos porcentajes de especies propias del Atlántico Oriental tropical, para la mayoría de las cuales Canarias-Madeira representan el límite norte de sus áreas de distribución. Estos bajos porcentajes están relacionados con la falta de una corriente neta en sentido ascendente. En cuanto a las especies consideradas exclusivamente de las islas macaronésicas, es de notar, dentro de la unidad Azores-Madeira-Canarias, una mayor ligazón entre los dos últimos archipiélagos.

Las islas de Cabo Verde, aunque comparten algunas de estas especies, son ya típicamente tropicales y están encuadradas en la región zoogeográfica tropical este-atlántica o Guineana. El bajo porcentaje de endemismos, en comparación con otras islas del Atlántico Oriental tropical, se atribuye a la falta de estabilidad térmica como consecuencia de la caída de temperatura en el Pleistoceno, que no permitió forjarse un proceso evolutivo fuerte.

Por otro lado, hay que tener en cuenta que las aguas por encima de los 100m son las más influenciadas por la climatología general del sector y adoptan características propias. En Canarias son de condiciones térmicas bastante estables a lo largo del año, sin grandes oscilaciones estacionales de temperatura, aunque en las zonas costeras las características físico-químicas generales se alteran notablemente debido a la influencia de la climatología y topografía locales, en especial en las zonas mas llanas y de fuerte insolación, adoptando condiciones más tropicales; Este tipo de situaciones se da con mas frecuencia en los sectores del sur de las islas, originando la presencia en ellas de especies más tropicales (Brito et al., 1984).

EL ARCHIPIÉLAGO CANARIO

El Archipiélago Canario, integrado por 7 islas grandes, 4 isletas y varios islotes y roques, ocupa una superficie oceánica de 7.540km², y por lo tanto es, con mucho, el más extenso de la Macaronesia. También es el que posee la máxima altura (3.718m en el Teide, Tenerife), factor que le otorga mayores posibilidades a la hora de tasar la biodiversidad. Asimismo, es el más próximo al continente africano (96km), lo que aumenta la facilidad de poblamiento y afinidades con este continente.

Las islas canarias emergieron hace unos 21 millones de años empezando por Fuerteventura y Lanzarote y terminando por El Hierro hace 1 millón de años. Un hecho importante a resaltar es la gran repercusión paleobiogeográfica que han tenido las últimas crisis climáticas por las que ha atravesado nuestro planeta en el poblamiento y evolución de la fauna y flora de las islas. En la época del máximo de la última glaciación cuaternaria (hace 18.000 años), en la que el nivel del mar estaba unos 120m por debajo del actual, Fuerteventura, Lanzarote y las isletas e islotes formaban una única isla, denominada Mahan, de unos 5.000km² de superficie, 200km de largo y a tan sólo 60km de distancia del continente. Además, entre la península de Jandía (Fuerteventura) y Gran Canaria, existía la isla Amanay, de unos 100km² de extensión, que en la actualidad es un banco submarino con abundante pesca, a tan sólo 25m de la superficie del mar (Fig. 8).

Si a todo esto añadimos el sensible incremento en la extensión y altura, la variación del contorno de las islas y la consiguiente reducción de las distancias entre las mismas -al quedar emergidas las plataformas insulares- encontramos con un marco geográfico bien diferente al actual que hay que tener en cuenta a la hora de estudiar su biogeografía, poblamiento, paleoecología o evolución insular.

El clima de Canarias viene determinado por los vientos dominantes -los alisios-, las corrientes oceánicas, -Corriente de Canarias-, y su latitud geográfica. La combinación de estos factores hacen que el clima de este archipiélago se considere entre los más privilegiados del mundo, con temperaturas medias suaves (20-22°C), con poca variación anual y precipitaciones anuales escasas, principalmente en Fuerteventura y Lanzarote (100-150mm). Un incidente climático que no hay que olvidar es la presencia en estas islas, con cierta frecuencia, de vientos procedentes del Sáhara (*Harmattan*) con polvo en suspensión, fenómeno conocido en Canarias como "*tiempo sur*", que reducen sensiblemente la visibilidad (*calima*) (Fig. 9).

El archipiélago canario es el que presenta mayor biodiversidad de toda la Macaronesia, consecuencia lógica de sus mayores dimensiones de superficie y altura y de su proximidad al continente. Por estos motivos la fauna y la flora de Canarias son, en líneas generales, las más ricas, contando con un gran número de endemismos: el pinzón azul (*Fringilla teydea*), la paloma rabiche (*Columba junoniae*), la paloma turquí (*Columba bolli*), la tarabilla canaria (*Saxicola dacotiae*), los grandes lagartos como *Gallotia simonyi* de la isla de El Hierro, *Gallotia stehlini* de Gran Canaria, *Gallotia sp.* en Tenerife, etc. No menos interesante resulta la fauna fósil de vertebrados, fiel testimonio de un pasado insular sorprendente, como lo demuestra la presencia de aves gigantes en el Mioceno superior (6 m.a.) en Lanzarote y de grandes tortugas terrestres cuyos restos han aparecido en el Plioceno de

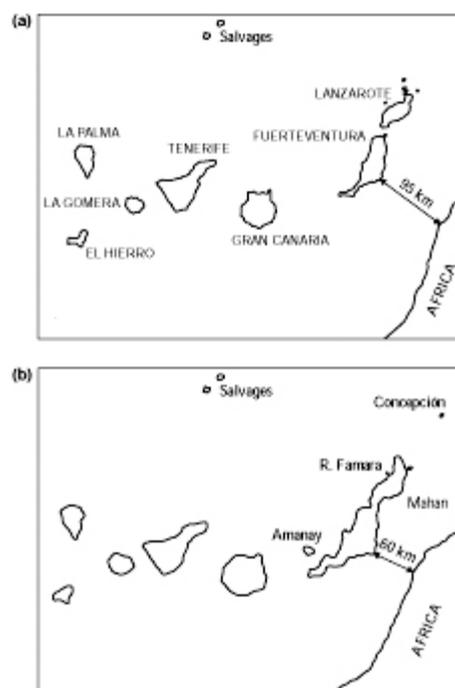


Fig. 8: Paleogeografía de las Islas Canarias. a) Presente. b) Hace 18000 años. En García-Talavera (1999).



Fig. 9: Foto de satélite (MODIS) del 17/2/04, que muestra el fenómeno de "*Calima*" en Canarias. En <http://www.calimacanarias.org>.



Fuerteventura (*Geochelone sp.*) y en el Pleistoceno de Gran Canaria (*G. vulcanica*) y de Tenerife (*G. burchardi*). Los lagartos también han tenido representantes gigantescos en el pasado de estas islas, *Gallotia goliath*, que vivió en Tenerife y La Gomera hasta hace unos pocos miles de años, alcanzaba 1.5m de longitud total.

Los organismos marinos fósiles aparecen en Canarias, por lo general, formando parte de los depósitos litorales conocidos como "playas levantadas". Claros ejemplos los tenemos en la llamada "terrazza de Las Palmas" (+75m), en Gran Canaria, en donde encontramos, entre otros, dientes del tiburón gigante (*Carcharodon megalodon*) o del gran erizo marino *Clypeaster altus*. Pero siempre son los moluscos los más abundantes en este tipo de formaciones fósiles, muchas de cuyas especies, típicamente tropicales, ya no viven en aguas de Canarias, como es el caso del *Strombus latus*, gasterópodo abundante en el Cuaternario de Fuerteventura, Lanzarote y Gran Canaria, y en menor medida en Tenerife. Con respecto a los reptiles marinos, se tienen citas de la existencia de una población nidificante de tortugas marinas en las islas de Fuerteventura y Lanzarote, como se cita más adelante en el apartado de tortugas marinas en Canarias.

CONDICIONES OCEANOGRÁFICAS DE CANARIAS: *La Corriente de Canarias*

El sistema de la Corriente de Canarias es uno de los cuarenta y nueve grandes ecosistemas marinos del planeta (Sherman, 1993), definiéndose estas áreas como regiones geográficas generalmente mayores de 200.000km² caracterizadas por su batimetría, hidrografía y productividad, y a que albergan poblaciones marinas que han adaptado sus estrategias reproductivas, de crecimiento y de alimentación (Sherman & Alexander, 1989). La Corriente de Canarias alberga una de las cuatro áreas de afloramiento más importantes del mundo (siendo las otras tres, California, Perú y Benguela), aunque autores como Longhurst (1998) no la clasifica como Sistema de Corriente de Canarias, sino que distingue dos provincias, las del giro tropical-subtropical noratlántico y la provincia oriental del bioma costero Atlántico, considerando geografías ecológicas significativamente distintas. La mayor parte de estudios de la zona consideran la Corriente de Canarias como un solo sistema compuesto por dos vertientes muy claras, las aguas oceánicas y la región costera ligada al fenómeno de afloramiento africano.



Fig. 10. Grandes sistemas de corrientes del norte y centro del Océano Atlántico. Flechas oscuras corrientes cálidas; Flechas grises corrientes frías. Imagen tomada de: http://www.aq.upm.es/Departamentos/Matematicas/pgalan/Investigación/oceanos/currents_north_atlantic.jpg.

La circulación general del Atlántico Central es probablemente uno de los procesos circulatorios más conocidos desde la antigüedad, de hecho, en los viajes a América desde Europa, los marinos ibéricos del siglo XVI utilizaban la vía sur para la ida y la norte para volver, en ambos casos aprovechando

para la navegación el conocimiento que se tenía de la circulación oceánica y el régimen de vientos (Llinás et al. 2007). Sin duda, el Atlántico Norte ha recogido los primeros ejemplos de aplicación del conocimiento y de las observaciones oceánicas, resultado de encontrarse en su ribera las instituciones y consecuentemente los investigadores pioneros en el desarrollo de la oceanografía, desde Helland-Hansen Nansen, Defant, Wüst, Iselin, etc., hasta llegar al compendio clásico publicado por Sverdrup, Johnson y Fleming en 1942. Desde esa fecha, hasta la actualidad el "Giro Subtropical del Atlántico Norte", ha acumulado una extensísima bibliografía, tanto de trabajos de observación, como de análisis y modelización. The Warmwatersphera of the North Atlantic Ocean, (Krauss 1996), es una buena recopilación de conjunto de información y bibliografía de este sistema circulatorio.

La Corriente de Canarias es la rama descendiente de la Corriente del Golfo, o, el borde oriental del giro subtropical del Atlántico Norte. Dentro de la Cuenca de Canarias, el Giro hacia el sur se organiza en tres brazos, uno prácticamente junto al lado occidental de la dorsal atlántica, otro que ocupa el centro de la cuenca; y el tercero y más oriental lindando con la zona costera africana que gira entorno a Madeira y es el propiamente determinado como Corriente de Canarias (Zenk et al. 1986). Los dos primeros se juntan al norte del paralelo 22°N mientras que el de la Corriente de Canarias continúa hacia el suroeste hasta alcanzar el frente de Cabo Verde donde se incorpora a la Corriente Norecuatorial (o Corriente de Cabo Verde) (Siedler & Onken 1966). El sistema frontal de Cabo Verde (cuya denominación *Cape Verde Frontal Zone* es introducida por Zenk et al. 1991) es el área donde está situado el límite de la zona ventilada del Giro Subtropical del Atlántico Norte, respecto de la zona no afectada por este proceso, (*Shadow Zone*), como se deriva de los trabajos de Luyten et al. (1983) y Thiele et al. (1986). La forma y situación de este frente es muy variable (Manriquez & Fraga 1982, Barton 1985, Zenk et al. 1991) aunque se puede situar entorno a una línea imaginaria que uniera Cabo Blanco y el norte del Archipiélago de Cabo Verde.

En general, la Corriente de Canarias se trata de una corriente relativamente templada para la latitud donde se encuentra, debido al enfriamiento de las aguas del giro subtropical en su paso por la región de los vientos de oeste, en el área de la Azores. La temperatura superficial varía entre 18 y 23°C (Fig. 11), aunque en la costa africana puede alcanzar valores de 14°C, y la salinidad varía entre 36 y 37psu (Hernández-León et al., 2002). Bajo la capa de mezcla (100m) y hasta los 800m de profundidad se encuentra el Agua Central Noratlántica (ACNA), caracterizada por el gradiente térmico constitutivo de la termoclina oceánica permanente, que se extiende en todo el área hasta encontrarse en el límite sur con el ACSA (Agua Central Suratlántica), que ocupa su mismo papel en el hemisferio sur (aunque se extiende en el hemisferio norte hasta el frente de Cabo Verde) y que se caracteriza por ser menos salada, más caliente (Llinás et al., 2007) y por poseer una concentración de nutrientes más elevada, originando importantes pulsos productivos al aflorar, tanto en Cabo Blanco como más al sur (Mauritania) durante el desplazamiento meridional de los vientos Alisios en invierno (Hernández-León et al., 2002). Por debajo se extienden y mezclan de forma irregular en todo el área el Agua Intermedia Mediterránea (AIM) (11.9°C y 36.5psu) y el Agua Intermedia Atlántica Antártica (AIAA). Siendo predominante el AIM en la zona noroccidental y el AIAA en la zona suroriental.

La estructura térmica de la capa superficial de las aguas canarias se caracteriza por la presencia de una termoclina estacional, que se desarrolla a finales de primavera y comienzos de verano, a profundidades entre 50 y 120 metros. Esta termoclina desaparece en invierno y comienzos de primavera, alcanzando la capa de mezcla unos 100 metros de espesor como máximo.

El transporte neto de la corriente es hacia el sur, aunque la variabilidad estacional es significativa (Fedoseev, 1970), ya que aproximadamente la mitad del transporte en la columna de agua se lleva a cabo en los primeros 200m (Stramma, 1984), por lo que se ve bastante afectado por factores externos a la corriente como la climatología. En general presenta dos situaciones bastante definidas, el verano, época en la que soplan con mayor intensidad los vientos Alisios, y el invierno, caracterizado por la ausencia y disminución de su intensidad al norte del paralelo 21 (Fig. 12). Por lo tanto, de abril a septiembre, el transporte hacia el sur es mayor cerca de la costa africana, que de octubre a marzo (Stramma & Stiedler, 1988).

Sin duda, una de las características más importantes de la zona es la presencia del Afloramiento del Noroeste Africano, producido por la acción de los vientos Alisios al soplar paralelos a la costa, provocando un transporte de la masa de agua costera hacia el océano (transporte de Ekman), dando lugar a que las aguas frías y ricas en nutrientes asciendan para ocupar ese lugar. La enorme inyección de nutrientes en la capa fótica produce un espectacular incremento de la producción primaria y de

toda la trama trófica de la zona y sus inmediaciones (Hernández-León, 1998). Este afloramiento se extiende desde los 15 a 33°N cubriendo una impresionante área de la costa africana, aunque no ofrece una continuidad, sino que existen núcleos donde la surgencia es más patente, como son el Cabo Ghir, Cabo Juby, Cabo Bojador y Cabo Blanco, siendo este último el único que permanece durante todo el año (Fig. 14).

Por consiguiente, en la zona, existe un gradiente de temperatura norte-sur debido a la disminución de la latitud, y un gradiente este-oeste, desde la franja costera hacia el océano, provocado por el afloramiento. Con respecto a la salinidad se observa el mismo gradiente este-oeste, aunque integrándose con mayor intensidad hacia el océano (Mascareño, 1972). La variedad de situaciones físicas que se producen dentro de la Corriente de Canarias, produce una importante variabilidad de los organismos planctónicos que la habitan, produciéndose grandes diferencias en la composición taxonómica de los organismos que habitan en cada una de estas dos regiones. Incluso pueden encontrarse diferencias morfológicas importantes en especies que habitan ambas zonas, por ejemplo, el Copépodo *Temora stylifera* tiene un tamaño mucho mayor en las zonas de afloramiento que en las regiones oceánicas, respuesta seguramente ligada a la diferente riqueza alimenticia entre ambas (Carnero, 1975).

El ciclo oceánico de producción primaria de la zona es similar al descrito por Menzel & Ryther (1961) para el mar de los Sargazos; con valores de 800 - 1.000mgC m⁻²d⁻¹ durante el máximo de invierno y valores mínimos de unos 100mgC m⁻²d⁻¹ durante el verano; y dominando las células pequeñas de fitoplancton las zonas de alta irradiancia y baja concentración de nutrientes, mientras que en las zonas de surgencia o abundancia de nutrientes, proliferan las células de mayor tamaño.

Como consecuencia de este complejo sistema, la fauna planctónica presenta distintas composiciones según la época del año o la distancia al afloramiento. Por ejemplo, existen especies que se han considerado como indicadoras de las zonas de afloramiento, como el copépodo *Calanoides carinatus*, que permanece en hibernación en las zonas profundas durante el invierno, mientras que durante los períodos de afloramiento asciende a la superficie. También existen especies típicas de aguas afloradas (*Temora stylifera*, *Paracalanus parvus* y *Acartia danae* entre otros) y especies típicas de aguas oligotróficas (*Nannocalanus minor*, *Neocalanus gracilis* y *Eucalanus subtenuis* entre otras) (Vives, 1974, 1975). En otros grupos de mayor talla como los eufausiáceos también se producen comportamientos similares.

Otro punto importante a tener en cuenta a la hora de estudiar la diversidad marina de la zona, es la existencia de filamentos del afloramiento, que son intrusiones relativamente superficiales (profundidades máximas de 80-100m) de agua aflorada en el océano causada por, la convergencia de dos masas de agua cerca de la costa, el efecto de un remolino que se mueve lentamente cerca y paralelo a la costa, o el efecto de la corriente de chorro costera que oscila desde la costa al océano generando meandros de agua aflorada hacia el océano (Fig. 14). La consecuencia biológica de estos filamentos es el transporte de materia orgánica (nutrientes, fitoplancton y zooplancton) desde el área de afloramiento hacia el océano oligotrófico. El efecto de estos filamentos es mayor sobre el zooplancton que sobre el fitoplancton, debido a que los primeros tienen tiempos de generación mucho mayores, y por lo tanto pueden sobrevivir durante mas tiempo aún en ausencia de alimento (Hernández-Guerra et al., 1993).

Según Hernandez-León et al. (2002), en estas zonas también existen diferencias en la composición faunística que las habitan, observándose diferencias taxonómicas y morfológicas (principalmente en talla) en los grupos de copépodos distribuidos a lo largo del filamento, disminución en la abundancia de cladóceros y plancton gelatinoso conforme aumenta la distancia al afloramiento, o, por el contrario, aumento de la abundancia de adultos y larvas de otros grupos de crustáceos al alejarse del afloramiento. Estas estructuras son capaces de transportar especies neríticas hacia el interior del océano, desplazando o excluyendo las especies oceánicas propias de la zona (Rodríguez et al., 1999).

El Archipiélago Canario cubre un frente de unos 600km perpendicular al flujo principal de la Corriente de Canarias. Este hecho provocando otro fenómeno importante en el complejo sistema oceanográfico que circunda el archipiélago, los remolinos ciclónicos y anticiclónicos, que ayudados por la corriente de canarias generan trenes de remolinos al sur de las islas (Aristegui et al., 1994, 1997) (Fig. 13). Este fenómeno provoca un transferencia de biomasa que emerge en el centro del remolino ciclónico y que se sumerge en el centro del remolino anticiclónico contiguo. La pequeña capacidad natatoria del

zooplancton les permite mantenerse en superficie sin ser absorbidos por el remolino anticiclónico, acumulándose en estos grandes concentraciones de zooplancton.

En las estrechas zonas de plataforma de las islas Canarias, con características más estables, se produce una estacionalidad muy clara en los organismos presentes en ellas. Así, por ejemplo, según un estudio llevado a cabo por Arístegui et al. (2001), las poblaciones de copépodos estaban formadas por individuos de gran tamaño y portando una puesta en el mes de marzo, mientras que en junio se observaron especies de talla pequeña y diversos estadios juveniles; Los Apendiculariáceos, tuvieron comportamientos similares a las poblaciones de copépodos, mostrando sus valores máximos a finales de marzo, principios de abril; Los Cladóceros presentaron incrementos significativos puntuales a final de primavera; los suspensívoros en invierno y primavera; y los carnívoros a finales de verano y durante el otoño.

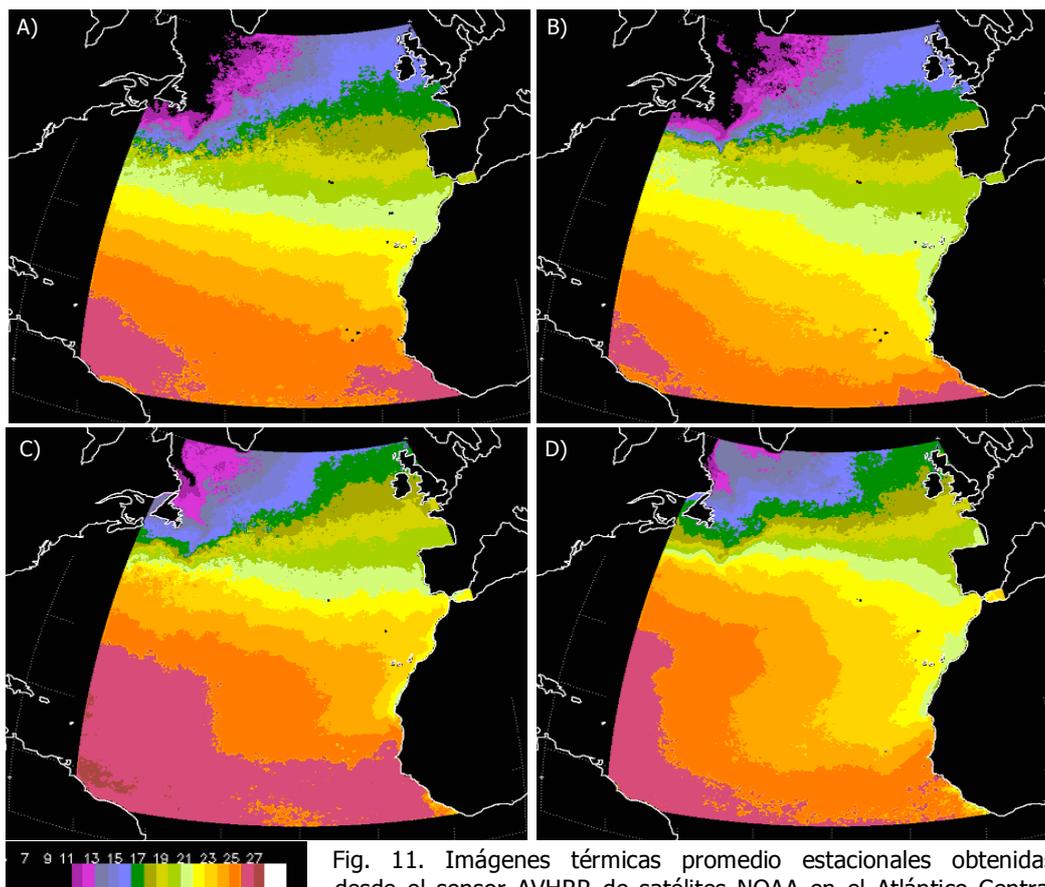


Fig. 11. Imágenes térmicas promedio estacionales obtenidas desde el sensor AVHRR de satélites NOAA en el Atlántico Central norte. A) Diciembre, enero y febrero (DEF); B) Marzo, abril y Mayo (MAM); C) Junio, julio y agosto (JJA); D) septiembre, octubre y noviembre (SON). Imagen tomada de Llinás et al. (2007).

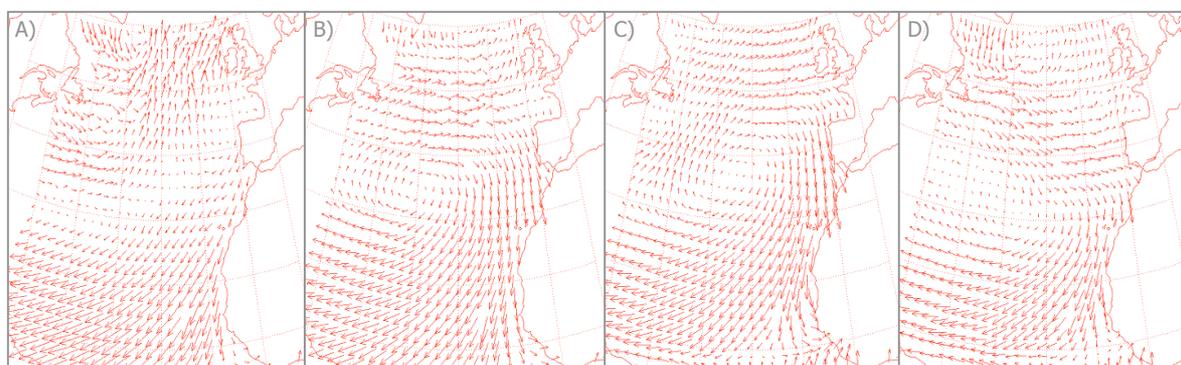


Fig. 12: Imágenes estacionales de velocidad y dirección medios del viento en la superficie marina en el año 2002, obtenidas de datos ofrecidos por sensores SEA WINDS instalados en el satélite QUIKSCAT. A) DJF; B) MAM; C) JJA; D) SON. Figura tomada de Llinás et al. 2007.

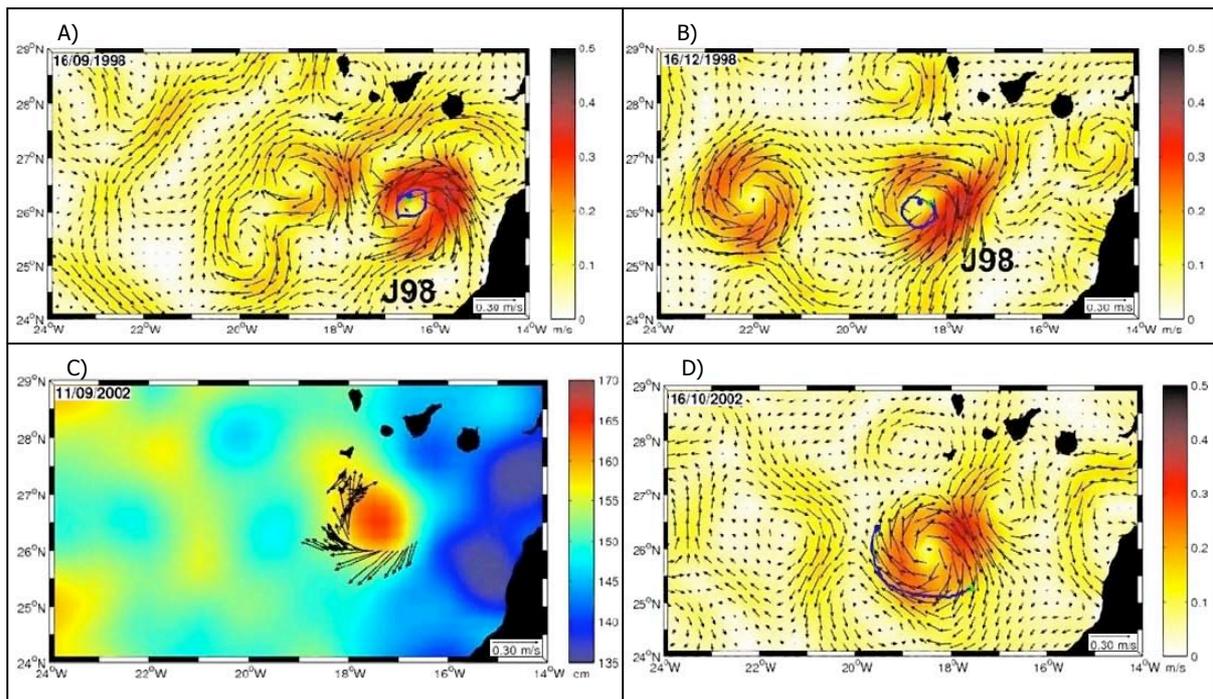


Fig. 13: Comparación de las velocidades geostroficas calculadas a partir de altímetros con otros recursos: A) y B) secuencia de 2 imágenes (3 meses de diferencia) que compara velocidades geostroficas con la trayectoria (3 días antes, 3 días después) de boyas de deriva, mostrando el centro de un intenso giro anticiclónico al sur de Gran Canaria (giro J98). C) Velocidades medias de la superficie marina (0-100m) (flechas negras) obtenida de datos ADCP (*Acoustic Doppler Current Profiler*), superpuestas a datos de altura de la superficie marina obtenidos de altímetros, mostrando un intenso giro anticiclónico al sur de la isla del Hierro. D) Velocidades geostroficas superpuesta a la trayectoria de una boya de deriva (15 días antes, 15 días después), mostrando la periferia del giro anticiclónico observado en la figura C), pero un mes mas tarde. Figuras obtenidas de Sangrá et al. 2009. ULPGC.

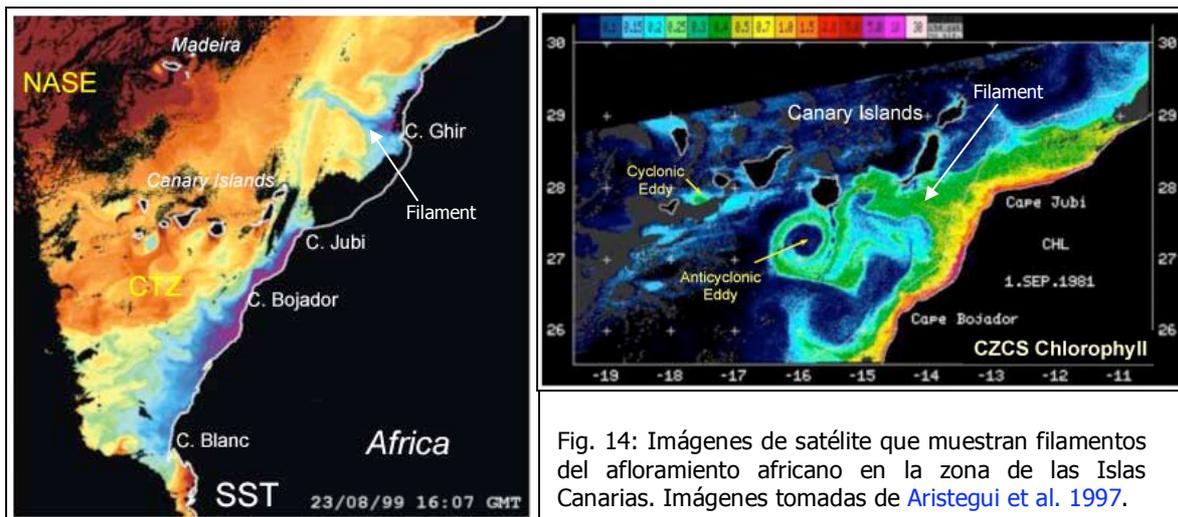


Fig. 14: Imágenes de satélite que muestran filamentos del afloramiento africano en la zona de las Islas Canarias. Imágenes tomadas de [Aristegui et al. 1997](#).

3. – LAS TORTUGAS MARINAS

3.1 - GENERALIDADES DE TORTUGAS MARINAS

Historia evolutiva

Los primeros reptiles se remontan a finales del período Paleozoico (era Pensilvánica o Carbonífera) hace unos 300 millones de años. Estos animales, que se asemejaban a robustos lagartos, dieron lugar a diversos grupos animales, incluidos los mamíferos, cocodrilos, dinosaurios, reptiles marinos, lagartos y tortugas (Spotila, 2004). Las tortugas evolucionaron de uno de los órdenes de estos reptiles ancestrales que vivieron en la tierra hace unos 250 millones de años denominados *Cotilosaurios*, que emprendieron un largo proceso evolutivo, acumulando material óseo en su piel, llegando a fusionar las costillas, vértebras y placas óseas dérmicas, obteniendo una armadura protectora que cubre la superficie del animal.

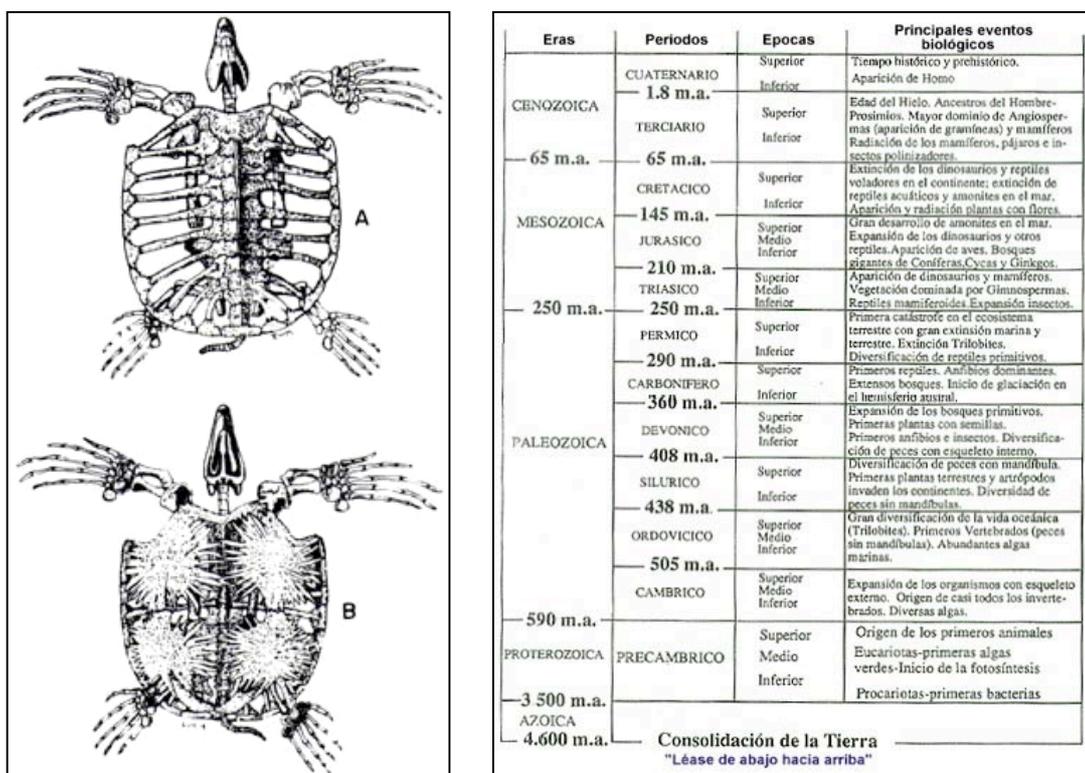


Fig. 15: Izquierda: *Archelon*, tortuga primitiva gigante. A) Vista dorsal. B) Vista ventral. Dibujo adaptado de Wieland (1902), Romer (1956) y Pritchard (1979), en Márquez (1996). Derecha: Eras geológicas y principales acontecimientos. Fuente: Museo Paleontológico Egidio Feruglio (Trelew - Chubut).

Los restos fósiles mas antiguos de tortugas "verdaderas" (o como las conocemos actualmente) datan de 220 millones de años, y se localizaron en sedimentos del periodo Triásico en Alemania, Groenlandia y Tailandia. La distribución de estos fósiles sugieren una amplia dispersión durante esta era gracias a una exitosa evolución que ha variado casi insignificadamente hasta la actualidad (Márquez, 1996). Eran tortugas terrestres de unos 90cm de longitud total, con un caparazón de 60cm, que poseían los componentes básicos de una tortuga moderna: caparazón, plastrón y un cráneo con un pico córneo. Habitaron zonas pantanosas junto con fitosaurios (ancestro de los cocodrilos), laberintodontos (primer grupo de anfibios de casi 2m de longitud), y peces predadores (Spotila, 2004).

Si bien las primeras tortugas aparecieron en el período Triásico, hace tan solo 100 millones de años que estas formas terrestres dieron lugar a las tortugas marinas, evolucionando a partir de las especies que habitaban zonas de marismas y que fueron desplazándose gradualmente hacia ambientes marinos. El fósil mas antiguo encontrado de una tortuga marina moderna se encontró al este de Brasil y data del período Cretácico temprano (unos 110 millones de años), se llama *Santanachelys gaffneyi*,



y se trata de una tortuga pequeña con una morfología intermedia entre tortuga marina y tortuga de agua dulce, (aletas delanteras todavía redondeadas y movilidad en los dedos de las patas posteriores). Este reptil dio lugar a cuatro tipos de tortugas marinas tan diferentes entre sí que los taxónomos las han considerado como las cuatro familias prehistóricas de tortugas marinas: Toxochelyidae; Cheloniidae; Protostegidae y Dermochelyidae. Las cuatro convivían hace 65 millones de años, momento en el que impactó en Yucatán, México, el gran asteroide que desencadenó una serie de acontecimientos que cambiaron el clima terrestre e hizo desaparecer a un gran número de especies, comenzando la nueva era dominada por mamíferos y aves. Estos hechos permitieron que las tortugas marinas evolucionaran aumentando su tamaño para disminuir el número de predadores capaces de atacarlas. Dos de las cuatro familias que ocupaban los océanos en la era Cretácica se extinguieron, la familia Toxochelyidae, pequeñas-medianas tortugas que colonizaron el mar interior de América de Norte, el litoral oriental de Asia y el Océano Atlántico temprano; y Protostegidae, tortugas gigantes del Cretácico a la que pertenecía la famosa *Archelon* (Fig. 15) (Spotila, 2004).

Las otras dos familias que han sobrevivido hasta nuestros días son la familia Cheloniidae, en la que se encuentran 6 de las 7 especies de tortugas marinas que conocemos actualmente, comprendidas en cuatro géneros: *Chelonia*, *Eretmochelys*, *Lepidochelys* y *Caretta*; y la familia Dermochelyidae, con una sola especie, la tortuga laúd (*Dermochelys coriacea*), que desarrolló una gran diversidad en el Eoceno ocupando los nichos ecológicos dejados por la desaparición de la familia Protostegidae. Parece ser que el éxito de la tortuga laúd se basó en su especialización alimenticia en medusas ya que se trata de un recurso bastante abundante y muy poco aprovechado por otros animales (Spotila, 2004).

Taxonomía

Los investigadores han conseguido desarrollar los árboles filogenéticos de las tortugas marinas gracias a diversas técnicas: estudios de la proteína albúmina (Chen et al., 1980); distancias inmunológicas (Frair, 1979); electroforesis del suero (Frair, 1979); secuencias de ADN mitocondrial (Bowen et al., 1991, 1993; Dutton et al., 1996) y secuencias de ADN nuclear (Bowen & Kart, 1996).

La Filogenia molecular muestra 2 líneas evolutivas, la familia Cheloniidae y la familia Dermochelyidae. Dentro de la primera se muestran 3 líneas: Natatorini, Chelonini y Carettini (Gaffney & Meylan, 1988; Zangerl et al., 1988). Mientras que las dos primeras familias poseen una sola especie cada una, la familia Carettini incluye a la tortuga boba (*Caretta caretta*), las 2 especies del género *Lepidochelys* (*Lepidochelys olivacea* y *Lepidochelys kempji*) y la tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*), aunque diversos estudios han demostrado que esta última, la tortuga carey, fue la primera rama en separarse de la familia Carettini. Posteriormente, el género *Lepidochelys* derivó del género *Caretta* en mitad del Mioceno (hace 10 millones de años) (Bowen, 2003).

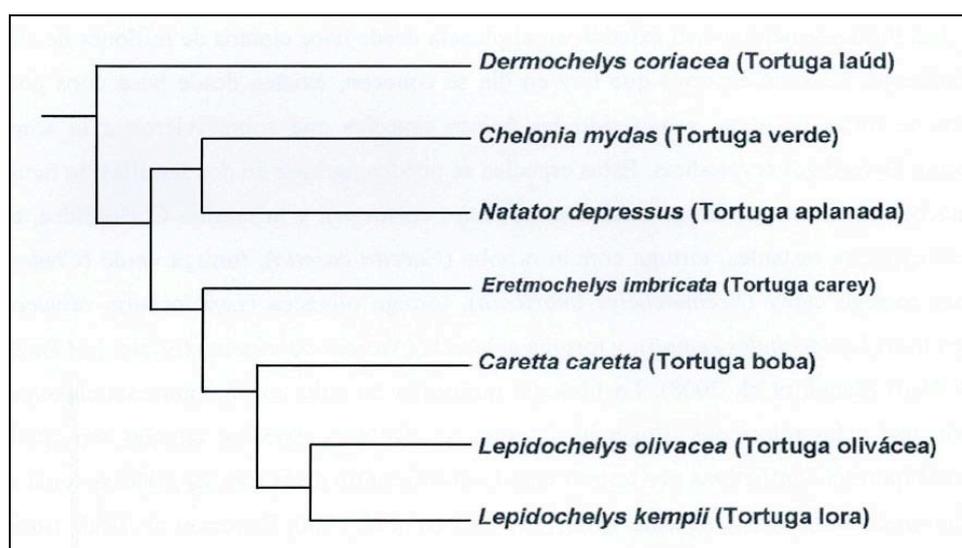


Fig. 16: Relación evolutiva de las siete especies de tortugas marinas basada en genes de ADN mitocondrial y ADN nuclear (basado en resultados de Naro-Maciél et al. 2008). Obtenido de Monzón-Argüello (2010).

El género *Caretta* en la actualidad solo posee una especie, pero en el pasado tenía una mayor diversidad. Deriyagala (1943, 1945) describe dos especies diferentes de tortuga boba basándose en diferencias morfológicas, la del Atlántico (*Caretta caretta caretta*) y la del Indico-Pacífico (*Caretta caretta gigas*), pero estudios posteriores han cuestionado esta afirmación (como Pritchard & Trebbau, 1984; Dodd, 1988, Kamezaki & Matsui, 1997), e incluso los estudios genéticos no la han podido confirmar (Bowen et al., 1994).

Dentro de la familia Dermochelyidae, como ya se explicó en el apartado anterior, solo existe una especie, la tortuga laúd (*Dermochelys coriacea*).

	Especie	Nombre común	(Inglés)
CLASE REPTILIA:			
Orden Chelonideae			
<u>Familia DERMOCHELYIDAE</u>			
Género <i>Dermochelys</i>	<i>Dermochelys coriacea</i>	Laúd/ Baula	Leatherback
<u>Familia CHELONIIDAE</u>			
Género <i>Lepidochelys</i>	<i>Lepidochelys olivacea</i>	Olivácea/Bastarda	Olive Ridley
	<i>Lepidochelys kempii</i>	Golfina/ Lora	Kemp's Ridley
Género <i>Eretmochelys</i>	<i>Eretmochelys imbricata</i>	Carey	Hawksbill
Género <i>Caretta</i>	<i>Caretta caretta</i>	Boba/ Común/ Caguama	Loggerhead
Género <i>Chelonia</i>	<i>Chelonia mydas</i>	Verde/ Blanca	Green
Género <i>Natator</i>	<i>Natator depressus</i>	Plana/ Prieta/ Kikila	Flatback

Fig. 17. Sistemática de las tortugas marinas. Nombre científico, nombre común y nombre en inglés.

Morfología característica

Las tortugas, junto con las lagartijas, las víboras y los cocodrilos, forman el grupo de los reptiles, que se caracterizan por ser vertebrados de respiración pulmonar, poiquiloterms (de sangre fría) y que a diferencia de los anfibios, tienen una piel seca, desprovista casi totalmente de glándulas y protegida por escamas córneas, lo que les permite abandonar el medio acuático sin peligro al desecamiento.

El rasgo único en las tortugas, dentro de la evolución de los reptiles y en general de los vertebrados, es la configuración del cuerpo, encerrado en una caja o armadura (Márquez, 1996). Esta estructura morfológica es el CAPARAZÓN, compuesto por una parte dorsal denominada caparazón o espaldar y una ventral que recibe el nombre plastrón o peto y que en conjunto protegen eficientemente los vulnerables órganos internos del animal. En el caso de las tortugas marinas pertenecientes a la familia Cheloniidae, esta "armadura" se forma durante el desarrollo embrionario, con el crecimiento de placas óseas de origen dérmico que se fusionan dorsalmente a las costillas y a las vértebras, las cuales desarrollan extensiones que unen unas con otras. Éste se continua lateralmente y en la parte ventral con el plastrón, que en las tortugas terrestres está totalmente soldado al caparazón y en las marinas se encuentra solamente articulado en los puentes, por medio de tejido conectivo cartilaginoso, que le permite cierta distensión en dirección vertical facilitando los movimientos de la respiración (Márquez, 1996). Los huesos del plastrón son exclusivos de las tortugas (Spotila, 2004).

La estructura ósea de las tortugas marinas esta formada por huesos bastante densos. El caparazón está compuesto por 1 hueso nual, de 7 a 15 huesos neurales, 8 pares de huesos pleurales, 11 – 13 pares de huesos periféricos, 2 suprapygales y 1 hueso pygal. Por otro lado, el plastrón está compuesto por nueve huesos: 1 entoplastron y un par de epiplastron, hyoplastron, hypoplastron y xiphiplastron (Wyneken, 2001) (Fig. 18).

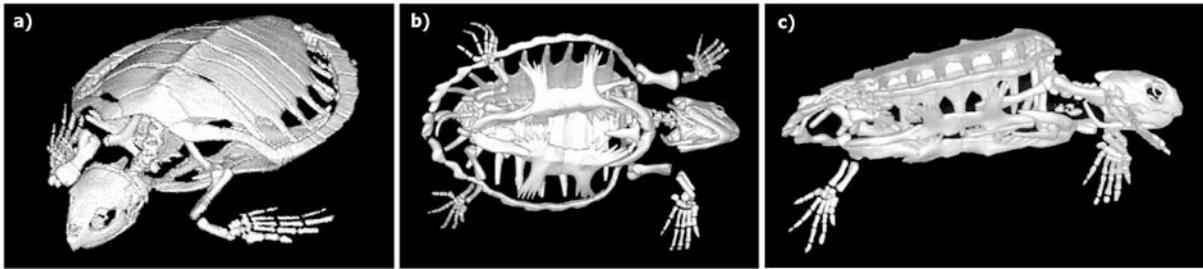


Fig. 18: Imagen CT (tomografía computada) de una tortuga marina mostrando su estructura ósea. a) Vista dorsal; b) Vista ventral; c) Vista lateral. Imagen tomada de *Anatomy of Sea Turtles* (Wineken 2001). P.43.

Esta estructura ósea está cubierta de tejido dérmico calcificado formando escudos queratinosos (*escamas*) de diversas formas y tamaños, encajando unos con otros y cuyo número y disposición es utilizado por los biólogos con carácter taxonómico para diferenciar unas especies de otras (Ripple, 1996). Estos escudos aseguran una mayor protección al animal. El número de escudos o escamas no coincide con el número de huesos que forman el caparazón y reciben distintos nombres según el lugar que ocupan sobre el cuerpo del animal (Fig. 20).

El género *Lepidochelys* se caracteriza e identifica por tener cinco o más escamas costales, la primera en contacto con la escama nugal, y cuatro escamas submarginales con poros. Las dos especies pertenecientes a este género, *L. kempii* y *L. Olivacea*, se diferencian por la presencia de cinco escamas costales en la primera y de más de cinco en la segunda.

Los géneros *Chelonia* y *Eretmochelys* tienen como característica común la presencia de cuatro escamas costales y la primera escama costal no conectada con la nugal. El género *Chelonia* consta de dos escamas prefrontales y una única uña en cada aleta, mientras que *Eretmochelys* presenta dos pares de escamas prefrontales y dos uñas en cada aleta.

Un caso excepcional es el de la familia Dermochelyidae, la tortuga laúd, ya que en lugar de la dura coraza ósea tiene un mosaico de pequeños huesos poligonales, que no están soldados al esqueleto axial, pero si embebidos en una gruesa piel. Esta piel actúa como un eficiente aislante térmico, por su gran contenido de grasa, hecho que les ha otorgado la posibilidad de colonizar latitudes mas frías, imposibles de soportar por las especies de la familia Cheloniidae. Los huesos del plastrón también se modifican hacia la simplificación, por lo que son muy reducidos o quedan simplemente como vestigios (Márquez, 1996).

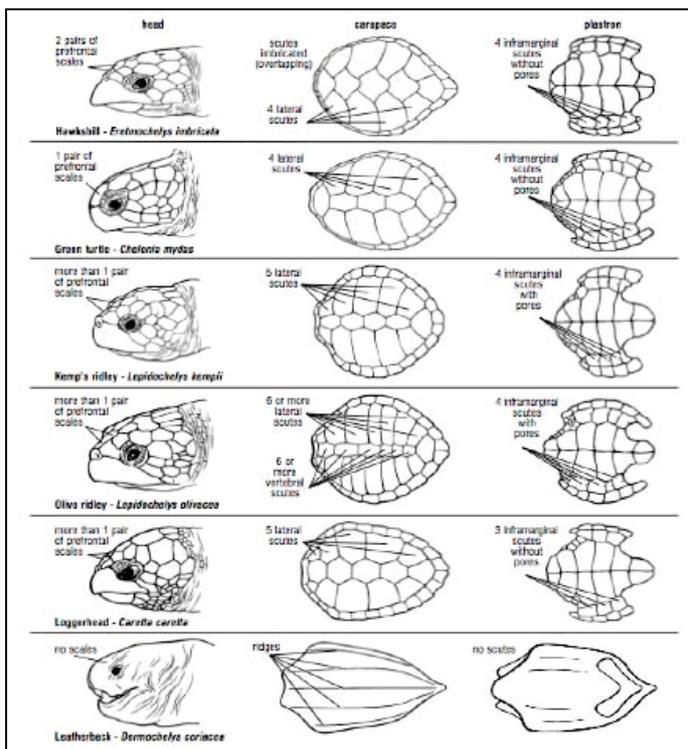


Fig. 19: Características taxonómicas para la identificación de las distintas especies de tortugas marinas. Imagen tomada de *Anatomy of Sea Turtles* (Wyneken, 2001 - Pág.4).

La especie *Caretta caretta*, objeto de este estudio, se caracteriza por la disposición, en la parte dorsal del caparazón, de 1 escudo nucal considerablemente amplio, 5 escudos dorsales, 5 pares de escudos costales (el primero en contacto con el escudo nucal), y generalmente 12 pares de escudos marginales. En lo referente a los escudos del plastrón, consta de 3 pares de inframarginales, que no presentan poros y pueden presentar 1 escudo intergular y 1 anal de pequeño tamaño o carecer de los mismos.

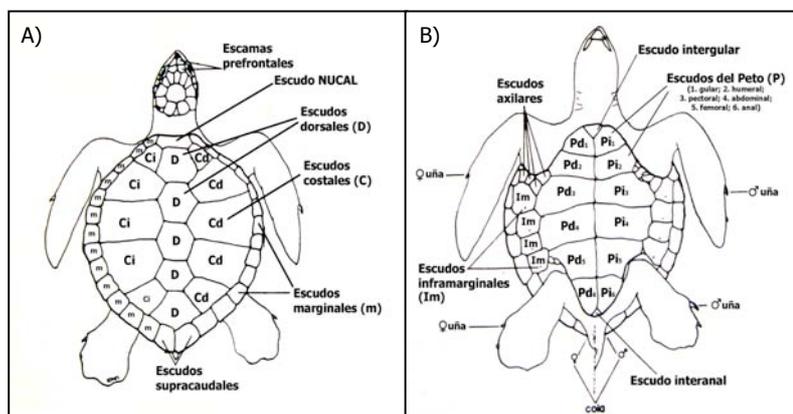


Fig. 20 : Foliosis de la tortuga boba (*Caretta caretta*). A) Caparazón y cabeza; B) Plastrón.

Consecuentemente y en respuesta a la selección natural del medio acuático, desarrollaron adaptaciones fisiológicas, anatómicas y de comportamiento, de manera que en relación a la utilización del hábitat y de sus migraciones, poseen muchos elementos en común con grandes peces y cetáceos (Musick y Limpus, 1997). Algunas de estas adaptaciones fueron, por ejemplo, la reducción y aplanamiento del caparazón para desarrollar una forma más hidrodinámica, facilitando la natación y la velocidad de movimientos en el agua; la pérdida de la capacidad de retraer la cabeza y extremidades en el interior del caparazón, por lo que han evolucionado protegiendo la cabeza con escamas córneas sobre el cráneo del animal (Márquez, 1996). Estas escamas también varían en número dependiendo de la especie y sirven de ayuda a la hora de la identificación taxonómica de las distintas especies, (principalmente las escamas prefrontales: 1 par la tortuga verde, 2 pares la tortuga carey, más de 1 par la olivacea y golfinia, y ninguna la tortuga laúd). La tortuga común o boba se caracteriza, además, por presentar una cabeza considerablemente ancha, en la cual se observan 2 pares de escamas prefrontales, 3 escamas supraoculares y de 3 a 4 escamas postorbitales.

Otra adaptación al medio marino es que sus patas se han transformado en aletas o remos, con los dedos muy largos y unidos, y solamente con una o dos uñas reducidas. Las delanteras adquieren una forma alargada especializada en la propulsión y las traseras una forma redondeada para dirigir su movimiento a modo de timón. Las aletas también están cubiertas por escamas pero mucho menos calcificadas y por lo tanto, más finas.

El hecho de poseer una protección efectiva de los órganos vitales y al mismo tiempo llevar a cuestas un peso excesivo ha conferido a las tortugas una actitud defensiva, no de ataque, que les ha proporcionado más ventajas que problemas ya que ha sido un "pasaje seguro" a través de las eras geológicas y les ha permitido sobrevivir a sus compañeros en el tiempo y llegar a nuestros días, por lo que no hay duda de su éxito evolutivo (Márquez, 1996).

El tamaño de las tortugas marinas varía de unas especies a otras, desde los 55cm de longitud de caparazón y 36kg de peso de la tortuga olivácea, a los casi 200cm y 600kg de la tortuga laúd. El peso medio de las tortugas adultas del resto de las especies varía entre los 50 y 200kg (la tortuga marina más pesada conocida fue una laúd de 907kg) y su longitud de caparazón (*SCL_{min}) entre 75 y 125cm (Spotila, 2004).

Según Kamezaki (2003), en la recopilación realizada por Bolten y Witherington (2003) sobre la tortuga *Caretta caretta*, el tamaño medio de la tortuga boba del Atlántico (unificando datos de las distintas poblaciones), es de 82.9cm (SD = 5.5cm) en *SCL_{min} con un rango de 71.9 - 96cm.

* Una de las medidas estandarizadas a nivel mundial para tortugas marinas y que se describe en el apartado de metodología.

La Alimentación:

El estudio alimenticio de las tortugas marinas es muy complejo, principalmente durante su etapa oceánica ya que es muy difícil encontrarlas en el océano y observar directamente sus hábitos. Para poder obtener datos sobre su alimentación se han realizado estudios del contenido estomacal, estudios de heces, o la observación directa de individuos que se alimentan cerca de la costa. Gracias a todos estos trabajos se sabe que todas las tortugas marinas son carnívoras/omnívoras durante su etapa de cría y juvenil, para conseguir un crecimiento más efectivo y alcanzar la tallas mayores en el menor tiempo posible (Márquez, 1996). La mayoría sigue siendo carnívora durante toda su vida a excepción de la tortuga verde, la cual a partir de cierta edad modifica sus hábitos hacia una dieta vegetariana a base de algas y fanerógamas marinas (Bjørndal, 1997).

La tortuga boba posee mandíbulas muy fuertes y pico grueso para triturar alimentos muy duros como los exosqueletos calcáreos de organismos bentónicos: moluscos gasterópodos (*Strombus*, *Cassis*, *Busycon*, *Cypraea*), crustáceos (*Calappa*, *Callinectes*, *Portunus*), bivalvos (*Anadara*, *Pinna*, *Solen*), equinodermos, insectos alados; así como alimentos blandos como peces (*sciénidos*, *clupeidos*), medusas y otros invertebrados, e incluso en algunas ocasiones algas (Dodd, 1988).

Esta dieta es principalmente carnívora, aunque esta especie en su fase juvenil oceánica, pasa sus primeros años asociada a bosques de sargazo donde se alimentan principalmente de tunicados (*Pyrosoma*), medusas (*Physalia*, *Pelagia*, *Verella*), ctenóforos, hydrozoos, crustáceos (*Planes*, *Limulus*), moluscos (*Lepas*, *Janthina*, *Pterotrachea*), peces (*Entelurus*) y este alga oceánica (*Sargassum*), todos ellos integrantes comunes o esporádicos de la comunidad del sargazo (Carr, 1986, 1987b; Witherington, 2002). La tortuga boba, al alcanzar una talla considerablemente grande, modifica sus hábitos alimenticios, dejando de alimentarse de especies pelágicas para comenzar una etapa nerítica alimentándose de animales bentónicos, mas efectivos para su crecimiento y desarrollo en su etapa adulta (Bolten, 2003a,b).

Dodd (1988) detalla una lista realmente completa de las especies citadas como alimento de tortuga boba en sus diferentes fases vitales y en los distintos mares y océanos. Además, en todas las fases vitales de esta especie, se han citado una gran variedad de compuestos no alimenticios que seguramente confunden con comida, tanto naturales: trozos de madera, corcho, paja, caña de azúcar, astillas, frutas y verduras terrestres, plumas, restos de comida humana, etc.; como artificiales: trozos de plástico, bolsas y botellas de plástico, piezas de vidrio, cuerdas, nylon, rafia, alquitrán, petróleo, papel, fibra, polietileno y espuma de polietileno, corchos de botellas, etc. (Brongersma, 1972; Hughes, 1974; Balazs, 1985; Carr, 1987b; entre otros). Todos ellos presentes en los mares y océanos del planeta, flotando a la deriva en los mismos sistemas de corrientes que utilizan los ejemplares de tortuga boba en su etapa juvenil oceánica, y que constituyen una gran amenaza para la especie.

La Reproducción:

Las tortugas marinas son organismos heterosexuales con fecundación interna. Los machos poseen un *hemipene* y el apareamiento se produce principalmente en el mar, donde una hembra es cortejada y fecundada por uno o varios machos.

Su ciclo de reproducción es circadiano, es decir, se repiten en períodos anuales, bianuales, trianuales, o en casos especiales se vuelven irregulares. Esta frecuencia varía según la especie, siendo de un año para las especies mas pequeñas (géneros *Lepidochelys*), bianual para la tortuga boba y la carey, y bianual o trianual para la verde, la laúd y la prieta. Esta secuencia cíclica no siempre es constante ya que puede retrasarse un año, o incluso períodos mas largos, debido a escasez o cambios en la alimentación, cambios ambientales extraordinarios, enfermedades, edad, etc.

El proceso de nidificación o desove es uno de los aspectos más sorprendentes de la biología de estos reptiles y una de las pocas secuelas de su pasado terrestre, ya que se produce en tierra y es el único momento (con pequeñas excepciones) en que estos animales marinos salen de su medio. El desove no se produce en una sola puesta, sino que en cada temporada desovan de 2 a 5 o mas ocasiones (la frecuencia y el número depende de la especie). Por lo que el ciclo reproductor de las tortugas marinas presenta, además, una componente mensual, quincenal o decenal, en el que el momento del desove puede estar influido por las fases lunares, mareas, temperaturas o incluso fuerza y dirección del viento. Por ejemplo, las tortugas del género *Lepidochelys* desovan en arribadas (fenómeno de desove

conjunto de un gran número de hembras en una misma noche) que se producen generalmente cada 28 días, mientras que las demás especies, que no son anuales ni realizan arribadas, el ciclo es principalmente de 10 a 14 días.

El desove se produce generalmente de noche. Las hembras salen a la playa, buscan un sitio seguro por encima de la línea de marea, y excavan un hoyo de entre 40-70cm de profundidad (según la especie) con las aletas traseras, y depositan entre 60 y 180 huevos (según la especie), que cubren de nuevo con arena para volver después al mar. Tras un período de incubación, de entre 50 y 70 días (según la especie), nacen las crías cuyo sexo viene determinado por la temperatura de la arena durante la incubación. Pasado este período, las crías rompen el huevo en el fondo del nido (eclosión) y ascienden por la columna de arena hasta llegar a la superficie (emergencia), generalmente de noche para ocultarse de los depredadores. Una vez han emergido se dirigen lo más rápido posible a la orilla guiándose por el brillo del horizonte, y desaparecen en el mar (Fig. 23 – Pág. 29).

Amenazas y Conservación:

Todas las especies de tortugas marinas se encuentran amenazadas de extinción a nivel mundial. Los riesgos para su conservación se encuentran tanto durante su vida libre en el mar como durante su desarrollo embrionario en las playas de nidificación. En las últimas décadas, el número de playas de nidificación, el número de hembras que se reproducen en ellas y la tasa de supervivencia de los huevos se han reducido drásticamente en todo el mundo.

Las principales amenazas en el mar son, la pesca para consumo, el ahogamiento accidental en artilugios de pesca (redes y anzuelos), la intoxicación por contaminantes, la ingestión de plásticos, etc. (Fig. 21, izquierda). Los métodos para proteger a las tortugas marinas de todas estas amenazas son complicados, aunque en los últimos años se han hecho algunos avances. Por ejemplo, en 1978 se crearon los TED (*"Turtle excluder devices"*), trampillas situadas en las redes de arrastre para que las tortugas puedan escapar; otra solución ha sido el desarrollo de nuevos anzuelos de pesca que no pueden ser ingeridos por las tortugas (Fig. 22, izquierda), aunque su implantación en el sector pesquero esta siendo complicada. Incluso, algunos países han dispuesto observadores pesqueros para obtener mas información sobre la caza incidental o ver la eficacia de las nuevas técnicas (anzuelos o TEDs).

En las zonas de nidificación, la detección de nidos por el hombre, sus mascotas o depredadores autóctonos o exóticos es bastante sencilla y el valor nutritivo de los huevos es muy alto, razones que explican la expoliación histórica y actual de nidos por el hombre y por multitud de depredadores oportunistas. La depredación de nidos suele ser muy elevada y en zonas humanizadas pueden llegar a ser total. Además, la nidificación natural en lugares subóptimos puede provocar grandes mortalidades de huevos por diversos factores como la inundación del nido por el flujo de mareas, desecación de los huevos o erosión de las playas de puesta, contribuyendo fuertemente a su alta mortalidad. La protección de las tortugas en esta fase de su vida pasa necesariamente por una protección de las zonas de nidificación que garantice el éxito reproductor a medio y largo plazo, para lo que es necesario la vigilancia y seguimiento de nidos y, en muchos casos, amplios programas de traslocación de huevos, como única vía eficaz de reducir el impacto de los riesgos mencionados en algunas áreas. Aunque tanto la protección de nidos in situ, como la traslocación de huevos a cercados controlados (*hatchery*) (Fig. 22, derecha), tienen riesgos para los embriones (biomecánicos y ecofisiológicos), en los últimos años se han llevado a cabo numerosos estudios experimentales de los factores ambientales que influyen en el desarrollo embrionario, la supervivencia y las características de los recién nacidos, mejorado enormemente el éxito de los programas de conservación, gracias a la implantación de nuevas metodologías, mejora en la selección de áreas de incubación controlada, mejora en la eficacia de las técnicas de protección y traslocación de los huevos y el diseño de nidos más apropiados para estos huevos traslocados.

La destrucción de hábitats, principalmente por el hombre, es otra de las grandes amenazas que está disminuyendo drásticamente las áreas de puesta de las tortugas marinas. El desarrollo urbanístico de la zona costera, la modificación del litoral para la creación de playas, puertos y otras construcciones, la iluminación de las playas, etc., son algunos ejemplos de este grave problema (Fig. 21, derecha).

Por último, la caza de tortugas para consumo, principalmente de individuos adultos, esta reduciendo fuertemente el número de hembras reproductoras (Fig. 21, centro). Las tortugas son una fuente

importante de proteínas muy apreciada por los habitantes que moran cerca de zonas de nidificación, siendo consideradas como un alimento tradicional e incluso como elemento afrodisíaco para algunas culturas. Su caza en las playas de puesta es muy sencilla. La especie más apreciada para su consumo es la tortuga verde (*Chelonia mydas*), aunque la tortuga boba (*Caretta caretta*) y la carey (*Eretmochelys imbricata*) también se consumen habitualmente, siendo esta última la más apreciada para la artesanía por lo bonito de su caparazón. En la actualidad, muchos son los países que han desarrollado patrullas de vigilancia en las playas de puesta durante las temporadas de nidificación.

A nivel internacional se han desarrollado convenios para proteger a las tortugas marinas, a los que se han acogido un gran número de países, modificando sus legislaciones creando Directivas, Decretos y Reglamentos como: El Convenio de Berna que incluye a las tortugas marinas como especies "estrictamente protegidas"; El Convenio de Bonn que las incluye como especie migratoria en peligro; El Reglamento CITES que contempla a diversas especies de tortugas marinas (Laúd, Verde, Carey, Boba y Kempii), como especies en peligro de extinción afectadas por el comercio, prohibiendo su comercio internacional entre países firmantes; El Reglamento (CE) 338/1997 para el control de su comercio; La "Directiva Comunitaria de Hábitats" 92/43/CEE de la Comunidad Europea, en la que se recoge a *Caretta caretta* como especie de "Interés Comunitario" para cuya conservación es necesario la designación de "Zonas especiales de Conservación", considerándose además a nivel nacional como de "Interés Prioritario".

A nivel nacional: el Real Decreto 439/90 que establece el "Catálogo Nacional de Especies Amenazadas" donde las tortugas Boba, Verde, Carey y Laúd son consideradas como "De Interés Especial"; o el Libro Rojo de los Vertebrados Españoles que ha considerado las mismas especies en peligro crítico (CR).

En las Islas Canarias, la tortuga boba (*Caretta caretta*) está incluida en el Catálogo de Especies Amenazadas de Canarias y figura con la categoría "en peligro de extinción". Además, se han creado una serie de Espacios Naturales Protegidos con hábitat costero, (como los Parques Naturales de *Dunas de Corralejo* e *isla de Lobos* y *Península de Jandía* en Fuerteventura, e *Islotes del norte* y *Riscos de Famara* en Lanzarote), y Lugares de Interés Comunitario (LIC's) creados en todas las islas que presentan características singulares de variabilidad para su uso por las poblaciones pelágicas de tortugas bobas juveniles en su periplo transatlántico. Actualmente hay 27 LIC's creados en Canarias para la protección de la tortuga boba, entre otras especies, como por ejemplo: *Mar de las Calmas*, *Franja marina de Fuencaliente*, *Franja marina de Santiago-Valle del Gran Rey*, *Sebadales del sur de Tenerife*, *Cueva de Lobos*, *Sebadales de Corralero*, *Playa de Sotavento de Jandía*, *Bahía de Gando*, *Área marina de la Isleta*, *Franja marina de Mogán* y *Sebadales de playa del Inglés*, entre otros.

En la actualidad, muchos países están desarrollando otra serie de medidas para paliar este grave problema. Una de las más importantes es el desarrollo de actividades ecoturísticas como nueva alternativa de uso de este recurso. Esta alternativa promueve puestos de trabajo para la población local, como guías turísticos, con una fuente de ingresos mucho más cuantiosa y duradera que el consumo directo del recurso. Uno de los países que mejor ha llevado a cabo esta alternativa es Costa Rica, que es considerado como un ejemplo a seguir para todos los demás. Otra medida realmente interesante es el desarrollo de actividades de Divulgación y Sensibilización dirigidas a la población local (Fig. 22, centro). Esta alternativa pretende dar a entender la importancia de las tortugas marinas en los ecosistemas de cada región, intentando concienciar a la población local del buen uso de los recursos. Generalmente van enfocadas a niños y jóvenes para garantizar el futuro de las poblaciones.

En Canarias se han desarrollado multitud de actos de sensibilización y divulgativos sobre la tortuga boba (fig. 22, centro) en colaboración con diversas instituciones, Cabildos insulares, Gobierno de Canarias, Centros de investigación, etc. El Centro de Recuperación de Fauna Silvestre (CRFS) del Cabildo de Gran Canaria, ha llevado a cabo numerosas sueltas de tortugas recuperadas con colegios y centros de enseñanza. Además, el Instituto Canario de Ciencias Marina (ICCM) del Gobierno de Canarias ha desarrollado un "*Aula de las Tortugas*" por la que ya han pasado un gran número de colegios para aprender sobre las tortugas marinas y como protegerlas.



Fig. 21. Ejemplos de principales amenazas que afectan actualmente a las tortugas marinas. A) Imagen de rayos X de una tortuga con un anzuelo en el esófago en el CRFS Gran Canaria. B) Consumo tradicional de tortuga boba en Cabo Verde (Foto: Nuria Varo). C) Tortuga recién cazada por los trabajadores de un hotel en construcción en la isla de Boa Vista, Cabo Verde.



Fig. 22. Ejemplos de herramientas de conservación que se desarrollan actualmente para ayudar a las tortugas marinas. A) Anzuelos circulares para evitar la captura incidental de tortugas. B) Actividades de sensibilización con niños. C) *Hatchery* o vivero para la conservación de poblaciones de tortugas marinas.



Fig. 23. Esquema del proceso de nidificación de la tortuga boba. Fotografías tomadas en Cabo Verde. Poster realizado para el Aula de Tortugas del Instituto Canario de Ciencias Marinas (ICCM).

3.2 – CICLO DE VIDA DE LA TORTUGA COMÚN O BOBA (*Caretta caretta*)

El ciclo de vida de las tortugas marinas es una historia natural compleja, que las lleva por diferentes hábitat frecuentemente separados en el espacio y el en tiempo, como la mayoría de las especies que llevan a cabo migraciones de desarrollo (Lopes-Ferreira, 2005).

Los neonatos (*hatchling*) de tortuga marina, tras emerger de sus nidos, se dirigen rápidamente al mar y nadan activamente ("*frenesí natatorio*") (Wyneken et al., 1990) hacia el interior del océano. Esta etapa es la más vulnerable, puesto que el tamaño y escasa calcificación de su armadura hace que tengan una gran cantidad de depredadores (aves, peces, cangrejos, morenas, mantas, etc).

Una vez se alejan de la costa, las crías (*post-hatchling*) empiezan a alimentarse y permanecen asociadas pelágicamente a los sistemas de corrientes superficiales de la zona, hasta que consiguen llegar a la zona oceánica (>200m de profundidad). Esta etapa se caracteriza porque las crías pasan de la zona nerítica a la oceánica, aunque no conlleva modificaciones ecológicas o de comportamiento, sino simplemente un cambio en su localización. En la zona oeste del Atlántico este cambio se produce cuando la Corriente del Golfo abandona la plataforma continental (Hughes, 1974).

En esta fase, sus movimientos son pasivos, dejándose arrastrar por las corrientes superficiales y los vientos (Witherington, 2002), que son los que condicionan la duración de este período desde varios días hasta varios meses y que están generalmente asociados a objetos y grupos de sargazo a la deriva. Incluso, en el caso de las costas americanas, algunos autores han especulado que un número reducido de tortugas nunca llegan a abandonar la zona nerítica, como por ejemplo, los grupos de juveniles que se alimentan a lo largo de las costa este de EE.UU (Musick & Limpus, 1997), al noroeste del Golfo de México (Plotkin, 1996) o en los Grandes Bancos de Newfoundland, Canadá (Bolten, 2003b).

En cuanto entran en la zona oceánica comienza la fase juvenil oceánica o fase oceánica, en la que sus movimientos son tanto activos como pasivos en función de las corrientes superficiales y subsuperficiales, los vientos y las características morfológicas de la zona (Bolten, 2003b). Se trata de juveniles epipelágicos que pasan el 75% del tiempo en los cinco primeros metros de la columna de agua bajando de vez en cuando hasta los 200m de profundidad. Pueden ser ocasionalmente epibentónicos o demersales al aproximarse a montes submarinos, bancos oceánicos, fracturas que ascienden hasta casi la superficie o en los alrededores de las islas oceánicas, alimentándose en el fondo de estos accidentes geográficos (Carr, 1986; Polovina et al., 2000, 2004).

Un factor fundamental en el desarrollo de las tortugas durante la fase oceánica, es la concentración de recursos en las zonas de convergencia (Carr, 1986), en los giros ciclónicos y anticiclónicos (Polovina et al., 2004), en la zona de transición del frente de clorofila (Polovina et al., 2000), etc., hacia donde son transportadas por las corrientes. Bjorndal et al. (2000) estiman la duración de esta etapa para la tortuga boba en el Atlántico norte, entre 6.5 y 11.5 años, que junto con la tortuga laúd es la fase oceánica de mayor duración, ya que otras especies como *Chelonia mydas* y *Eretmochelys imbricata* poseen una fase oceánica realmente corta, dirigiéndose a los 1-3 años hacia zonas neríticas, o la *Natator depressus* que no posee etapa oceánica (Spotila, 2004). Todavía se desconocen las causas por las que las tortugas abandonan la fase oceánica con tan amplio rango de edades, y por consiguiente, de tallas (de 46 a 64cm de CCL_{min}), aunque puede estar influenciado por la zona en la que se encuentre la tortuga, la disponibilidad de corrientes, la abundancia o escasez de recursos, u otros indicadores aún desconocidos.

Estas dos etapas recién descritas fueron un gran misterio durante muchos años, y es por ello que Archie Carr en los años 80 la denominó "el año perdido" ("*the lost year*"), y que posteriormente, al conocerse que esta etapa desconocida duraba varios años, se la denominó comúnmente como "los años perdidos".

Algunos investigadores consideran que el paso del hábitat oceánico al nerítico (próxima fase) no se realiza directamente, sino que hay una fase juvenil transitoria (Bjorndal et al. 2000; Bolten, 2003b). La talla media de las tortugas de esta fase es de 53cm, coincidiendo con el tamaño medio de las tortugas encontradas por Tiwari et al. (2002) en la costa atlántica de Marruecos, y parecida a las tallas sugeridas para esta fase por Laurent et al. (1998) en el Mediterráneo. Su duración no esta

determinada y sugiere que las tortugas pueden desplazarse entre ambos hábitats, entrando y saliendo de uno a otro.

Subsecuentemente, y tras un período indeterminado, estos juveniles ya desarrollados se dirigen hacia hábitats neríticos o demersales de zonas tropicales o templadas, donde inician su fase juvenil nerítica, alimentándose de organismos bentónicos y dónde alcanzarán la madurez sexual. Según Bolten (2003a,b), este cambio brusco de hábitat, se produce probablemente para maximizar las tasas de crecimiento. En las zonas templadas pueden producirse movimientos estacionales (verano/invierno), inexistentes en las zonas tropicales. El crecimiento es bastante lento y la duración de esta fase es muy variable.

Cuando alcanzan la madurez sexual, las tortugas marinas se desplazan a las áreas de alimentación de adultos dónde inician la fase adulta y su vida reproductiva (Musick e Limpus, 1997). Al aproximarse la temporada de reproducción, las tortugas marinas efectúan migraciones periódicas por rutas bien definidas (*corredores migratorios*) desde las áreas de alimentación a las de reproducción, que pueden estar a miles de kilómetros de distancia (Miller, 1997), y que las hace especies transfronterizas. Las zonas de alimentación pueden ser fijas o transitorias (por ejemplo, zonas de afloramientos estacionales), y las zonas de nidificación son las mismas zonas que las vieron nacer años atrás (*filopatría*).



Fig. 24. Esquema del Ciclo de Vida de la tortuga boba. Poster realizado para el Aula de Tortugas del Instituto Canario de Ciencias Marinas (ICCM), (Realizado por Varo-Cruz N.).

3.3 – LA TORTUGA COMÚN O BOBA EN EL ATLÁNTICO NORTE

Teorías del Atlántico Norte

A finales del siglo XIX, el Príncipe Alberto Primero de Mónaco (1898) fue el primero en teorizar sobre el origen de las tortugas *Caretta caretta* que circundaban el archipiélago de Azores, situándolo en las colonias nidificantes de las Antillas y Florida. En 1972, L.D Brongersma recopiló todos los registros de tortugas marinas en las aguas Atlánticas Europeas¹ (EAW) y Aguas Macaronésicas² (MW). Hasta esta fecha, en las aguas europeas se conocía la presencia de cinco especies de tortugas marinas (laúd, boba, kempii, verde y carey, por orden de frecuencia), basándose en los ejemplares varados muertos o moribundos que aparecían en estas costas en invierno. Según los investigadores de la época, se trataba de tortugas errantes que habían perdido el rumbo y eran arrastradas por las corrientes dominantes hasta varar en las costas europeas, y que bebido a las bajas temperaturas de estas aguas, en invierno sufrían fuertes hipotermias y morían, mientras que en verano podían desplazarse hasta latitudes mas altas, como el juvenil de tortuga boba capturado vivo en la ciudad rusa de Murmansk (68°55'N) (Konstantinov, 1965; Brongersma, 1972) o la tortuga laúd capturada viva en 1958 en las costas de Noruega a 69°18'N (Holgersen, 1960; Brongersma, 1972).

En el caso de la tortuga laúd, el número de observaciones ha ido aumentando considerablemente en las últimas décadas, pasando de 68 registros entre 1729-1951 y 116 de 1951 a 1971 (Brongersma, 1972), a mas de 100 registros al año en la última década. Actualmente se considera un elemento estable en la fauna de las EAW ya que se han identificado áreas de alimentación desde las islas Canarias y el Mediterráneo, hasta latitudes mas altas como Gran Bretaña, Irlanda, Bélgica, Holanda, Dinamarca, Alemania, Noruega, Suecia y Nova Scotia (James et al., 2006; Witt et al., 2007), e incluso nidificaciones esporádicas en Cabo Verde y Canarias (López-Jurado, 1992; Groombridge, 1994). La tortuga verde se ha encontrado muy raramente en estas aguas, con registros muy complicados ya que durante la Segunda Guerra Mundial las tortugas verdes se traían vivas en embarcaciones hasta Europa para manufacturar jabones. Las tortugas que morían durante el viaje se tiraban por la borda y seguramente debido a esto se registraron 3 tortugas verdes muertas en las costas Alemanas en 1934 y 1 en 1937 (Brongersma, 1972).

Según Brongersma (1972), los ejemplares de tortuga boba encontrados en EAW eran individuos juveniles que parecían proceder del oeste del Atlántico, aunque no descartó que algunos ejemplares adultos pudieran proceder de poblaciones de regiones mas al sur, o incluso de las poblaciones del Mediterráneo. Además, el hecho de encontrar grandes concentraciones de tortugas de características similares alrededor de Azores, Madeira, y entre estas islas y el estrecho de Gibraltar, daba mas fuerza a su hipótesis, teorizando *un flujo constante de tortugas procedentes del oeste del Atlántico (poblaciones nidificantes americanas), que pasan una parte de su ciclo vital en la zona este, y que cuando llegan a la madurez vuelven de nuevo a atravesar el océano hacia sus playas de origen*. Esta idea se vio fortalecida con la recaptura de dos tortugas (una boba y otra verde) liberadas por Ross Witham en la Isla Hutchinson (Florida, USA), recapturadas en Madeira, y Azores respectivamente (Whitam, 1976).

Archie Carr en 1986 reconfirmó la hipótesis de Brongersma, basándose en que los rangos de talla de los ejemplares de *C. caretta* de Azores y Madeira coincidían con los rangos no observados en lo hábitats neríticos del Atlántico oeste, y en que no se conocía ninguna colonia de tortuga común nidificante al este del Atlántico tan grande como para aportar el alto número de juveniles observados en aguas Macaronésicas. Así pues, afirmó que, *las crías de Caretta caretta tras salir de sus playas de anidación en el sureste de EEUU, se incorporan al Giro del Atlántico Norte, siendo transportadas hasta el lado este del Atlántico, y que posteriormente, tras un período todavía desconocido, vuelven a los hábitat neríticos del Atlántico oeste*.

Durante los años 90 el *Archie Carr Center for Sea Turtle Research* (Universidad de Florida) incentivó fuertemente los esfuerzos de marcaje en ambas zonas del Atlántico aumentando el número de recapturas: *C. caretta* de gran tamaño (73.1cm de LRC) marcada en Florida en Agosto de 1986, se

¹ Las Aguas Atlánticas Europeas (EAW) son las aguas que bordean las costas europeas desde Islandia, al noroeste, y el norte de Rusia al noreste, hasta Punta Marroquí en el sur de España.

² Las Aguas Macaronésicas son las aguas que bordean los archipiélagos de Azores, Madeira, Salvajes y Canarias (el archipiélago de Cabo Verde se considera ya en las Aguas Occidentales de África - WAW).

encontró en Azores en 1988 (Eckert & Martins 1989); otra *C. caretta* marcada en Azores en Julio de 1986, se recapturó en Sicilia en Agosto de 1991 (Bolten et al. 1992); una *C. caretta* marcada en Madeira en Junio de 1990, fue encontrada en Canarias en Febrero de 1993 (Bjorndal et al., 1994); un *C. caretta* marcada en Canarias en Junio de 1987 se encontró en Cuba en noviembre de 1987 (Bolten et al. 1992); etc.

Gracias a todos estos datos y al hecho de que las tortugas de Madeira tengan una talla media superior a la de Azores, permitió a Bolten, en 1993, afinar más el movimiento de las tortugas en el lado este del Atlántico, proponiendo un flujo de Azores hacia Madeira conforme aumentan de talla. Incluso, gracias a las recapturas, pudo calcular sus tasas de crecimiento, estimando que su etapa oceánica en la zona este del Atlántico puede durar de 10 a 12 años (Bolten et al. 1994, 1995).

Las técnicas moleculares o estudios genéticos confirmaron definitivamente estas teorías gracias a estudios comparados del ADN mitocondrial (ADN_{mt}) de las tortugas pelágicas del este del Atlántico con las poblaciones nidificantes del Atlántico y Mediterráneo (Bolten et al. 1998). Estos marcadores han permitido identificar determinados sitios de puesta con frecuencias de haplotipos de ADN_{mt} concretos, caracterizando dicha población, y permitiendo localizar ejemplares de esta aunque se encuentren muy alejados de su lugar de nacimiento. Esta herramienta es un arma verdaderamente eficaz para el estudio del comportamiento migratorio de grandes migradores como las tortugas marinas (Bowen et al. 1994).

Los estudios genéticos demostraron la existencia de varias poblaciones nidificantes diferentes en la costa este de EEUU, e incluso han revelado que los juveniles de diferentes colonias de nidificación se reúnen en determinadas zonas de alimentación (Laurent et al., 1998; Bowen & Kart, 1996), como se ha comprobado que ocurre en las aguas macaronésicas, donde se agrupan ejemplares originarios de las distintas poblaciones nidificantes en la costa oeste del Atlántico, en proporciones relacionadas con el número de nidos producidos por cada una de ellas (Bolten et al. 1998)

Otro hito importante de las técnicas moleculares, fue la confirmación de que un número elevado de las tortugas *Caretta caretta* juveniles, procedentes de la costa oeste del Atlántico, atraviesan el estrecho de Gibraltar entrando en el Mediterráneo (Laurent et al., 1998). Estudios recientes han observado que estos especímenes de origen atlántico poseen niveles de testosterona muy elevados, de lo que se deduce que la mayor parte de estas tortugas son machos (Casale et al. 2002). Este hecho, junto con el gran porcentaje de hembras encontradas en la costa este del Atlántico (Madeira y Canarias) sugiere una posible diferenciación sexual en las rutas migratorias de las tortugas *Caretta caretta* del Atlántico Norte (Casale et al. 2002), aunque todavía no se ha podido confirmar.

Por último, uno de los hallazgos más relevantes en el estudio de las poblaciones de tortuga boba del Atlántico Norte, fue el descubrimiento en 1997 de la única población nidificante de *C. caretta* en el lado este del Atlántico, la población de tortuga boba nidificante en el archipiélago de Cabo Verde (López-Jurado et al., 2000a,b; Cabrera et al., 2000). Esta población es la segunda más importante del Atlántico, justo después de la del sur de Florida (EEUU), por lo que podría aportar un gran número de juveniles a la región noratlántica. Los estudios genéticos llevados a cabo por Monzón-Argüello en 2010 en las aguas macaronésicas de Canarias y Cabo Verde han demostrado que los juveniles de tortuga boba nacidos en Cabo Verde se dispersan en aguas del Atlántico y Mediterráneo en su fase pelágica, aunque una parte importante (43%) lo hace hacia áreas desconocidas hasta el momento.

Por consiguiente, y gracias a estas técnicas tan precisas, se confirma que en el océano Atlántico existen siete unidades de tortuga *Caretta caretta* significativamente diferentes: (1) Sur de Florida, EEUU (SFL); (2) Cabo Verde (CV), la única en la zona este del Atlántico; (3) del noreste de Florida al Norte de Carolina, EEUU (NEFL-NC); (4) Quintana Roo, México (MX); (5) Bahía, Brasil (BR); (6) noroeste de Florida, EEUU (NOFL); y (7) Dry Tortugas, EEUU (DT); ordenadas por tamaño poblacional (Monzón-Argüello, 2010). A excepción de la población de Brasil (BR) en su totalidad y quizás parte de la población caboverdiana (CV), el resto de poblaciones producen crías que se adentran y circulan en su fase oceánica por el Atlántico Norte.

El Mar de los Sargazos

Los primeros hábitat de desarrollo que encuentran las crías de tortuga en cuanto dejan las playas de puesta, son los objetos que navegan a la deriva transportados por las corrientes marinas. Carr (1986,

1987a,b) y Witherington (2002) observaron ejemplares de tortuga boba, verde, Carey y Kempff, asociados a objetos y grupos de sargazo a la deriva en la corriente de Florida; los estudios de contenido estomacal y la observación directa de las crías confirmaron que se sirven de ellos, por un lado como refugio y por otro como recurso alimenticio (Witherington, 2002).

El comúnmente denominado Sargazo, es un alga parda del género *Sargassum* (Fucaceae, Orden Fucales) que habita las zonas tropicales y templadas de los océanos de todo el mundo. *Sargassum natans* y *Sargassum fluitans* son las especies típicas del Atlántico norte, y ambas están totalmente adaptadas a la vida pelágica (Parr, 1939), flotando sobre la superficie del océano gracias a unas vesículas rellenas de gas (O_2 , N_2 y CO_2) (Coston-Clements et al., 1991). Este alga forma agrupaciones de gran tamaño que circulan por el océano Atlántico en un área cuyos límites los constituyen los grandes sistemas de corrientes oceánicas: al oeste la corriente del Golfo, al norte la del Atlántico norte, al este la corriente de Azores – corriente de Canarias y al sur la Corriente Norecuatorial. Posee un foco de distribución localizado en el centro del Giro del Atlántico Norte (entre los paralelos 28°N y 34°N y los meridianos 70° y 40°W), denominado comúnmente como el *Mar de los Sargazos* y ocupa una superficie total aproximada de 3.500.000km² caracterizada por la ausencia de vientos y corrientes marinas. Ciertas agrupaciones de esta alga también circulan, arrastradas por las corrientes y los vientos, sobre la plataforma continental americana y en el brazo norte de la Corriente del Golfo.

Estos bosques flotantes de sargazo transportan una rica comunidad de organismos marinos: microepífitos y macroepífitos (Mogelberg et al., 1983), hongos (Kohlmeyer, 1971), más de 100 especies de invertebrados, más de 100 especies de peces (Coston-Clements et al., 1991) y cuatro especies de tortugas marinas (Carr, 1987a). Estos organismos se han adaptado a la vida pelágica y se asocian al Sargazo en busca de alimento, para protegerse de los depredadores, o para desarrollar una o varias fases de su ciclo de vida. La fauna invertebrada está compuesta por organismos tanto sésiles (hidroideos, briozoos, poliquetos, balanos, picnogónidos y tunicados), como móviles (crustáceos decapados, copépodos, moluscos, poliquetos, platelmintos y nudibranchios). Coston-Clements (1991) detalla una lista muy completa de las principales especies de peces e invertebrados. La estructura de esta comunidad es muy variable y se ve influenciada principalmente por la estacionalidad, la localización geográfica y la edad del alga (Stoner & Greening, 1984). Muchos de los organismos que forman parte de la comunidad de los sargazos están también adaptados a la vida sobre objetos flotantes u otros animales (epibiosis), como los cirrípedos *Conchoderma virgatum*, *Lepas anatifera* o *Lepas hilli*; el cangrejo *Planes minutus*; o el nudibranchio *Fiona pinnata*, entre otros.

Varios autores han estudiado la relación de las tortugas marinas con este alga, localizando grandes cantidades de crías de varias especies asociadas a grupos de sargazo a la deriva en las corrientes de Florida y del Golfo (Witherington, 2002), así como en el propio mar de los sargazos, donde afirman, pasan los primeros años de vida (Carr, 1986, 1987a, b). El estudio del contenido estomacal de estas pequeñas tortugas indica que se alimentan del propio sargazo y de los organismos que forman esta comunidad, constituyendo casi el 70% de su dieta (Butler et al., 1983). Por consiguiente, las pequeñas tortugas permanecen los primeros años de vida en medio de este archipiélago de algas flotantes en el centro del gran remolino oceánico del Atlántico norte, como predijo años atrás Archie Carr (Spotila, 2004). En él encuentran comida en abundancia: huevos y larvas de invertebrados y peces, organismos de la comunidad del sargazo y un gran número de insectos alados que caen en él; y seguridad, debido al camuflaje entre las algas y a la baja carga nutritiva de este mar, que disminuye enormemente el número de predadores potenciales (Coston-Clements et al., 1991).

Se estima que el tiempo que pasan en esta área es de 1 a 3 años, aunque no está confirmado si vuelven a él más adelante, o si entran y salen de él a lo largo de su etapa juvenil oceánica. Muchas de ellas, vuelven a dejarse guiar por los grandes sistemas de corrientes (Corriente del Golfo, Corriente de Azores, Corriente de Canarias) para llegar a las aguas macaronésicas, donde encuentran zonas de convergencia, montes submarinos e islas oceánicas, mucho más ricas en alimento. Algunas toman la corriente hacia el norte apareciendo en las costas europeas generalmente enfermas, muertas o moribundas a causa de las bajas temperaturas. La mayoría aprovecha la Corriente de Canarias para dirigirse hacia el sur, y tras los 7-12 años de etapa oceánica (Bjorndal et al., 2000), toman la Corriente Norecuatorial para volver al lado este del Atlántico y empezar una nueva fase, nerítica. Tiwari et al., (2000, 2002) y Bolten (2003b) sugieren la existencia de una fase nerítica intermedia en la costa oeste de África, como se describió anteriormente, aunque todavía no ha sido confirmada.

La tortuga boba en la Macaronesia y Canarias

Las tortugas marinas han frecuentado las aguas macaronésicas desde tiempos inmemoriales. De las siete especies de tortugas marinas existentes en la actualidad, cinco visitan esta región, aunque en muy diferentes proporciones. De éstas, la tortuga boba (*Caretta caretta*) es la más abundante en el océano Atlántico y en la Macaronesia. La encontramos en fase juvenil oceánica en los archipiélagos de Azores, Madeira y Canarias y en fase adulta reproductora solo en el archipiélago de Cabo Verde.

La población nidificante en el archipiélago de Cabo Verde es la tercera población de tortuga común (*Caretta caretta*) mas grande del mundo, la segunda mas grande del Atlántico y la única que nidifica en la zona este del Atlántico. Está formada por ejemplares adultos que se reproducen entre mayo-junio y octubre-noviembre en las costas de Cabo Verde, principalmente en la isla de Boa Vista. Estudios de telemetría por satélite han identificado su zona de alimentación en las costas africanas, aunque diferenciando dos grupos: (1) las que se alimentan en zona oceánica (>200m profundidad) frente a las costas de Mauritania y Senegal principalmente (también Gambia, Guinea y Guinea Bissau), y (2) las que se alimentan en la zona nerítica (<100m de profundidad) frente a Guinea y Sierra Leona (Hawkes et al., 2006).

Los juveniles observados en los archipiélago de Azores, Madeira y Canarias tiene su origen en las poblaciones nidificantes al oeste del Atlántico y en Cabo Verde, aunque se ha comprobado que existe un patrón latitudinal en su distribución, con correspondencia entre las playas de anidación y las zonas de alimentación utilizadas; así los juveniles de la población de México son mas frecuentes en el sur, Canarias (31%), que en norte, Azores (13%), mientras que los individuos de la población del Sur de Florida son mas abundantes en el norte, Azores (31%), que en el sur, Canarias (11%) (Monzón-Argüello, 2010).

Estos juveniles de los archipiélagos macaronésicos presentan una talla media, en longitud curva de caparazón (CCL), de 35.5cm, 38.7cm y 40.6cm respectivamente (Fig. 25), apreciándose claramente el gradiente de tallas de norte a sur, de las que hablaban Carr (1989) y Bolten et al. (1993).

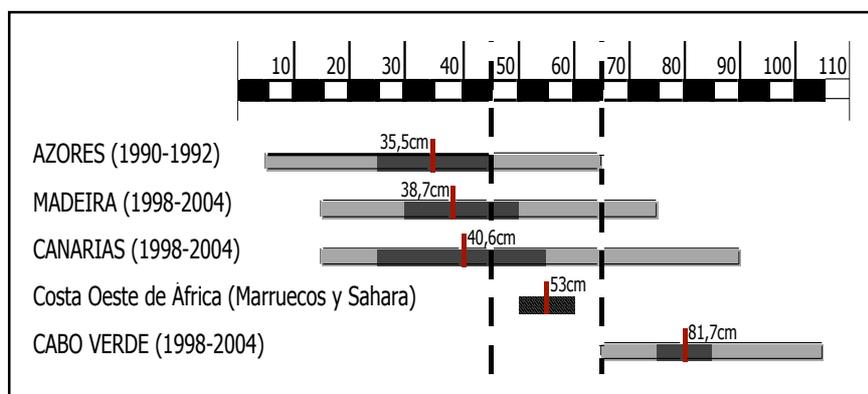


Fig. 25. Rango de tallas (LCC_{min} en cm), y talla media, de las tortugas estudiadas en los archipiélagos macaronésicos y costa africana. Datos obtenidos de: Bolten et al. (1993) para Azores, Dellinger (2007) para Madeira, Tiwari et al. (2002) para la costa de Marruecos y Sahara; y Varo-Cruz et al. (2007) para la población nidificante de Cabo Verde.

A excepción de un pequeño porcentaje de tortugas de gran tamaño, el límite superior del rango de tallas observadas en los archipiélago de Azores, Madeira y Canarias es de 65cm (CCL), talla a partir de la cual se considera a un subadulto o adulto joven en las costas americanas, o a aun adulto en el archipiélago de Cabo Verde. Estas tortugas de gran tamaño pueden ser tortugas procedentes del lado oeste del Atlántico, que todavía no se han ido por alguna razón, o que han dado mas de una vuelta al giro del Atlántico norte; o mas probablemente ejemplares adultos oceánicos de la población de Cabo Verde (Hawkes et al., 2006), que se han desplazado mas al norte de lo habitual; o, por último, como sugieren Bolten (2003b) y Tiwari et al. (2002), ejemplares en fase juvenil transitoria, con un flujo de entradas y salidas entre la zona nerítica y la oceánica.

Según los estudios genéticos de Monzón-Argüello (2010), los juveniles de tortuga boba presentes en aguas Canarias proceden en su mayoría (44-78%) de la población del Sur de Florida, debido

seguramente al gran tamaño de esta población; el resto proviene de las poblaciones de México (2-9%), Cabo Verde (6-17%) y Noreste de Florida - Norte de Carolina (7-26%).

Por otro lado, en el Archipiélago Canario hay evidencias de que antiguamente nidificaba en sus costas una especie de tortuga marina, principalmente en las islas más orientales, Fuerteventura y Lanzarote, aunque no está confirmada la especie ni de las causas de su desaparición. Por ejemplo, George Glass describe la captura de una tortuga común o boba de 500 libras (unos 225kg), es decir, una tortuga adulta de gran tamaño, en la costa este de la isla de Fuerteventura (bahía de Las Playas) a finales de Mayo de 1764 (Glass, 1974) (Fig 26, derecha); y José de Viera y Clavijo, en 1799, (publicado en 1868) describe en su "Diccionario de historia natural de las islas Canarias" la existencia de huevos de tortugas marinas en las playas de la isla de Lobos (norte de Fuerteventura) (Fig.26, centro), que eran comúnmente consumidos por los pobladores de la zona.

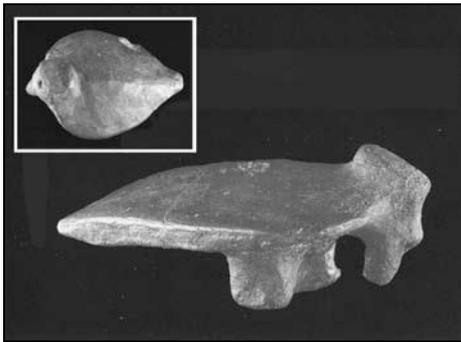


Fig. 26. Testimonios de la nidificación de tortugas marinas en las Islas Canarias. Izquierda: Ídolo zoo-antropomorfo procedente de la localidad de La Aldea, Gran Canaria y conservado en el Museo Canario de Las Palmas de Gran Canaria, con forma de tortuga marina. Abajo izquierda: Texto de Viera y Clavijo, 1799 (1868). Abajo derecha: Fragmento del libro de Geroge Glass sobre las Islas Canarias (Glass, 1764).

Islotes (INSULÆ DESERTÆ). Son las seis islas menores, situadas cerca de la de Lanzarote, y llamadas *Alegranza, Montaña Clara, Graciosa, Roque del Este, Roque del Oeste, é Isla de Lobos*: tierras todas montuosas, áridas, y desiertas. En la *Alegranza* se coge orchilla; en la *Graciosa* pastan los ganados durante el invierno; en *Montaña Clara* se buscan los mejores pájaros canarios; en la *isla de Lobos* se hacía antiguamente la pesca de las bestias marinas de este nombre; y en todas se encuentran huevos de tortugas, mariscos, conchas, &c.

Officers of the Inquisition, and tell them I would pay them when ever I should have the pleasure of seeing them again: and so we departed. During the time the Alcalde Major and his companions lodged in the cave by the sea-shore, they subsisted on what provisions we sent ashore to them, and on fish, for they could not remain in the ships by reason of sea-sickness. At that time some of the fishermen caught in the bay a huge tortoise, or logger-head turtle, weighing about five hundred pounds, which they brought ashore, and placed on its back upon a great stone, then cut its throat, from which the blood issued forth in a large smoking stream. Having no vessel at hand to receive it, the Alcalde and the rest of the gentry caught as much of it as they could in their hands and drank it off. When they observed our disgust at the sight of such a barbarous and beastly repast, they shook their heads, and told us it was an excellent remedy for the itch, and invited us to partake likewise: to the increase of our loathing, we observed their hands blotched with scabs and ulcers.

Además, se tienen testimonios gráficos (videos y fotos) de que en los años 90 nidificaron por lo menos cuatro tortugas laúd en las playas de la isla de Fuerteventura, aunque seguramente sean más, y existen innumerables testimonios orales de la población local que describen la nidificación esporádica de tortugas en los últimos 60 años, y la observación de crías de tortuga boba recién nacidas en determinadas playas de la isla.

En los últimos años se han llevado a cabo trabajos y proyectos importantes para proteger y conocer las tortugas que frecuentan las aguas del Archipiélago Canario, entre los que destacan: la recuperación de ejemplares heridos en el Centro de Recuperación de Fauna Silvestre (CRFS) de los Cabildos insulares; los estudios de las principales patologías presentes en las tortugas marinas localizadas en las islas, desarrollado por la Facultad de Veterinaria de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria; proyectos de seguimiento por satélite de ejemplares juveniles (Hydrocarpo y Aegina, entre otros) y el Proyecto de Ampliación del hábitat reproductor de la tortuga boba en la Macaronesia.

Por otro lado, en los últimos años se han desarrollado y se están desarrollando varias tesis doctorales sobre tortugas marinas de Cabo Verde, Canarias y Gabón, llevadas a cabo en la Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, posicionándola como una de las Universidades más importantes de Europa en el conocimiento de las tortugas marinas.

3.4 – LA EPIBIOSIS EN TORTUGAS MARINAS

Las primeras citas de epibiontes en tortugas marinas consisten en observaciones esporádicas de unos organismos considerados generalmente parásitos, en el que se daba más importancia a la descripción morfológica del epibionte que a la relación de este con su hospedador. Tukey en 1818 fue el primero en citar balanos pedunculados como *Lepas anatifera* y *Conchoderma virgatum* en ejemplares juveniles de tortuga boba (*Caretta caretta*) en el Atlántico norte (Azores). Posteriormente Darwin, en su trabajo monográfico de cirrípedos de 1854, señaló que el género *Chelonibia* se diferencia de otros balanos, además de porque posee 8 placas calcáreas, por su asentamiento sobre tortugas marinas, siendo el primero en identificar la especificidad de este género para las tortugas marinas.

Chevreaux & De Guerne (1893) fueron los precursores en no considerar los epibiontes como parásitos, en su relación de crustáceos comensales de dos tortugas *Caretta caretta* encontradas en el Mediterráneo. Durante los años siguientes algunos investigadores mantuvieron esta teoría, como Barnard en 1966, que consideró al gammarido *Podocerus chelonophilus* como un comensal de la tortuga, en vez de como un ectoparásito. Les siguieron Monroe & Limpus en 1979, describiendo 15 especies de cirrípedos en las tortugas nidificantes en las costas de Queensland; Laurent (1988), con observaciones esporádicas en tortugas marinas de las costas de Francia; y Frazier et al. (1985) con una lista comparada bastante completa de epibiontes de las poblaciones de tortuga boba de Georgia, Florida y Grecia, y Olivacea de las islas Galápagos.

Pero, fue Caine en 1986 el encargado de dar un giro al estudio de los epibiontes, siendo el primero en realizar una lista detallada de los epibiontes de una población (N=138) nidificante de *Caretta caretta*, la de las costas de Florida, Georgia y Carolina del Sur (EEUU), encontrando 48 especies de 6 phylum diferentes.

A partir de esta investigación, se realizaron verdaderos estudios descriptivos de los epibiontes encontrados en un número estadísticamente correcto de tortugas de una misma población: Gramentz (1988) encontró 13 especies epibiontes en la población de *Caretta caretta* de Malta (Mediterráneo); Frazier et al. (1991, 1992) siguió con su lista detallada de los epibiontes de la población nidificante de tortuga boba en Georgia (EEUU); Senties et al. (1999) citaron 36 especies de algas en la población de tortuga verde (*Chelonia mydas*) del Caribe Mexicano; los exhaustivos estudios de Frick et al. (1998, 1999, 2000, 2001, 2002a,b, 2003, 2004) que han recogido más de 100 especies de 13 phylum diferentes en la población nidificante de Georgia (EEUU), o el intenso estudio de Kitsos et al. (2005) con 80 especies encontradas en tortugas *Caretta caretta* varadas en las costas del Mar Egeo.

Los trabajos de las dos últimas décadas han utilizado estas listas descriptivas como indicadores biológicos y geográficos. Uno de los ejemplos más destacables es el de la costa este de EEUU, en el que las grandes diferencias en las agrupaciones de epibiontes observadas entre las tortugas nidificantes en Georgia y Carolina y las nidificantes en Florida, hizo intuir a los investigadores que se trataba de poblaciones diferentes (Caine, 1986). Este hecho se confirmó más adelante gracias a los análisis genéticos (Bolten et al., 1998).

Con estos y otros muchos estudios se ha podido corroborar la colonización por epibiontes en todas las especies de tortugas marinas, en todos los océanos y mares, en todas las poblaciones y en todos sus fases vitales. La composición, modelos de distribución y la abundancia de las distintas especies, son los primeros pasos para poder comprender la naturaleza de esta relación epibiótica (Frazier et al., 1991). Además, el estudio detallado de los epibiontes permite obtener información sobre las rutas migratorias (Eckert & Eckert, 1988), así como la distribución y movimientos de las poblaciones de tortugas marinas (Casale et al. 2004), ya que la presencia de determinados organismos puede indicar rangos geográficos o condiciones ecológicas específicas en el momento de la colonización (Caine, 1986).

Estudios importantes se han llevado a cabo en poblaciones de tortuga Carey (*Eretmochelys imbricata*) como los de Monroe & Limpus (1979), Frazier (1985) o uno de los más recientes y completos llevado a cabo por Schärer (2005) en Puerto Rico; Eckert & Eckert (1988) realizaron estudios de epibiontes en tortuga laúd (*Dermochelys coriacea*); Alonso (2007) y Green (1996) con tortuga verde (*Chelonia mydas*), en Uruguay y en las islas Galápagos respectivamente; Miranda & Moreno (2002), Díaz et al. (1992) y Gámez et al. (2006) los hicieron en tortuga olivacea (*Lepidochelys olivacea*) en Chile (el primero) y en Michoacán, México (los dos últimos), entre otros. Pero, las colonizaciones epibiontes



mas estudiadas hasta la actualidad han sido las poblaciones de tortuga boba (*Caretta caretta*), adultas (principalmente nidificantes) y juveniles (capturadas en sus áreas de alimentación), aunque también hay estudios con animales varados.

El asentamiento de las distintas especies epibiontes sobre tortugas marinas está determinado por factores como la velocidad de reclutamiento del epibionte, e hidrodinamismo, las perturbaciones, las especies presentes, la competición, el estrés físico o la predación, entre otros (Frick et al. 2000). Su composición y estructura depende de factores externos como la temperatura, salinidad, corrientes, estacionalidad, etc. y de factores intrínsecos a los propios residentes de dicha comunidad (Caine, 1998).

Según Wahl (1989), la relación entre el basibionte y el epibionte es generalmente una asociación facultativa no simbiótica. En el caso de la epibiosis de tortugas marinas esta relación no esta muy bien definida, algunos autores se refieren a ella como una asociación comensal, otros como una asociación simbiote, y otros como asociaciones parasitarias, aunque esto depende mas de la especie en concreto que de la colonización en general. Los casos mas claros son los de *epibiontes específicos* como la Rhodophyta *Polysiphonia caretta* (Holleberg & Norris, 1977) y el balano Coronuloideo *Chelonibia testudinaria* (Monroe & Limpus, 1979) que son claramente comensales. Algunas especies de balanos se han considerado como parásitos debido a que causan erosiones severas en el caparazón y pueden llegar a interferir en el movimiento, la nidificación o la cópula (Seigel, 1983). Aunque, este mismo autor, realizó un estudio sobre los efectos de la colonización de balanos en la tortuga dulceacuícola *Malaclemys terrapin*, que muestra que solo 2 tortugas de 125 (1.6%), murieron a causa de la erosión producida por los balanos en el caparazón al crecer (Seigel, 1983).

Una de las patologías mas alarmantes causadas por epibiontes fue la observada por veterinarios del CREMA (Centro de Recuperación de Especies Marinas Amenazadas de Málaga, España) en el año 2001, en el que mas de 70 ejemplares vararon en las costas andaluzas (sur de España) tapizados casi en su totalidad por el balano Coronuloideo *Platylepas sp.*, todos ellos con signos de extrema delgadez, debilidad y grave dermatología (Castillo, 2002). Se desconocen las causas de esta patología, pero en este caso los balanos provocaron lesiones realmente graves en sus hospedadores. Lazo-Warsem et al. (2007) describen que la presencia y actividad del copépodo *Balaenophilus umigameculus* puede causar daños en la piel de las tortugas marinas pudiendo tener consecuencias en la salud de estos reptiles.

A pesar de estas excepciones que pueden causar lesiones al hospedador, la mayoría de epibiontes de tortugas marinas son simples comensales, y por lo general no son exclusivos de las tortugas marinas. Un gran número de ellos han sido citados en innumerables ocasiones en otros seres vivos, como por ejemplo *Platylepas hexastylus*, *Chelonibia patula* o *Chelonibia manati*, citados en manatíes, ballenas, etc.; e incluso en objetos flotantes, como por ejemplo: *Lepas anatifiera*, *Lepas testudinata*, *Conchoderma virgatum*, *Conchoderma auritum*, *Balanus poecilus*, *Balanus trigonus*, *Chthamalus fragilis* o *Planes minutus* entre otros. Como ya se mencionó en este apartado, existen especies que solo se han observado viviendo sobre tortugas marinas, es decir, son "comensales específicos" de tortugas marinas, como por ejemplo: *Chelonibia testudinaria*, *Chelonibia caretta*, *Platylepas coriacea*, *Platylepas sp.* y *Stomatolepas dermochelys*, entre otras.

La asociación facultativa de algunas especies como epibiontes de tortugas marinas juega un papel muy importante en su ecología y capacidad de dispersión, y como consecuencia, en la estructura de los hábitats marinos ocupados por las tortugas y por sus epibiontes (Frick et al., 2004). Este hecho juega un papel muy importante en la dispersión de comensales especialistas como *Chelonibia testudinaria*, en el que la migración de la tortuga boba le ayuda a mantener la homogeneidad genética de sus poblaciones en el Atlántico y ha sido responsable de su expansión dentro del Mediterráneo (Rawson et al., 2003).

El grupo de epibiontes mas destacado en tortugas marinas es el de los cirrípedos, y en concreto esta especie, *Chelonibia testudinaria*, es el balano mas citado para tortugas marinas, especialmente en hembras nidificantes que por lo general presentan en sus caparazones de unos pocos a unas docenas (Frick, 2001). Frick et al. (2002) sugieren que este balano es uno de los colonizadores primarios que favorecen el desarrollo de la comunidad epibionte en tortuga boba. Aunque se han citado mas de 100 especies epibiontes en tortugas marinas, y existen diferencias entre las colonizaciones de las distintas especies.

La tortuga boba es, sin duda, la que posee una mayor diversidad y riqueza de especies en su colonización. Hasta la fecha se han descrito más de 100 especies animales, de 13 filos diferentes, y 37 especies de algas. En el Anexo se detalla una lista con todas las especies citadas en los principales trabajos realizados hasta la fecha, con su localización y su referencia bibliográfica.

Es posible que haya más epibiontes móviles, como los cangrejos, asociados a tortugas marinas que los citados y detectados hasta ahora (Frick et al., 2004b), ya que su movilidad les permite escapar rápidamente antes de la realización del muestreo. Además, es importante tener en cuenta que las tortugas varadas pueden perder o adquirir organismos que no representan la colonización natural de epibiontes, y que las grandes migraciones hacia las áreas de reproducción o alimentación pueden producir cambios en la composición de la comunidad epibionte (Schärer, 2005).

CARACTERÍSTICAS DE LAS TORTUGAS MARINAS INTERESANTES PARA LA EPIBIOSIS:

El caparazón: esta estructura protectora rígida o semi-rígida tan efectiva para las tortugas, proporciona un sustrato muy apreciado por organismos marinos que viven en la columna de agua y que encuentran en este una nueva superficie a la que adherirse, un medio de transporte, un aporte gratuito de nutrientes, etc., generando un auténtico ecosistema en movimiento en torno a la tortuga, a modo de islas móviles en mitad del océano.

Descamación: La mayoría de los reptiles pierden periódicamente la piel, las culebras y las lagartijas la pierden entera o a jirones, a diferencia de las tortugas que no se desprenden voluntariamente de sus escudos, ni tampoco mudan la piel de manera regular, sino que presentan una descamación continua debido al desgaste normal de la epidermis y a la fricción del agua al nadar. Este hecho es muy importante de cara a la colonización por epibiontes ya que indica una regeneración de las colonias epibiontes que viven adheridas al cuerpo de la tortuga.

El buceo: Las tortugas marinas poseen una respiración pulmonar, por lo que necesitan la emersión a la superficie para tomar aire. Estos reptiles marinos han desarrollado un metabolismo anaeróbico muy eficaz que les permite pasar largos períodos de tiempo bajo el agua, adquiriendo una serie de adaptaciones fisiológicas para mejorar sus inmersiones como son: mecanismo de bradicardia (habilidad del cerebro para seguir funcionando con concentraciones muy reducidas de oxígeno) desacelerando el ritmo cardíaco; adaptación de células sanguíneas (hematías) para liberar oxígeno hacia los tejidos en vez de absorberlo (Frair, 1979); mayor flexibilidad del plastrón, que tiene la capacidad de hundirse y ceder debido a la presión del agua, absorbiéndola; capacidad de los pulmones para vaciarse y llenarse rápidamente, gracias a conductos respiratorios reforzados con cartílago, por lo que a profundidades de 80-100 metros sus pulmones se colapsan y el aire pasa a los conductos respiratorios; o la capacidad de absorber parcialmente el oxígeno del agua que introducen en su boca gracias a la existencia de una red bien desarrollada de capilares en las paredes de esta. La capacidad de buceo, así como la profundidad a la que pueden llegar las tortugas marinas varía según la especie (Fig. 27).

Especies	Profundidad (m)	Presión (atm)	Duración normal (min.)	Duración máxima (min.)
Tortuga Común	233	23,27	15-30	60
Tortuga Verde	110	11,02	9-23	66
Tortuga Olivácea	290	28,98	28-40	45
Tortuga Lora	50	4,35	12-18	45
Tortuga Carey	100	10,00	56	74
Tortuga Laúd	1200	120,00	5-20	45
Tortuga Plana	150	14,97	¿?	¿?
Humano	61	6,12	1	2,5
León Marino	250	25,03	25	-
Ballena Azul	100	10,00	43	-
Cachalote	1134	113,40	75	-

Fig. 27.- Profundidad y tiempos de buceo de las especies de tortugas marinas y otras especies. Tomado y modificado del libro *Biology of sea Turtles* (Lutz & Musick, 1996).

Estudios llevados a cabo por Lutz & Bentley (1985) con tortuga boba (*Caretta caretta*) muestran que estas tortugas pasan el 98% de su tiempo en inmersión, de los cuales el 80% en los primeros 5m (Minamikawa et al., 2000), y el 18% restante de 5 a 100m de profundidad, llegando ocasionalmente hasta los 200m. Dellinger & Freitas (2000) no encontraron relación entre el tamaño y profundidad máxima de buceo, mientras que Schwarts (1978) halló una relación entre la temperatura y el comportamiento en el buceo, observando que por debajo de los 15°C la actividad de los individuos adultos disminuye rápidamente, de manera que las tortugas se quedan flotando en la superficie y dejándose llevar por las corrientes.

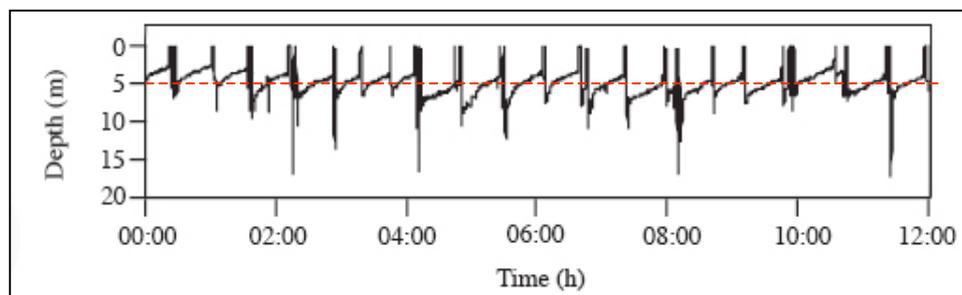


Fig. 28: Comportamiento del buceo de una tortuga boba en la columna de agua, en función de la profundidad y el tiempo. Tomado de Minamikawa, 2000 -Fig. 2.

La termorregulación: Las tortugas marinas son animales poiquilotermos (incapaces de regular su temperatura interna de forma eficiente), debido a que tienen una superficie de aislamiento muy pobre. Por consiguiente, su grado de actividad y distribución están ligados al aporte calórico del ambiente, es decir, a aguas que superan los 20°C, los mares tropicales y templados del planeta.

En ocasiones necesitan una regulación térmica a través de factores exógenos como la permanencia por períodos más o menos prolongados en lugares soleados (heliotermia). Este fenómeno, denominado comúnmente con el término anglosajón "*basking*", pueden realizarlo de dos maneras: saliendo a playas solitarias a asolearse, como hacen las tortugas verdes en Australia, Hawai (Balazs, 1974), Islas Galápagos (Fritts, 1981), e Islas Reunión entre otros; o flotando en la superficie del agua exponiendo su caparazón a la irradiación solar, como hacen las tortugas común y olivacea. En ambos casos, el sol calienta el caparazón de la tortuga, elevando la temperatura del aire de los pulmones, que se encuentran justo debajo, y que al estar fuertemente irrigados calientan la sangre que se distribuye por todo el cuerpo del animal calentándolo (Spotila, 2004). Por lo general, las tortugas marinas (a excepción de la tortuga laúd) mantienen su temperatura corporal entre 1 y 2° C por encima de la temperatura del agua en la que se encuentran. El fenómeno del *basking* (en el mar) les permite elevar la temperatura corporal de 2° a 5°C , acelerando su metabolismo y favoreciendo la digestión (Márquez, 1996).

Varios estudios han demostrado que el cambio brusco y repentino hacia bajas temperaturas, (por ejemplo, una bajada de 15-20°C hasta 5-6°C), afecta gravemente a las tortugas y resulta fatal cuando permanecen a bajas temperaturas períodos prolongados. Estos descensos bruscos se producen en determinados lugares con la llegada del invierno, o con el desvanecimiento de giros oceanográficos de aguas calidas que dejan al animal en aguas mucho mas frías (Márquez, 1996). Si se produce en mar abierto, las tortugas tienden a flotar indefensas a la deriva, aletargadas ("*cold stunning*") y pueden verse arrojadas entumecidas o moribundas a las playas o ser atacadas con mayor facilidad por depredadores oceánicos. En cambio, si se produce en aguas someras, las tortugas resuelven el problema enterrándose parcialmente en el lodo, buscando temperaturas mas estables, pasando el período de mal tiempo aletargada, en "*adormecimiento temporal*", disminuyendo sus actividades al mínimo. Este mecanismo ha sido denominado por algunos autores como "brumación" y se define como el estado de aletargamiento o dormancia de los organismos ectodermos que ocurre en los meses de invierno como respuesta al descenso gradual de la temperatura con el fin de reducir el gasto energético durante estos períodos de prolongada inactividad (Gregory, 1982). Los registros de este comportamiento son muy escasos, aunque las primeras evidencias que demostraron este comportamiento se registraron mediante observación directa, marcas producidas por su permanencia prolongada en el sedimento y por la presencia de macroalgas sobre el caparazón, y ha sido reportado

para *Chelonia mydas* en zonas templadas de Norteamérica (Baja California), en México (Felger et al., 1976) y en Uruguay (Castro et al. 2004), y para *Caretta caretta* en Florida (Carr et al., 1980).

Los fenómenos de *basking* y *brumación* de las tortugas marinas son comportamientos muy interesantes a la hora de la colonización por epibiontes, ya que mientras los individuos se encuentran aletargados o inactivos, en la superficie o en el fondo, nuevas especies pueden colonizarlas, incluso aquellas propias de zonas más calmas. Cuando las tortugas realizan el *basking*, parte del caparazón, o la tortuga entera si sale a una playa, queda expuesta a la irradiación solar ya que se sitúa fuera del agua, lo que puede afectar fuertemente a la colonización epibionte, llegando incluso a matar algunas especies.

Castro et al. (2004) detectaron indicios de *brumación* en tortugas juveniles localizadas en las costas de Uruguay, gracias a que ciertos individuos presentaban especies inusuales como *Balanus* sp y el alga *Ulva lactuca*, destacando que los individuos observados en los meses de invierno presentaban una sucesión muy avanzada de epibiontes caracterizada por *Mytilus edulis*, *Ulva lactuca* y una diversa comunidad de macroinvertebrados muy diferente a la observada en otros ejemplares, localizados principalmente en verano. Se trataba, además, de una comunidad relativamente asentada y que se asemejaba enormemente con la fauna de los fondos rocosos submareales de la zona en la que se localizaron dichas tortugas (López-Mendilaharsu et al., 2006). Estos resultados apoyaron la hipótesis de la presencia de tortugas en aguas uruguayas a lo largo de todo el año, permaneciendo en la zona incluso en los meses fríos del invierno, mostrándonos, a su vez, un claro ejemplo de cómo los epibiontes pueden indicar claramente distintos comportamientos de los individuos sobre los que se asientan.



Fig. 29: Comportamientos de termorregulación. Izquierda: Tortuga en posición de deriva y termorregulando en superficie (*basking*). Centro y derecha: Tortugas con epibiosis masiva provocadas por comportamientos de brumación. (Foto Centro: Jochen Messmer; Foto derecha: Nigel Collingwood).

La fase juvenil oceánica de la tortuga boba: En su fase oceánica, las tortugas navegan por el océano dejándose llevar por las corrientes, al igual que un gran número de objetos flotantes (redes, plásticos, sargazos, boyas, etc.) cargados de organismos. Las tortugas se acercan a estos objetos en busca de protección o alimento, momento muy importante para el intercambio de epibiontes y sobretodo de larvas.

En esta fase, las tortugas se dirigen más o menos pasiva o activamente en busca de recursos alimenticios, más abundantes en las zonas de convergencia, giros oceánicos, afloramientos, etc., que se producen generalmente en los alrededores de montes submarinos, bancos oceánicos, fracturas, islas oceánicas o cerca del continente (Carr, 1986; Polovina et al., 2000, 2004). Estos ambientes poseen características de flora y fauna especiales y una riqueza de especies mucho mayor que el océano abierto, aumentando enormemente las posibilidades de colonización por epibiontes de las tortugas juveniles que se alimentan en dichas áreas.

Estos movimientos pasivos/activos de las tortugas en el océano fueron estudiados por Revelles et al. (2007), en busca de identificar el momento a partir del cual las tortugas son capaces de nadar en contra de las corrientes locales y dirigirse activamente a una zona o área concreta. Para ello desarrollaron una serie de experimentos con juveniles de tortuga boba, con los que llegaron a establecer la relación entre la talla de la tortuga y un parámetro (U_{crit}) que determina la velocidad máxima de crucero que un animal acuático puede sostener sin acabar en fatiga muscular (Reidy et al.,



2000), estableciendo la talla mínima con la que una tortuga es capaz de nadar contra una corriente determinada ($U_{crit} = 1.763 LRC_{min} - 0.262$, Revelles et al., 2007). Monzón (2010) utilizó este criterio para identificar la talla mínima con la que las tortugas son capaces de moverse activamente en contra de las corrientes locales en el archipiélago canario, estableciendo la talla mínima de 32cm de LRC_{min} .

La capacidad de nadar contra la corriente dominante permite a la tortuga seleccionar activamente una zona de alimentación o un área concreta, lo que puede afectar en gran manera a la comunidad epibionte que transporta o a su colonización por nuevas especies. Además, parece ser que la selección activa del área de alimentación es mas pronunciada en los animales de mayor tamaño (Monzón, 2010), por lo que estos pueden presentar grandes diferencias en su comunidad epibionte, en comparación con las tortugas que se mueven prácticamente en una deriva por la corrientes dominantes.



*Con diez cañones por banda,
viento en popa, a toda vela,
no corta el mar, sino vuela
un velero bergantín.
Bajel pirata que llaman,
por su bravura, El Temido,
en todo mar conocido
del uno al otro confín.*

J. Espronceda (fragmento)

OBJETIVOS

OBJETIVOS

OBJETIVO PRINCIPAL:

Se pretende estudiar en profundidad el ecosistema constituido por la tortuga *Caretta caretta* y los epibiontes que la colonizan, para buscar características propias de los epibiontes que puedan darnos una mayor información sobre una especie tan desconocida todavía como la tortuga boba, en busca de patrones de comportamiento o selección de hábitats concretos.

OBJETIVOS ESPECIFICOS:

1. Definir la lista de especies epibiontes que colonizan el caparazón las tortugas *Caretta caretta* localizadas en aguas del archipiélago Canario.
2. Estudiar la relación de cada una de las especies epibiontes con las tortugas *Caretta caretta* localizadas en aguas del archipiélago canario, identificando su estacionalidad, variaciones geográficas y posibles preferencia por unas u otras tortugas.
3. Estudiar la relación existente entre las distintas especies que colonizan el caparazón de la tortuga definiendo su estructura como ecosistema.
4. Estudiar el proceso de colonización y la sucesión en el tiempo de las distintas especies epibiontes al vivir sobre las tortugas *Caretta caretta* de Canarias.
5. Extrapolar las frecuencias (presencia/ausencia) de las distintas especies epibiontes para identificar características específicas en el ciclo de vida de la tortuga boba en su paso por las Islas Canarias.
6. Identificar diferentes comportamientos o diferentes grupos de tortugas en función de la colonización por epibiontes de sus caparazones.
7. Identificar el transporte de especies por el océano Atlántico, gracias a los movimientos migratorios de la tortuga boba.
8. Localizar nuevas especies epibiontes que no hayan sido citadas con anterioridad.
9. Buscar las posibles adaptaciones de los epibiontes al medio de vida que les proporcionan las tortugas marinas.



*La luna en el mar riel
en la lona gime el viento,
y alza en blando movimiento
olas de plata y azul;
y va el capitán pirata,
cantando alegre en la popa,
Asia a un lado, al otro Europa,
y allá a su frente Istambul:*

J. Espronceda (fragmento)

MATERIAL Y MÉTODOS

1.- LOCALIZACIÓN Y LUGAR DE MUESTREO:

EL ARCHIPIÉLAGO CANARIO

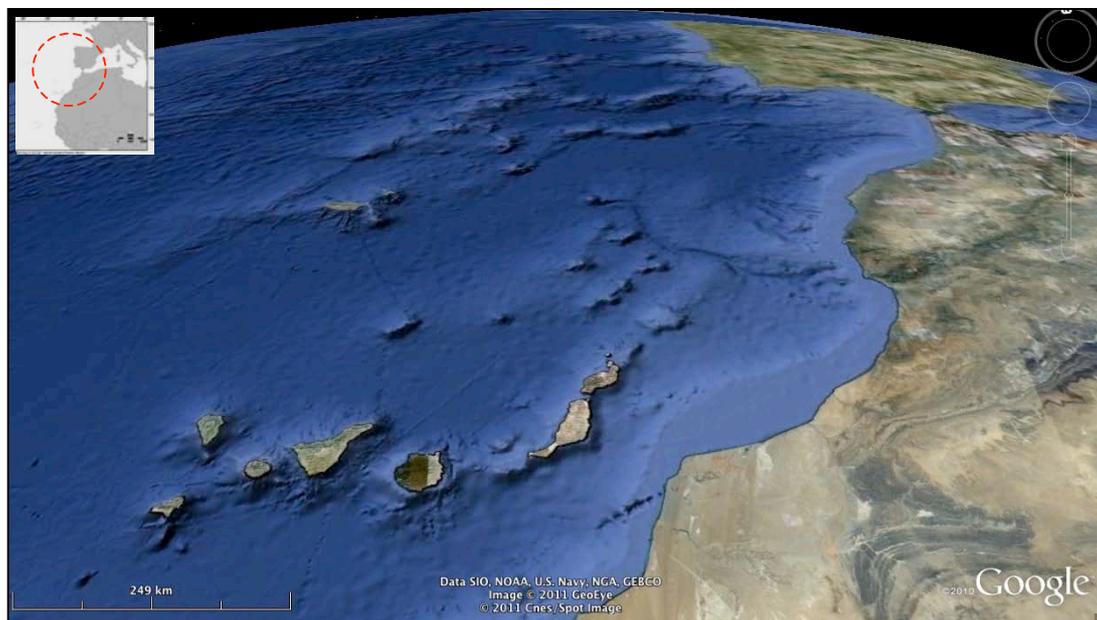


Fig. 30. Imagen de satélite del Archipiélago Canario. Tomada de Google Earth.

Canarias es un archipiélago del Atlántico que conforma una de las diecisiete comunidades autónomas de España y una de las regiones ultraperiféricas de la Unión Europea. Está formado por siete islas principales: El Hierro, La Gomera, La Palma y Tenerife, que forman la provincia de Santa Cruz de Tenerife; y Fuerteventura, Gran Canaria y Lanzarote, que componen la provincia de Las Palmas. También forman parte de Canarias los territorios insulares del Archipiélago Chinijo (La Graciosa, Alegranza, Montaña Clara, Roque del Este y Roque del Oeste) y la Isla de Lobos, todos ellos pertenecientes a la provincia de Las Palmas, siendo La Graciosa la única que está habitada.

El archipiélago está situado frente a la costa noroeste de África, entre las coordenadas 27°37' y 29°25'N de latitud y 13°20' y 18°10'W de longitud (Hernández-Hernández, 2003). Debido a esta situación, Canarias utiliza durante el invierno boreal la Hora de Europa Occidental (WET o UTC) y durante el verano boreal la Hora de Verano de Europa Occidental (WEST o UTC+1), con una hora de diferencia respecto al resto de España que usa respectivamente CET/UTC+1 y CEST/UTC+2. La isla de Fuerteventura dista unos 96km de la costa africana. Sin embargo, son aproximadamente 1.400km los que separan a Canarias del continente europeo (Morales-Mato, 2001).

Las islas, de origen volcánico, son parte de la región natural de la Macaronesia junto con los archipiélagos de Cabo Verde, Azores, Madeira y Salvajes. Su clima es subtropical, aunque varía localmente según la altitud y la vertiente norte o sur. Esta variabilidad climática da lugar a una gran diversidad biológica que, junto a la riqueza paisajística y geológica, justifica la existencia en Canarias de cuatro parques nacionales y que varias islas sean reservas de la biosfera de la Unesco, y otras tengan zonas declaradas Patrimonio de la Humanidad. Estos atractivos naturales, el buen clima y las playas, hacen de las islas un importante destino turístico, siendo visitadas cada año por cerca de 12 millones de personas (11.986.059 en 2007, destacando un 29% de británicos, un 22% de españoles peninsulares y un 21% de alemanes).

Canarias actualmente posee una población de 2.118.519 habitantes y una densidad de casi 300hab/km², siendo la octava Comunidad Autónoma de España en población. La población del archipiélago está concentrada mayoritariamente en las dos islas capitalinas, alrededor del 43% en la isla de Tenerife y el 40% en la isla de Gran Canaria. La extensión total del archipiélago es 7.447km².

EL CENTRO DE RECUPERACIÓN DE FAUNA SILVESTRE (CRFS) DE GRAN CANARIA

En las aguas del archipiélago canario abundan los ejemplares de tortuga boba (*Caretta caretta*) en su etapa juvenil oceánica. En los años 80 el Gobierno de Canarias empezó a prestar interés por esta especie que visita sus aguas y de la que se encontraban cada vez con más frecuencia ejemplares heridos o moribundos en sus costas. Los departamentos de medioambiente de los distintos Cabildos Insulares empezaron a recoger a estas tortugas, junto con otras especies animales de cada isla, para intentar recuperarlos y poder devolverlos a su medio natural, creando Centros de Recuperación de Fauna Silvestre (CRFS). En los últimos 20 años el CRFS de la isla de Gran Canaria se ha desarrollado enormemente y es considerado el más importante de todo el archipiélago, por lo que recibe animales de todas las islas. Uno de los principales factores que ha ayudado a este desarrollo ha sido la colaboración con distintos organismos e instituciones, como el Instituto Canario de Ciencias Marinas (ICCM) del Gobierno de Canarias, gracias al cual el CRFS tiene unas fantásticas instalaciones para la recuperación de fauna marina, junto al mar, con tanques y piscinas de gran tamaño y circuito de agua marina (Fig. 31); la facultad de Veterinaria de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (ULPGC) en donde se realizan las necropsias de los animales fallecidos en el centro o ingresados muertos, incluyendo aquellos de gran tamaño; Guardia Civil, Cuerpos de Policía Local y Nacional o Cruz Roja, que colaboran en la recogida y traslado de animales; etc.



Con todo ello, el CRFS de Gran Canaria presenta una excelente red de recogida de animales y está equipado con todas las infraestructuras necesarias para atender con gran eficacia a todo tipo de animales (quirófano, aparatos de Rayos X, endoscopio, sistema de anestesia, etc.) (Fig. 31), así como tanques de grandes dimensiones (5.000 y 10.000 litros), con circuito abierto de agua marina para la recuperación y cuidados postoperatorios de los animales marinos, como jaulones de diversos tamaños para recuperar aves pequeñas o de gran envergadura. Además, posee un personal altamente cualificado de veterinarios y operarios, con una amplia experiencia en el trabajo con fauna silvestre (Fig. 31).

Fig. 31. Arriba: Tanques para la recuperación de fauna marina en las instalaciones del ICCM. Abajo: Endoscopia de una tortuga marina con ingestión de anzuelo de palangre y personal del CRFS de Gran Canaria: Ana, Paco, Tony, Ibaia y Maria entre otros.

Alumnos universitarios y voluntarios pasan por el CRFS de Gran Canaria para aprender y ayudar en la recuperación y cuidados de los animales rescatados, así como para la realización de trabajos, prácticas o tesis doctorales como la que se expone en este trabajo.

Cualquier animal que ingresa en el CRFS de Gran Canaria queda registrado con una ficha individual en la que se anotan todos los datos referentes a dicho ejemplar: Especie; fecha de hallazgo; fecha de ingreso en el CRFS de Gran Canaria; isla de procedencia; zona donde se encontró; datos personales de quién lo encontró; y estado del animal. Posteriormente se revisa exhaustivamente al animal incluyendo en la ficha datos como su biometría, peso, causa de ingreso, tratamientos, operaciones quirúrgicas, rayos X, análisis de sangre y otros, registrando toda la evolución del animal hasta el momento de su liberación o de su fallecimiento.

Para la ejecución de los muestreos de este trabajo, el personal del CRFS contactaba con la doctoranda en cuanto: ingresaba una tortuga; se recibía el aviso del hallazgo de una tortuga en cualquier parte de la isla; o en cuanto cualquier CRFS de las otras islas avisaba del envío de una tortuga al CRFS de Gran Canaria.

2.- POBLACIÓN DE ESTUDIO

Este estudio se llevó a cabo con tortugas de la especie *Caretta caretta* ingresadas en el CRFS del Cabildo de Gran Canaria durante los años 2002, 2003 y 2004.

A lo largo de estos años ingresaron en el CRFS un total de 484 tortugas (154, 186 y 144 respectivamente), de las que se muestrearon un total de 207 tortugas (42,8% del total de tortugas ingresadas en CRFS), descartándose inicialmente todas aquellas que:

- llevaban mas de 24 horas fuera del agua.
- llevaban varios días en tanques o piscinas de otros CRFS u otras instituciones.
- ingresaban impregnadas de aceites o petróleo.
- aquellas que habían sido lavadas previamente (principalmente procedentes de otras islas)
- aquellas que ingresaban muertas al CRFS, debido a que desconocemos la variación que supone en el proceso de colonización, la deriva del animal muerto durante un tiempo indeterminado.
- las que tuvieron que ser operadas de urgencia debido a la gravedad de su estado por lo que no dio tiempo a la realización del muestreo.

Además, en la revisión posterior de las muestras algunas tuvieron que ser eliminadas del estudio por errores en la identificación, conservación y otros. Por consiguiente, para este trabajo se han estudiado un total de 167 tortugas muestreadas y conservadas correctamente (34,5% del total ingresado CRFS).

Las tortugas muestreadas no fueron seleccionadas en función de una variable determinada, sino simplemente por los factores logísticos personales en el momento del ingreso de cada ejemplar, por lo que puede considerarse como un muestreo totalmente aleatorio.

Se analizaron tortugas ingresadas a lo largo de los tres años de estudio, de todas las tallas, procedentes de todas las islas del archipiélago y heridas o lesionadas por las principales causas de ingreso que se han observado en el CRFS. Por todo ello, consideramos que el grupo de tortugas muestreado es representativo de todas las tortugas ingresadas en el CRFS de la isla de Gran Canaria. A continuación se muestran gráficos y tablas que expresan claramente esta representatividad.

En la figura 32 se muestran los porcentajes de tortugas que ingresaron en el CRFS de Gran Canaria (barras negras), junto con el porcentaje de tortugas que se muestrearon (barras grises) a lo largo de los 3 años que duró el estudio.

Para el estudio, se muestrearon tortugas a lo largo de todo el año, durante los 3 años de estudio, en proporciones similares al número de ingresos mensuales en el CRFS de Gran Canaria (Fig. 32.A). En los meses de mayo, junio y julio del año 2003, el muestreo de epibiontes fue menor debido a la llegada de un número elevado de tortugas procedentes de la isla de Tenerife, lavadas previamente.

La distribución de tallas (en LCC_{min}) de las tortugas muestreadas es muy similar a la del total de tortugas ingresadas en el CRFS durante los años de estudio (Fig. 32.B), con la excepción de las tortugas de rango 15-20cm de LCC_{min} (15 tortugas), que no fueron muestreadas porque la mayoría ingresaron durante los meses de mayo, junio y julio del año 2003 y procedían de la isla de Tenerife, lavadas previamente.

Las tortugas analizadas procedían de todas las islas del archipiélago aunque con una predominancia de las tortugas de la isla de Gran Canaria, al igual que el total de tortugas ingresadas en el CRFS (Fig. 32.C). Aunque, hay que tener en cuenta que el muestreo de tortugas de otras islas fue mas reducido, debido a la dificultad de realizar un muestreo fresco (menos de 24 horas) y a que en algunas ocasiones se lavaban antes de ser enviadas a Gran Canaria.

Las tortugas muestreadas ingresaron por causas diversas, en proporciones similares a los ingresos de tortugas en el CRFS (Fig. 32.D). El muestreo de tortugas que ingresaron por causa indeterminada fue muy reducido debido a que la mayoría de estas tortugas ingresaron muertas. Los ejemplares que llegaron impregnados de hidrocarburos, como se dijo anteriormente, no fueron muestreados, a excepción de un ejemplar que presentaba hidrocarburos solo en aletas y cabeza.

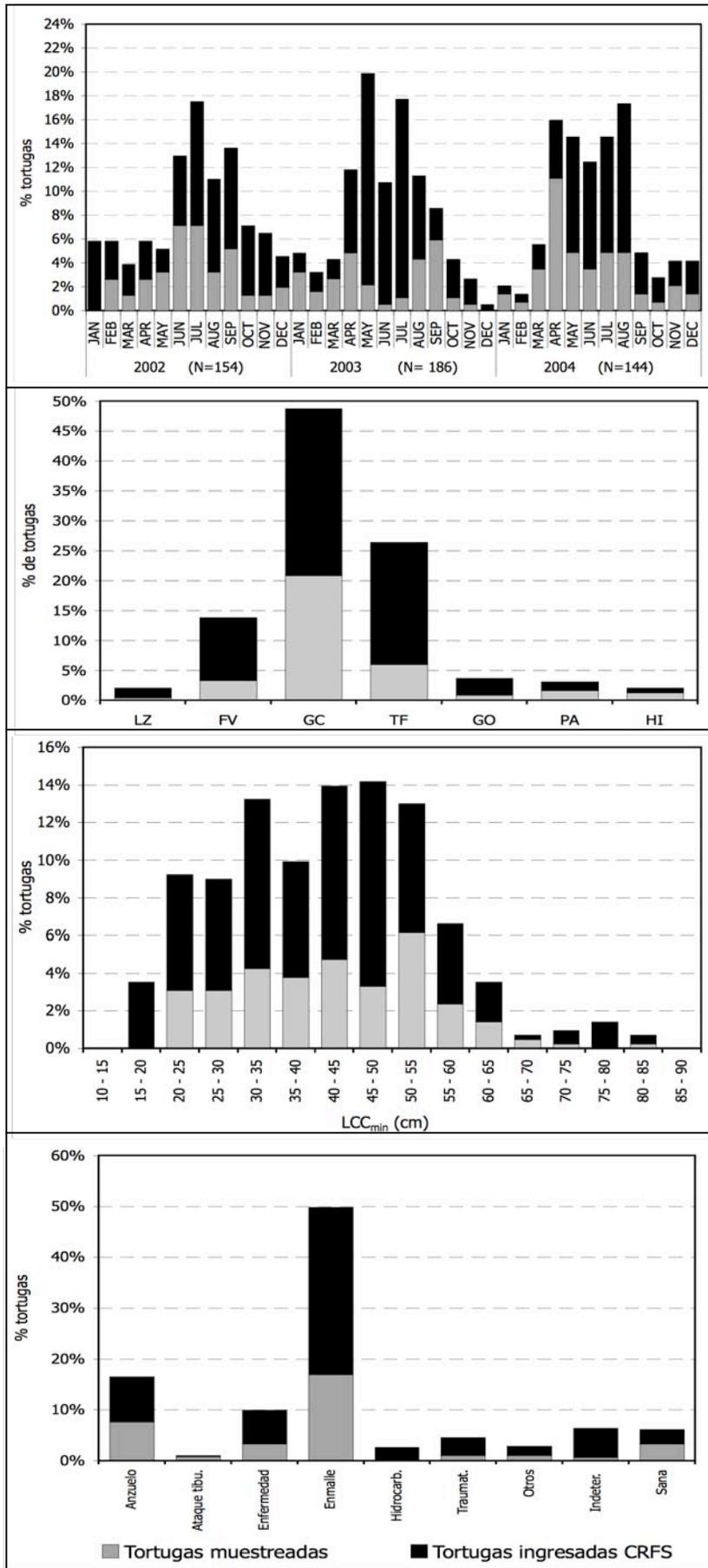


Fig. 32. Porcentaje de tortugas ingresadas en el CRFS de Gran Canaria y de tortugas muestreadas a lo largo de años 2002, 2003 y 2004.

A) Por meses.

B) Por islas.

C) Distribución de tallas (LCC_{min} en cm).

D) En función de la causa de su ingreso.

Los gráficos de la figura 32 muestran claramente que las tortugas seleccionadas para este estudio son una muestra representativa del total de tortugas que ingresaron en el CRFS durante los años 2002, 2003 y 2004.

Las tortugas ingresadas en los CRFS canarios son ejemplares enfermos o heridos por alguna causa o razón, a excepción de un número reducido de tortugas que por error o por desconocimiento son capturadas en perfectas condiciones (6.2%). Es importante tener en cuenta que no se puede afirmar que estas tortugas representen con exactitud la agrupación de individuos de distintas poblaciones de tortuga boba que circundan el archipiélago canario, ya que desconocemos si alguna característica o rasgo de comportamiento puede causar que un determinado grupo de tortugas enferme o se lesiones con mayor frecuencia que otros. Otro punto a considerar de cara a esta representatividad, es que no se tienen datos de la densidad total de tortugas que navegan en aguas canarias, y que por lo tanto se desconoce el porcentaje que representan aquellas que ingresan en los CRFS del archipiélago.

La diversidad de causas de ingreso, así como la variedad en tallas de las tortugas ingresadas, nos hace suponer que las afecciones se producen mas bien por azar que por causas o características concretas. Por consiguiente, para este estudio, asumiremos que la población muestreada representa al total de tortugas que circundan las aguas del archipiélago canario, no sin antes presentar esta duda razonable ante cualquier persona que lea este trabajo.

3.- TOMA DE DATOS

3.1. – BIOMETRÍA TORTUGAS:

Para cada tortuga se tomaron las siguientes medidas biométricas, todas estandarizadas a nivel internacional:

- LCC_{min} (CCL_{min}^*): *Longitud Curva mínima del caparazón*. Distancia comprendida entre la parte central del borde de la escama nucal y la hendidura entre las placas supracaudales medida con una cinta métrica flexible ajustada a la curvatura del caparazón.
- LRC_{min} (SCL_{min}^*): *Longitud Recta mínima del caparazón*. Distancia comprendida entre la parte central del borde de la escama nucal y la hendidura entre las placas supracaudales medida con un calibre o pie de rey.
- ACC (CCW^*): *Ancho Curvo del Caparazón*. Distancia entre las escamas marginales de la parte más ancha del caparazón medida con un cinta métrica flexible, ajustada a la curvatura del caparazón.
- ARC (SCW^*): *Ancho Recto del Caparazón*. Distancia entre las escamas marginales de la parte más ancha del caparazón medida con un calibre o pie de rey.
- PESO (W^*): Peso en kilogramos del animal.

En este estudio se ha tomado como referencia del tamaño de las tortugas muestreadas el largo curvo mínimo del caparazón (LCC_{min}), ya que, como se trata de animales heridos o enfermos, el peso es extremadamente variable para tomarlo como referencia. En cambio, la talla del caparazón presenta valores que representan mejor a cada individuo.

* Siglas en inglés

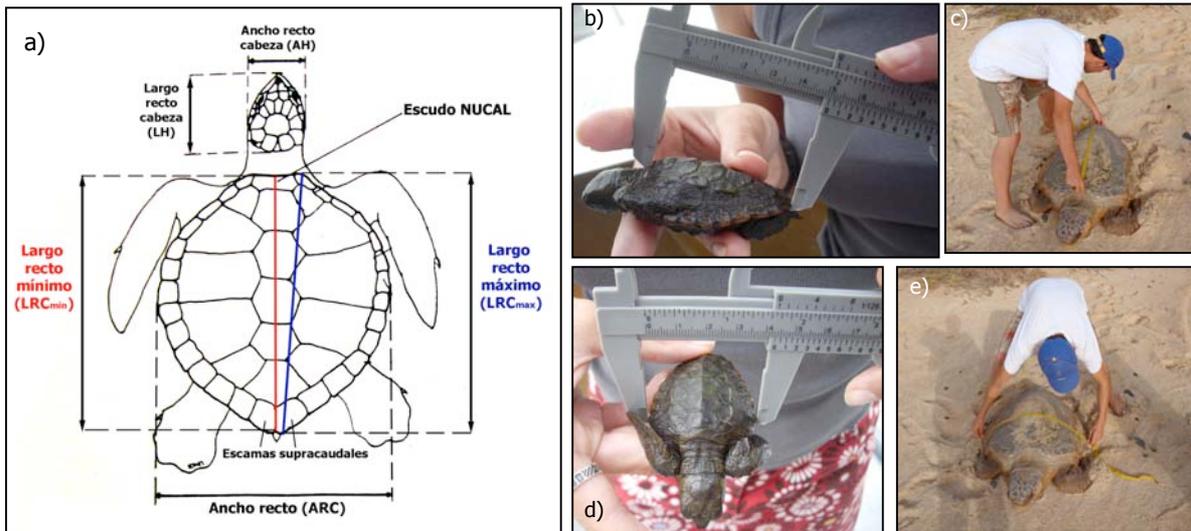


Fig. 33: Medidas biométricas estándar tomadas a las tortugas del estudio. a) esquema de las medidas principales; b) Toma del LRC_{\min} ; c) Toma del LRC_{\min} ; d) Toma del ARC; e) Toma del ACC.



Fig 34. Protocolo de muestreo de epibiontes. 1.-2. Exploración visual externa; 3. Raspado del caparazón (línea amarilla discontinua marca la dirección del raspado). 4. Recogida de muestra. 5.-6. Conservación de la muestra. 7. Etiquetado o identificación. 8. Muestra dispuesta para revisión, clasificación e identificación de especies bajo lupa binocular.

3.2.- PROTOCOLO DE MUESTREO DE EPIBIONTES

Para el muestreo de epibiontes se llevo a cabo un protocolo que se repitió en la medida de lo posible de forma idéntica en cada uno de los ejemplares muestreados.

El protocolo fue el siguiente:

Paso 1: Exploración visual externa: Observación minuciosa de las principales características de la colonización anotando el tipo de distribución, la densidad, disposición de organismos en áreas blandas del animal o externas al caparazón, y curiosidades o datos especiales observados.

Paso 2: Toma de Fotografías: Con una cámara digital Fujifilm FinePix A203. Se tomó una fotografía aérea de la parte dorsal de cada individuo, fotografías de detalles concretos de la colonización, y de zonas externas al caparazón como plastrón y aletas (dorsal y ventral).

Paso 3: Raspado del Caparazón: con una cuchilla de bisturí usada (para no dañar al animal), dispuesta perpendicularmente al caparazón. Se llevan a cabo de 15-20 raspados desde la escama nupal hasta las escamas supracaudales realizando líneas paralelas a la dorsal del animal a lo largo de todo el caparazón, pasando sobre las escamas dorsales, costales y marginales para muestrear toda la extensión del caparazón. El bote de muestras se coloca bajo las escamas supracaudales y recoge la masa de epibiontes que se arrastra en cada raspado.

Paso 4: Recogida manual en zonas blandas: con unas pinzas se van recogiendo grupos de epibiontes dispuestos en las zonas blandas del animal, como aletas, cuello y cola.

Nota: Es muy importante revisar la región entre la cola y las aletas traseras ya que el Crustáceo *Planes minutus* se esconde habitualmente en esa zona; incluso, revisar el recipiente en el que se trajo a la tortuga, ya que los epibiontes móviles pueden desprenderse de la tortuga y quedar en el.

Paso 5: Conservación de las muestras: debido a la presencia de flora marina, las muestras se conservaron en *Agua de mar con Formol al 4%*. (Una vez llevada a cabo la revisión de cada muestra, la fauna se separa conservándola en alcohol 96%). Los ejemplares de fauna de mayor tamaño se introdujeron en botes individuales en el momento del muestreo y se conservaron directamente en alcohol 96%.

Paso 6: Marcaje y etiquetado de las muestras: Cada muestra fue etiquetada con el número identificativo del individuo (dispuesto a su ingreso en el CRFS) y el año de ingreso de la tortuga en el CRFS y por lo tanto, del muestreo.

Nº identificativo de la tortuga ←  → Año de ingreso / muestreo

Paso 7: Clasificación de las especies encontradas: Bajo Lupa Binocular Olympus SZ-PT se llevó a cabo la identificación y clasificación de los principales grupos taxonómicos encontrados de tallas superiores a 1mm, así como su conteo, toma de datos biométricos e identificación del estadio reproductor.

Nota: Se estableció 1mm como talla mínima debido a la dificultad que supone localizar y separar aquellos ejemplares de tallas inferiores, sobretudo cuando existe una elevada densidad de algas, por lo que muchos de ellos pueden pasar desapercibidos alterando fuertemente su estudio. Además, la identificación taxonómica de estos grupos suele ser bastante compleja.

Paso 8: Determinación taxonómica: Con claves taxonómicas de cada uno de los principales grupos encontrados se llevo a cabo la identificación taxonómica de los ejemplares, hasta el nivel mas preciso posible. Gracias a la cámara digital NIKON DS-5M dispuesta en la lupa binocular se realizaron fotografías de las principales especies es sus distintas fases de desarrollo. Algunos taxones no pudieron ser identificados debido a que se localizaron solo fragmentos o estadios no reproductivos que impiden su identificación.

4.- ESPECIFICACIONES SOBRE VARIABLES Y ANÁLISIS

TALLAS Y ESTADIOS DEL CICLO DE VIDA DE LAS TORTUGAS:

Para poder analizar las posibles diferencias en la epibiosis de las tortugas en función de su talla, se estudió la distribución de tallas de las tortugas muestreadas (N=140), con una LCC_{min} media = 42.11cm; desviación típica = 12.25cm; talla mínima = 22.0cm; y talla máxima = 81.0cm; rango = 59.

Teniendo en cuenta que las tortugas de mayor talla ($LCC_{min} > 65\text{cm}$), se presentaron en frecuencias bastantes mas bajas que el resto, se estableció un único intervalo para aquellas de tallas superiores a 65cm, y 9 intervalos mas de 5cm de amplitud, estableciéndose un total de 10 intervalos (Fig. 37).

Posteriormente y siguiendo los criterios establecidos para el ciclo de vida de la tortuga boba (Introducción pag. 30-31) se agruparon los intervalos de talla dentro de los diferentes estadios para la especie. El rango de datos de las tortugas muestreadas para este estudio comprenden las siguientes fases: Fase Juvenil Oceánica, Fase Juvenil Transitoria y Fase Subadulta Nerítica.

Intervalo	Marca de clase	N	Fase del ciclo de vida
< 25cm	22,5	15	Fase Juvenil Oceánica (pasiva) (N= 47)
25-30cm	27,5	14	
30-35cm	32,5	18	
35-40cm	37,5	16	Fase Juvenil Oceánica (activa) (N= 55)
40-45cm	42,5	22	
45-50cm	47,5	17	
50-55cm	52,5	24	Fase Juvenil Transitoria (N= 32)
55-60cm	57,5	8	
60-65cm	62,5	5	Fase subadulta Nerítica (N= 9)
>65cm	67,5	4	

Fig. 37. Distribución de tallas de las tortugas muestreadas y su correspondencia con las distintas fases del ciclo de vida.

Además, teniendo en cuenta que la capacidad de las tortugas para nadar en contra de las corrientes locales dominantes depende de su talla (Revelles et al., 2007; Monzón, 2010), se diferenciaron dos grupos dentro de la Fase Juvenil oceánica, separados por la talla de 32cm de LRC_{min} establecido por Monzón (2010) para las tortugas de Canarias. Según la recta de regresión de las medidas de LRC_{min} / LCC_{min} de todas las tortugas ingresadas en el CRFS de Gran Canaria de 1998 a 2004 ($LRC_{min} = 0.9168 LCC_{min} - 0.9259$) el valor dado por Monzón (2010), 32cm LRC_{min} , se corresponde con 35.91cm de LCC_{min} para las tortugas de Canarias, por lo que la Fase Juvenil oceánica se dividió en dos grupos: Juvenil oceánica pasiva, aquellas tortugas que no son capaces de nadar en contra de las corrientes dominantes y que presentan tallas de LCC_{min} menor de 35cm; y la Fase Juvenil oceánica activa, con tortugas capaces de dirigir activamente sus movimientos y que superan los 35cm de LCC_{min} .

CAUSAS DE INGRESO:

La gran mayoría de las causas de ingreso son debidas a factores antropológicos, a excepción de las tortugas que sufrieron ataques de tiburón o enfermedades de distintos tipos.

Esta variable no se incluyó en el análisis de los datos, debido a que su efecto sobre la epibiosis es extremadamente heterogéneo, pues presenta una gran dependencia con el tiempo transcurrido desde el momento en el que se produjo la lesión hasta que la tortuga fue rescatada. No obstante, el tipo de lesión sirvió para definir la gravedad de las lesiones, que se describe a continuación.

Las principales causas de ingreso de las tortugas al CRFS se clasificaron en 9 casos principales:

1. Anzuelo: todas aquellas tortugas que han ingerido un anzuelo y permanece todavía en el interior del animal; 2. Ataque de tiburón: tortugas que han sufrido el ataque de un tiburón dañando su caparazón. La mayoría presentan fracturas en uno o varios escudos del caparazón con heridas profundas causadas por los dientes del depredador. Es una de las pocas causas no debidas al hombre; 3. Enfermedad: tortugas con síntomas de infecciones bacterianas o víricas internas, problemas de flotabilidad y casos de desnutrición. Se considerada como una de las pocas causas

naturales; 4. **Enmallamiento**: tortugas que presentan amputación de aletas o fuertes cortes en aletas y cuello causadas por redes, cuerdas y plásticos que han quedado enredados en sus extremidades. Estos objetos causan lesiones graves con cortes profundos que pueden llegar a romper el hueso, y en ocasiones el peso de la red y lo que transporta provocan erosiones fuertes de caparazón y cabeza; 5. **Hidrocarburos**: tortugas manchadas de aceites, petróleo y cualquier derivado hidrocarburo que provoca inactividad, hipotermia e intoxicación debida a la ingestión de estos contaminantes. La mayoría también lo ingieren y es necesario realizar lavados con carbono activo. Hay solo una tortuga muestreada con esta causa de ingreso debido a que las demás estaban totalmente impregnadas en petróleo, lo que altera completamente la colonización de epibiontes; 6. **Traumatismo**: Tortugas que han recibido fuertes golpes de embarcaciones fracturando su caparazón, machetazos en aletas, cabeza y caparazón, o que ingresan con fracturas de huesos de la cabeza y caparazón por causas indeterminadas; 7. **Sana**: aquellas tortugas que fueron remitidas al CRFS pero que se encontraban en perfectas condiciones de salud. El desconocimiento del comportamiento de esta especie provoca que en muchas ocasiones el *basking* de la tortuga boba sea malinterpretado por los ciudadanos, que piensan que la tortuga esta moribunda en lugar de captando calor tranquilamente; 8. **Otros**: tortugas que presentaron heridas punzantes (generalmente producidos por cuchillos o arpones) deformaciones, perdida de ojos o ceguera por causas indeterminadas, y la ingestión de plásticos, cuerdas, rafia, nylon y otros; 9. **Indeterminada**: tortugas cuya causa de ingreso es desconocida.

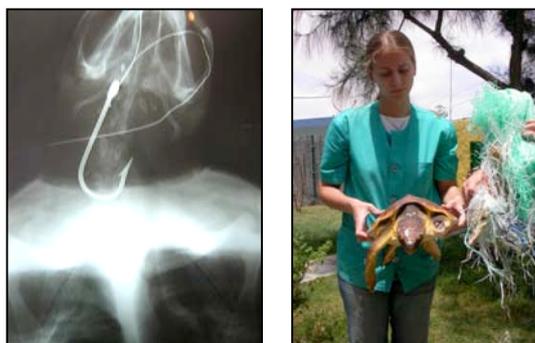


Fig 36. Fotos de tortugas ingresadas en el CRFS por distintas causas. Arriba: Radiografía de Rayos X de una tortuga con anzuelo en el esófago y tortuga enmallada en cuerdas y rafia. Abajo: Tortuga petroleada (izquierda); con ingestión de un cordón de zapato (centro), y deformación congénita (derecha). (Fotos Pascual Calabuig).



LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA EN CADA ISLA (ZONA):

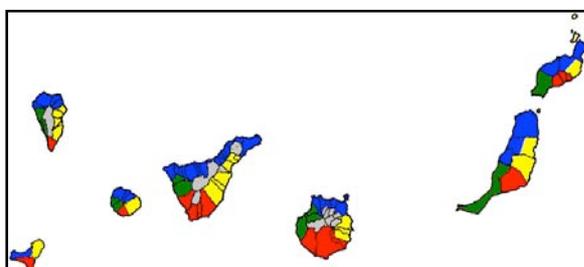


Fig. 35. Distribución cardinal de los distintos municipios del archipiélago Canario. Azul = norte; Amarillo = este; Rojo = sur; Verde = oeste.

Para poder estudiar como afecta a la epibiosis la posición geográfica de cada tortuga en el momento de su localización en las distintas regiones de las islas del archipiélago, se agruparon los municipios de cada isla en función de su localización geográfica con respecto a los puntos cardinales.

En el mapa de la Figura 35 se muestran los distintos municipios de cada una de las islas y su localización geográfica con respecto a los puntos cardinales como se consideraron para este estudio.

GRAVEDAD DE LA LESIÓN

Al tratarse de animales principalmente heridos o enfermos, la actividad del animal se ve alterada en función de las lesiones que presenta. Por ello, y teniendo en cuenta que el grado de inactividad de la tortuga puede alterar el proceso y estructura de la colonización por epibiontes, se han establecido unos niveles de gravedad para cada tortuga (directamente relacionados al grado de inactividad y en tiempo que lleva herida, lesionada o enferma), en función del tipo de lesión, del estado físico del animal al llegar al centro y de la duración de su recuperación.

Estos niveles de gravedad son:

SANA: a) Tortugas que ingresaron en perfectas condiciones física y fisiológicas; b) Animales que se recuperaron en menos de 6 días.

LEVE: Tortugas que se recuperaron en un tiempo relativamente corto, de 7 a 29 días.

MODERADA: Animales que tardaron entre 30 y 59 días en recuperarse de su lesión.

GRAVE: a) Tortugas que murieron en el CRFS en un tiempo superior a 7 días de su ingreso en el centro. b) Animales que necesitaron entre 60 y 120 días para su recuperación.

MUY GRAVE: a) Animales que tuvieron que ser sacrificados a su llegada al CRFS por la gravedad de sus lesiones. b) Tortugas que murieron en el CRFS en un tiempo inferior a 7 días de su ingreso en el centro. c) Ejemplares que tardaron más de 120 días en recuperarse.

ESPECIFICACIONES DE LOS EPIBIONTES

CANTIDAD/ABUNDANCIA DE EPIBIONTES: Para obtener el dato de cantidad/abundancia de cada especie para cada tortuga se llevo a cabo del conteo de los individuos bajo lupa binocular, una vez separados de la muestra global, y se clasificaron en 6 intervalos: de 0 a 10 indiv./tortuga; de 11 a 20 indiv./tortuga; de 21 a 30 indiv./tortuga; de 31 a 50 indiv./tortuga; de 51 a 100 indiv./tortuga; y más de 100 indiv./tortuga. Para las especies de mayor tamaño, y por lo tanto menos abundantes, se dispuso el número total de ejemplares por tortuga; y para las especies no cuantificables, como algas y cnidarios, se dispuso el siguiente criterio: Muy poco; Poco; Cantidad media; Abundante; Muy abundante; o Cantidad excesiva.

TAMAÑO DE LOS EPIBIONTES: Para el análisis de los datos de talla de los individuos observados se establecieron rangos de talla en función de la tallas citadas en la bibliografía para cada especie. Cuando en una misma tortuga se encontraron tallas diversas de una misma especie se utilizó como referencia la talla media observada.

ESTADIOS DE LOS EPIBIONTES: Los distintos estadios de cada especie se establecieron en función de las tallas descritas en la bibliografía y del tamaño mínimo observado de ejemplares reproductores.

ANÁLISIS DE LOS DATOS

Para el análisis de los principales grupos taxonómicos localizados y cada una de las especies observadas, se llevaron a cabo estudios de presencia/ausencia de cada una de las especies para cada tortuga muestreada, estableciendo la frecuencia de cada especie para las distintas variables de estudio (diagramas de frecuencias). Las variables de estudio fueron: Año, Mes (y estacionalidad), Isla, Zona (punto cardinal en donde se localizó la tortuga), Talla (LCC_{min} en cm) (y estadio del ciclo de vida de las tortugas muestreadas), y Gravedad de las lesiones.

La elevada complejidad de este estudio debido al gran número de variables que afectan a la colonización de epibiontes, a que desconocemos completamente las condiciones a las que estaban sometidas dichas especies antes del muestreo, y a que las principales diferencias se localizaron en grupos de tortugas de números significativamente bajos, ha impedido la realización de estudios estadísticos robustos.



*Navega, velero mío
sin temor,
que ni enemigo navío
ni tormenta, ni bonanza
tu rumbo a torcer alcanza,
ni a sujetar tu valor.*

J. Espronceda (fragmento)

Capítulo 1:

FLORA EPIBIONTE
DE TORTUGA BOBA DE CANARIAS

1. – INTRODUCCIÓN

Las distintas especies y grupos de algas se distribuyen por los mares y océanos en función de las variables ambientales, según sus características específicas.

El fitoplancton marino se localiza en mayores densidades en la capa iluminada de la columna de agua, disminuyendo fuertemente por debajo de los 100m. Además, las mayores densidades se dan en los mares fríos y en las zonas de corrientes marinas frías, debido a una mayor riqueza en compuestos de nitrógeno y fósforo, y a una mejor mezcla de las capas de agua en estos mares que en los tropicales.

El bentos vegetal marino consta de fanerógamas y de algas, principalmente feofitas y rodófitas. La mayoría están fijadas a sustratos sólidos mediante discos o filamentos especializados en la adhesión, mientras que el sustrato móvil, fango o arena, solo es colonizado por unos pocos géneros como *Caulerpa*. Las distintas especies se localizan desde las zonas de salpicaduras de las costas hasta las profundidades en las que se puede realizar la fotosíntesis (180m).

En los mares tropicales la vegetación algal no alcanza tanta exuberancia como en las zonas templadas o frías, siendo las rodofíceas las mejor representadas, junto con algunas familias de clorofíceas del orden sifonales que requieren aguas de temperaturas elevadas (Caulerpaceas, Dasicladaceas, Codiaceas, Valoniaceas, etc). La vegetación de los arrecifes coralinos es la más rica y variada de las aguas tropicales y participan en mayor proporción que los propios corales en la formación de caliza. El bentos de los mares templado-cálidos, como el Mediterráneo, está formado principalmente de rodofíceas, de pequeñas feofíceas y de un pequeño grupo de clorofíceas, generalmente del orden sifonales, comunes de aguas tropicales. En estas aguas, las diferencias en la intensidad de la luz según la época del año determinan un período principal de vegetación en la superficie del agua en primavera y en zonas más profundas en verano y otoño.

Los mares templado-fríos, como el Mar del Norte, están dominados por las feofíceas tanto en masa como en talla. Un gran número de especies reflejan una estacionalidad muy clara, como por ejemplo *Desmarestia* perdiendo sus pelos asimiladores en otoño; *Delesseria* que pierde las delicadas láminas talinas quedando solo las costillas durante el invierno; o las grandes laminarias que renuevan cada año sus filoides. En estos mares se produce una acusada zonación vertical de la vegetación en relación con la gran variabilidad de las mareas. Un fenómeno único de las aguas templadas es el Mar de los Sargazos donde las feofíceas del género *Sargassum* forman una vegetación densa que flota a la deriva.

Los mares fríos son mucho más pobres en especies, pero en ellos las feofíceas alcanzan los mayores tamaños, siendo un buen ejemplo de ello los inmensos bosques de *Macrocystis*, *Lessonia* y *Nereocystis*.

La flora marina del archipiélago Canario está constituida por más de seiscientas especies de macroalgas, una veintena de hongos y tres fanerógamas marinas. Desde el punto de vista biogeográfico, las especies de algas canarias muestran rangos de distribución muy variados, aunque es característico el elevado porcentaje de algas rojas, propio de la flora marina subtropical (Afonso-Carrillo & Sansón, 1999). Estas islas presentan una gran similitud florística con los archipiélagos de Madeira y Salvajes (Prud'homme van Reine & Hoek, 1990); afinidades con el Mediterráneo occidental, el Caribe y las costas atlánticas europeas (Gil-Rodríguez y Haroum, 1992); y diferencias significativas con la costa africana (Afonso-Carrillo & Gil-Rodríguez, 1982). Por lo cual se caracteriza por la coexistencia de: especies subtropicales con distribución anfiatlántica, especies mediterráneas y especies noratlánticas cuyos límites meridionales de distribución son las islas Canarias (Afonso-Carrillo & Sansón, 1999). El componente endémico de esta región es bastante reducido, considerándose tan sólo 17 especies (el 2,6% del total de la flora marina canaria) (Afonso-Carrillo & Sansón, 1999).

La proporción entre algas rojas y algas pardas (índice R/P, Feldmann, 1937a,b) para las islas del archipiélago muestra un gradiente ascendente desde las islas orientales hacia las más oceánicas, con valores más elevados en La Palma y el Hierro, mostrando floras marinas de afinidades más cálidas que el resto de las islas. Estos valores coinciden con el gradiente térmico descrito para las aguas



superficiales de Canarias (Braun & Molina, 1988), no obstante, aunque las islas orientales están bañadas por aguas mas frías, presentan densas poblaciones de elementos tropicales y subtropicales en sus fondos someros, bien iluminados y poco expuestos al oleaje, mientras que el carácter abrupto y más expuesto de las costas de las islas occidentales justifica la menor abundancia de estos elementos (Sangil et al., 2003).

Los estudios de flora epibionte en tortugas marinas realizados hasta la fecha presentan bastantes carencias. Dodd (1988) fue el primero en citar cinco especies de algas epibiontes en el caparazón de *Caretta caretta*, aunque solo las definió como algas verdes o rojas, sin llegar a identificarlas hasta género o especie. Frazier et al. (1985) mencionaron la presencia de cuatro especies de algas al estudiar los moluscos epibiontes de la población de *Caretta caretta* al este del Mediterráneo. Caine (1986) y Frick et al. (1998) identificaron siete especies de algas viviendo sobre los caparazones de *Caretta caretta* nidificantes en la costa este de EE.UU., a lo que en el año 2000, Frick et al. añadieron siete nuevas especies mas.

Uno de los estudios mas detallados sobre la flora epibionte en tortuga boba fue el llevado a cabo por Senties et al. (1999) en la población nidificante de tortuga boba del Caribe Mexicano y en el que citaron 37 especies de algas epibiontes. Este trabajo detalla que las algas dominantes son aquellas de forma pequeña y filamentosa, considerándolas como colonizadores primarios; que las algas rodófitas del orden Ceramiales fueron las mas abundantes con 17 especies, de las que cinco eran del género *Polysiphonia*; y que el 94% de las algas epibiontes encontradas eran especies ya observadas en la región del Caribe, a excepción de *Polysiphonia caretta*, que es un alga específica de *Caretta caretta*, ya que solo se ha observado habitando los caparazones de esta especie.

En resumen, hasta la fecha se han citado 50 especies de algas epibiontes en las poblaciones de tortuga boba del Atlántico, Mediterráneo y Caribe. El número de especies observado es mayor en tortugas adultas nidificantes que en juveniles y existe, para ambas fases, una clara dominancia de las algas rojas con 29 especies distintas (58%), de las cuales siete son del género *Polysiphonia*. Las algas pardas son las menos representadas, con solo 8 especies (16%), tres de ellas del género *Ectocarpus*. Las algas verdes se sitúan entre las dos anteriores con 13 especies (26%), de las que tres son del género *Enteromorpha* y otras tres del género *Cladophora*.

Polysiphonia caretta es el alga mas citada como epibionte de *Caretta caretta* debido a su especificidad (Hollenberg, 1971; Caine, 1986; Rojas-González et al., 1994; Frick et al., 2000, 2003; Senties et al., 1999, entre otros). Incluso, algunos autores como Báez et al. (2001), sugirieron que esta especie puede ser un indicador biogeográfico de las poblaciones del Atlántico, ya que la encontraron en tortugas juveniles que circundan las islas Baleares cuando no había sido citada en las poblaciones nidificantes del Mediterráneo, reafirmando la teoría de entrada de individuos Atlánticos en el Mediterráneo a través del Estrecho de Gibraltar (Bolten et al., 1998).

2. – CARACTERÍSTICAS TAXONÓMICAS

2.1. - DIVISIÓN CHLOROPHYTA

Se conocen más de 7000 especies comprendidas en 450 géneros. La mayor parte (90%) viven en el plancton o en el bentos de agua dulce, teniendo escasa importancia en el plancton marino. Algunas especies pueden vivir fuera del agua, en la superficie o en el interior de un suelo húmedo (epífitas sobre árboles, etc.); Otras resisten incluso una fuerte desecación y son claramente plantas terrestres; o incluso, llegan a vivir simbióticamente en líquenes o como endosimbiontes intracelulares de animales inferiores. Algunos representantes han llegado hasta a perder los pigmentos asimiladores y viven como heterótrofos.

Tienen representantes en casi todos los niveles de organización, y han alcanzado todos los tipos morfológicos, desde pequeños unicelulares microscópicos, algas filamentosas simples o ramificadas que a menudo forman densos fascículos, hasta vegetales de constitución más compleja como talos parenquimáticos o plectenquimáticos (*Ulva* o *Codium*), que externamente tienen cierto parecido con las plantas superiores por sus talos foliáceos.

Los cloroplastos poseen como pigmentos asimiladores la clorofila a y b, que le dan el color verde puro, y carotina, luteína y otras xantofilas como pigmentos accesorios. Están cubiertos únicamente por una doble membrana. En el interior de los cloroplastos hay tilacoides que se agrupan en montones y algunas especies también presentan pirenoides.

El principal polisacárido de reserva es el almidón que se produce en forma de gránulos, junto a los pirenoides en el interior de los cloroplastos.

La pared celular consta de fibrillas de polisacáridos, principalmente celulosa (también manano y xilano) que quedan incluidas en una fracción amorfa, a menudo mucilaginosa y denominada pectina.

Poseen reproducción sexual, en el que los gametos son biflagelados, muy semejantes a zoosporas vegetativas y se forman en gametángios unicelulares. Generalmente el gameto masculino es flagelado y el femenino puede ser flagelado o ser una ovocélula inmóvil.

El ciclo vital es principalmente sencillo, haplonte, aunque en algunos casos se amplía a una alternancia de generaciones haplodiplonte. Unos pocos representantes han pasado a ser diplontes por reducción del gametofito.

Las algas Chlorophytas se subdividen en tres clases: Clorofíceas, Zignematofíceas y Carofíceas.

CLASE CLOROPHYCEAE o CLOROFÍCEAS:

Las Clorofíceas son algas verdes que se caracterizan por presentar células sexuales flageladas y un talo no articulado en nudos y entrenudos.

Dentro de este grupo se identifican 7 órdenes que se diferencian y clasifican en función del nivel de organización predominante de sus células: Volvocales (unicelulares); Clorococcales o Coccales (unicelulares inmóviles); Quetoforales (filamentos ramificados de células uninucleadas); Edogoniales (con una especialización única en el reino vegetal por su forma de división celular); Sifoniales (frecuentes en mares cálidos); Cladoforales y Ulotricales.

Por su interés para este estudio describiremos con mayor detalle los dos últimos órdenes.

ORDEN ULOTRICHALES:

Presenta formas unicelulares que todavía pertenecen al nivel cocal y forman paquetes regulares de células, hasta cadenas cohesionadas por vainas de gelatina. En general, los talos están compuestos por filamentos no ramificados que se alargan por división transversal ("difusa") de muchas o de todas las células (nivel de organización *trical*).



Habitan en el agua dulce, el mar y algunas especies en el suelo terrestre. Los talos de los representantes acuáticos muchas veces están fijos al sustrato.

La reproducción puede ser vegetativa, que se lleva a cabo por zoosporas, o sexual, por unión de gametos flagelados o por fecundación de ovocélulas femeninas inmóviles. El ciclo vital es a veces puramente haplonte con alternancia de fases nucleares zigóticas y en parte diplohaplonte con alternancia de generaciones heterofásica.

Ejemplos de este grupo son: *Ulva lactuca* que viven en las costas marinas y forma un gran talo parenquimático, foliáceo, verde y de dos capas de células; y *Enteromorpha*, que también es marina y litoral, aunque de vez en cuando aparece en aguas salobres del interior, y posee un talo tubuloso o con forma de cinta aplanada. Ambas especies presentan un esporofito diploide dentro de una alternancia de generaciones heterofásica isomorfa. Para *Ulva*, el gametofito y esporofito son iguales entre sí, con sus talos parenquimáticos foliáceos. Mientras que *Enteromorpha* presenta anisogamia, y la diferenciación de los sexos en los gametofitos es genotípica. Los talos masculinos producen pequeños gametos con cloroplastos verde-amarillentos y los femeninos gametos mayores con cloroplasto verde.

ORDEN CLADOPHORALES O CLADOPHORALES:

Los representantes de este orden presentan un nivel de organización sifonocladal. Los talos por lo común son ramificados en fascículo, multicelulares y cada célula es multinucleada.

Son abundantes tanto en agua dulce como en el mar, generalmente fijados sobre sustratos sólidos por medio de una célula rizoidal y muestran crecimiento apical. Las ramificaciones se forman por evaginación en la célula inicial siempre por debajo del tabique transversal de formación centrípeta.

El cloroplasto parietal está perforado en retículo y contiene pirenoides con gránulos de almidón. La pared celular consta de microfibrillas de celulosa y otros polisacáridos que se disponen estratificados formando ángulos, lo que confiere una gran resistencia a la pared.

Las células sexuales (zoosporas e isogametos) se originan en células apenas distinguibles, situadas comúnmente junto a los extremos de las ramas laterales.

Ejemplos de este orden son los géneros *Cladophora*, *Cladophoropsis* y *Rhizoclonium*.

2.2. - DIVISIÓN PHAEOPHICEAE

Existen entre 1.500 y 2.000 especies agrupadas dentro de 250 géneros, y la mayoría son marinas y presentan un mayor desarrollo en las zonas templadas y frías del océano. Junto con las Rhodophytas son las algas más desarrolladas.

Las feofíceas o algas pardas son un grupo muy rico en formas, variando desde diminutos filamentos celulares ramificados, talos pseudoparenquimatosos, hasta plantas de varios metros de talla con tal diferenciación de órganos y tejidos que en ocasiones nos recuerdan a hojas, tallos y raíces de los cormófitos. No poseen formas unicelulares.

Forman parte del bentos y viven fijas sobre rocas, piedras, maderas, etc., algunas emergiendo en la bajamar y otras capaces de vivir como epifitas de otras algas. Forman una exuberante vegetación en la zona intermareal de las costas rocosas manifestando una zonación de especies muy característica. Una de sus formas más espectaculares son los impresionantes bosques submarinos de la costa Pacífica Americana, formados por *Lessonia*, *Macrocystis* y *Nereocystis*, de muchos metros de longitud. Las formas diminutas filamentosas o disciformes son menos vistosas, pero están muy difundidas sobre rocas, caracolas, conchas y epifitas sobre otras algas. Incluso algunas especies han llegado a vivir endofíticamente en grandes algas.

Los cromatóforos son pardos porque contienen fucoxantina como pigmento accesorio, que enmascara el color verde del pigmento principal (clorofila).

El polisacárido de reserva más importante es la crisolaminarina, junto con alcohol manita y aceite.

La pared celular consta de una fracción sólida, compuesta por fibrillas de celulosa y alginato, y otra mucilaginoso compuesta por alginato y fucoidano.

Las zoosporas y gametos tienen una forma piriforme o fusiforme, y poseen dos flagelos de distinta longitud, junto a los que se localiza una mancha ocular pardo rojiza situada en el cromatóforo que es pardo. El flagelo tractor está dirigido hacia atrás y está hinchado en la base (posiblemente actuando como fotorreceptor) y el flagelo posterior termina siempre en un fino pelo.

El ciclo vital se realiza con alternancia de generaciones heterofásica que puede ser isomorfa, heteromorfa o extremadamente heteromorfa con atrofia casi completa del gametofito haploide. Por lo que existe una predominancia del esporofito diploide. Las meiosporas se forman siempre en esporangios uniloculares y los gametos en gametangios pluriloculares.

Esta clase se divide en 11 órdenes: O. Chordariales (*Chordaria*, *Leptonema*, *Elachista* epífita sobre *Fucus*) con diploidización vegetativa en el gametofito; O. Desmarestiales con unión posterior de filamentos en una corteza pseudoparenquimática y alternancia de generaciones heteromorfa; O. Dictyosiphonales con talo parenquimático; O. Scytosiphonales con microtalos de pseudoparenquima alternando con megatalos parenquimáticos; O. Sporochnales: con célula apical; O. Sphacelariales (*Halopteris*) con célula apical; O. Cutleriales con alternancia heteromórfica con predominancia del gametofito; O. Dictyotales con talos planos ramificados por dicotomía repetida; O. Laminariales (*Macrocystis pyrifera*) con alternancia de generaciones heteromorfa con dominancia del esporofito diploide; O. Fucales con reducción extrema del gametofito considerándose como diplontes puros; O. Ectocarpales que se describen a continuación.

ORDEN ECTOCARPALES:

A este orden pertenecen la mayoría de las algas pardas y *Ectocarpus* es la especie más representativa y difundida.

Talos filamentosos, ramificados en fascículos con un aspecto muy parecido al alga verde *Cladophora*, pero de color pardo. Son habituales en la zona superficial de los mares europeos, donde viven fijadas al sustrato (rocas y otras algas) mediante filamentos fijadores reptantes. Estos filamentos tienen crecimiento intercalar, sin célula apical y solo una parte de sus células puede transformarse en órganos reproductores.

Ciclo vital con alternancia de generaciones prácticamente isomorfa. El gametofito haploide es filamentosos y los gametangios son pluriloculares y se localizan en los laterales de los extremos de los filamentos. A pesar de la isogamia morfológica, en algunas especies hay anisogamia fisiológica ya que los gametos femeninos entran en reposo y pierden los flagelos al poco tiempo de su liberación, mientras que los masculinos son atraídos químicamente por la sustancia *ectocarpina* de los gametos femeninos, dirigiéndose hacia ellos y envolviéndolos fundiéndose con ellos. El esporofito es diploide y generalmente algo más robusto y menos ramificado que el gametofito. En él se originan esporangios uniloculares ovoides, en los que, tras la meiosis se forman numerosas meiozoosporas que darán lugar a la nueva generación gametofítica. La determinación del sexo es haplogenotípica.

A menudo esta alternancia de generaciones isomorfa heterofásica puede complicarse de modo extraordinario. Por ejemplo, el esporofito diploide puede formar mitozoosporas, sin meiosis, en esporangios pluriloculares, especialmente en las zonas de climas fríos; de los gametos pueden originarse, por partenogénesis, esporofitos haploides; en los esporangios uniloculares haploides pueden formarse zoosporas haploides por mitosis; etc.

A este orden pertenecen géneros como *Ectocarpus* y *Hincksia*.

2.3. - DIVISIÓN RODOPHYTA

Las Rodófitas o algas rojas las constituyen más de 4.000 especies distribuidas en 500 géneros. Habitan principalmente las zonas litorales, sobre todo en aguas cálidas, ya que muchas especies son muy sensibles a la temperatura. A menudo colonizan zonas profundas (hasta 180m) gracias a la presencia de unos pigmentos especiales (ficobiliproteínas) que son capaces de captar la radiación de onda corta, permitiéndoles vivir en zonas muy sombreadas.



Son principalmente bentónicas y siempre fijadas a rocas u otros sustratos (incluidos otras algas) por medio de filamentos o discos fijadores. Algunas especies son realmente específicas, viviendo únicamente sobre un alga o sustrato determinado, como por ejemplo una especie del género *Polysiphonia* que solo vive sobre el alga parda *Ascophyllum*. Son autótrofas, aunque algunas especies han evolucionado como parásitos incoloros.

Son de color rojo brillante, violeta, púrpura oscuro, rojo parduzco hasta casi negro, o incluso verde azulado u oliváceo. Solo un pequeño grupo son unicelulares, preponderando las formas de talo trical o pseudoparenquimático del tipo filamento central uniaxial o de surtidor multiaxial. No presentan auténticos tejidos y no poseen estados flagelados en su ciclo de vida.

Presentan células, casi sin excepción, uninucleadas. Poseen numerosos cromatóforos, de forma sencilla, disciformes, ovales o lobulados. Presentan clorofila a (no poseen clorofila b ni c) y sus carotenoides acompañantes quedan enmascarados por colorantes rojos, muy fluorescentes, situados en los ficobilisomas. Los ficobilisomas son corpúsculos disciformes o esféricos de 30-40nm localizados sobre los tilacoides de los cromatóforos y contienen ficobiliproteínas hidrosolubles con ficoeritrina y ficocianina que determinan el color del alga. Los tilacoides no están dispuestos en montones, sino que se sitúan a la misma distancia unos de otros.

Como sustancia de reserva se almacena sobre todo el almidón de florídeas, en forma de gránulos redondeados, insolubles y estratificados. Este almidón es un polisacárido de propiedades intermedias entre el glucógeno y el almidón normal, cuyos gránulos no se condensan dentro de los cromatóforos como en las clorofitas, sino en las superficie de los mismos y en el citoplasma. También presentan gotas de aceite y sustancias únicas a las rodófitas, los floridósidos.

La pared celular consta generalmente de celulosa, cuyas microfibrillas no se ordenan paralelamente sino que constituyen cadenas enmarañadas. La parte amorfa contiene muchas veces galactano que se mucilaginizan, formando compuestos como el agar, muy requerido para su uso industrial.

Su ciclo de vida es una alternancia de generaciones trifásica, que consiste en una fase gametofítica haploide de vida libre, seguido de un carposporofito diploide fijado al gametofito, y por último una fase esporofítica también de vida libre (generalmente tetraesporofito). Los gametangios femeninos, llamados carpogonios, y los gametangios masculinos o espermatángios, pueden desarrollarse en distintas parte del mismo gametofito haploide o en individuos independientes (gametofitos femeninos y masculinos).

Las células sexuales, tanto femeninas (carpogonias) como masculinas (espermatias) no son flageladas y son uninucleadas. Las espermatias son liberadas y arrastradas pasivamente por el agua hasta fijarse en el carpogonio femenino y fecundar las carpogonias dando lugar a una ovocélula de la que se origina el carposporofito, que forma filamentos celulares diploides que lo mantienen unido al gametofito. El carposporofito produce carposporas diploides por divisiones celulares exclusivamente mitóticas, que se liberan y dan lugar al tetraesporofito.

El tetraesporofito es muy similar al gametofito pero diploide (en algunas especies puede ser diferente), en la que, mediante división reductiva (meiosis), se forman, de una célula madre cuatro tetrameiosporas haploides.

El desarrollo de las tres generaciones se completa en sólo dos cuerpos vegetativos, con una fase carposporofítica considerada casi como un auténtico parásito. A veces, el carposporofito puede aparecer recubierto por ramas envolventes especiales del gametofito con lo que se origina una estructura característica denominada cistocarpo.

La única clase de los rodofitos o algas rojas es la Rhodophyceae, que se subdivide en dos subclases, las Bangiophycidae y las Florideophycidae.

Las especies de la subclase Florideophycidae poseen un talo formado de filamentos celulares ramificados con crecimiento apical, que a menudo se unen unos con otros formando talos pseudoparenquimáticos con forma foliácea, redondeada o aplanada. No tienen representantes unicelulares y sus representantes de organización mas elevada no llegan jamás a ser parenquimáticos como las algas pardas. Sus células a menudo están unidas entre si por unos orificios o conductos con estructuras a modo de tapón, denominadas *punteaduras*.

Dentro de la subclase Florideophycidae existen cinco órdenes: O. Nemalionales (*Batrachospermum*) que forma cantransiosporofitos en vez de tetraesporofitos; O. Cryptonemiales (*Corallina*) con especies con cristales de calcita en sus paredes celulares; O. Gigartinales (*Plocamium*, *Furcellaria* y *Chondrus*); O. Rhodymeniales (*Rhodymenia*) que presentan cistocarpos; O. Ceramiales (*Ceramium*, *Polysiphonia*, *Plumaria* y *Grinnellia*), se describe a continuación.

ORDEN CERAMIALES:

Este orden se caracteriza por la presencia de filamentos monosifonales, con células desnudas o cubiertas total o parcialmente por una corteza de filamentos rizoidales, o polisifonales, con segmentos consecutivos formados cada uno por una célula axial y varias células periaxiales, que son en realidad las células basales de las ramificaciones. Presentan ejes rastreros y erectos, estos últimos diferenciados en ejes de crecimiento indefinido y filamentos laterales asimiladores de crecimiento definido, generalmente verticilados, opuestos o solitarios por reducción.

La corticación que presentan algunas especies de este orden puede ser total, solo en los entrenudos o solo en los ejes principales.

Todas las especies presentan el ciclo biológico trigénico propio de las Rhodophytas.

Es un grupo de amplia distribución vertical con representantes en casi todos los ambientes y frecuentemente se observan como epífitos de una gran diversidad de sustratos. En Canarias, este orden constituye el 31,7% de la flora marina de la zona (Sangil et al., 2003).

3. – RESULTADOS

3.1. – DESCRIPCIÓN DE LAS ESPECIES ENCONTRADAS

En este estudio se identificaron un total de 7 especies de algas epibiontes pertenecientes a las tres divisiones principales, Rhodophyta (3 especies), Phaeophyta (1 especie) y Chlorophyta (3 especies).

De las 7 especies identificadas, 4 se han considerado como especies principales para este estudio, debido a que se observó en más del 3% de las tortugas muestreadas. Estas especies son *Polysiphonia caretta*, *Hincksia mitchelliae*, *Ceramium flaccidum* y *Cladophoropsis membranacea* (por orden de importancia).

Aquellas especies que se localizaron en menos de 5 tortugas (generalmente en pequeñas cantidades), se han considerado despreciables para el estudio ya que su escasez puede alterar enormemente los datos. Estas especies, no consideradas en el estudio, son *Enteromorpha* sp., que se observó solo en 5 tortugas y en cantidades realmente insignificantes; y *Ulva* sp. y *Centroceras* sp. de la que se localizaron fragmentos en una sola de las tortugas muestreadas.

Asimismo, se encontraron restos de otras 5 especies que no llegaron a ser identificadas debido a que se trataba solo de pequeños fragmentos, difícilmente identificables, localizados en una sola tortuga.

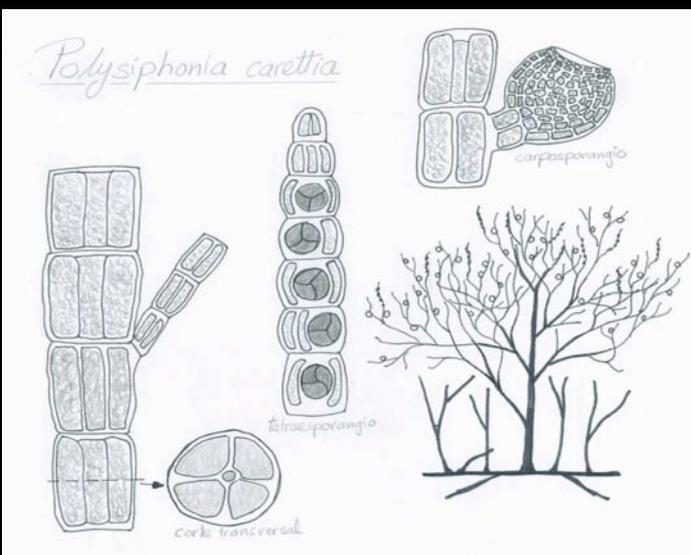
	N	Frecuencia
CHLOROPHYTA		
<i>Cladophoropsis membranacea</i>	6	3,6%
<i>Enteromorpha</i> sp.	5	3,0%
<i>Ulva</i> sp.	1	0,6%
PHAEOPHYTA		
<i>Hincksia mitchelliae</i>	82	48,5%
RHODOPHYTA		
<i>Polysiphonia caretta</i>	136	80,5%
<i>Ceramium flaccidum</i>	11	6,5%
<i>Centroceras clavatum</i>	1	0,6%
Otras algas NO Identificadas	5	3,0%

Fig. 40: Frecuencias de las especies de flora epibiontes observadas. N= número de tortugas que portaban cada alga (N=167).

A continuación se disponen las fichas de caracterización de cada una de las especies observadas pertenecientes a este grupo, en la que se detallan las características específicas de cada una de ellas, imágenes y fotos de las mismas obtenidas en este estudio, así como los gráficos de frecuencia de la presencia/ausencia, cantidad, talla y estadio reproductor de cada especie en función de las distintas variables de estudio (Año, mes, isla, zona, talla de la tortuga y gravedad de las lesiones).

Polysiphonia caretta Hollenberg, 1971

División: Rhodophyta Wettstein, 1922
 Clase: Florideophycidae Cronquist, 1960
 Orden: Ceramiales Abbott & Hollenberg, 1976
 Fam.: Rhodomelaceae Aresch, 1847
 Género: *Polysiphonia* Greville, 1823



DESCRIPCIÓN Y GENERALIDADES (según Holleberg, 1971 y Rojas-González, 1994):

Descrita por primera vez por Hollenberg en 1971 encontrada sobre el caparazón de una tortuga boba (*Caretta caretta*) localizada en Sta. Catalina Island, California; y por primera vez en el archipiélago canario por Rojas-González et al. (1994), recolectada del tercio posterior del caparazón de individuos de tortuga boba encontrados en Poris de Abona y Güimar (Tenerife).

Morfología: *Externa:* Ramas erectas y escasamente ramificadas en las partes mas bajas, pero muy ramificadas en las altas. Formando matas densas. *Interna:* Ramas formadas por 4 células pericentrales no corticadas.

Color: marrón claro.

Talla: Tallos de longitud superior a 15mm y diámetro de 35-75µm.

Hábitat: Solo se ha citado viviendo sobre *Caretta caretta* por lo que sugiere como epibionte obligado o específico de esta especie.

Estructuras reproductoras: Fuertes tricoblastos dispuestos en intervalos irregulares cada 1-2 segmentos en una ligera secuencia espiral y separados de las células pericentrales por un tabique. Cistocarpos ovalados de mas de 275µm largo x 250µm de ancho, apoyado en células basales grandes y con un estrecho ostiolo como abertura. Espermatangios de ramas alargadas, ovoides o cilíndricas de mas de 130µm de largo x 40µm de ancho, asentados en 2-3 células basales y con una célula apical estéril sobresaliente. Tetraesporangios esféricos y dispuestos en series espirales en la parte distal de las ramas. En Canarias, presencia de tetraesporangios en junio y cistocarpos/espermatangios en Octubre

Distribución: California, Canarias, Caribe y Mediterráneo; En Canarias citada solo en las isla de Tenerife por Rojas-Gonzalez et al., 1994.

Como epibionte de tortuga boba ha sido citada en hembras nidificantes de Florida, EE.UU (Pfaller et al., 2008) y del Caribe Mexicano (Senties et al., 1999), y en tortugas juveniles del Mediterráneo, Baleares (Báez et al., 2001) y del Atlántico, en Azores (Frick et al., 2003) y en Canarias (Rojas-González et al., 1994).

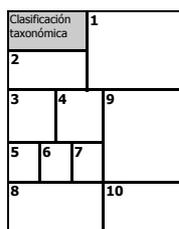


Fig. 41 (al dorso): Imágenes de ejemplares de *Polysiphonia caretta* localizadas sobre las tortugas *Caretta caretta* muestreadas. 1– Esquema de los ejemplares de *P. caretta* muestreados. 2– Detalle de una mata de *P. caretta*. 3– Rama cargada de carposporangios. 4– Tetraesporangios cargadas de tetraesporas. 5 y 6– Detalle de carposporangios. 7– Detalle de tetraesporangio. 8 y 10– Ejemplares de *P. caretta* dispuestos sobre el caparazón. 9 – Tortuga boba colonizada por *P. caretta*.

GRAFICOS DE FRECUENCIAS

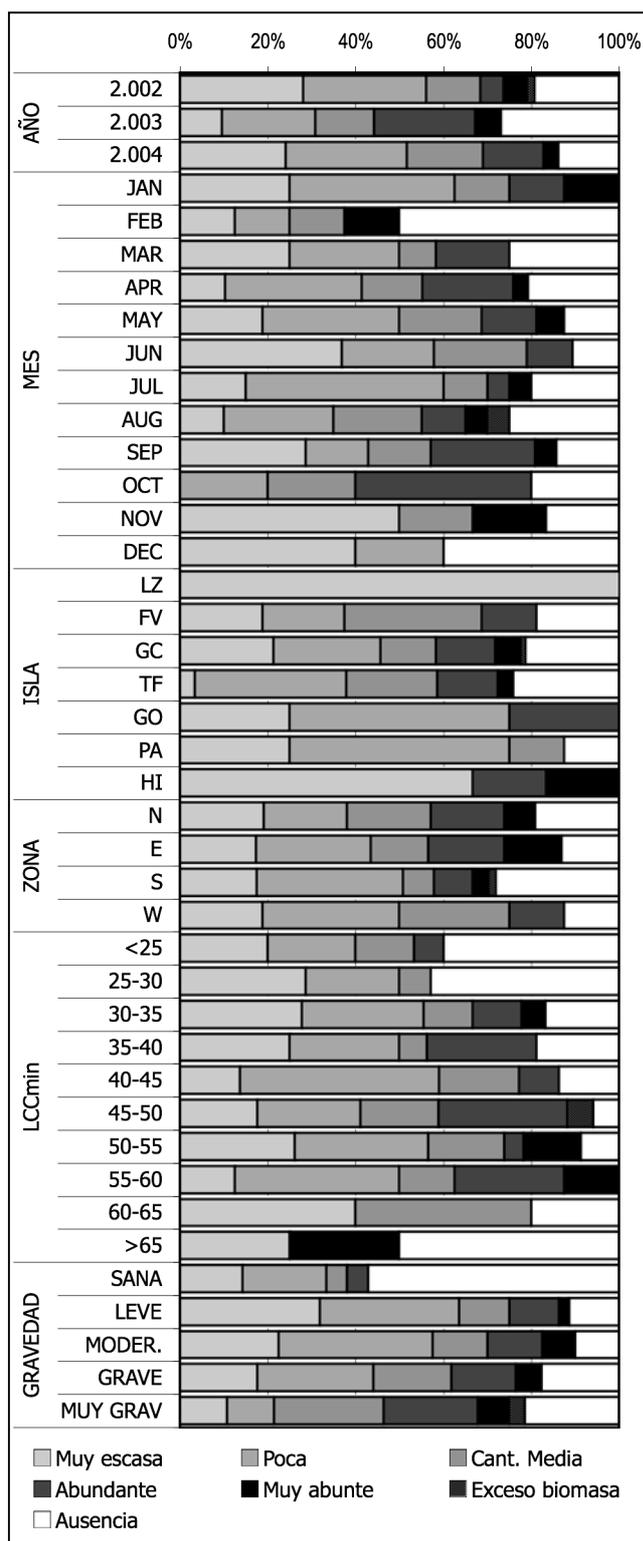


Fig. 42: Gráfico de frecuencias de presencia/ausencia de *P. caretta* en las tortugas *Caretta caretta* muestreadas, en función de las diferentes variables de estudio. La presencia se subdivide en función de las cantidades observadas por tortuga.

A lo largo de los 3 años de estudio la frecuencia de tortugas que presentaron *P. caretta* sobre sus caparazones fue bastante similar, siendo en el 2004 un poco mayor (86.21%) y en el 2003 ligeramente inferior (73.08%).

A lo largo del año no se aprecia una estacionalidad clara en las frecuencias de esta especie, aunque los meses fríos de febrero (50%) y diciembre (60%) presentan menores frecuencias, siendo las tortugas del mes de diciembre las que presentan menores cantidades (el 40% en escasa cantidad y el 20% con poca).

Hasta la fecha solo se había citado en la isla de Tenerife, pero en este estudio se ha observado en tortugas localizadas en todas las islas del archipiélago, en frecuencias bastante similares para todas ellas, ampliando su distribución a todo el archipiélago (entre 75.86% de Tenerife hasta un 100% en Lanzarote, La Gomera y el Hierro).

No se aprecian diferencias significativas entre las frecuencias observadas según la zona de la isla en la que se localizó la tortuga (80.95%, 86.96%, 71.93% y 87.5% para norte, este, sur y oeste respectivamente).

Esta especie es realmente abundante en tortugas de entre 30 y 65cm de talla de caparazón (LCC) (con frecuencias superiores al 80%), mientras que es menos frecuente en tortugas inferiores a 30cm (60%) y menos aún en tortugas de gran talla, o mayores de 65cm (50%).

Con respecto al estado de salud de las tortugas, se aprecia una tendencia a ser más frecuente y abundante en aquellas con lesiones más graves y por lo tanto, con menor movilidad (de 78.57% a 90%). Solo el 42.86% de las tortugas sanas presentaron *P. caretta* en sus caparazones, y por lo general en pequeñas cantidades (escasa o poca).



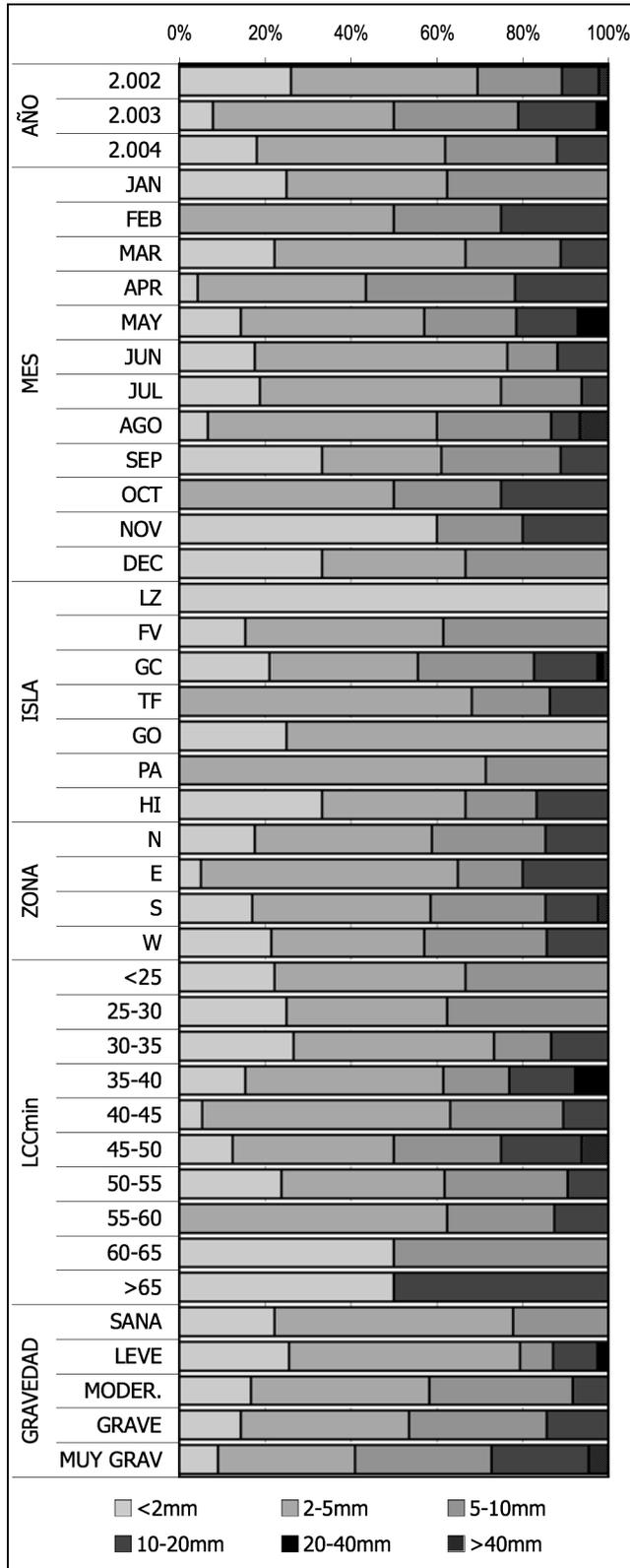


Fig. 43. Gráfico de frecuencias de las tallas máximas de *P. caretta* observadas por tortuga, en los ejemplares de *C. caretta* muestreados, en función de las distintas variables de estudio.

La talla de los ejemplares de *P. caretta* observadas sobre las tortugas muestreadas no presentan diferencias importantes entre los 3 años de estudio, siendo mayoritariamente de talla pequeña, de 2 a 5mm (43.48%, 42.11% y 44% respectivamente) o mediana, de 5 a 10mm (19.57%, 28.95% y 26% para cada año).

Según la época del año, las tallas mas grandes se encontraron en los meses de mayo y agosto (tallas superiores a 30mm), mientras que en los meses fríos de diciembre y enero, las tortugas portaban los ejemplares de menor tamaño (máximo 10mm).

Todas las tortugas localizadas en la isla de Lanzarote presentaban ejemplares de tallas muy pequeñas (<2mm), mientras que las encontradas en Gran Canaria y Tenerife transportaban una mayor diversidad de tallas de *P. caretta*, debido seguramente a que se en estas 2 islas se localizaron el mayor número de tortugas.

Según la zona de la isla en la que se localizaron las tortugas, no se aprecian diferencias de talla de esta alga.

Sin embargo, en función de la talla de las tortugas muestreadas, las mayores tallas de *P. caretta* se localizaron sobre tortugas de 35 y 60cm, coincidiendo con los datos de mayor abundancia.

Con respecto al estado de salud de las tortugas, y al igual que los datos de abundancia, las tortugas sanas son las que presentaron tallas mas pequeñas (ramas de 10mm de máximo).

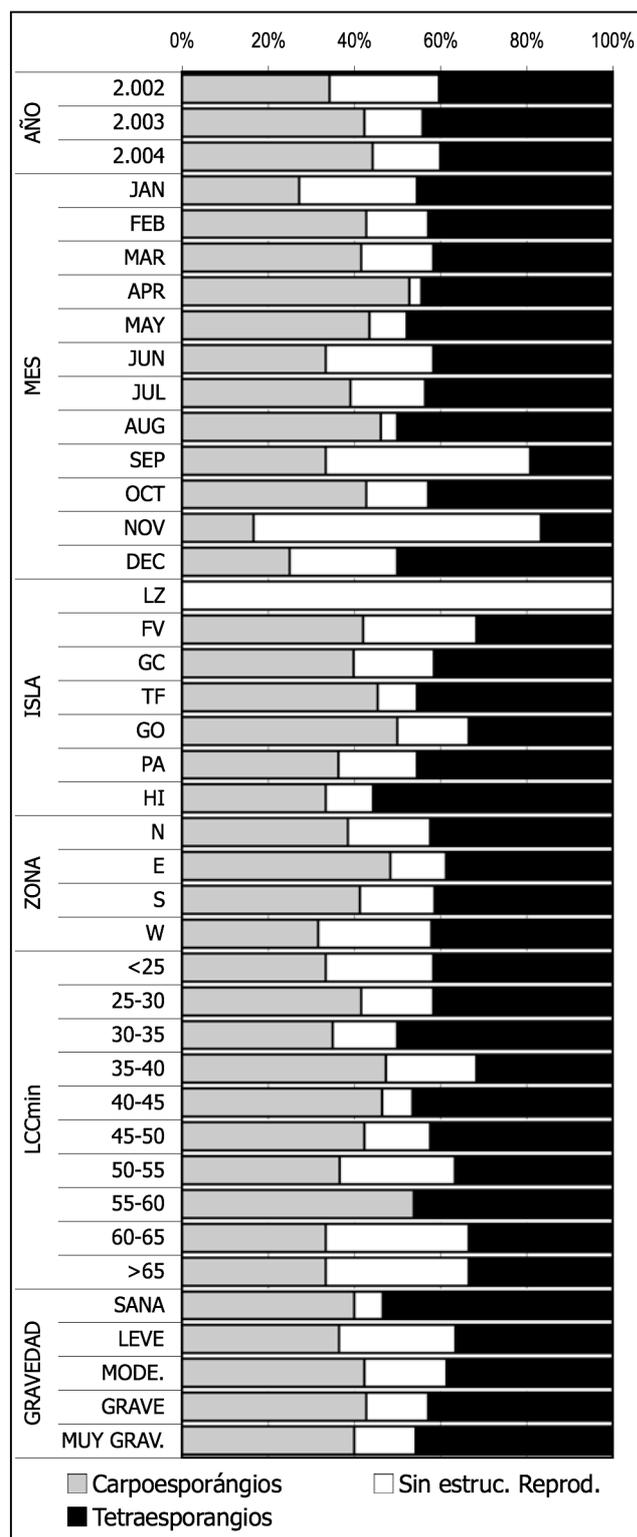


Fig. 44. Gráfico de frecuencias de presencia/ausencia de estructuras reproductoras en los ejemplares de *P. caretta* (carposporangios y tetraesporangios) localizados sobre las tortugas *C. caretta* muestreadas, en función de diferentes variables de estudio.

El 73.13% de las tortugas portaban ejemplares de esta especie que presentaban estructuras reproductoras entre sus frondes, mientras que el resto (26.87%) presentaron solo frondes vegetativos. Dentro de las estructuras reproductoras, el número de tortugas que presentaron tetraesporangios en sus ramas (60.45%), fue ligeramente mayor que el número de tortugas que portaban carposporangios (58.96%), aunque la mayoría de las tortugas presentaban ambos estadios a la vez.

La presencia o ausencia de estructuras reproductoras, se mantuvo constante a lo largo de los 3 años de estudio.

Con respecto al periodo del año, los meses cálidos de abril, mayo y agosto presentaron mayor cantidad de estructuras reproductoras, con más carposporangios en abril (82.61%) y más tetraesporangios en agosto (86.67%). Las tortugas muestreadas en los meses de septiembre y noviembre transportaban un mayor número de ejemplares en estadios vegetativos (55.56% y 80% respectivamente).

Todas las tortugas procedentes de la isla de Lanzarote presentaban ramas vegetativas de *P. caretta*, mientras que las procedentes del Hierro presentaron la mayor frecuencia (83.33%) de tetraesporangios.

Según la zona de la isla en la que se encontraron las tortugas, la frecuencia de tetraesporangios fue similar para todas ellas (de 54.14% a 64.71%), no obstante, la mayor frecuencia de carposporangios se dio en la costa este (75%).

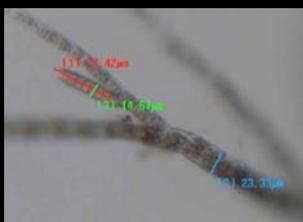
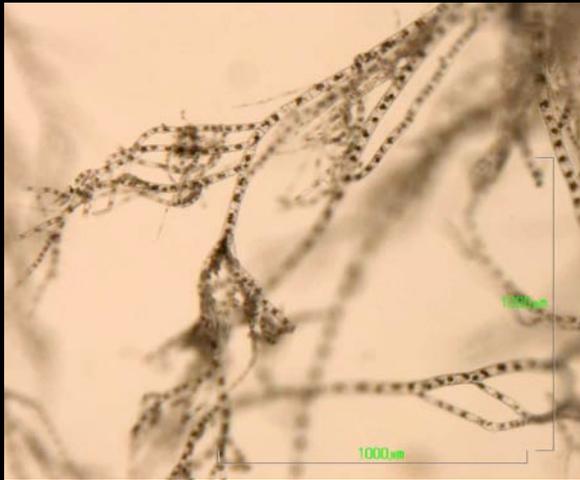
Con respecto a la talla de las tortugas muestreadas, las tortugas superiores a 60cm presentaron frecuencias similares de carposporangios, tetraesporangios y ejemplares vegetativos (50% para cada uno), mientras que ninguna tortuga de 55-60cm de talla presentó individuos vegetativos, es decir, todos tenían estructuras reproductoras.

Las tortugas sanas presentaron un verdaderamente elevado porcentaje de tetraesporangios (88.89%).



Hincksia mitchelliae (Harvey) P. Silva, 1987

División: Phaeophyta
Clase: Phaeophyceae Kjellman, 1891
Orden: Ectocarpales Setchell & Gardner, 1922
Fam.: Ectocarpaceae C. Agardh, 1828
Género: *Hincksia* J.F. Gray, 1864



DESCRIPCIÓN Y GENERALIDADES (según Afonso-Carrillo & Sansón, 1999):

Sinónimos: *Ectocarpus mitchelliae* Harvey 1852; *Giffordia mitchelliae* (Harvey) G. Hamel 1939; *Ectocarpus mitchelliae* f. *brevicarpum* Borgesen 1939.

Morfología externa: Talo erecto filamentos, formando matas de 15-25mm de alto. Filamentos uniseriados, ramificados en forma radial, alterna o irregular. Células mas largas que anchas, de 30-70µm de largo, mononucleadas y sin corticación. El crecimiento es difuso con zonas meristemáticas de células cortas distribuidas a lo largo de los filamentos. Plastos numerosos y discoidales.

Fijación al sustrato mediante filamentos rizoidales compactos presentes en los filamentos postrados.

Talla: Normalmente matas de 15 a 25mm de alto.

Estructuras reproductoras: Espermatangios pluriloculares, sésiles y solitarios de 20-24µm de diámetro y 65-80µm de longitud dispuestos en las caras internas de las ramas laterales.

Hábitat: sobre rocas de escollera en el intermareal expuesto.

Distribución: Cosmopolita de mares templados y subtropicales (Huisman & Borowitzka, 2003). En Canarias por primera vez por Price et al. (1978) y en la actualidad presente en todas las islas (Haroun et al., 2002).

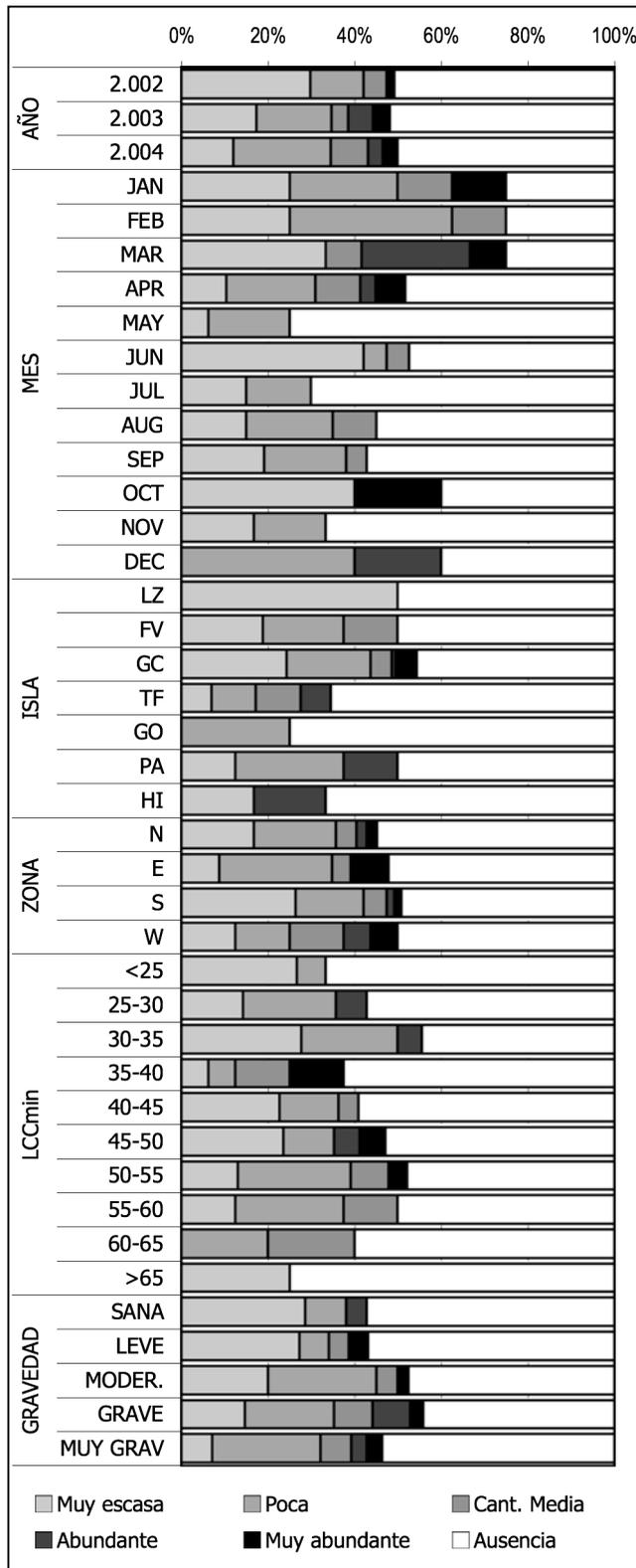
Como epibionte de tortuga boba se ha observado en hembras nidificantes del Caribe Mexicano (Senties et al., 1999) y en tortugas juveniles del Mediterráneo, Baleares (Báez et al., 2004).

Clasificación taxonómica	1
2	7
3	
4	6
5	8

Fig. 45 (página adjunta): Imágenes de ejemplares de *Hinckesia mitchelliae* localizadas sobre las tortugas *Caretta caretta* muestreadas. 1- Esquema de los ejemplares de *H. mitchelliae* muestreados. 2- Detalle de una mata de *H. mitchelliae*. 3- Detalle de las células de una rama. 4 y 5- Detalles de espermatangios. 6 y 7- Ejemplares de *H. mitchelliae* dispuestos sobre el caparazón. 9 - Tortuga boba colonizada por *H. mitchelliae*.



GRÁFICOS DE FRECUENCIAS



La presencia de *H. mitchelliae* en las tortugas muestreadas fue muy similar a lo largo de los 3 años de estudio (49.1, 48.1 y 50% para cada año).

A lo largo del año, las frecuencias y cantidades mas altas se observaron en los meses fríos, principalmente de enero a marzo (75% para cada uno de ellos), mientras que las mas bajas se produjeron en los meses cálidos de mayo a septiembre (en mayo y junio solo se encontró en el 25% y el 30% de las tortugas respectivamente).

Una baja cantidad de las tortugas procedentes de Tenerife, La Gomera y el Hierro presentaron esta especie (34.5%, 25.0% y 33.3%), siendo Gran Canaria la única en sobrepasar el 50% (54.37%). El 50% de las tortugas localizadas en Lanzarote presentaban esta alga, aunque en cantidades ínfimas.

No hay diferencias apreciables entre las distintas zonas de las islas en las que se localizaron las tortugas.

Según la talla de la tortuga, las frecuencias y cantidades mas altas se observaron en tortugas de entre 30 y 55cm de caparazón. Solo se encontró en el 33.33% de las tortugas de menos de 25cm (y en pequeñas cantidades) y en el 25% de las de mas de 65cm (en cantidades ínfimas).

No se observaron diferencias importantes según la gravedad de las lesiones, aunque se aprecia un aumento de cantidad de este alga conforme aumenta la gravedad de las lesiones de las tortugas.

Fig. 46: Gráfico de frecuencias de presencia/ausencia de *H. mitchelliae* en las tortugas *Caretta caretta* muestreadas, en función de las diferentes variables de estudio. La presencia se subdivide en función de las cantidades observadas por tortuga.

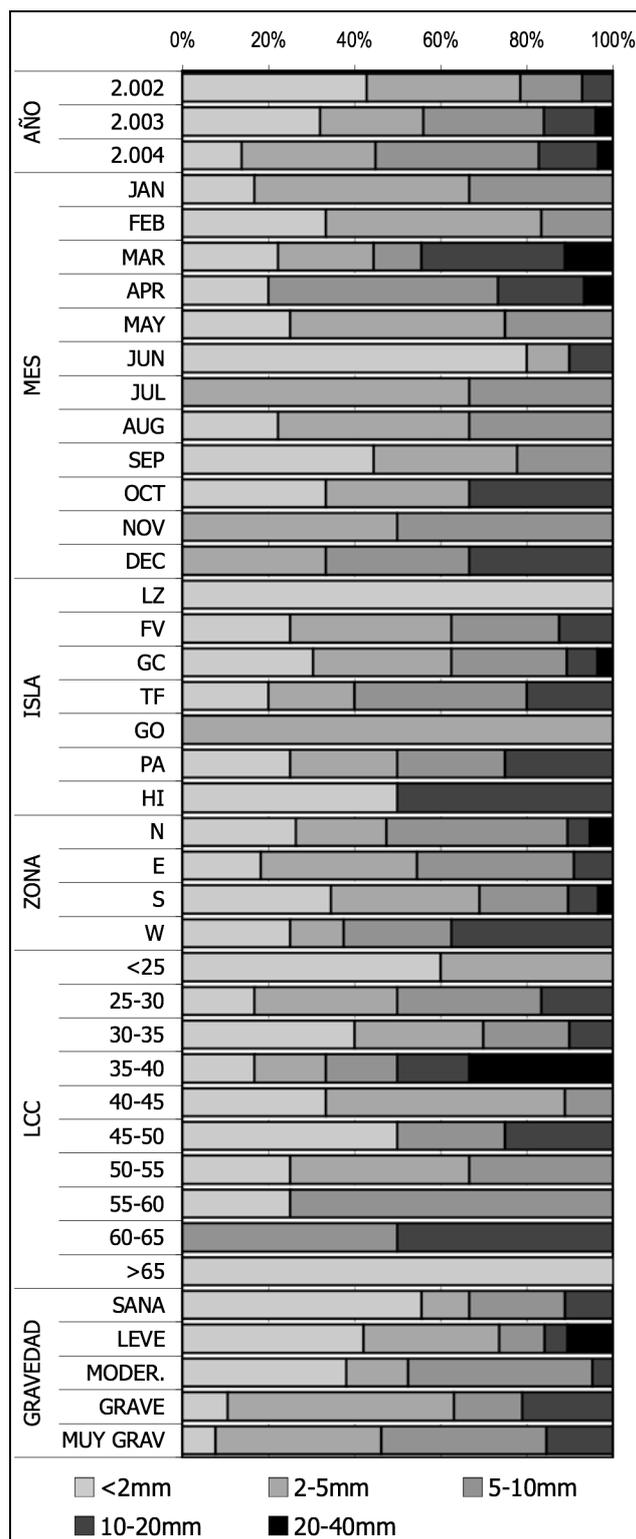


Fig. 47. Gráfico de frecuencias de las tallas máximas de *H. mitchelliae* observadas por tortuga, en los ejemplares de *C. caretta* muestreados, en función de las distintas variables de estudio.

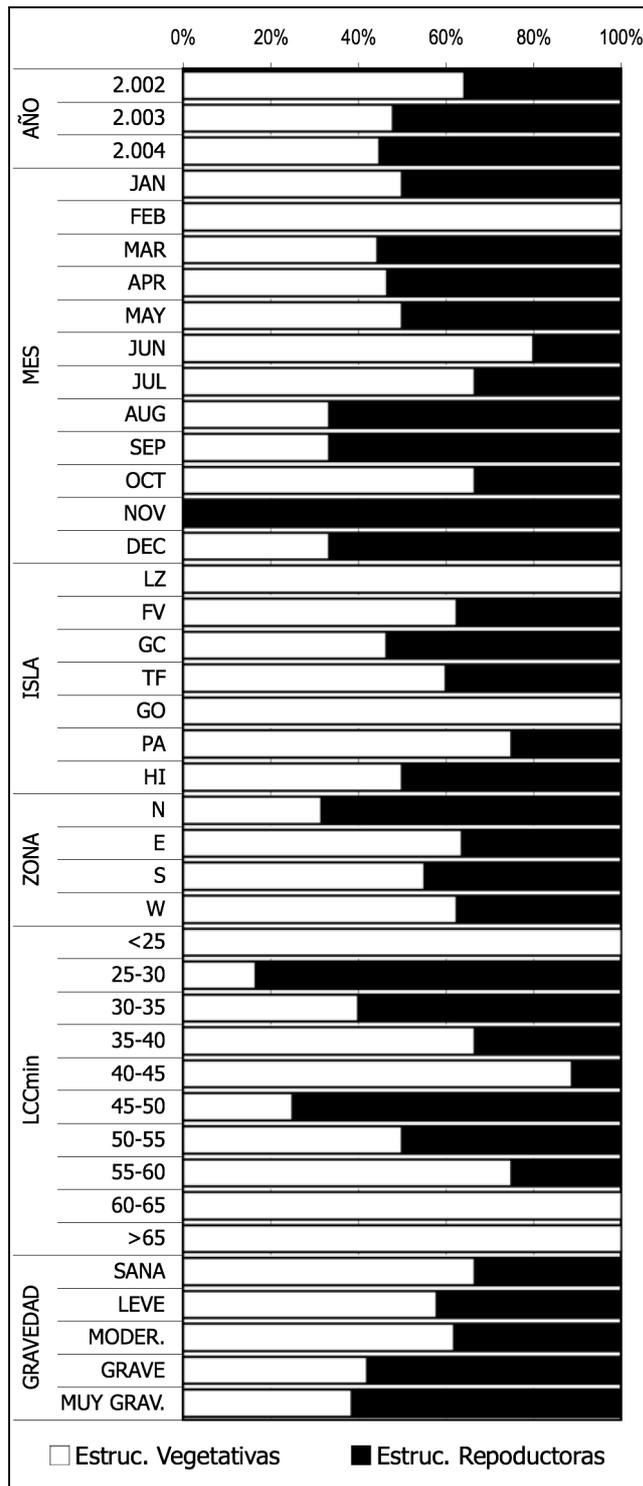
Por lo general, los ejemplares de *Hinckia mitchelliae* observados sobre los caparazones de las tortugas *Caretta caretta* en el archipiélago canario son bastante pequeños.

Los ejemplares de mayor talla (>20mm) se localizaron en unas pocas tortugas ingresadas en los meses de mayo y abril, procedentes de la isla de Gran Canaria, y solo en tortugas de 35 a 40cm de LCC caparazón, con lesiones leves.

Las tallas mas pequeñas (<5mm) fueron las mas observadas en todas las islas, a lo largo de todo el año y para todos los tamaños de tortuga.

Con respecto a la gravedad de las lesiones, se aprecia que aumenta la talla del alga conforme aumenta la gravedad de las lesiones.





En los años 2003 y 2004, la mitad de las tortugas que presentaban *H. mitchelliae* en su caparazón, eran ejemplares en estadio reproductivo, mientras que en el 2002 solo presentaban estructuras reproductoras el 35.71%.

A lo largo del año, todas las tortugas que ingresaron en el mes de febrero presentaba ejemplares en estadio vegetativo, mientras que todas las que ingresaron en el mes de noviembre portaban individuos con estructuras reproductoras.

Las matas de este alga localizadas en tortugas de Lanzarote y la Gomera no presentaban estructuras reproductoras, mientras que el 53.57% de las de Gran Canaria y el 50% de El Hierro tenían estructuras reproductoras.

Las estructuras reproductoras fueron mas abundantes en las tortugas ingresadas en el norte de las islas (68.42%) que en el resto de las zonas.

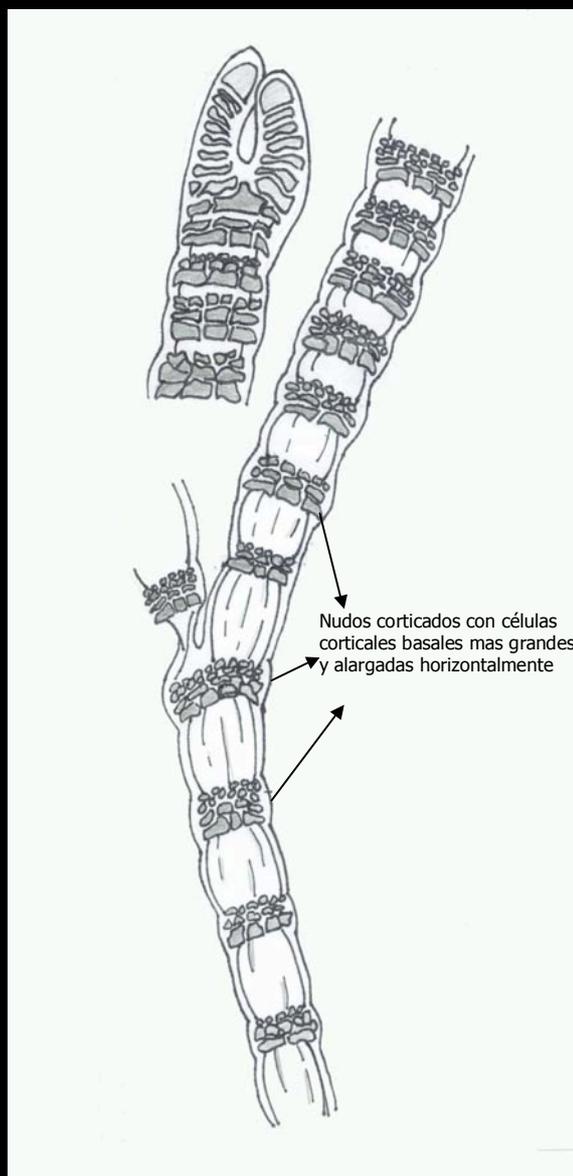
Con respecto a la talla de las tortugas, aquellas de menos de 25cm y de mas de 60cm de caparazón solo presentaron ejemplares sin estructuras reproductoras. Las tortugas de 25-30cm y de 45-50cm presentaron la mayor frecuencia de estructuras reproductoras (83.23% y 75.0% respectivamente).

En función del estado de salud de las tortugas, la frecuencia de ejemplares con estructuras reproductoras aumenta con la gravedad de la lesión de las tortugas.

Fig. 48. Gráfico de frecuencias de presencia/ausencia de estructuras reproductoras en los ejemplares de *H. mitchelliae* localizados sobre las tortugas *C. caretta* muestreadas, en función de diferentes variables de estudio.

Ceramium flaccidum (Kützting) Ardissonne 1871

División: Rhodophyta Wittstein, 1922
 Clase: Florideophycidae Cronquist, 1960
 Orden: Ceramiales Abbott y Hollenbert, 1976
 Fam.: Ceramiaceae Dumortier, 1822
 Género: *Ceramium* Ardissonne, 1871



DESCRIPCIÓN Y GENERALIDADES: (varios autores)

Morfología externa: Talos fijos al sustrato por un grupo de rizoides que nacen de filamentos semipostrados y entremezclados. Internudos basales de 70-80µm de diámetro. Ápices forciformes o rectos de 40-50µm de diámetro. Corticización solo en los nudos. Ramificación dicótoma. Nudos con 4-5 capas de células.

Talla: Talos de 2 a 5mm de alto.

Color: rosa brillante.

Estructuras reproductoras: tetraesporangios verticilados y cubiertos por células nodales de 26-29µm de diámetro; los espermacios se desarrollan en las ramas superiores.

Se reproduce en otoño.

Hábitat: Sobre rocas de escolleras en el intermareal expuesto. Muy común como epifita de una gran variedad de algas de gran talla y fanerógamas marinas.

Distribución: Cosmopolita tanto de aguas frías como templadas y tropicales. En Canarias citada por primera vez por Sansón en 1991, y actualmente presente en todas las islas menos en la Gomera (Haroun et al., 2002).

Como epibionte de tortuga boba, solo ha sido citada por Senties et al. (1999), en hembras nidificantes del Caribe Mexicano.

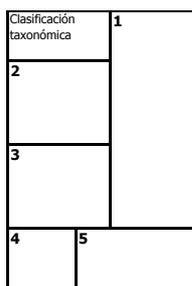


Fig. 49 (dorso): Imágenes de ejemplares de *Ceramium flaccidum* localizados sobre las tortugas *Caretta caretta* muestreadas. 1- Esquema de los ejemplares de *C. flaccidum* muestreados. 2- Detalle de una mata de *C. flaccidum*. 3- Detalle de la zona apical característica de *C. flaccidum*. 4 y 5- Tortuga boba colonizada por *C. flaccidum*.

GRÁFICOS DE FRECUENCIAS

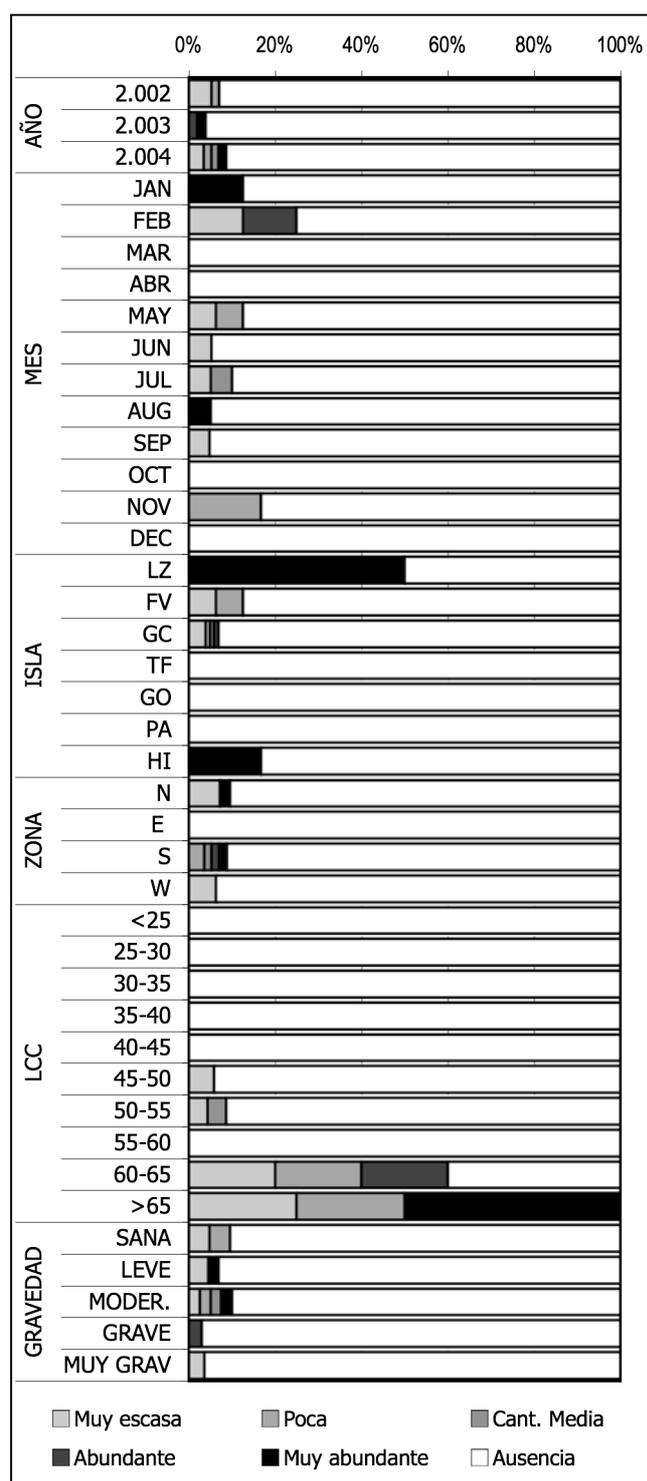


Fig. 50: Gráfico de frecuencias de presencia/ausencia de *C. flaccidum* en las tortugas *Caretta caretta* muestreadas, en función de las diferentes variables de estudio. La presencia se subdivide en función de las cantidades observadas por tortuga.

A pesar de ser un alga mucho menos abundante que las dos anteriores, presenta una serie de peculiaridades muy interesantes para este estudio.

Este alga se observó con menor frecuencia (3.85%) pero en mayor cantidad (abundante y muy abundante) en el año 2003 que en el 2002 (7.02%) y 2004 (8.62%).

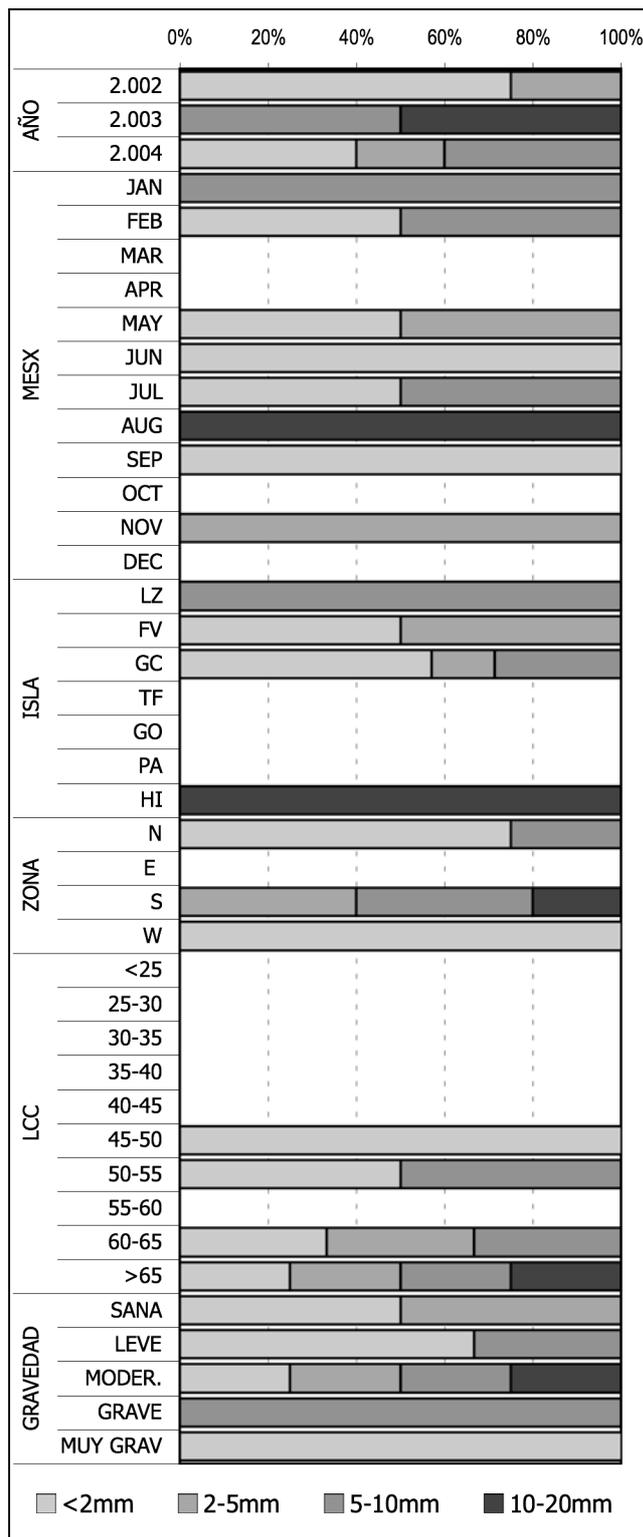
Según la época del año, este alga se localizó principalmente en tortugas que ingresaron en los fríos meses de enero (12.5%), febrero (25%) y noviembre (16.67%). Por el contrario, ninguna tortuga ingresada en marzo, abril, octubre o diciembre presentó este alga.

Con respecto a la isla, sorprende la elevada frecuencia y cantidad (muy abundante) observada en las tortugas procedentes de la isla de Lanzarote (50%) y el Hierro (16.67%). Sin embargo, no fue observada en ninguna tortuga localizada en las islas de Tenerife, La Gomera y La Palma.

Uno de las peculiaridades mas importantes de esta especie es que está presente solo en tortugas de gran talla, principalmente mayores de 60cm de caparazón, y sobretodo, en todas las tortugas de mas de 65cm, en las que el 50% la presentaban en cantidades muy abundantes).

No hay diferencias apreciables según la gravedad de las lesiones de la tortuga, aunque es ligeramente mas frecuente en tortugas con lesiones leves (en el 9.52% de las sanas, el 6.82% de las leves y el 10% de las moderadas) que en los casos de lesiones graves (en el 2.94% de las graves y el 3.57% de las muy graves).





Las ramas de los ejemplares de *C. flaccidum* observados sobre los caparazones de las tortugas de Canarias son de talla pequeña. El 45.45% de las tortugas presentaba ejemplares de menos de 2mm, aunque un pequeño porcentaje (27.27%) presentaron ejemplares de 5 a 10mm, y una sola tortuga portaba ejemplares de mas de 10mm.

Las tallas mas grandes (de 10 a 20mm) se localizaron principalmente en tortugas ingresadas en el 2003 (50%), en el mes de agosto, procedentes de la isla del hierro y en tortugas con el caparazón superior a 65cm de LCC (25%).

Tallas superiores a la media (de 5 a 10mm) también se observaron en tortugas ingresadas en el año 2004 (40%), en el mes de julio (50%), procedentes de la isla de Lanzarote y Gran Canaria (100% y 28.57%) y en tortugas de tallas superiores a 60cm de caparazón.

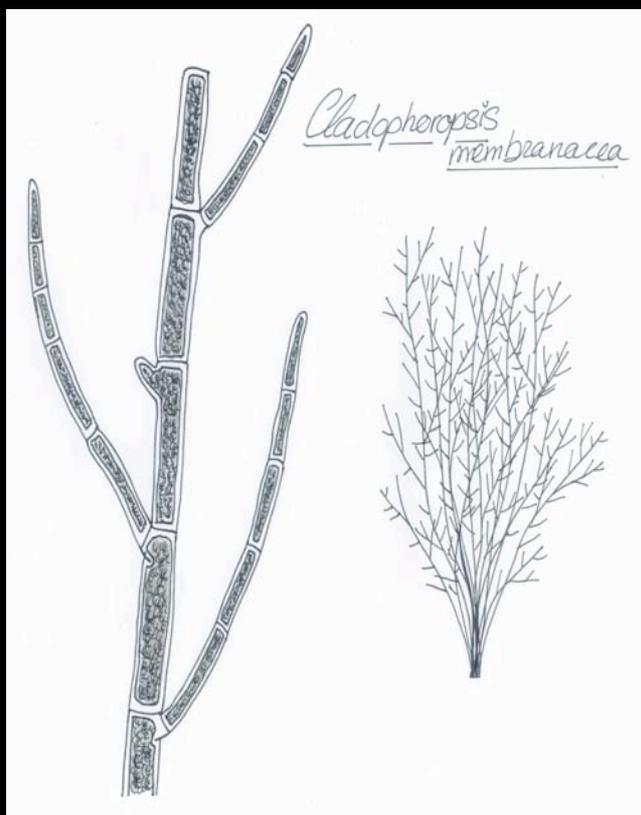
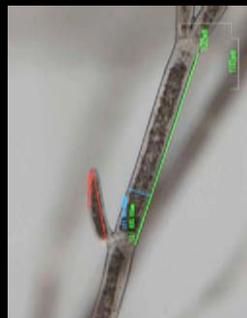
Con respecto a la zona de la isla en la que se localizaron las tortugas, aquellas localizada en la costa sur de las islas presentaban las mayores tallas de *C. flaccidum*.

Para esta alga no se dispone un gráfico de estructuras reproductoras ya que solo se observaron en 1 sola tortuga, de 63cm de caparazón y que ingreso en mayo de 2002 en el sur de la isla de Gran Canaria.

Fig. 51: Gráfico de frecuencias de las tallas máximas de *P. caretta* observadas por tortuga, en los ejemplares de *C. caretta* muestreados, en función de las distintas variables de estudio.

Cladophoropsis membranacea (C. Agardh) Borgesen, 1905

División: Chlorophyta Reichenbach, 1834
 Clase: Chlorophyceae Wille, 1884
 Orden: Cladophorales Haeckel, 1894
 Fam.: Siphonocladaceae Schmitz, 1879
 Género: *Cladophoropsis* Borgesen, 1905



DESCRIPCIÓN Y GENERALIDADES:

Morfología: Planta frondosa de filamentos muy enmarañados y erectos de unos 170-270µm de diámetro. Ramificación alterna en la base y unilateral en los ápices, con ramificaciones de 100-145µm de diámetro. Células largas de longitud irregular y no constreñidas en los nudos.

Color: Verde brillante y blancuzca al secarse.

Talla: normalmente 20-30mm, aunque puede llegar a medir hasta 10cm.

Hábitat: sobre rocas, conchas, arena, piedras, otras algas (generalmente fanerógamas) y pastos marinos de lagunas costeras y ambientes marinos. Muy tolerante a los impactos ambientales y bioindicador de metales pesados. Forma colonias de aspecto almohadillado.

Reproducción: En canarias presenta una clara estacionalidad, con máximos de biomasa en los meses mas fríos (de noviembre a abril).

Distribución: Aunque es un alga de carácter tropical, es una gran cosmopolita observada en todos los mares y océanos templados y cálidos. En la Macaronesia está presente en todos los archipiélagos, así como en la costa oeste de África. En Canarias citada para todas la islas del archipiélago (Sangil et al., 2003), aunque estudios genéticos recientes han diferenciado varias poblaciones dentro del archipiélago, unas con afinidades con el Caribe, otras con Cabo Verde y otras con el Mediterráneo (Espino et al., 2006).

Nunca ha sido citada como epibionte de tortuga boba.

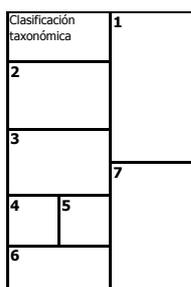


Fig. 52 (dorso): Imágenes de ejemplares de *Cladophoropsis membranacea* localizadas sobre las tortugas *Caretta caretta* muestreadas. 1- Esquema de los ejemplares de *C. membranacea* muestreados. 2- Detalle de una mata de *C. membranacea*. 3- Detalle de ramas de *C. membranacea*. 4 y 5- Detalles de las células de ramas de *C. membranacea*. 6- Ejemplares de *C. membranacea* dispuestos sobre el caparazón. 9 – Tortuga boba colonizada por *C. membranacea*.

GRÁFICOS DE FRECUENCIAS

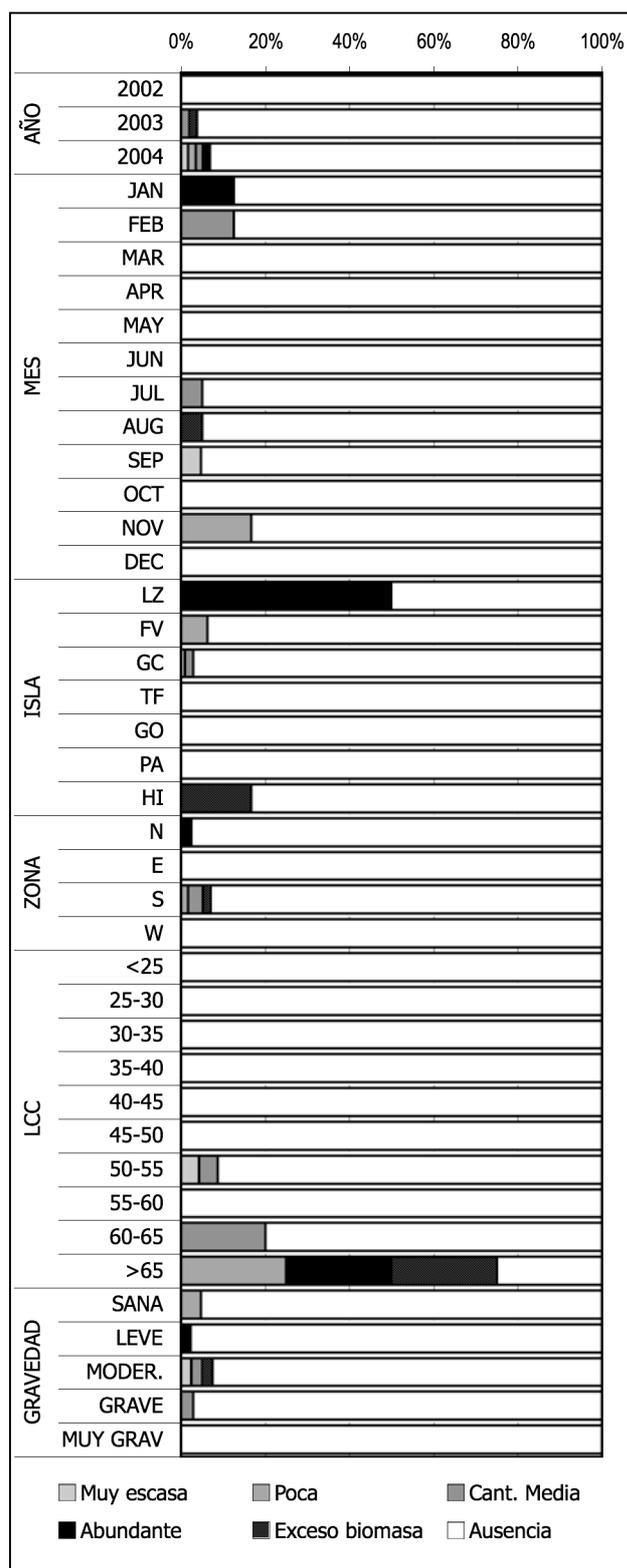


Fig. 53: Gráfico de frecuencias de presencia/ausencia de *C. membranacea* en las tortugas *Caretta caretta* muestreadas, en función de las diferentes variables de estudio. La presencia se subdivide en función de las cantidades observadas por tortuga.

Cladophoropsis membranacea solo estuvo presente en el 3.59% de las tortugas muestreadas, pero no por ello deja de ser importante.

En el año 2002, ninguna de las tortugas muestreadas presentaba esta especie. En el año 2003 el 3.85% y en el 2004 el 6.9% de las tortugas transportaban esta alga sobre sus caparazones.

A lo largo del año, la presentaron en frecuencias considerables las tortugas ingresadas en los meses de invierno, principalmente en octubre (16.67%) y en enero y febrero (12.5%). También se observó en tortugas ingresadas en julio, agosto y septiembre, aunque en bajas frecuencias (5%).

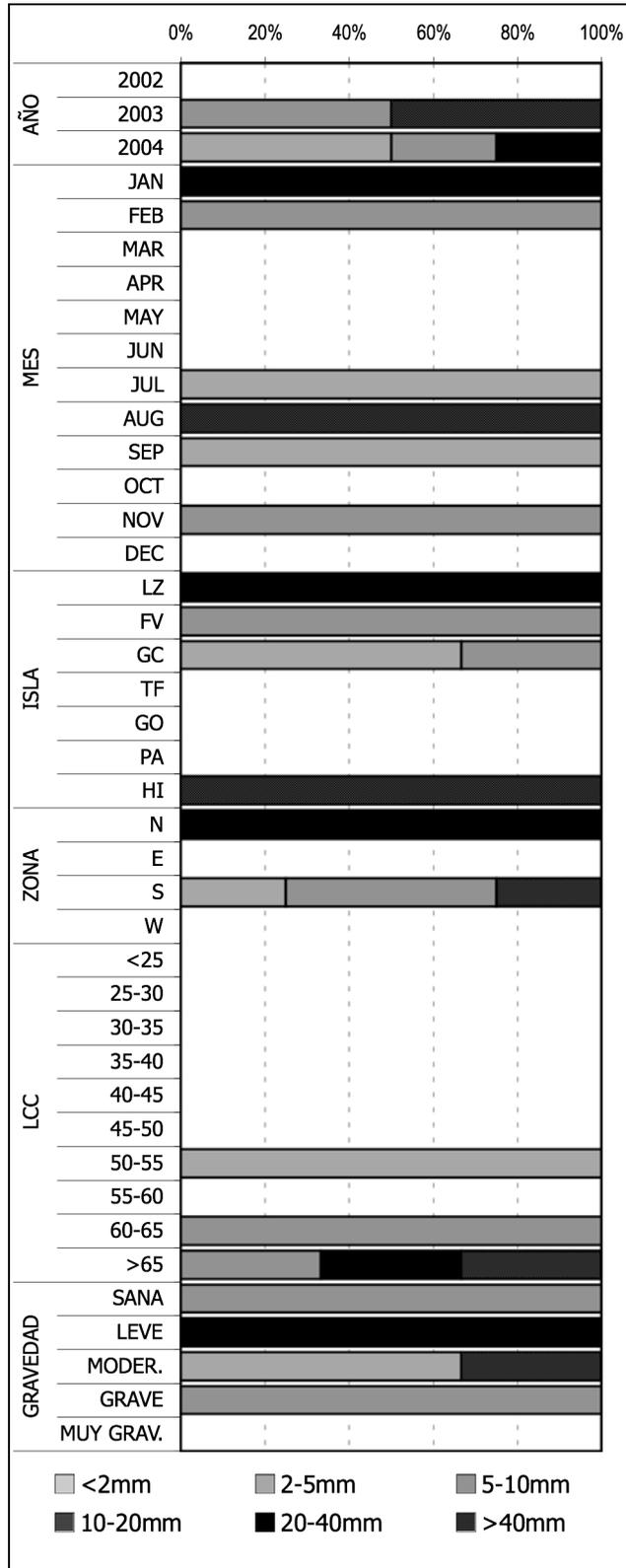
Al igual que la especie anterior, se encontró en mayor frecuencia y cantidad en las tortugas ingresadas en Lanzarote (50%) y el Hierro (16.67%). Unos pocos ejemplares se observaron en tortugas de Fuerteventura (6.5%) y Gran Canaria (2.91%). En las tortugas ingresadas en el resto de las islas no fue observada.

Casi todas las tortugas que presentaron esta especie fueron localizadas en la costa sur de las islas.

Ninguna tortuga de menos de 50cm de caparazón presentó esta especie, y se observó en frecuencia (75%) y en cantidades realmente importantes solo en tortugas de talla superior a 65cm de caparazón.

En función de la gravedad de las lesiones de las tortugas, no se observaron diferencias apreciables.





Los ejemplares de *C. membranacea* epibiontes de tortuga boba en aguas de Canarias, presentaron tallas diversas.

La mayoría presentaron tallas pequeñas, pero el 33.34% de las tortugas portaban ejemplares de talla superior a la descrita por la bibliografía (20-30mm). Todas estas tortugas presentaban tallas de caparazón superiores a 65cm, y se localizaron en las islas de Lanzarote y el Hierro.

El resto de tortugas, todas de entre 50 y 65cm de caparazón, que ingresaron en febrero, julio, septiembre y noviembre, al sur de las islas Fuerteventura y Gran Canaria, presentaron ejemplares de menor talla (<20mm).

Los ejemplares de mayor talla se localizaron en tortugas con lesiones leves o moderadas.

Para esta especie no se dispone gráfico de estructuras reproductoras porque todos los ejemplares estaban en estadio vegetativo, es decir, no se encontraron estructuras reproductoras.

Fig. 54: Gráfico de frecuencias de las tallas máximas de *P. caretta* observadas por tortuga, en los ejemplares de *C. caretta* muestreados, en función de las distintas variables de estudio.

3.2. – ANALISIS CONJUNTOS

ABUNDANCIA

Las frecuencias observadas para cada una de las algas fué muy variable, siendo la Rhodophyta *Polysiphonia caretta* la mas abundante (80.5%) y *Hincksia mitchelliae* la segunda mas frecuente (48.5%). Las demás algas se han observado en muy bajas frecuencias, aunque *Ceramium flacidum* (6.5%) y *Cladophoropsis membranacea* (3.6%) son las únicas de estas algas poco frecuentes que se han considerado en los análisis de este estudio.

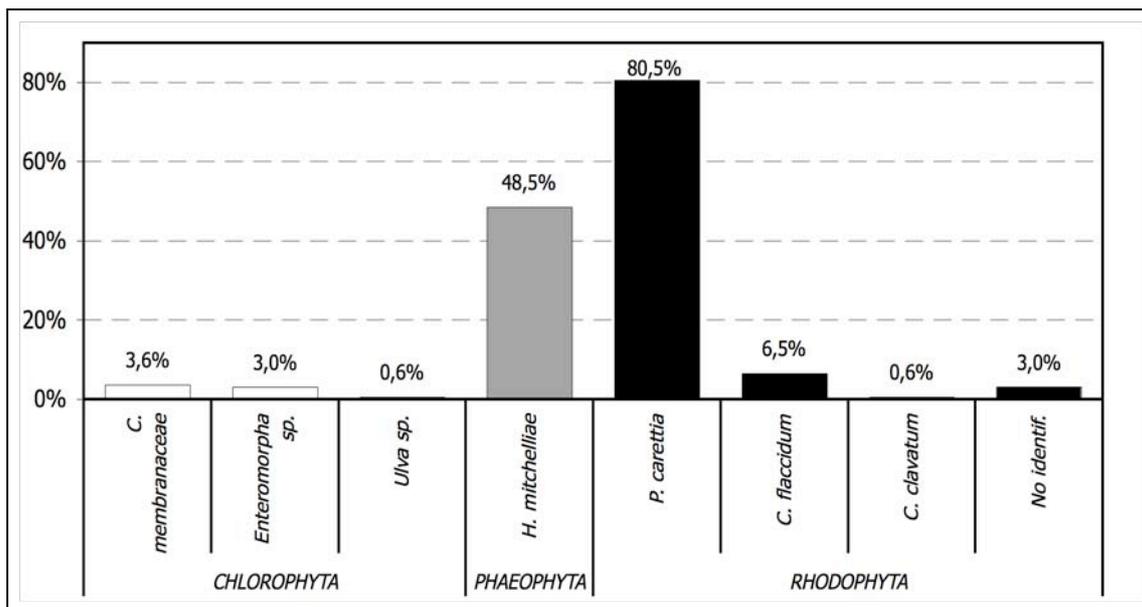


Fig. 55. Porcentaje de tortugas (N=167) que presentaron cada una de las especies de algas epibiontes. ■ = algas Chlorophytas; ■ = algas Phaeophytas; ■ = algas Rhodophytas.

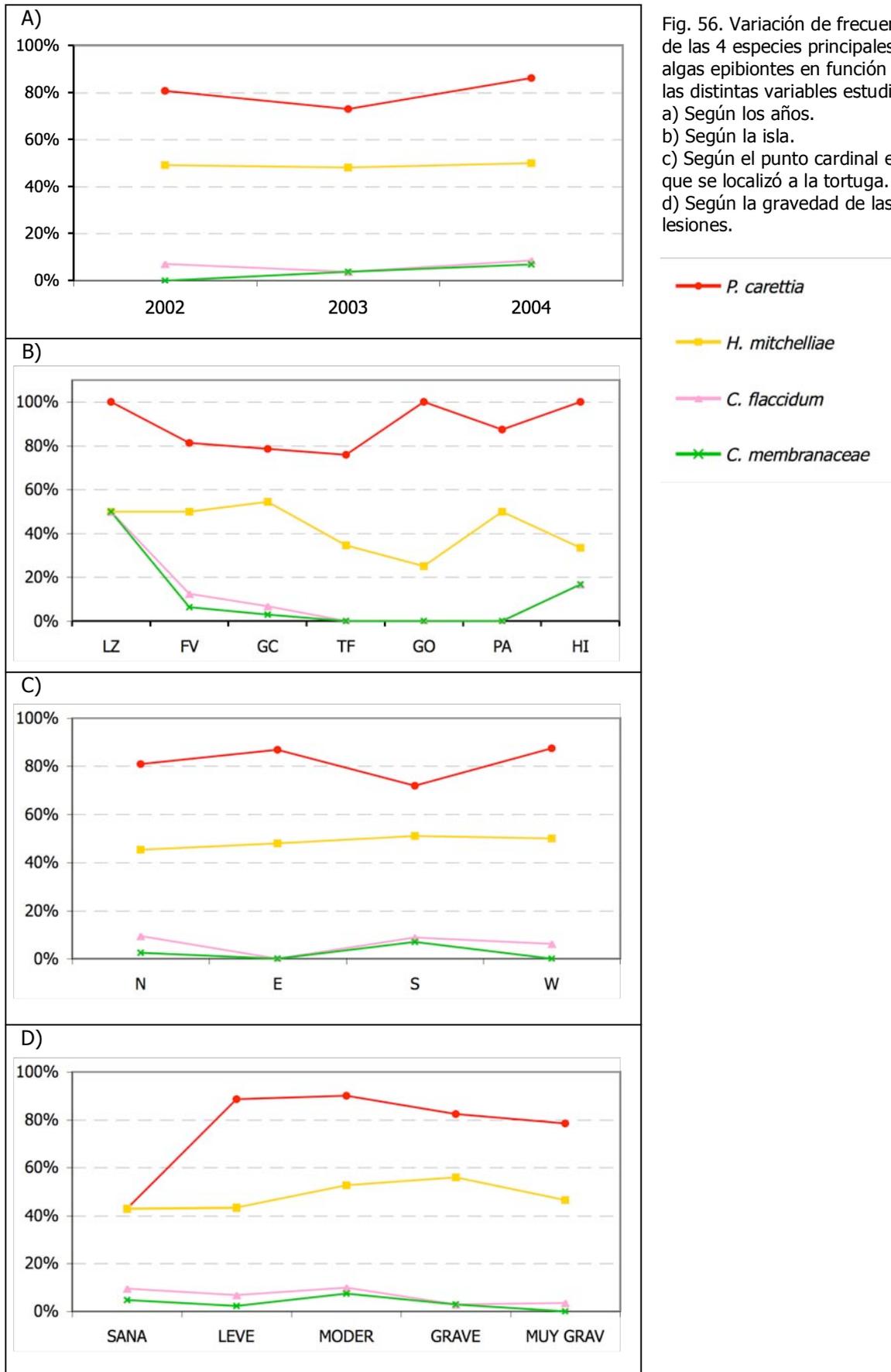
En los juveniles de tortuga boba (*Caretta caretta*) que circundan el archipiélago canario, las algas rojas y pardas son realmente mas abundantes como epibiontes (80.5% y 48.5% respectivamente) que las algas verdes (3.6% la mas abundante), encontrándose estas últimas de forma ocasional y en cantidades muy pequeñas, con la excepción de unos casos específicos como se verá mas adelante.

El alga roja *Polysiphonia caretta* es la segunda especie mas abundante de todos los epibiontes observados en este estudio (después del cirrípedo *Lepas anatifera*), y la primera, con diferencia, de las especies de algas (80.5%).

Hincksia mitchelliae es la segunda especie de flora mas abundante (la tercera especie de todos los epibiontes observados), ya que casi la mitad (48.5%) de las tortugas la presentaban en su caparazón.

El resto de especies de algas epibiontes presentan frecuencias bastante bajas (< del 10%), por lo que su presencia como epibiontes de juveniles de tortuga boba en el archipiélago canario podría considerarse como ocasional.

Este trabajo proporciona la primera cita de la especie *Cladophoropsis membranacea* como epibionte de tortuga boba, ya que hasta la fecha nunca ha sido citada sobre el caparazón de esta especie.



VARIACIÓN ANUAL (Fig. 56.A)

En la figura 56.A se aprecia claramente como ninguna de las 4 especies presenta diferencias anuales importantes. Una abundancia constante a lo largo de los 3 años de estudio, indica que no hay fluctuaciones anuales en la presencia/ausencia de estas especies como epibiontes de las tortugas juveniles de canarias, y por lo tanto, que esta colonización es bastante homogénea a lo largo del tiempo.

El único dato destacable es que en el año 2002 ninguna tortuga presentó el alga *C. membranaceae*, aunque en el 2003 y 2004 se observó un ligero aumento, duplicando la frecuencia al pasar de un 3.85% del 2003 a un 6.9% para el último año.

VARIACIÓN GEOGRÁFICA (Fig. 56.B y C)

En función de la localización geográfica en la que localizó cada una de las tortugas muestreadas se pueden observar algunas diferencias interesantes. En las islas en las que se muestreó un mayor número de tortugas (Fuerteventura, Gran Canaria y Tenerife), las frecuencias fueron mas homogéneas, mientras que en las demás se aprecian variaciones mas fuertes dentro de cada especie, debido al bajo número de tortugas.

Las 2 especies mas abundantes (*P. caretta* y *H. mitchelliae*) se observaron en tortugas procedentes de todas las islas del archipiélago, aunque *H. mitchelliae* fue mas abundante en las islas orientales que en las occidentales. Por el contrario, *C. flaccidum* y *C. membranaceae* se comportan de forma bastante similar, llamando la atención la ausencia total de estas en las tortugas localizadas en Tenerife, la Gomera y la Palma. Ambas presentan su mayor abundancia en las tortugas de Lanzarote y el Hierro (los extremos del archipiélago).

En el archipiélago canario se muestra un gradiente ascendente del índice R/P de Feldmann (1937a,b),

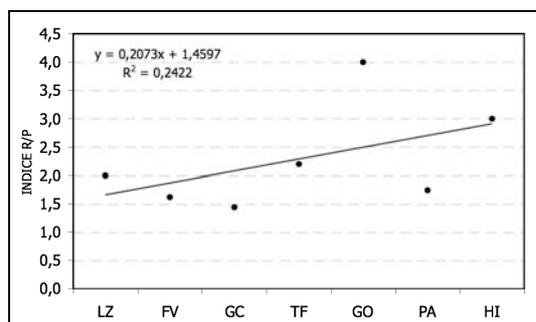


Fig. 57. Relación entre la frecuencia de algas rojas y la frecuencia de algas pardas para las distintas islas del archipiélago Canario.

desde las islas orientales hacia las mas oceánicas (Sangil et al., 2003). En este trabajo, el bajo número de grupos taxonómicos florales nos impide establecer el índice R/P de Feldmann, pero si establecemos la relación entre la frecuencia de tortugas que portaban algas rojas y las que portaban algas pardas se observa un gradiente ascendente desde las islas orientales hacia las islas occidentales similar al descrito (Fig. 60), corroborando que las algas rojas son mas abundantes en las islas occidentales que en las orientales. Este hecho sugiere una clara influencia de región del archipiélago en la que se localiza la tortuga sobre el proceso de colonización de su caparazón.

Por otro lado, la figura 56.C indica que el punto cardinal en el que se localizó a cada tortuga no influye en la colonización algal de las tortugas muestreadas.

VARIACIÓN EN FUNCIÓN DE LA GRAVEDAD DE LAS LESIONES (Fig. 56.D)

Las dos especies menos abundantes se comportan, de nuevo, de forma muy similar. A pesar de su baja frecuencia, se aprecia que se localizaron con mas frecuencia en tortugas sanas o con lesiones leves que en tortugas con lesiones graves.

Por el contrario, *H. mitchelliae* fue ligeramente mas frecuente en tortugas con lesiones graves que en tortugas sanas o sin lesiones, aunque la diferencia no es muy importante.

Llama mucho la atención el caso de *P. caretta*, que se localizó con mucha mas frecuencia en tortugas que presentaban alguna lesión (ya fuera leve o grave) (entre el 78.57% y el 90%), que en tortugas sanas (42.86%).



ESTACIONALIDAD (Fig. 58)

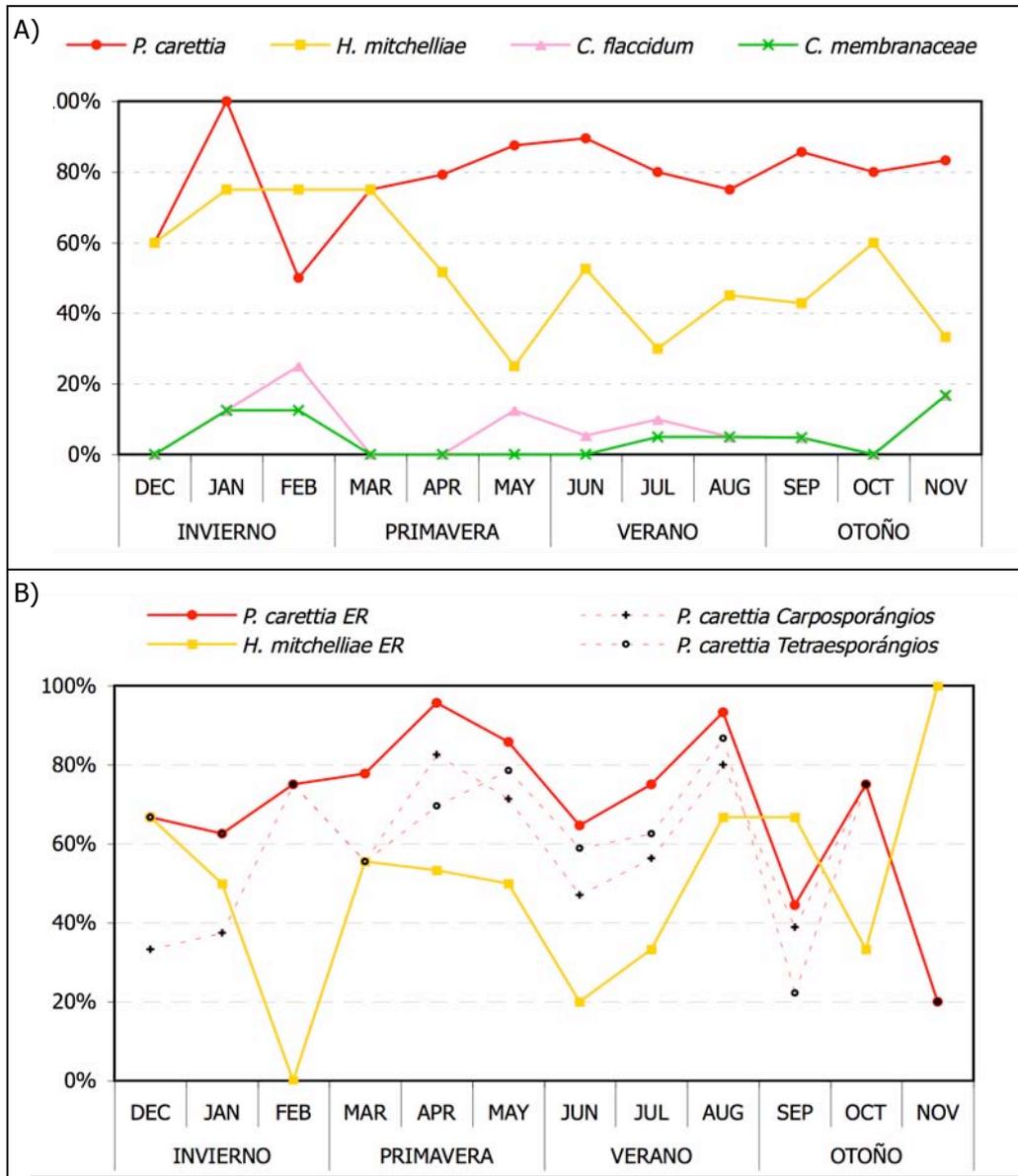


Fig. 58. Porcentaje de tortugas que presentaron cada una de las 4 algas principales a lo largo del año, en función del mes y de la estación. A) Frecuencias absolutas de presencia de cada alga. B) Porcentaje de tortugas que presentaron estructuras reproductoras en los ejemplares de cada especie que transportaban en su caparazón. (*C. flaccidum* solo presentó estructuras reproductoras en una sola tortuga y *C. membranaceae* nunca las presentó, por ello no se han dispuesto en el gráfico B).

En la figura 58.A se aprecian grandes diferencias en la estacionalidad de cada una de las algas observadas. La rodofita *P. caretta* presenta una gran irregularidad en invierno (con la frecuencia mas baja en febrero), y una mayor homogeneidad el resto del año, con dos pequeños picos de abundancia en mayo-junio y en septiembre, justo después de los puntos de mayor frecuencia de estructuras reproductoras (abril y agosto). Este hecho sugiere que los meses de abril y agosto son los mas idóneos para la reproducción sexual de esta especie, observándose un aumento de abundancia en los meses justo posteriores. A lo largo del año son ligeramente mas abundantes los tetraesporangios que los carposporangios, a excepción de los meses de abril y septiembre. Las tortugas localizadas en los meses de otoño presentaron la menor frecuencia de estructuras reproductoras de *P. caretta*.

Por el contrario, para el alga parda *H. mitchelliae* los meses mas fríos del año (enero, febrero y marzo) son los que presentan mejores condiciones, ya que su abundancia es mucho mayor y mas homogénea (75%) en estos meses que en el resto del año (entre 25% y 60%). Con respecto a la

presencia de estructuras reproductoras presenta una gran irregularidad, localizándose el mayor número a finales de otoño, aunque tras los períodos de abundancia de estructuras reproductoras le sigue uno o dos meses de frecuencias muy bajas. En febrero, ninguna de las tortugas portaba ejemplares de esta especie con estructuras reproductoras. En resumen, los meses de invierno (enero, febrero y marzo) son idóneos para el fuerte desarrollo vegetativo de *H. mitchelliae*.

De nuevo *C. flaccidum* y *C. membranacea* tuvieron un comportamiento bastante similar, siendo ambas mas abundantes en otoño e invierno. Incluso, ninguna tortuga de las que ingreso en primavera presentaba *C. membranacea* en su caparazón y muy pocas presentaba *C. flaccidum* (2 tortugas en el mes de mayo). Además, *C. membranacea* nunca presentó estructuras reproductoras y *C. flaccidum* únicamente en los ejemplares de una sola tortuga.

TALLA Y ESTADÍOS DE LAS TORTUGAS (Fig. 59)

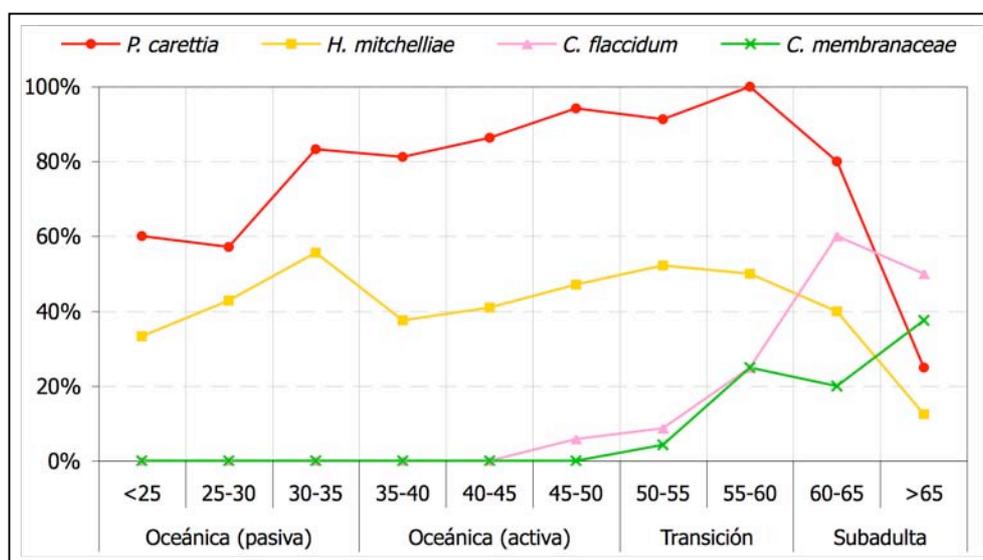


Fig. 59. Frecuencias de las distintas especies de algas epibiontes en función de la talla de las tortugas sobre las que se presentaron. (Los estadios se establecieron en función de la información recopilada en la bibliografía y descrita en la introducción de esta tesis).

	<i>P. caretta</i>	<i>H. mitchelliae</i>	<i>C. flaccidum</i>	<i>C. membranacea</i>
Oceánica (pasiva)	68,90%	44,68%	0,00%	0,00%
Oceánica (activa)	87,27%	41,82%	1,82%	0,00%
Transición	90,63%	50,00%	12,50%	9,38%
Subadulta	66,67%	33,33%	77,78%	44,44%

Fig. 60. Frecuencias de las distintas especies de algas epibiontes para cada uno de los estadios del ciclo de vida de la tortuga boba.

Uno de los datos mas interesantes que nos muestran las algas epibiontes es la preferencia de cada alga por un tamaño de tortuga determinando, diferenciándose mas claramente los dos grupos que establecimos antes. *P.caretta* y *H. mitchelliae* se encontraron mayoritariamente en tortugas de 25 a 55cm de LCC, disminuyendo fuertemente su presencia a partir de esta talla e incluso no estando presentes casi en absoluto a partir de los 65cm. Mientras tanto, *C. flaccidum* y *C. membranacea* solo se han observado en tortugas superiores a 40-45cm de LCC_{min} de caparazón, presentando su mayor abundancia en aquellas tortugas de mas de 60cm.

Según la presencia/ausencia de las cuatro algas epibiontes principales de este estudio, se pueden establecer tres grupos: 1) tortugas de talla inferior a 50cm (correspondiendo exactamente con el estadio oceánico), que se caracterizan por la presencia exclusiva de *P. caretta* (68.9% - 87,27%



oceánico pasivo y activo respectivamente) y *H. mitchelliae* (44.68% – 41.82% para cada estadio oceánico); 2) tortugas con LCC_{min} de entre 50 y 60cm (que se corresponde con el estadio de transición), caracterizado por la presencia de las 4 especies y en la que se observa un aumento progresivo de las frecuencias de *C. flaccidum* y *C. membranaceae* al ir aumentando la talla de las tortugas (pasando de 1.82% a 12.5% la primera y de 0% a 9.38% la segunda); 3) tortugas de más de 60cm de caparazón (estadio subadulto), que se caracteriza por la dominancia de *C. flaccidum* (77.78%) y *C. membranaceae* (44.44%) y con una impresionante caída en la frecuencia de *P. caretta* (de 90.63% a 66.67%) y *H. mitchelliae* (de 50% a 33.33%).

Un dato importante que no hay que pasar por alto, es que en el paso de estadio Oceánico pasivo a Oceánico activo, alrededor de los 35cm de LCC_{min} , se observa una pequeña fluctuación en las frecuencias de las dos especies que caracterizan este estadio, presentándose una disminución en sus frecuencias, que luego remontan lentamente.

4.- DISCUSIÓN

Las algas se distribuyen por los mares y océanos en función de las variables ambientales y de sus características específicas, y uno de los factores limitantes más importantes es el sustrato, por lo que muchas especies de algas han sido capaces de colonizar otros seres vivos (algas, caracoles, cangrejos, etc.) en busca de sustratos libres. Las especies principales encontradas como epibiontes de las tortugas juveniles del archipiélago canario, son algas que se habían adaptado a vivir sobre otros organismos, principalmente algas o fanerógamas marinas, por lo que su adaptación a un hábitat como el caparazón de una tortuga marina no tuvo que ser tan drástico como para otras algas.

Uno de los principales puntos que llama la atención de este estudio, es el escaso número de especies encontradas (7 especies en total, de las cuales 4 se pueden considerar como frecuentes). Este dato se acerca mucho a los primeros estudios llevados a cabo por Dodd (1988) (5 especies) y Frazier et al. (1985) (4 especies) en el Mediterráneo, pero dista bastante de las 37 especies descritas por Senties et al. (1999), en hembras adultas del Caribe Mexicano; las 19 especies descritas por Kitsos et al. (2005) en Grecia, y de las 14 especies presentes en hembras nidificantes de la costa este de EE.UU (Caine, 1986; Frick et al., 1998, 2000).

A pesar de las diferencias, este estudio coincide con los trabajos de Senties et al. (1999) en que las algas epibiontes de *Caretta caretta* son principalmente de forma pequeña y filamentosa, puesto que las 4 especies principales de este estudio presentan estas características; y en que las lagas rodófitas del orden Ceramiales (sobre todo el género *Polysiphonia*) son las más abundantes, al igual que en este estudio, el alga roja, *Polysiphonia caretta*, se localizó en el 80.5% de las tortugas muestreadas y *Ceramium flaccidum* en el 6.5%. En resumen, en este estudio se observaron dos rodofitas del orden Ceramiales, frente a una sola feofita y una sola clorofita.

Los trabajos citados anteriormente y que presentaban una elevada cantidad de especies, se realizaron con tortugas adultas nidificantes a excepción del trabajo de Kitsos et al. (2005). Varios autores han confirmado que las tortugas adultas presentan un mayor número de especies epibiontes, principalmente porque frecuentan hábitats neríticos, en los que la diversidad de especies es mucho mayor (Caine, 1986, Frick et al., 1998). Las tortugas juveniles presentan un modo de vida pelágico, frecuentando aguas oceánicas muy pobres en especies, por lo que es lógico que estas tortugas presenten un menor número de especies. En el gráfico de la figura 58, se muestra claramente como las tortugas de este estudio de tallas más pequeñas, y por lo tanto, en estadios pelágicos, presentan solo 2 especies, *P. caretta* y *H. mitchelliae*, mientras que al ir aumentando la talla se va ampliando el número de especies a 4, ya que en las tortugas de más de 50cm presentan *C. flaccidum* y *C. membranacea*. Este dato sugiere que las tortugas de mayor talla pueden frecuentar áreas neríticas, aumentando así el número de especies que colonizan su caparazón. El trabajo de Kitsos et al. (2005) no especifica la talla de las tortugas, pero se trata de tortugas varadas en la costas de Grecia, por lo que seguramente sean subadultas y adultas.

Por otro lado, las aguas templado-cálidas de Canarias se caracterizan por la presencia de flora marina subtropical, formada principalmente por rodófitas, pequeñas feofitas y alguna clorofila (Afonso-Carrillo & Sansón, 1999), lo que se ajusta al patrón floral observado en las tortugas localizadas en la zona.

El caso de *P. caretta* es un caso excepcional, ya que se trata de un alga específica de *Caretta caretta*, es decir, que solo vive sobre esta tortuga, y por consiguiente, esta adaptada totalmente al hábitat que se crea entorno a ella. Este hecho ratifica que la abundancia de esta especie era de esperar, pero un punto importante sobre ella es que hasta la fecha, solo se había citado para una de las islas del archipiélago Canario, la isla de Tenerife (Rojas-González et al., 1994), pero este estudio amplía su distribución a tortugas localizadas en todas las islas del archipiélago.

Las demás especies encontradas, *H. mitchelliae*, *C. flaccidum* y *C. membranacea*, son, por lo general, algas adaptadas a vivir en el intermareal expuesto, adheridas a rocas, conchas u otras algas (sobre todo fanerógamas), por lo que pueden soportar fácilmente la elevada irradiación que se produce cuando la tortuga realiza el *basking*, están adaptadas al hidrodinamismo de la costa y por lo tanto a las turbulencias que produce la tortuga cuando realiza movimientos rápidos, y adaptadas a las variaciones termo-halinas propias de la zona intermareal, y que en este caso sufren cuando la tortuga migra de una zona a otra o realiza inmersiones profundas.



H. mitchelliae es una alga comúnmente observada en mares templados y subtropicales, y se ha citado para todas las islas del archipiélago Canario (Afonso-Carrillo & Sansón, 1999). En este estudio se observó en tortugas procedentes de todas las islas del archipiélago, aunque en tallas mas pequeñas de lo descrito en la bibliografía (el 89.59% de las tortugas portaban ejemplares de menos de 10mm).

C. flaccidum y *C. membranacea* tiene un carácter mas tropical, aunque son capaces de tolerar temperaturas mas bajas. La primera es una gran cosmopolita que esta citada en todas las islas del archipiélago Canario menos en la Gomera y que solo se ha observado como epibionte de tortugas nidificantes del caribe mexicano. La segunda esta descrita para todos los archipiélagos macaronésicos y la costa africana. En este estudio estas dos últimas algas se observaron en todas las islas de Canarias, menos en Tenerife, La Gomera y La Palma, y al igual que *H. mitchelliae*, también presentaban tallas mas pequeñas de las descritas en la bibliografía, con la excepción de los ejemplares localizados en tortugas de tallas superiores a 60-65cm de LCC_{min}.

Uno de los puntos mas importantes de este estudio es que la clorofícea *Cladophoropsis membranacea* nunca había sido citada como epibionte de la tortuga *Caretta caretta*, por lo que este trabajo da la primera cita de este hábitat para esta especie. Para la especie *Ceramium flaccidum*, también se da la primera cita de esta especie como epibionte de tortugas juveniles *Caretta caretta* y de la costa este del océano Atlántico, ya que hasta la fecha solo se había descrito en tortugas adultas nidificantes del Caribe mexicano. Por el contrario, *P. caretta* y *H. mitchelliae* se han citado tanto en tortugas adultas como en juveniles de esta especie.

Por otro lado, comprobamos como para las cuatro especies principales, las tallas son ligeramente inferiores a las descritas en la bibliografía. Este hecho demuestra una clara adaptación de las cuatro especies al tipo de hábitat que les ofrece el caparazón de la tortuga *Caretta caretta*.

Con respecto a la estacionalidad de las especies observadas, hay variaciones importantes. En el caso de *P. caretta*, Rojas González et al. (1994) describió que esta especie presenta tetraesporángios en junio y cistocarpos/espermatángios principalmente en octubre, mientras que los ejemplares observados en este trabajo no presentan este patrón. En las tortugas *Caretta caretta* de canarias, la mayor frecuencia de tetraesporángios se localizó en el mes de agosto y la de cistocarpos en abril. Este dato indica claramente que las tortugas *C. caretta* localizadas en aguas del archipiélago canario no pasan largas temporadas en estas aguas, sino que proceden o se mueven entre las islas Canarias y otras áreas que estimulan el desarrollo de estructuras reproductoras en otras épocas del año, debido seguramente a diferencias en los factores ambientales (temperatura, nutrientes, salinidad, etc).

Por el contrario, según Sangil et al. (2003), *C. membranacea* presenta sus máximos de biomasa en los meses fríos de invierno, exactamente igual que lo observado en este trabajo, en el que las mayores frecuencias para esta especie se observaron en los meses de noviembre, enero y febrero. Incluso se observó con mayor frecuencia fue Lanzarote, que es la isla mas fría del archipiélago.

En el archipiélago canario se muestra un gradiente ascendente del índice R/P de Feldmann (1937a,b), desde las islas orientales hacia las mas oceánicas (Sangil et al., 2003). En este trabajo, el bajo número de grupos taxonómicos florales nos impide establecer el índice R/P de Feldmann, pero si establecemos la relación entre la frecuencia de tortugas que portaban algas rojas y las que portaban algas pardas se observa un gradiente ascendente desde las islas orientales hacia las islas occidentales similar al descrito, corroborando que las algas rojas son mas abundantes en las islas occidentales que en las orientales. Este hecho sugiere una clara influencia de región del archipiélago en la que se localiza la tortuga sobre el proceso de colonización de su caparazón.

De este dato se pueden establecer dos posibilidades, por un lado, que las tortugas que se localizan en cada isla pasan un período mas o menos prolongado en la zona hasta adaptar la colonización de su caparazón a las características del área o región; o por el contrario, que el proceso de colonización es tan rápido que se adapta a gran velocidad a la zona en la que se encuentra la tortuga.

Otro punto muy importante a tener en cuenta es que este trabajo se ha realizado con tortugas que han sufrido lesiones de diversa gravedad, hecho que puede afectar enormemente al proceso de colonización. Si se observa el gráfico D de la figura 56, queda patente que las especies *P. caretta* y *H. mitchelliae* son mas abundantes y desarrollan tallas mas grandes en aquellas tortugas con lesiones

mas graves, siendo mas marcada esta diferencia en *P. caretta* que en *H. mitchelliae*. Por el contrario, las otras dos especies, *C. flaccidum* y *C. membranacea*, se comportan de forma opuesta, siendo mas abundantes y de talla mas grande en tortugas sanas que en tortugas heridas. Este hecho puede indicar una diferencia en el comportamiento de las tortugas que presentaron solo *P. caretta* y *H. mitchelliae*, con respecto a aquellas que presentaron las otras dos especies, permitiendo ser colonizadas por unas especies o por otras, aunque parece ser que la gravedad de las lesiones afecta mas a la talla y abundancia por tortuga de los ejemplares observados que a la presencia/ausencia de estos, como describió Badillo (2007).

Por último, uno de los puntos mas interesantes del estudio de la flora epibionte de las tortugas *Caretta caretta* en aguas del archipiélago Canario, lo muestra el gráfico de la Fig. 58, en el que se aprecia claramente que existen colonizaciones diferentes según las tallas de las tortugas localizadas en las islas Canarias, pudiendo establecerse tres grupos: 1) tortugas menores de 50cm de caparazón, con presencia exclusiva de *P. caretta* y *H. mitchelliae*; 2) un grupo intermedio de tortugas de 50 a 60cm de caparazón, con frecuencias variables de las 4 especies; 3) un último grupo de tortugas con mas de 60cm de caparazón, con presencia mayoritaria de *C. flaccidum* y *C. membranacea*. Estos datos concuerdan con las referencias de las diferentes fases del ciclo de vida de la tortuga boba en el Atlántico norte dados por Car (1986, 1987a, b), Bolten (1992, 1993, 1994, 1995), Bjornal et al. (2000, 2003), Tiwari et al. (2002), entre otros, coincidiendo el primer grupo con tortugas en etapa juvenil oceánica, en el que solo se observan especies adaptadas a una vida pelágica (*P. caretta* y *H. mitchelliae*); el segundo grupo con el período de transición, en el que según Tiwari et al. (2002) las tortugas se mueven entre la zona pelágica y nerítica entrando y saliendo constantemente, y que en este trabajo se caracteriza por la presencia de las 4 especies; y el último grupo con la etapa de tortugas subadultas, que se caracteriza por el cambio de hábitat de las tortugas pasando a las zonas neríticas, y que en este trabajo son tortugas en la que su colonización está dominada por las dos especies propiamente neríticas (*C. flaccidum* y *C. membranacea*).

Estas fases se describieron para la población de tortuga boba americanas, y según la descripción de su ciclo de vida, las tortugas de mas de 65cm deberían haber regresado al lado oeste del Atlántico, localizándose en la costa este de EE.UU. o en regiones del Caribe. Por lo tanto, ¿quiénes son estas tortugas de mas de 65cm localizadas en aguas de Canarias?. Una de las posibilidades es que las tortugas de origen americano, pueden atravesar el Atlántico varias veces en su ciclo de vida, incluso una vez llegadas al estadio de subadulto, como ya dijo Bolten (1992, 1993). Y la otra es que se trate de tortugas subadultas de una población nidificante en el lado este del Atlántico, es decir, la población de Cabo Verde. Este dato concuerda con los análisis genéticos llevados a cabo por Monzón-Argüello (2010) en el archipiélago canario, en el que se localizan tortugas de las poblaciones americanas (44-78% del sur de Florida y 7-26% del Noreste de Florida y Carolina del norte), mexicanas (2-9%) y de Cabo Verde (6-17%) y con la teoría propuesta por Hawkes et al. (2006), en la que tortugas adultas nidificantes en Cabo Verde pueden alcanzar latitudes mas frías en función de variables ambientales o de búsqueda de alimento.

En Canarias se han llevado a cabo estudios genéticos de *Cladophoropsis membranacea* localizando ejemplares de poblaciones originarias del Caribe, de Cabo Verde y del Mediterráneo (Espino et al., 2006). El estudio genético de los ejemplares muestreados en este estudio podría ayudar enormemente a identificar el origen de las tortugas juveniles que frecuentan el archipiélago Canario.



5. – CONCLUSIONES

- Las tortugas juveniles *Caretta caretta* localizadas en aguas del archipiélago Canario están colonizadas principalmente por 7 especies de algas, de las cuales 4 pueden considerarse como frecuentes, y son: las Rodofitas, *Polysiphonia caretta* (80.5%) y *Ceramium flaccidum* (6.5%), la Feofita, *Hinckia mitchelliae* (48.6%) y la Clorofita *Cladophoropsis membranacea* (3.6%).
- Las algas que colonizan el caparazón de las tortugas *C. caretta* en aguas Canarias se caracterizan por ser algas filamentosas y presentar tallas reducidas (incluso mas pequeñas que cuando se desarrollan en otro tipo de hábitat).
- Las algas que colonizan el caparazón de las tortugas *C. caretta* en aguas Canarias son propias de las características ambientales de la zona, con especies de aguas templadas y subtropicales, con algún aporte mas propio de zonas tropicales.
- *Polysiphonia caretta* es el alga mas abundante en la colonización de la tortuga boba presente en aguas Canarias, debido a que se trata de un alga específica de esta especie.
- Se amplía la distribución de la rodofita *Polysiphonia caretta* a todas las islas del archipiélago canario.
- Primera cita de *Cladophoropsis membranacea* como epibionte de tortuga boba (*Caretta caretta*).
- Primera cita de *Ceramium flaccidum* como epibionte de tortugas juveniles de *C. caretta* y como epibionte de *C. caretta* en el lado este del océano Atlántico.
- Según la flora epibionte observada, en el archipiélago canario se localizan ejemplares de tortuga *Caretta caretta* en 3 fases diferentes de su ciclo de vida: juvenil oceánico, estadio de transición y subadulto.
- La asincronía en la estacionalidad de las estructuras reproductoras de la flora epibionte observada con respecto a lo descrito en la bibliografía para estas mismas especies, sugiere que los ejemplares de tortuga boba localizados en aguas canarias, no pasan largas temporadas (mas de un año) en las islas, sino que se mueven entrando y saliendo de estas aguas.
- Las mayor o menor gravedad de las lesiones presentadas por las tortugas estudiadas afectan mas a la talla y abundancia por tortuga de los ejemplares de cada especie observados que a su frecuencia (presencia/ausencia), por lo que parece ser que las alteraciones no son realmente importantes.
- Los diferentes tipos de colonización algal observado en las tortugas presentes en aguas de Canarias, sugieren que estas proceden de poblaciones originarias de ambos lados del Atlántico, las poblaciones americanas o mexicanas del oeste, como la población caboverdiana del lado este del Atlántico.



*Veinte presas
hemos hecho
a despecho
del inglés
y han rendido
sus pendones
cien naciones
a mis pies.*

*Que es mi barco mi tesoro,
que es mi dios la libertad,
mi ley, la fuerza y el viento,
mi única patria, la mar.*

J. Espronceda (fragmento)

Capítulo 2:

CNIDARIOS EPIBIONTES
DE TORTUGA BOBA DE CANARIAS

1. – INTRODUCCIÓN

El filo Cnidaria esta compuesto por aproximadamente 9000 especies, entre las que se incluyen las conocidas medusas, anémonas, corales e hidras. Sus brillantes colores combinados con su simetría radial producen frecuentemente formas de increíble belleza. Son principalmente marinos, a excepción de la Hidras y unos pocos hidrozooos dulceacuícolas, y la mayoría habitan en aguas someras, en litorales rocosos o en formaciones coralinas de mares tropicales (Ruppert & Barnes, 1996).

Los cnidarios pueden presentar 2 morfologías en su ciclo de vida: la de pólipo, que es sésil y que juega un importante papel en los ecosistemas costeros ya que suelen presentar organización colonial, sus colonias son efímeras, crecen rápidamente y sus hidroides son capaces de cazar y consumir una gran variedad de presas (Boero, 1984; Gili & Hughes, 1995), como dinoflagelados, diatomeas, tintinados y bacterias (Cornelius & Östman, 1987; Hunter, 1989) entre otros; y la morfología de medusa, que es generalmente de vida libre, lleva a cabo la reproducción sexual y se alimenta de plancton carnívoro gelatinoso como pequeños crustáceos, huevos y larvas de peces, larvas meroplanctónicas y microzooplancton (Purcell & Arai, 2001; Costello & Colin, 2002; Parsons & Lalli, 2003). Pueden presentar solo una de estas morfologías o las dos (Bouillon & Boero, 2000a).

La marcada heterogeneidad morfológica de las especies de este filo ha llevado a los investigadores a especializarse en grupos taxonómicos concretos, llegando al extremo de que las sucesivas fases del ciclo vital de una misma especie (pólipo y medusa) han sido estudiadas tradicionalmente por investigadores diferentes y recibido, incluso, nombre distintos. Conseguir una clasificación unitaria para ambas morfologías ha sido motivo de intensas discusiones y ha cristalizado en dos trabajos recientes muy relevantes llevados a cabo por Bouillon & Boero (2000a, 2000b) (Altuna, 2003).

En la Península Ibérica y Baleares el filo Cnidaria ha estado casi totalmente abandonado por los investigadores españoles y portugueses hasta tiempos muy recientes, correspondiéndose la mayor parte de los trabajos a autores extranjeros que estudiaron el material obtenido por expediciones extranjeras que recorrieron los alrededores de la Península (*Caudan, Hirondelle I, Hirondelle II, Michael Sars, Norna, Princesse-Alice, Porcupine, Talisman*, etc.). A partir de los años 70, los estudios llevados a cabo por investigadores de la península ibérica han aumentado de forma considerable, llegando a describirse un inventario de fauna íbero-balear con cerca de 600 especies, confirmando una diversidad específica bastante notable (Altuna, 2003).

En las comunidades bentónicas marinas la naturaleza del sustrato es un factor limitante en la distribución de las especies (Llobet et al. 1986). La variedad de sustratos disponibles es elevada y la competencia por ocuparlos es aún mayor, lo cual lleva al desarrollo de un amplio espectro de estrategias de colonización, siendo la epibiosis una de las más utilizadas en las comunidades del sustrato rocoso (Zabala, 1982). Concretamente, la colonización del sustrato algal, ha representado una solución evolutiva muy notable para especies de ciclos de vida corto, como son la mayoría de los hidrozooos (Boero, 1984), sobretodo especies pertenecientes a las familias Campanulariidae y Haleciidae, capaces de desarrollar colonias con hidrocaules muy cortos, colonizando sustratos a gran velocidad (Hale, 1973). La colonización de los hidrozooos ha sido ampliamente estudiada en algunas especies atlánticas e índicas (Kato et al., 1961; Nishihira, 1973; Stebbing, 1973), comprobándose que estos se comportan como pioneros en la sucesión (Standing, 1976), para ser sustituidos posteriormente por otras especies, generalmente de grupos incrustantes como las ascidias y los briozoos, aunque mas tarde, pueden volver a colonizar dicho sustrato secundariamente actuando como oportunistas.

Los hidroideos epífitos de algas marinas suelen ser de talla muy pequeña, debido seguramente a una adaptación al sustrato, en el que hay una continua fricción entre los frondes del alga (Watson, 1992). Otros autores han citado también esta adaptación de talla y otras adaptaciones morfológicas de ciertas especies al tipo de sustrato, sobretodo cuando se trata de sustratos flexibles o móviles. Por ejemplo, *Plumaria filicaulis*, *Plumaria warreni*, *Sertularia distans* y *Abietinaria laevimarginata* han desarrollado engrosamientos en las hidrorrizas para aumentar su flexibilidad, y *Obelia oxydentata* produce unos estolones terminados en garfios al final de los hidrocaules especializados en la sujeción (Gravier, 1970). Incluso, en los hidroideos epífitos se han observado adaptaciones en la reproducción,



primando la reproducción asexual mediante estolones, y en el crecimiento, acerándolo para poder colonizar sustratos libres a gran velocidad (Boero, 1984; Gili & Hughes, 1995).

Si el sustrato disponible es un factor limitante para las comunidades bentónicas, aún lo es más para las comunidades del *fouling*, donde una zona de anclaje resistente y permanente es necesaria para la supervivencia de cada especie. La competición por una zona de anclaje es tan importante que ha llevado a algunos organismos a desarrollar mecanismos que les den ciertas ventajas, como por ejemplo el crecimiento mediante estolones, erecto, arborescente o asexual, desarrollados por los grupos Porifera, Hydroidea, Bryozoa, Entoprocta y Ascidia. Esta adaptación permite un máximo crecimiento a partir del exitoso anclaje de una sola forma larval, separándolos del resto de la colonia y disminuyendo la competencia por el oxígeno y el alimento. Otra gran ventaja es el crecimiento colonial, que no decrece con la edad (Stebbing, 1971).

Los organismos involucrados en las comunidades del *fouling* varían enormemente entre distintas localidades y microhábitats, pero varios autores han confirmado un patrón general (McDougall, 1943; Turner et al., 1969; etc). Como se describió en la introducción de esta tesis, una superficie limpia adquiere rápidamente una capa orgánica inicial seguida, en menos de 24 horas, de un crecimiento bacteriano; una semana más tarde se produce un bloom de diatomeas y en 2 o 3 semanas aparecen las algas macroscópicas e hidroideos. Estos últimos rara vez dominan la comunidad más de unas pocas semanas, siendo reemplazados por briozoos, poríferos, ascidias y otros organismos, que son mucho más estables y pueden colonizar superficies durante varios años, hasta que un cambio brusco (temperaturas extremas, turbulencias, etc) devuelvan al sistema a una superficie limpia.

Otros factores determinantes en la competencia entre especies por el sustrato son la tasa de crecimiento y la esperanza de vida. Especies de crecimiento lento y longevas no pueden competir con especies de crecimiento rápido y vida corta. Desafortunadamente se tienen muy pocos datos sobre el crecimiento y la duración de las especies epibiontes, aunque algunos autores han confirmado la longevidad de hidroideos como *Tubularia* entre 5 semanas y varios meses, *Pennaria* en 4 meses, y *Eudendrium* en 6 meses (McDougall, 1943); los Briozoos suelen presentar períodos de vida más largos, como los 12 años de *Flustra foliacea* (Stebbing, 1971), y varios años de *Bugula* (Grave, 1930); mientras que las Ascidias coloniales viven más de 5 años, y las solitarias de aguas templadas entre 5 meses y 3 años (Millar, 1971).

También juegan un papel importante los antibióticos o inhibidores que algunas especies han desarrollado para eliminar larvas competidoras o para detener el crecimiento de otras especies, como es el caso de algunos Briozoos que inhiben el crecimiento de otros zooides gracias a sustancias inhibitoras (Stebbing, 1971). Otro mecanismo es el crecimiento sobre otras especies, asfixiándolas, o el crecimiento excesivo cubriendo completamente la superficie, impidiendo el anclaje de larvas de otras especies (Clark, 1975).

En resumen, los hidroideos han centrado sus estrategias de supervivencia en un crecimiento rápido que permite la colonización de nuevos sustratos, disminuyendo sus capacidades de competición, características propias de especies colonizadoras o iniciadoras de la sucesión (Emlen, 1973). Los Poríferos, Briozoos y Ascidias coloniales crecen más despacio, pero presentan crecimiento anual o perenne, dominando las comunidades maduras de *fouling*.

Así pues, la distribución de las especies de hidroideos que habitan, por ejemplo, en praderas de fanerógamas, varía en función de su grado de tolerancia a los factores abióticos, de su especificidad con respecto al sustrato y de la distribución de las fanerógamas sobre las que viven. Por ejemplo, la distribución de *Clytia* sp. en las costas de Madagascar, coincide con la distribución de la fanerógama *Halodule wrightii*, en el litoral superior; especies como *Clytia gracilis* y *Clytia gravi* tienen una mayor distribución debido a su habilidad para crecer en distintas especies de fanerógamas y a su gran tolerancia a los factores físicos; mientras, *Obelia oxydendata* presenta una distribución muy amplia, aunque no está presente en zonas de elevado hidrodinamismo (Gravier-Bonnet, 1999).

Los estudios llevados a cabo por Medel y López-González (1998) sobre la distribución de Antho y Leptomedusas en el océano Atlántico y el Mediterráneo, establecen una gran influencia de los grandes sistemas de corrientes en los patrones de distribución de las distintas especies. Estos autores diferenciaron cinco regiones interesantes en función de la distribución de las especies de hidroideos.

Por una lado las regiones polares Ártica y Antártica aisladas del resto y entre si, debido principalmente al alto número de endemismos que presenta cada una de ellas (35.5% y 33% respectivamente) y a su aislamiento térmico y oceanográfico. Por otro lado, la región del Sureste Atlántico, aislada claramente del resto debido esencialmente a que el mayor estudio de esta la zona se llevo a cabo en Sudáfrica, (por Millard en 1975), y a tres factores característicos de esta subregión: el transito constante de grandes embarcaciones, la influencia de 2 grandes sistemas de corrientes (Corriente de Agulhas y Corriente de Benguela), y a la confluencia de aguas del Índico y del Atlántico, contribuyendo con especies del Índico que solo están presentes en esta zona. La siguiente región es el Oeste Atlántico, en la que se observan importantes similitudes entre las costas atlánticas americanas (Provincia Nor-Americana) y el Caribe (Provincia Caribeña) con la Subregión Brasileña, debido a la influencia de las corrientes cálidas que bañan todas estas costas. Es por ello que la Subregión brasileña se distancia de la Subregión Argentina, ya que esta última está principalmente influenciada por las corrientes frías, que la aproximan mas a la región antártica que al resto de regiones del oeste atlántico (sobre todo la Provincia Magallánica). La Región del Noreste Atlántico muestra una gran uniformidad entre sus provincias marinas (Boreal, Lusitana, Mediterránea y Mauritana), debida principalmente al alto porcentaje observado de especies de amplia distribución (cosmopolitas, anfiantlánticas y circuntropicales), transportadas por el sistema de la Corriente del Golfo que baña todas estas regiones. Además, la Corriente fría de Canarias circula por la costa oeste de la península ibérica hasta la provincia mauritana, contribuyendo a la similitud de fauna entre las provincias Boreal, Lusitana y Mauritana.

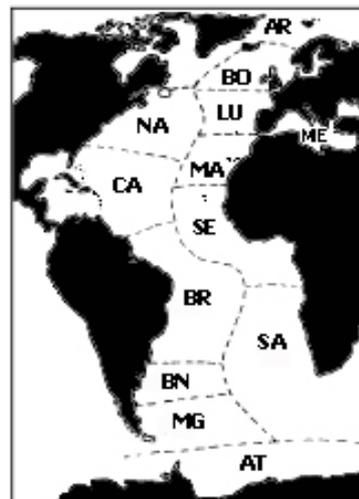


Fig.61. Áreas zoogeográficas del Océano Atlántico (Según Medel & López-González, 1998. Fig.1)

AR= Región Ártica;
 AT= Región Antártica;
 SA= Región del Sureste;
 BO= Subregión Boreal;
 BZ= Subregión Brasileña;
 SE= Subregión Senegalesa;
 BN= Provincia Bonaerense;
 CA= Provincia Caribeña;
 LU= Provincia Lusitana;
 MA= Provincia Mauritana;
 ME= Provincia Mediterránea;
 MG= Provincia Magallánica;
 NA= Provincia Nor-Americana.

Cabe destacar las grandes similitudes de la región atlántica con la región Mediterránea, a pesar de que en esta última disminuye el porcentaje de especies de amplia distribución y aumentan los endemismos, como consecuencia de la particular situación geográfica por ser un mar casi cerrado. Otros estudios llevados a cabo con otras especies, esponjas (Carballo et al., 1997), briozoos (López de la Cuadra & García-Gómez, 1992), anthozoos (López-González, 1993) y ascidias (Naranjo et al., 1998), sugieren también grandes similitudes entre la provincia Lusitana y Mediterránea confirmando que el estrecho de Gibraltar no constituye una importante barrera biogeográfica, aunque si se aprecia que el área del estrecho es una zona de transición entre ambas provincias (Medel y López-González, 1998)

Los hidroideos de la familia Campanulariidae (Hydrozoa, Leptomedusae), y sobre todo el género *Obelia*, suelen ser los hidroideos mas citados en aguas someras, principalmente en sustratos algales o praderas de fanerógamas. Por ejemplo, en los mares del norte de Europa las colonias de *Obelia longissima*, *Obelia geniculata*, y de especies de *Laomedea* y *Gonothyrea*, son los principales componentes sobre sustrato algal (Letunov & Stepanjants, 1986). Cornelius (1992) citó las especies *Obelia dichotoma* y *Obelia bidentata* como habitantes de pastos marinos, y en las mismas latitudes del Océano Pacífico, Nishihira (1964), citó *O. geniculata*, *O. dichotoma* y *O. plana* habitando sobre algas. En las aguas templadas del Mediterráneo se han citado *O. geniculata* y *O. dichotoma* viviendo sobre *Posidonia oceanica* (Boero, 1981; Boero et al., 1985; Roca & Moreno, 1985). Gravier-Bonnet (1999) citó colonias de *Obelia* epífita sobre fanerógamas en las costas de Madagascar, destacando el pequeño tamaño de estas, y sugiriendo que este género muestra una clara preferencia por las aguas mas frías de latitudes mas altas. La medusa *Obelia* también es una gran cosmopolita y es tan conocida que se ha utilizada como ejemplo en un gran número de libros de texto (ej. Rupperts & Barnes, 1996).

Dentro de este género, la especie *Obelia geniculata* es una gran cosmopolita citada en todos los mares y océanos, penetrando incluso en latitudes altas del hemisferio norte (Stepanjants, 1994) y en aguas subantárticas del hemisferio sur (Genzano & Zamponi, 1992). Esta ampliamente distribuida por

el Atlántico (desde Groenlandia y Rusia hasta el sur de Argentina), Mediterráneo (tanto al este como al oeste, las costas del norte como las del sur), Índico y Pacífico.

En la región macaronésica ha sido citada en Marruecos (Patrioti, 1970), Azores (Cornelius, 1979, 1995) y en Madeira, donde se observaron numerosas colonias de mas de 10mm de altura, a unos 80m de profundidad, creciendo sobre *Zoostera* sp. (Medel & Vervoort, 2000).

Esta especie habita principalmente las zonas litorales y se ha observado comúnmente como epibionte de algas y fanerógamas marinas (Roca & Moreno, 1985; Lambert, 1991b), aunque también se ha citado pelágica (Fraser, 1913, 1918) y como epibionte de isópodos (Stechow, 1923), cangrejos (Hiro, 1939; Cuadras & Pereira, 1977), caballitos de mar (Zirpolo, 1939a), peces (Zirpolo, 1939b) y grandes nadadores marinos como tortugas, tiburones, arenques o incluso algas flotantes. Esta característica sugiere que puede ser transportada naturalmente largas distancias, colonizando áreas muy diversas (Cornelius, 1982).

Como epibiontes de tortugas marinas, varios autores han citado especies de cnidarios del grupo Hydrozoa y Anthozoa, aunque no suelen ser muy abundantes. Las especies del grupo Anthozoa se han observado solo en tortugas adultas nidificantes en la costa este de EE.UU (Georgia y Florida) (Frick et al., 1998, 2000, 2004; Pfaller et al., 2008). Por otro lado, los Hydrozoos son ligeramente mas abundantes, principalmente algunas especies como *Obelia dichotoma*, *Tubularia crocea* o *Hydractina echinata*. Al igual que el grupo anterior, siempre sobre tortugas adultas nidificantes de la costa este de EE.UU, a excepción de dos casos, un 8,1% de las tortugas varadas en las costas de Grecia (Kitsos et al., 2005) (desconocemos si adultas o juveniles); y un 10,2% de las tortugas juveniles observadas en las aguas mediterráneas españolas (Valencia) (Badillo, 2007). En ambos casos se trataba de especies del género *Obelia*, y mas concretamente, *Obelia geniculata* en el caso de Grecia y *Obelia* sp. en las estudiadas por Badillo en 2007.

2. – CARACTERÍSTICAS TAXONÓMICAS

Filo Cnidaria

El Filo Cnidaria pertenece al Reino animal denominado Radiata por su simetría radial claramente primaria o primitiva. Al contrario que las esponjas, los cnidarios presentan una cavidad digestiva tapizada por endodermo, denominada celénteron o cavidad gastrovascular debido a que además de la función digestiva tiene también función circulatoria. Esta cavidad se localiza a lo largo del eje polar del animal y se abre al exterior por uno de sus extremos formando la boca, que presenta un círculo de tentáculos rodeándola, formados por evaginaciones de la pared del cuerpo y que ayudan a la captura del alimento.

Su pared corporal consta de tres capas básicas: un epitelio externo (epidermis); un epitelio interno (gastrodermis), que recubre la cavidad gastrovascular; y la mesoglea, localizada entre las dos anteriores y que puede ser desde una delgada lámina basal acelular (como en hidras y algunos hidrozooos), hasta una gruesa capa de tejido conjuntivo fibroso con aspecto de gelatina. La epidermis y la gastrodermis presentan un gran número de tipos celulares, pero el grado de desarrollo de los órganos es muy limitado.

Dentro del filo existen dos formas básicas claramente diferenciadas:

- **Pólipo:** con un cuerpo típicamente tubular o cilíndrico, con un extremo oral dirigido hacia arriba y donde se localizan la boca y los tentáculos, y otro extremo fijo al sustrato, por lo que son sésiles y están adaptados a la vida bentónica. La mesoglea es generalmente fina y suelen presentar organización colonial.
- **Medusa:** de natación libre por lo que están adaptadas a una vida pelágica. Presenta un cuerpo con aspecto de campana con la cara convexa dirigida hacia arriba y la boca en el centro de la cara cóncava, con tentáculos que cuelgan del borde umbrelar. La mesoglea suele ser gruesa y constituye la mayor parte del volumen del animal, dándole ese aspecto gelatinoso del que deriva su nombre común en inglés *jellyfish* (*pescado gelatinoso*).

Algunos cnidarios desarrollan solo formas de pólipo, otros solo de medusa y otros pasan por los dos estados en su ciclo vital.

Presentan reproducción sexual y asexual. La asexual se lleva a cabo por gemación, en la que la yema se produce como una simple evaginación de la pared del cuerpo, que contiene una extensión de la cavidad gastrovascular. La reproducción sexual se produce mediante la fusión de células reproductoras masculinas y femeninas, tras la cual se desarrolla una estereoglástula ciliada y de natación libre denominada larva plánula.

Este filo está formado por 4 clases: Clase Hydrozoa: descrita en detalle a continuación por su interés en este estudio; Clase Scyphozoa: formada por pequeños pólipos y medusas sin velo; Clase Cubozoa: constituida exclusivamente por medusas de forma cúbica; Clase Anthozoa: presenta únicamente pólipos que constituyen los comúnmente conocidos corales y anémonas.

Clase Hydrozoa Owen, 1843

Contiene alrededor de 2700 especies pero son poco conocidos debido a su pequeño tamaño y a su apariencia de plantas. Los miembros de esta clase se caracterizan morfológicamente por: la mesoglea carece de células; la gastrodermis carece de cnidocitos; y las gónadas son epidérmicas o si son gastrodérmicas, las células reproductoras se vierten directamente al exterior y no dentro de la cavidad gastrovascular.

Aunque algunos hidrozooos presentan únicamente forma de medusa, la mayoría de las especies pasan por un estado de pólipo en su ciclo vital. La mayoría de los pólipos son coloniales a excepción de las hidras, que son solitarias.

En el desarrollo de las colonias, las yemas permanecen unidas al progenitor y forman nuevas yemas, de forma que cada pólipo está conectado con los otros, formando lo que se conoce como Colonia hidroide, en la que las tres capas del cuerpo y la cavidad gastrovascular son continuas a lo largo de



toda la colonia. En dichas colonias se denominan hidrantes a los extremos orales con boca y tentáculos, e hidrocaule al pedúnculo del pólipo. Generalmente la colonia está anclada por un estolón horizontal a modo de raíz, que crece sobre el sustrato y se denomina hidrorriza. Desde el estolón salen pólipos aislados o ramas de pólipos que presentan diferentes patrones de crecimiento dando formas muy variadas (arborescentes, pinnadas, etc).

La mayoría de los hidroides están rodeados de una envuelta quitinosa de soporte secretada por la epidermis denominada perisarco y que puede estar limitada solo al hidrocaule, aunque frecuentemente encierra al hidrante en una capsula denominada hidroteca, como en *Obelia* y *Campanularia*. Al tejido vivo que queda rodeado por el perisarco se le denomina cenosarco. Los hidroides que poseen hidroteca se denominan *tecados* y los que no la presentan *atecados*.

Otra característica asociada a la organización colonial de los hidrozoos es el polimorfismo, es decir, cuando la colonia presenta al menos dos tipos estructurales de miembros. El miembro mas numeroso y visible de zooide es el gastrozoide o trofozooide, que es el encargado de capturar e ingerir las presas, y por lo tanto, de alimentar a la colonia. En casi todas las especies los gastrozoides se encargan también de la defensa de la colonia gracias a la presencia de células urticantes en sus tentáculos, pero algunos hidrozoos presentan pólipos defensivos especializados llamados dactilozoides. Estos pólipos presentan una gran variedad de formas aunque son normalmente claviformes y con gran cantidad de cnidocitos y células adhesivas.

Las colonias de hidrantes suelen tener una altura de entre 5 y 15cm, y los pólipos individuales suelen ser muy pequeños e inconspicuos, aunque se han descubierto excepciones como el género *Branchiocerianthus*, que puede alcanzar hasta 2m de longitud.

La mayoría de los hidrozoos se alimentan de zooplancton, que es suficientemente pequeño como para ser ingerido por los gastrozoides. La digestión extracelular tiene lugar en el gastrozoide y cuando el alimento ha sido parcialmente digerido pasa a la cavidad gastrovascular común de la colonia, donde se produce la digestión intracelular. Estudios llevados a cabo en *Hydractinia echinata* señalan que cada gastrozoide de la colonia captura 4.3 presas cada 24 horas y que quedan en la cavidad gastrovascular alrededor de 5 horas.

La reproducción asexual es por medio de yemas como en el resto de cnidarios. Sin embargo, la reproducción sexual es mas compleja, ya que la fecundación puede ser externa en el agua, en la superficie del manubrio, o interna cuando los óvulos comienzan a desarrollarse en la gónada. El desarrollo es completo, produciéndose una blástula que da lugar a una estereogástrula que se alarga rápidamente y se transforma en una larva plánula ciliada y de natación libre, que después de un tiempo (entre unas horas a unos pocos días), se fija al sustrato por su extremo anterior y se desarrolla como una colonia de hidroides.

Todas las medusas, a excepción de unas pocas como *Aequorea*, se reproducen sexualmente. Los hidrozoos pueden ser hermafroditas o dioicos, y presentan diversos tipos de ciclo de vida: algunos géneros presentan una generación medusoide y un estado pólipo, como por ejemplo *Obelia*, *Pennaria* y *Syncoryne*, entre otros; Otros géneros no producen medusas libres, sino formas medusoideas que permanecen unidas al cuerpo del progenitor, como *Tubularia*, *Sertularia* y *Plumaria*; Por último, las hidras, que no presentan ningún vestigio de la generación medusoide.

En las colonias de hidroides parte de los individuos de la colonia son los miembros reproductores, que se producen asexualmente como yemas y que pueden transformarse en medusas de natación libre (por ejemplo: *Obelia*) o permanecer en la colonia (por ejemplo: *Hydractinia*). En cualquier caso, estas formas, denominadas gonóforos, producen gametos para completar la fase sexual del ciclo de vida. Los gonóforos presentan una gran variedad de formas y localizaciones, y en algunas especies se producen solamente sobre ciertos pólipos especiales llamados gonozoides, que frecuentemente se encuentran reducidos y carecen de boca y tentáculos. En los hidrozoos tecados como *Obelia* y *Campanularia*, los medusoides se restringen a un tipo de gonozoides denominado gonangio, con un blastostilo central rodeado de una extensión del perisarco llamada gonoteca.

Esta clase esta compuesta por 5 órdenes: Orden Hydroidea, descrito en detalle a continuación por su interés en este estudio; Orden Trachylina, con un ciclo de vida con una fase pluricelular y una fase unicelular en forma de espora; Orden Siphonophora, que forma colonias polimórficas flotantes con un individuo en forma de campana o vejiga de gas (neumatóforo), como la *Physalia* o carabela portuguesa; Orden Chondrophora, que también forma colonias polimórficas flotantes, pero no tan

peligrosas como las anteriores (por ejemplo *Vellella vellella*); Orden Actinulida, formado por pólipos solitarios realmente pequeños de vida intersticial.

Orden Hydroidea

Cuenta con más de 2000 especies, todas marinas a excepción del género *Hydra*. Ambas generaciones, pólipo y medusa, se siguen aún describiendo separadamente y como en muchos casos no se sabía con certeza la conexión entre ambas formas generacionales.

Presenta hidropólipos fijos, dotados de cápsulas urticantes, con estomago sencillo en forma de saco. Generalmente forma colonias en las que los troncos son inmóviles y los pólipos se mueven muy lentamente a excepción del retroceso, por lo que pueden confundirse con briozoos.

Esqueleto externo quitinoso típico de los hidrozoos. El tallo y las ramas son lisos o segmentados y casi todo el sistema es radical. Hidrotecas con simetría radial o bilateral y que pueden presentar diafragma en la base. Existen diferencias específicas en el cono bucal, la forma y ordenación de los tentáculos y la subdivisión y tipo de cápsulas urticantes.

Algunas especies pertenecientes a este orden presentan polimorfismo, con zooides diferenciados en gastrozoides y dactilozoides. El número de individuos que forman cada colonia suele ser muy elevado, sobretodo en especies que producen medusas.

Los pólipos miden normalmente de 0.3 a 1mm (talla máxima de 10mm), y las colonias suelen alcanzar una altura de 1 a 5cm, aunque en ocasiones pueden llegar a medir hasta 20cm.

Por lo general son incoloros, aunque los hidrocaules o pedúnculos pueden presentar color pardo amarillento y algunos hidroides presentan coloración rojiza.

Se alimentan de formas planctónicas y pequeños organismos del fondo.

Los hidroideos se aposentan sobre todo tipo de sustratos duros, aunque también sobre objetos flotantes y animales (caparazones de caracoles,...). Normalmente evitan los sustratos movedizos (arena, barro, arcilla) aunque pueden crecer entre la arena dando lugar a formas enanas. Forman colonias considerables en cavernas y en las paredes norte de las costas escarpadas así como en los sotobosques formados por plantas marinas. Solo una especie ha desarrollado especificidad por un sustrato concreto, *Laomedea angulata*, que crece en pastos de anguilas.

Las especies que viven sobre sustratos de vida corta abandonan sus hidrocaules después de pocas semanas, justo después de la liberación de las medusas. Por el contrario, las especies de mayor tamaño que viven sobre bases más estables, pueden llegar a vivir varios años. Algunas especies vuelven a poblar las colonias en estaciones favorables a partir de las raíces.

Sus depredadores principales son los Opisthobranchia y Pantopoda. También suponen un peligro las algas de pequeño tamaño y crecimiento rápido, ya que compiten por el espacio.

Presentan ciclos de vida en el que alternan una fase pólipo con las solitarias medusas, o desarrollan yemas medusoideas en todos los grados de reducción.

Este orden está compuesto por 3 subórdenes: Suborden Anthomedusae o Athecata: formado por hidrantes desnudos, sin hidroteca. A este suborden pertenecen las solitarias *Hydras*; Suborden Leptomedusae o Thecata: constituido por hidrantes cubiertos por una hidroteca. A este suborden pertenece la familia Campanulariidae que se describe a continuación por su interés en este estudio; Suborden Limnomedusae: con medusas y pólipos solitarios o coloniales, mayoritariamente dulceacuícolas.

Familia Campanulariidae Johnston, 1836

Hidroideos cubiertos por una hidroteca, generalmente pequeños y coloniales.

La hidroteca presenta simetría radial, sin cubrir, pedunculada y dotada de un espacio basal. Algunas especies presentan estolones que pueden estar ramificados o no. Las especies que presentan diafragma tienen un engrosamiento anular asociado, o presentan anillos y no diafragma. Hipostoma generalmente grande y un anillo de tentáculos alrededor de la boca y nematoforos ausentes.



Las gonotecas masculina y femenina son externamente idénticas y la liberación de medusas es variable.

Dentro de esta familia se clasifican 3 subfamilias: Campanulariinae, Clytiinae y Obeliinae.

La última se caracteriza por presentar hidrocaules erectos, un verdadero diafragma en la base de la hidroteca, estolones no anastomosados y ausencia de esférula subhidrotecal. Pertenecen a esta subfamilia cuatro géneros: *Gonothyraea* Allman, 1864; *Hartlaubella* Poche, 1914; *Laomedea* Lamouroux 1812 y *Obelia* Perón & Lesueur, 1810. De los cuales solo *Obelia* libera medusas.

Género *Obelia* Perón & Lesueur, 1810

Pólipos que forman colonias erectas; ramificadas o no; con estolones no anastomosados; entrenudos anillados en la zona proximal; hidrotecas bien formadas y dispuestas en la zona distal lateral; Hipostoma semiesférico; gonoteca con forma de cono y generalmente con apertura en parte apical.

Medusas con campana plana; reversible; mesoglea fina; velum reducido o ausente; manubrio largo; unos 16 tentáculos marginales y cortos en las medusas recién liberadas y mas abundantes en las adultas.

A este género pertenecen 4 especies: *Obelia geniculata*; *Obelia dichotoma*; *Obelia longissima*; *Obelia bidentata*.

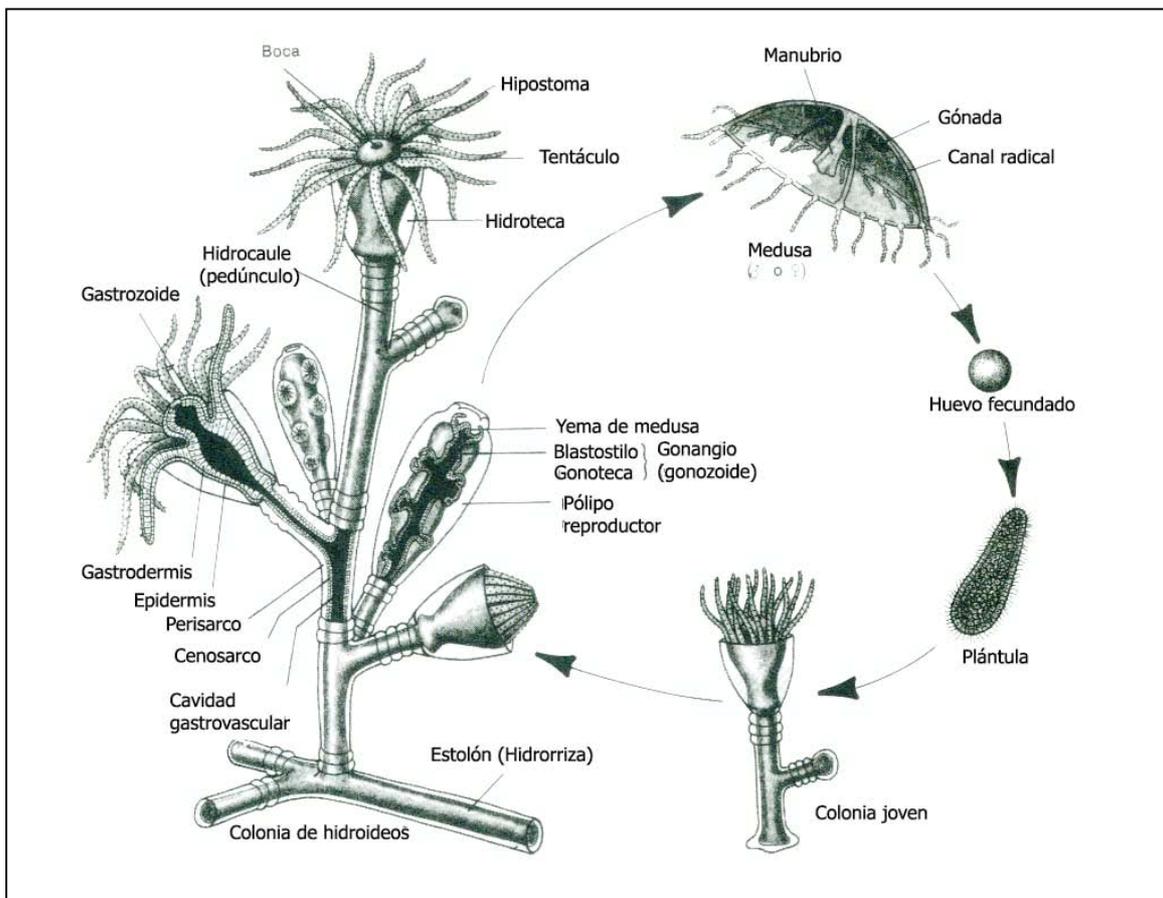


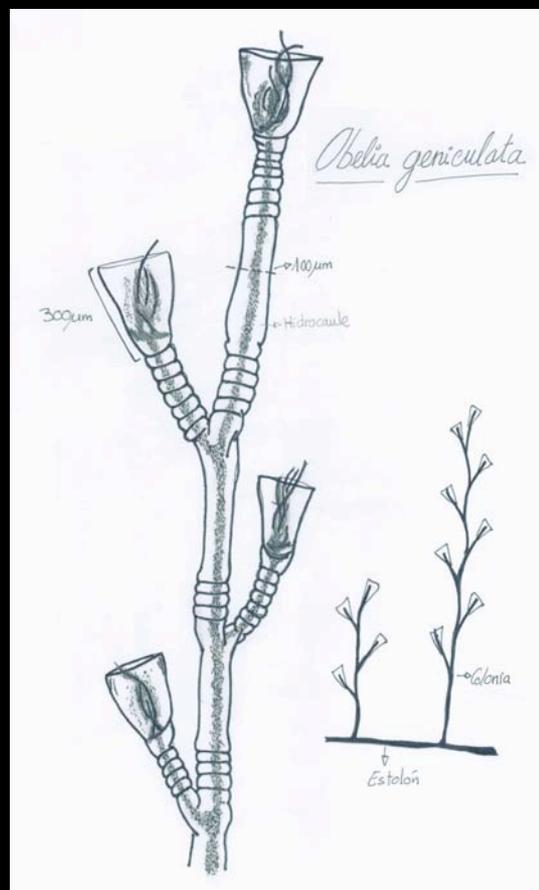
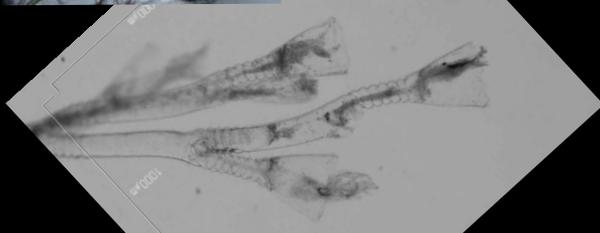
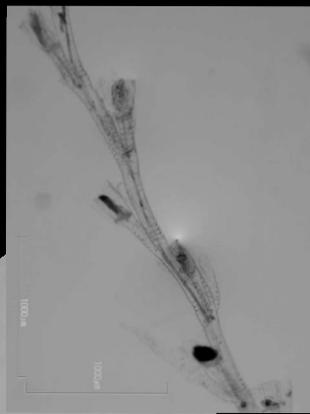
Fig. 62. Ciclo biológico de *Obelia*, que muestra la estructura de la colonia. Imagen tomada de Ruppert & Barnes (1996) (Fig. 4-15, Pag. 119).

3. – RESULTADOS

3.1. – DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE

Obelia geniculata Linnaeus, 1758

Phylum: Cnidaria Hatschek, 1888
 Clase: Hydrozoa Owen, 1843
 Orden: Leptomedusae Haeckel, 1879
 Suborden: Conica Broch, 1910
 Fam.: Campanulariidae Johnston, 1836
 Subfam.: Obeliinae Haeckel, 1879
 Género: *Obelia* PCron & Lesueur, 1810



DESCRIPCIÓN Y DATOS DE INTERÉS DE LA ESPECIE:

(Basado en descripciones de Menéndez-Valderrey, 2010 y Cornelius, 1982)

Morfología: Hidroideo colonial formado por un estolón recto del que salen ejes espaciados y ramificados en forma de zig-zag. El rasgo morfológico característico de la especie es el engrosamiento unilateral de los segmentos del tallo. Los pólipos se disponen de forma alterna en el eje y están envueltos por una teca, con forma de copa delgada, a veces asimétrica y con pedicelos o pedúnculos anulares. Presenta un diafragma delgado en el espacio basal de los hidroides. Desarrolla medusas de vida libre con el mismo nombre.

Talla: 40-50mm de altura.

Color: Cenosarco rojo.

Reproducción: Las gonotecas o estructuras reproductoras crecen en las axilas de las tecas y tienen forma alargada, subcónica, con un pedicelo corto y abertura terminal.

Su aparición y maduración son casi simultáneos a lo largo de todo el año, aunque es mas frecuente en los meses de invierno (de diciembre a marzo). Según Lo Bianco (1909) en el mediterráneo la liberación de medusas se produce entre marzo y junio y entre octubre y enero; aunque Orton (1920) cita que se liberan de marzo a noviembre y Russell (1953) ha encontrado medusas de esta especie a lo largo de todo el año, sobretodo de primavera a finales de otoño.

Hábitat: comúnmente sobre algas y fanerógamas marinas como Laminaria o Fucus (preferentemente pardas), e incluso algas flotantes como sargazo y una gran diversidad de objetos flotantes. También se ha citado como epibionte en peces, cangrejos, caballitos de mar y grandes nadadores marinos como tortugas, tiburones y arenques. Esta característica sugiere que puede ser transportada naturalmente largas distancias, colonizando áreas muy diversas, incluso que es posible que este transporte continuo entre las distintas cuencas oceánicas haya promovido el intercambio genético de las colonias de ambos lados del océano, llegándose a sugerir que las fases pólipo de algunas especies pueden dispersarse mas rápido que sus medusas, que solo viven unas semanas (Cornelius, 1982).

Distribución: especie realmente cosmopolita, muy común en aguas someras del noreste del Atlántico. Según Ralph (1956) y Ralph & Thomson (1968), *Obelia geniculata* crece y se desarrolla mas rápido en aguas frías que en condiciones cálidas.

Como epibionte de tortuga boba esta especie ha sido citada solo en tortugas varadas en las costas de Grecia, Mediterráneo (Kitsos et al., 2005), aunque se ha citado *Obelia* sp. (probablemente *O. geniculata* según el autor) en juveniles varados en las costas valencianas (Badillo, 2007), y otra especie, *Obelia dichotoma* en hembras nidificantes de Georgia (Frick et al., 1998) y Florida (Pfaller et al., 2008).

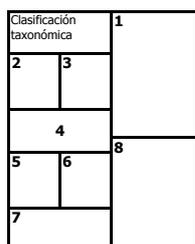


Fig. 63 (Dorso): Imágenes de ejemplares de *Obelia geniculata* localizadas sobre las tortugas *Caretta caretta* muestreadas. 1- Esquema de los ejemplares de *O. geniculata* muestreados. 2- Detalle de una mata de *O. geniculata*. 3- Detalle de una colonia de *O. geniculata*. 4- Gastrozoides de *O. geniculata*. 5. Hidrocaule de una colonia. 6. Gastrozoides de *O. geniculata*. 7. Biometría de la hidroteca e hidrocaule de un gastrozooide. 8. Colonia de *O. geniculata* como se localiza sobre el caparazón de la tortuga junto con cirrípedos *Lepas anatifera* y algas *Polysiphonia caretta* e *Hincksia mitchelliae*.

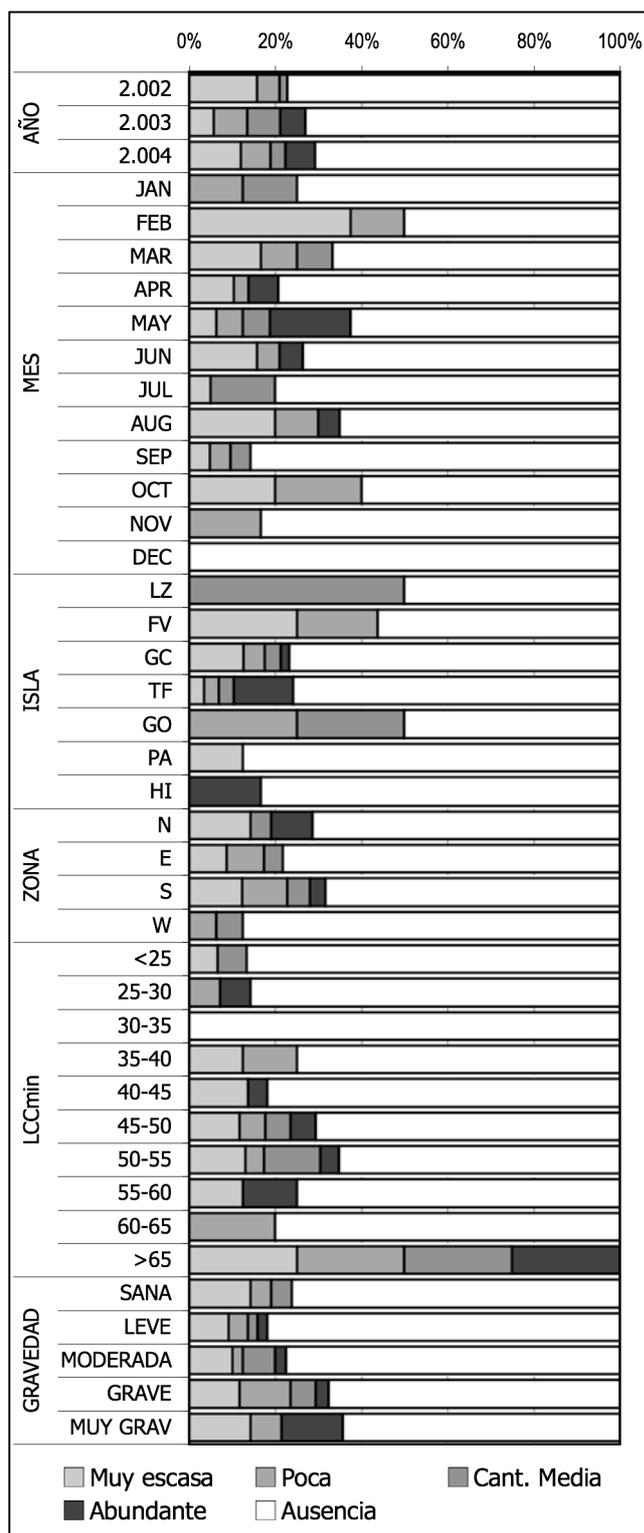


Fig. 64. Gráfico de frecuencias de presencia/ausencia de *O. geniculata* en las tortugas *Caretta caretta* muestreadas, en función de las diferentes variables de estudio. La presencia se subdivide en función de las cantidades observadas por tortuga

El cnidario *Obelia geniculata* se localizó en el 26.35% de las tortugas muestreadas, aunque en la mayor parte de los casos (43.18%) en cantidades realmente escasas, e incluso simples fragmentos.

Las frecuencias de esta especie para los 3 años de estudio fueron muy similares, si bien se aprecia un ligero aumento en frecuencia y cantidad (22.81% para el 2002, 26.92% para el 2003 y 29.31% para el 2004).

A lo largo del año la presencia de esta especie fue bastante irregular, localizándose las mayores frecuencias en los meses de febrero (50%) y octubre (40%), aunque en cantidades pequeñas. Las mayores cantidades de biomasa se observaron en las tortugas ingresadas en los meses de abril, mayo y junio. Ninguna de las tortugas ingresadas en el mes de diciembre presentaba esta especie.

Se localizó en tortugas procedentes de todas las islas del archipiélago, aunque en mayores frecuencias en Lanzarote (50%), la Gomera (50%) y Fuerteventura (43.75%), pero las mayores cantidades por tortuga en las que se localizaron en Gran Canaria, Tenerife y el Hierro.

También se observó una fuerte irregularidad con respecto a la zona de las islas en las que se localizaron las tortugas, siendo mas frecuente y en mayor cantidad en aquellas tortugas procedentes de las costas norte y sur de las islas.

Con respecto a la talla de las tortugas, se observó en todos los tamaños, aunque destaca su presencia en todas las tortugas de LCC_{min} superior a 65cm (100%).

Según la gravedad de las lesiones de las tortugas se aprecia un aumento en la frecuencia y cantidad al aumentar la gravedad de las lesiones, y por lo tanto al disminuir la movilidad de las tortugas.

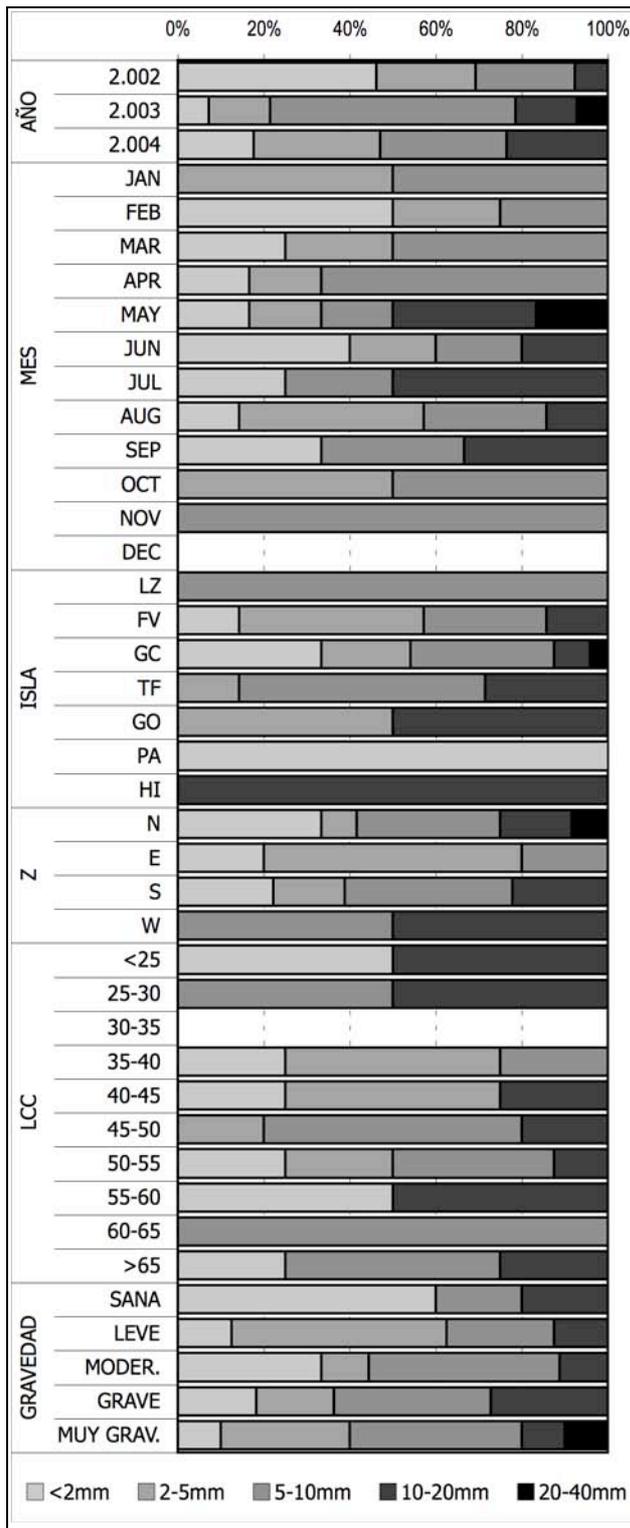


Fig. 65. Gráfico de frecuencias de las tallas máximas de *O. geniculata* observadas por tortuga, en los ejemplares de *C. caretta* muestreados, en función de las distintas variables de estudio.

La talla de los ejemplares de *O. geniculata* localizados sobre las tortugas muestreadas en aguas canarias, es inferior a la media descrita en la bibliografía para la especie. Casi la mitad de las tortugas (45,46%) presentaba tallas inferiores a 5mm, siendo en muchos casos solo fragmentos, y el 36.36% ejemplares de 5 a 10mm. El 15.91% presentaban ejemplares de 10 a 20mm, y tan solo el 2.27% de las tortugas presentaban hidrocaules de mas de 20mm. La talla máxima observada fue de 38mm.

Las tallas máximas para esta especie se observaron solo en tortugas que ingresaron en el mes de mayo en el norte de la isla de Gran Canaria, con lesiones muy graves.

A lo largo del año, solo se observaron tallas superiores a 10mm en los meses de cálidos de mayo a septiembre.

Al igual que con la cantidad, la talla de los hidrocaules aumentó progresivamente al aumentar la gravedad de las lesiones presentadas por las tortugas.

Para esta especie no se muestra un gráfico de estadios reproductores, puesto que ninguna tortuga del estudio presentaba estructuras reproductoras (gonozoides, ya que en esta especie las medusas son de vida libre).

3.2. – ANÁLISIS DE RESULTADOS

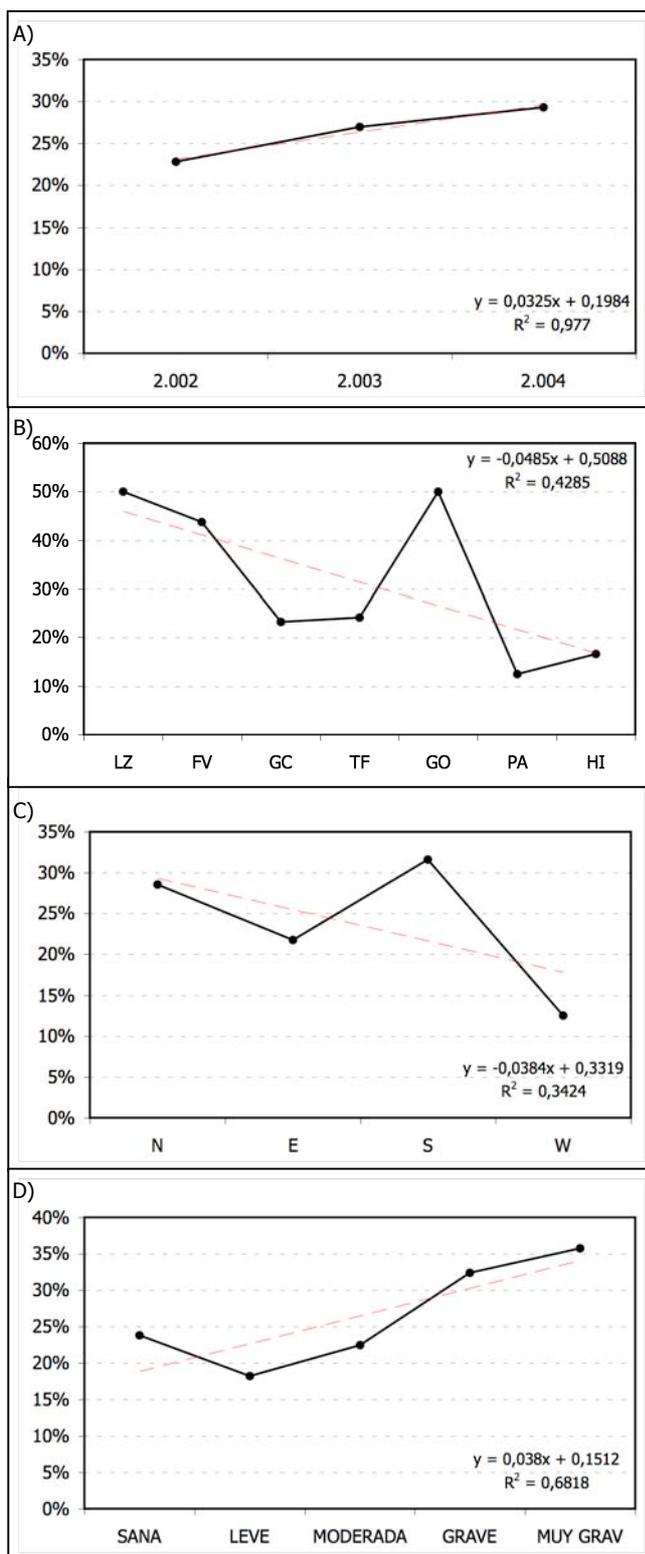


Fig. 66. Variación de las frecuencias de *O. geniculata* epibionte sobre tortugas *C. caretta* muestradas, en función de las distintas variables estudiadas: A) Según los años. B) Según la isla. C) Según el punto cardinal en el que se localizó a la tortuga. D) Según la gravedad de las lesiones.

VARIACIÓN ANUAL (Fig. 66.A)

La presencia de *Obelia geniculata* como epibionte de las tortugas *Caretta caretta* de Canarias, fue bastante homogénea a lo largo de los 3 años de estudio, aunque con una ligera tendencia a aumentar su abundancia a lo largo del estudio (Fig. 66.A).

VARIACIÓN GEOGRÁFICA (Fig. 66.B-C)

En la Fig. 66.B, se aprecia claramente que esta especie presenta mayor abundancia en las islas orientales que en las occidentales, pasando del 50% de Lanzarote hasta un poco más del 10% en las islas occidentales de La Palma y El Hierro. La única irregularidad fuerte la constituyen las tortugas localizadas en La Gomera, pero el bajo número de tortugas procedentes de esta isla puede ser el causante de esta irregularidad.

Según la zona de la isla en la que se localizaron las tortugas (Fig. 66.C) parece existir una tendencia a ser más abundante en las costas norte y este que en el sur y oeste, pero el alto porcentaje observado en el sur de las islas rompe claramente esta tendencia, desajustando enormemente los puntos de la recta de tendencia ($R^2 = 0.34$).

VARIACIÓN SEGÚN GRAVEDAD (Fig.66.D)

Existe una clara diferencia entre las tortugas sanas y las heridas (Fig. 66.D). Para aquellas tortugas que presentaron lesiones se aprecia un claro patrón a aumentar la presencia de *O. geniculata* al agravarse las lesiones sufridas, y por lo tanto, al disminuir la movilidad del animal.

ESTACIONALIDAD (Fig. 67)

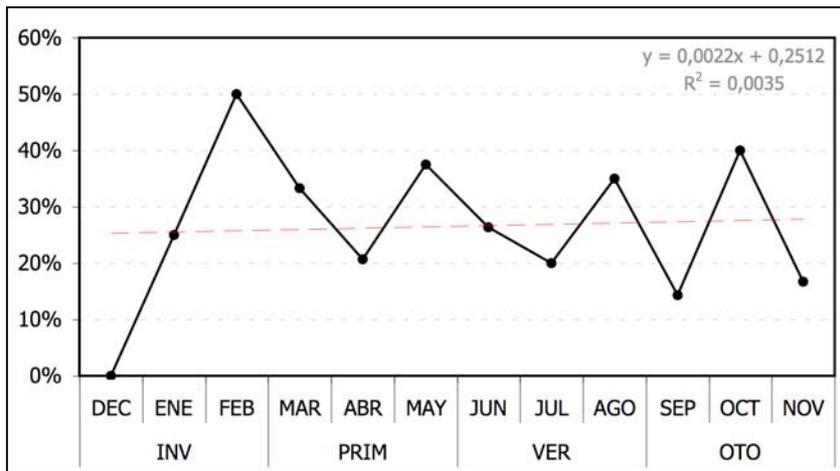


Fig. 67. Porcentaje de tortugas que presentaron *O. geniculata* a lo largo del año, en función del mes y de la estación.

El hidroideo *O. geniculata* muestra una fuerte irregularidad en su estacionalidad. A pesar de presentar un fuerte pico en el mes de febrero (50%), y una ausencia total en diciembre (0%), el resto de los meses se observan fluctuaciones constantes sin ningún patrón claro. Incluso, la línea de tendencia se mantiene casi horizontal debido a las continuas fluctuaciones, produciéndose un ajuste realmente bajo entre los puntos y la línea de tendencia ($R^2 = 0,0035$).

Su elevada frecuencia en el mes de febrero puede indicar su preferencia por las épocas más frías del año, pero en cuanto las temperaturas son cálidas, su abundancia fluctúa enormemente. Las tortugas que ingresaron en otoño presentaron las frecuencias más bajas (18.75%) y las de invierno las más altas (28.57%).

VARIACIÓN SEGÚN ESTADIOS DE LAS TORTUGAS (Fig. 68)

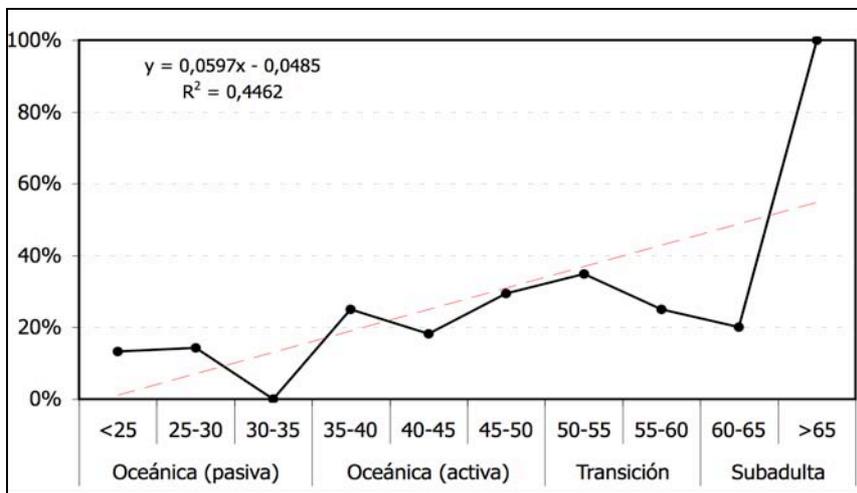


Fig. 68. Porcentaje de tortugas que presentaron *O. geniculata* en función de la talla de las tortugas (medida en LCC_{min} del caparazón), y de los estadios descritos para el ciclo de vida de la tortuga boba en la introducción de esta tesis (Pág. 30-31).

Con respecto a la talla de las tortugas sobre las que se localizó *O. geniculata*, queda patente la preferencia de esta especie por las tortugas de mayor talla (>65cm), ya que se observó en el 100% de las tortugas de esta talla. Para el resto de tamaños se observa una tendencia a aumentar su frecuencia al ir aumentando la talla de las tortugas.

Dentro del grupo de las tortugas en fase oceánica se puede observar que su frecuencia es bastante baja (<25%), con una fluctuación importante en el cambio de estadio de pasivo a activo, siendo más alta en las oceánicas activas (23.64%) que en las pasivas (8.51%). El estadio de transición presenta frecuencias ligeramente mayores (31.25%) que las tortugas pelágicas (<25%). El estadio de subadulta se caracteriza por una baja frecuencia en las tortugas de 60-65cm de LCC_{min} (20%), pero con la presencia en todas aquellas de más de 65cm de caparazón.

4. – DISCUSIÓN

La competición por el sustrato es una de las batallas más importantes entre las especies de las comunidades bentónicas y, más aún, en las comunidades del *fouling*, en las que el sustrato es generalmente más escaso. *Obelia geniculata*, como otras muchas especies con ciclos de vida cortos, principalmente hidozoos de la familia Campanulariidae (Boero, 1984), ha utilizado la epibiosis como estrategia de colonización para responder a esta dura competición por el sustrato (Zabala, 1982), siendo citada en numerosas ocasiones como epífita de algas y fanerógamas marinas de aguas someras (Roca & Moreno, 1985; Lambert, 1991b, etc). Para esta especie, ya adaptada a la vida en sustratos móviles, no fue muy difícil adaptarse a la vida sobre otros animales (isópodos, cangrejos, caballitos de mar, peces, tortugas, tiburones, arenques) e incluso a objetos o algas flotantes como los sargazos, en los que ha sido citada por varios autores (Stechow, 1923; Hiro, 1939; y Zirpolo, 1939a,b entre otros). Con todo esto, queda claro que *O. geniculata* está adaptada a vivir sobre el caparazón de las tortugas marinas que nos ocupan en este estudio, ya que es capaz de soportar la elevada irradiación que se produce sobre la tortuga cuando esta realiza el *basking*, puede soportar el fuerte hidrodinamismo y las variaciones de temperatura y salinidad que se producen cuando grandes migradores como las tortugas cambian de hábitat o cuando realizan inmersiones profundas, etc.

La especie del género *Obelia* son grandes cosmopolitas, citada en todos los mares y océanos e incluso en latitudes muy extremas (Stepajants, 1994; Genzano & Zamponi, 1992), aunque tiene ciertas preferencias. Por ejemplo, *Obelia oxydendata* presenta una amplia distribución, pero no está presente en zonas de elevado hidrodinamismo (Gravier-Bonnet, 1999), lo que también podría ocurrir en *O. geniculata*, ya que en este estudio se haya observado con mayor frecuencia en tortugas con lesiones de gravedad (35.71%), que en tortugas sanas (23.81%), cuya movilidad y actividad es mucho menor. Además, el hecho de que solo se haya citado con anterioridad en tortugas *Caretta caretta* varadas muertas en las costas de Grecia (Kitsos et al., 2005), corrobora la hipótesis de que esta especie tiene una preferencia por tortugas con menor movilidad.

La mayoría de los ejemplares de *Obelia geniculata* encontrados sobre los juveniles de tortuga boba en aguas canarias, presentan tallas muy inferiores a las descritas en la bibliografía (por ejemplo, 40-50mm según Menéndez-Valderrey, 2010). El 45.46% de las tortugas muestreadas portaban ejemplares de tallas menores de 5mm, en muchos casos simples fragmentos y la talla máxima observada fue de 38mm. Este hecho puede deberse, por un lado, a una adaptación morfológica de la especie al tipo de sustrato, como describió Gravier (1970) para la misma especie cuando se adhiere a sustratos flexibles o móviles, o Watson (1992), para *O. geniculata* epífita sobre algas. Por otro lado, la elevada presencia de simples fragmentos puede ser debida a que los hidozoos son especies pioneras en la colonización (Standing, 1976), pero rara vez dominan la comunidad más de unas pocas semanas, ya que han centrado su estrategia de supervivencia en un crecimiento muy rápido, reduciendo fuertemente sus capacidades de competición con otras especies (Emlen, 1973). Así pues, los hidozoos suelen ser reemplazados rápidamente por otras especies como ascidias, briozoos, poríferos o macroalgas, que son mucho más estables y pueden dominar la comunidad durante varios años MacDougall (1943). En nuestro caso, el hidroideo *O. geniculata* siempre se observó entremezclado con ramas de *P. caretta*, un alga rodofita mucho más fuerte y especializada en vivir sobre la tortuga *Caretta caretta*, por lo que seguramente reemplaza a *O. geniculata* en esta comunidad. Otro causa podría ser el abandono de los hidrocaules de la colonia tras la liberación de las medusas, como ocurre con diversas especies de hidozoos que habitan sustratos de vida corta (Ruppert & Barnes, 1996).

Boero (1984) y Gili & Hughes (1995) describen otras adaptaciones al tipo de sustrato, principalmente a sustratos inestables, como la priorización de la reproducción asexual, generalmente por estolones, frente a la reproducción sexual. Esta adaptación podría ser la causa de la ausencia total de estructuras reproductoras en los ejemplares de *O. geniculata* muestreados en este estudio, así como la elevada abundancia de estolones.

O. geniculata se ha observado con mayor frecuencia en tortugas localizadas en las islas orientales del archipiélago que en las occidentales, y principalmente en los meses de invierno, sobretodo en febrero (uno de los meses más fríos para Canarias). Este dato concuerda con la preferencia de esta especie por las aguas más frías (como describieron Ralph, 1956; Ralph & Thomson, 1968 y Gravier-Bonnet,



1999), y con el gradiente térmico descrito por Mascareño (1972) y Hernández-León (1998) para el archipiélago canario, en el que la temperatura aumenta conforme nos alejamos del continente, y por lo tanto, las islas orientales, donde es más frecuente esta especie, son más frías que las occidentales. Además, el hecho de que una tortuga localizada en aguas canarias presente esta especie en los meses más cálidos, puede indicarnos que procede de zonas de temperaturas más bajas, como por ejemplo, *upwellings* cercanos como el afloramiento sahariano, zonas de remolinos ciclónicos al sur de las islas, los filamentos del afloramiento sahariano, etc. (Aristegui et al., 2001). Este hecho también confirma los trabajos de Medel & López-González (1998) que establecen la gran influencia de los grandes sistemas de corrientes en los patrones de distribución de distintas especies de Antho y Leptomedusas.

La estacionalidad de esta especie todavía no es muy clara, ya que son varios los autores que han dado datos diferentes para la misma especie. Por ejemplo, Lo Bianco (1909) describe que la liberación de medusas en el mediterráneo es de marzo a junio y de octubre a enero; mientras que Orton (1920) cita que se liberan de marzo a octubre; y Russell (1953) que lo hace a lo largo de todo el año aunque principalmente de primavera a finales de otoño. Cornelius (1982) describe que la aparición y maduración de esta especie son casi simultáneas a lo largo de todo el año, lo que explicaría la fuerte irregularidad mostrada en su presencia/ausencia sobre los ejemplares de tortuga boba de Canarias a lo largo del año (Fig. 67, Pág. 120). En resumen, la gran velocidad de colonización, crecimiento y maduración que presenta *O. geniculata*, permite que pueda aparecer y desaparecer rápidamente de la comunidad epibionte de *Caretta caretta* a lo largo de todo el año, con una preferencia por los meses fríos de invierno.

Los Hidroideos son especies pioneras en la colonización del *fouling*, que según MacDougall (1943) aparecen hacia las 2-3 semanas de que se inicie la colonización de una superficie limpia, y que no duran más que varias semanas, por lo que su presencia indica que se trata de una colonización bastante reciente en el tiempo.

Uno de los datos más importantes para *O. geniculata* en este estudio es el hecho de que estuvo presente en todas las tortugas de más de 65cm de caparazón, mientras que para el resto de tallas fluctuó siempre por debajo del 40%. En la Figura 68 (Pág. 120) se aprecia claramente como va aumentando su frecuencia conforme aumenta la talla de las tortugas. Un dato relevante a tener en cuenta es que todas las demás especies de cnidarios (tanto hidrozoos como anthozoos) citados hasta la fecha como epibiontes de tortuga boba, se han observado sobre hembras adultas nidificantes, a excepción de los observados por Kitsos et al. (2005) en tortugas muertas y *Obelia* sp. citada en juveniles del Mediterráneo español por Badillo (2007). Este hecho confirma que los cnidarios epibiontes de tortuga boba tienen una clara preferencia por las tortugas adultas, y por lo tanto, por las tortugas que presentan hábitos neríticos y no pelágicos. A pesar de ser una especie que se ha citado en áreas pelágicas, principalmente como epibionte o epífita de organismos y objetos que habitan estas zonas (Fraser, 1913, 1918), queda patente su clara preferencia por los ambientes neríticos o por las especies que los habitan. Por todo ello, *O. geniculata* podría ser un claro indicador del paso de las tortugas de hábitos pelágicos a hábitos neríticos, lo que en el caso de la tortuga boba indicaría el paso de juvenil a subadulto o adulto. Observando la gráfica de la Figura 68 (Pág. 120), queda patente que esta especie indica que las tortugas de menos de 35cm son claramente pelágicas; que las tortugas de 35 a 65cm presentan incursiones o movimientos entre ambos tipos de hábitat; y que a partir de 65cm el comportamiento es principalmente nerítico. Estos datos concuerdan con las teorías de Carr (1986), Laurent et al. (1998), Bjørndal et al. (2000), Polovina et al. (2000, 2004), Tiwari et al. (2002) y Bolten (2003b) entre otros (Pág. 30-31), en el que las tortugas juveniles que no son capaces de nadar contracorriente (pelágica pasiva) frecuentan hábitat puramente pelágicos (8.51% presentaron *O. geniculata*); que las capaces de contrarrestar las corrientes (pelágica activa), seleccionan activamente zonas de alimentación como bancos submarinos o islas oceánicas con mayor abundancia de especies litorales (23.64% presentaron *O. geniculata*); que las tortugas abandonan el estadio pelágico con tallas de entre los 46 y los 64cm de LCC_{min} presentando un estadio de transición en el que entran y salen de ambos hábitats (31.25% presentaron *O. geniculata*); y por último, que las tortugas pasan a vivir en hábitats neríticos a partir de los 64cm (100% presentaron *O. geniculata*).

Otro punto importante a considerar es que las tortugas de gran tamaño presentes en el archipiélago canario tienen a presentar colonizaciones muy abundantes, con una capa de epibiontes bastante más

densa que las de menor tamaño. Según algunos autores esto es debido a un comportamiento característico de adultas y subadultas, denominado brumación (Car et al., 1980; Gregory, 1982), que consiste en el aletargamiento de animales ectodermos en respuesta al descenso gradual de la temperatura, con el fin de reducir al máximo el gasto energético. La inactividad del animal cuando realiza la brumación, así como la presencia de aguas más frías, son un ambiente idóneo para el desarrollo del hidroideo *O. geniculata*, ya que como se dijo anteriormente, tiene una clara preferencia por las tortugas con menor movilidad, por las aguas más frías y por las aguas someras.

La homogeneidad descrita por Medel & López-González (1998) sobre la distribución de Antho y Leptomedusas en la región noreste del océano Atlántico, debida a la influencia de la corriente del Golfo y Corriente de Canarias que bañan las regiones Boreal Lusitana y Mauritana, impide que esta especie, *O. geniculata*, pueda ser un buen indicador de los movimientos de las tortugas localizadas en Canarias, teniendo en cuenta, además, que las teorías sobre la migración de la tortuga boba en el Atlántico Norte defienden que está fuertemente ligada a los mismos grandes sistemas de corrientes.

Por otro lado, las grandes similitudes entre estas tres regiones Atlánticas y la región Mediterránea, no solo para hidroideos, sino para otras especies como ascidias (Naranjo et al., 1998), briozoos (López de la Cuadra & García-Gómez, 1992) y esponjas (Carballo et al., 1997) entre otros, confirman que el estrecho de Gibraltar no constituye una importante barrera biogeográfica. Este estudio puede explicar que las únicas citas de esta especie como epibionte de tortuga boba se hayan dado en el Mediterráneo (Kitsos et al., 2005 y Badillo, 2007) y en Canarias (este trabajo), regiones que según las teorías recién descritas de Medel & López-González (1998) presentan grandes similitudes.

El hecho de que las tortugas estudiadas por Badillo (2007), localizadas en las costas valencianas, presenten *Obelia* sp. (posiblemente *O. geniculata*, según el autor), en características muy similares a las descritas en este estudio (generalmente fragmentos o hidrocaules vacíos, por lo que no pudo identificar la especie con certeza), corroboran la teoría de que existe una entrada de tortugas juveniles desde el Atlántico al Mediterráneo a través del estrecho de Gibraltar (Laurent et al., 1998; Casale et al., 2002, 2004). Incluso, podría ser una especie indicadora de tortugas atlánticas dentro del Mediterráneo, como sugirieron Casale et al. (2004) para el cangrejo *Planes minutus* (descrito en el capítulo 6 de esta tesis), aunque la principal diferencia es que *O. geniculata* esta presente en las tortugas descritas por Kitsos et al. (2005) (tortugas mayoritariamente mediterráneas), mientras que el pequeño cangrejo *P. minutus* no fue citado por este último trabajo.

Por último, hay que tener en cuenta que el rápido crecimiento, junto con la facilidad con la que esta especie es sustituida por otras, seguramente nos impide ver la frecuencia real con la que *O. geniculata* coloniza las tortugas juveniles de Canarias, aunque los datos de este estudio nos han permitido ver algunas preferencias de la especie *O. geniculata*, así como indicios sobre el comportamiento de los ejemplares de tortuga boba que frecuentan las aguas del archipiélago canario.



5. – CONCLUSIONES

- La presencia de *Obelia geniculata* es un indicador del paso de las tortugas del hábitat pelágico al hábitat nerítico.
- La presencia de *Obelia geniculata* es un indicador de la movilidad y actividad de los ejemplares de tortuga boba sobre los que se vive.
- Los ejemplares de *O. geniculata* localizados en caparazones de tortugas *Caretta caretta* en aguas de Canarias, han adaptado su morfología, reduciendo su tamaño, y su fisiología, priorizando la reproducción asexual, exactamente igual que ocurre cuando esta especie vive sobre sustratos móviles, inestables o de vida corta.
- *O. geniculata* tiene preferencia por las aguas de temperaturas mas bajas, pudiendo ser un indicador del paso de las tortugas que la presentan por zonas de temperaturas mas bajas como *upwellings*, giros ciclónicos, etc.
- La preferencia de *O. geniculata* por temperaturas mas frías y por tortugas con menor movilidad, podría indicar comportamientos de brumación en las tortugas que la presentan.
- La gran velocidad de colonización, crecimiento y maduración de *O. geniculata*, permite que pueda aparecer y desaparecer rápidamente de la comunidad epibionte de *Caretta caretta* a lo largo de todo el año, provocando frecuencias estacionales irregulares.
- La presencia de *O. geniculata* en una comunidad epibionte indica que esa colonización es bastante reciente, y que por lo general no tiene mas de unas semanas.
- La presencia exclusiva de *O. geniculata* en las tortugas *Caretta caretta* del Mediterráneo y de Canarias indica una gran relación entre ambas provincias marinas.
- Las similitudes entre los ejemplares de *O. geniculata* descritos por Badillo (2007) en tortugas de las costas mediterráneas valencianas y por este estudio en tortugas del Archipiélago Canario, sugieren que puede tratarse del mismo *stock* de tortugas, pudiendo ser una especie indicadora de tortugas Atlánticas en el interior del Mediterráneo.

Capítulo 3:

MOLUSCOS EPIIBIONTES
DE TORTUGA BOBA DE CANARIAS

1. – INTRODUCCIÓN

Los nudibranchios constituyen uno de los nueve subórdenes del orden Opisthobranchia (Mollusca, Gasteropoda), y se diferencian del resto de los Moluscos principalmente por la total ausencia de caparazón y opérculo (Picton & Morrow, 1994). Su nombre significa “*branchia desnuda*”, haciendo referencia a sus particulares órganos respiratorios externos.

Una de las características más llamativas de las especies pertenecientes a este suborden es que son marcadamente estenófagas (especificidad alimenticia extrema), alimentándose casi siempre de un solo tipo de presa (Thompson, 1964). La mayoría son tan específicos que muchos autores han podido comprobar estas asociaciones por observaciones directas en el medio, e incluso se ha llegado a hablar de ectoparasitismo (Swennen, 1959). Más de la mitad de las especies de nudibranchios se alimentan exclusivamente de una o dos especies, y la mayoría, sobretodo del clado Aeolidida, se nutren de cnidarios coloniales como corales e hidroideos (Harris, 1973, 1987; Todd, 1981, 1983).

Sus presas son comúnmente organismos del *fouling*, por lo que pueden verse muy afectadas por la ecología de estas comunidades, sin embargo, estos pequeños gasterópodos contribuyen a inestabilizarlas al explotar una parte de sus componentes (Clark, 1975). Generalmente la estructura de las comunidades del *fouling* sigue un patrón de sucesión, con una serie de cambios progresivos y ordenados que les aportan relativa estabilidad (Clark, 1975), pero la predación puede alterar este patrón, ya que al eliminar una especie otras llegan a ocupar su lugar. La estabilidad del sistema predador-presa es compleja. Unos autores establecen que aumenta con el número de presas disponibles (MacArthur, 1955), y otros sugieren que aumenta en función de la presencia de “*especies reguladoras*” (como predadores de gran tolerancia alimenticia que se alimentan de la presa más fácil) (Darnell, 1970). Clark (1975) observó como distintas especies de nudibranchios causaban graves daños en sus respectivas presas al sobreexplotarlas, perjudicándose a sí mismos debido a que la especie-alimento (hidroideos principalmente) le sirve también de hábitat. Por otro lado, los nudibranchios que se alimentan de poblaciones no-transitorias o estables, como balanos, tunicados, esponjas o briozoos (generalmente nudibranchios de gran tamaño), no las sobreexplotan y suelen causar daños mínimos en su presa, ya que su tamaño les permite la suficiente movilidad como para dispersar su actividad alimenticia fuera del área de cría (Thompson, 1964).

Ecológicamente y basándonos en el tiempo de aparición en la sucesión, los nudibranchios pueden dividirse en dos grupos: a) Las especies *Oportunistas*, que presentan el crecimiento y los ciclos de vida más rápidos de todo el filo Mollusca, con especies capaces de madurar y producir puestas en menos de 6 semanas (*Eubranchius exiguus*, *E. Pallidus* y *Galvina picta*) (Orton, 1914); o madurar en 3 semanas como *Tenellia pallida* (Rasmussen, 1944); o *Fiona pinnata* que crece de 8 a 20mm en solo 4 días (Bayer, 1963); o *Stiliger galopalai* que madura en 16 días (Rao, 1937). Esta velocidad de crecimiento está directamente relacionada con la presencia de ceratas, que parece ser una adaptación morfológica para ampliar la superficie gástrica y respiratoria, permitiendo aumentar enormemente la tasa metabólica y de asimilación del alimento (Clark, 1975). Son especies con ciclos de vida cortos y maduración temprana, características que representan una adaptación a fuentes de alimento transitorias que suelen aparecer en las fases tempranas de la sucesión de las comunidades del *fouling*, principalmente hidroideos (Clark, 1975). Los principales taxa pertenecientes a este grupo son muchos Aeolidacea, algunos Arminacea, Dendronotacea y Sacoglossa. b) El segundo grupo son las especies *Estrategas*, presentes en los estadios tardíos de la sucesión, de crecimiento lento (al igual que su tasa metabólica), ciclos de vida largos (anuales o bianuales), maduración tardía y períodos de puesta restringidos. Estas especies se alimentan de fuentes más estables y longevas características de las etapas tardías de la sucesión del *fouling*. Lo representan la mayoría de Doridacea, y algunos Arminacea y Dendronotacea (Clark, 1975).

El ciclo de vida de los invertebrados marinos puede clasificarse en tres tipos principales en función del tipo de larva o de traspaso de generaciones. El primero es el desarrollo directo, en el que se produce un nuevo individuo sin pasar por ninguna fase larvaria. Este es el caso de la reproducción asexual y de la reproducción sexual de algunos poríferos, cnidarios, anélidos, etc. Thorson (1950) estableció



que la proporción de especies de invertebrados con desarrollo directo aumenta latitudinalmente en ambos hemisferios, debido a que las larvas son más sensibles a la temperatura, limitando la distribución de las poblaciones con desarrollo larvario a gradientes térmicos específicos.

El segundo tipo es el que presenta una larva lecitotrófica, que es una larva que se alimenta de las reservas del huevo y no se alimenta en el plancton, por lo que la duración de su fase pelágica es bastante corta. Por lo general, estas especies producen huevos grandes, presentan baja fecundidad, alta tasa de supervivencia y su potencial de dispersión/colonización es mínimo (Thorson, 1946). Especies de los filos Porifera, Briozoa (a excepción de 5 géneros) y Urochordata se reproducen por medio de este tipo de larvas (Todd et al., 1998), al igual que muchas de las poblaciones que moran en áreas con alimento abundante y estable (Clark & Goetzfried, 1978).

El último grupo lo constituyen especies que presenta una larva planctotrófica, que es aquella capaz de alimentarse planctónicamente, por lo que tiene una fase pelágica de duración más bien larga. Estas especies suelen presentar huevos de talla pequeña, elevada fecundidad, baja tasa de supervivencia y alto potencial de dispersión/colonización. La larva planctotrófica es muy importante para algunos invertebrados bentónicos sésiles, los cuales no tienen otra alternativa para colonizar nuevos hábitats o huir de unas condiciones deterioradas (Todd et al., 1998), a excepción del transporte sobre sustratos flotantes (Highsmith, 1985; Jokiel, 1990; Worcester, 1994), poco habitual. La presentan algunos grupos de cnidarios, moluscos, equinodermos, crustáceos, etc.

Queda claro, entonces, que el tipo de larva de las distintas especies de invertebrados es una de las características más importantes de su ciclo de vida, ya que determina su capacidad de dispersión y su potencial para explotar nuevos hábitats o alimentos (Clark, 1975). Las larvas planctotróficas aumentan las posibilidades de dispersión gracias a su fase pelágica más o menos extensa y a que en muchas ocasiones es capaz de retrasar la metamorfosis, extendiendo la fase pelágica y aumentando aún más la capacidad de dispersión (Todd et al., 1998). Muchos estudios de invertebrados marinos han demostrado altos niveles de homogeneidad genética a larga distancia, reflejando la gran capacidad de dispersión de la larva planctotrófica, logrando un gran flujo genético (Hunt & Ayre, 1989; Ayre, 1990; Hunt, 1993; Benzie, 1994; Borsa et al., 1994). Por ejemplo, Mileikovsky (1960) describió el transporte de una larva de nudibranchio a más de 500 millas de su lugar de nacimiento, y Todd et al. (1998) citaron que el periodo planctotrófico de 3 meses de la larva de *Goniodoris nodosa* permite un transporte lo suficientemente amplio para desarrollar flujos genéticos a distancias de más de 10^3 km. Por el contrario, especies con larvas lecitotróficas, como el caracol bentónico *Nucella lapillus*, presentan unas capacidades de dispersión y migración mínimas, por lo que sus poblaciones muestran fuertes diferenciaciones locales (Grant & Utter, 1988; Goudet et al., 1994), e incluso algunas especies de nudibranchios como *Adalaria proxima*, presentan niveles de diferenciación genética similares a los descritos para invertebrados marinos con desarrollo directo, como el equinodermo *Parvulastra exigua* (Hunt, 1993) o el gasterópodo *Bembicium vittatum* (Parsons, 1996).

Por otra parte, Miller (1962) definió dos nuevos términos para diferenciar a las especies de nudibranchios: "*especie anual*", describiendo aquellas que presentan una generación al año, con la producción de larvas restringida a un intervalo de unas pocas semanas; y "*especie sub-anual*" refiriéndose a aquellas especies que presentan dos o más generaciones superpuestas al año.

En resumen y agrupando todas estas clasificaciones, las especies de nudibranchios Oportunistas presentan larvas planctotróficas con gran capacidad de dispersión, son generalmente sub-anales y se desarrollan, crecen y maduran a gran velocidad. Mientras que, las especies Estrategas desarrollan larvas lecitotróficas, con poca capacidad de dispersión, son generalmente anuales, y crecen y se desarrollan lentamente en regiones de mayor estabilidad alimenticia. Existen evidencias que indican que las especies oportunistas son más abundantes en la costa oeste del Atlántico, mientras que en la costa este abundan las especies estrategas, debido a la mayor estabilidad alimenticia de la costa este, causada por una estacionalidad más suave (Clark, 1975).

La selección de una estrategia reproductora es realmente importante para la supervivencia de cada especie, ya que va a determinar sus posibilidades de dispersión y colonización. En algunos casos pueden producirse transportes ocasionales ("*rafting*") de ejemplares adultos o incluso de puestas de huevos depositadas en organismos u objetos flotantes, a grandes distancias, lo que puede ser considerado como un medio de dispersión (Todd et al., 1998), aunque la dispersión larval es mucho más efectiva y constante. Esta selección viene condicionada por factores ambientales a los que se encuentra sometida una determinada población, llegando, incluso, a producirse los dos tipos de

estrategias, con fases larvarias diferentes, en poblaciones de una misma especie, como observó Sisson (2005) en dos poblaciones de *Dendronotus frondosus* en el Golfo de Maine, EE.UU, en la que una población presentaba larva lecitotrófica de 1 semana de vida pelágica, y la otra una larva planctotrófica que se mantenía pelágicamente hasta 11 semanas. Este autor concluyó que el tipo de ciclo de vida de cada población de nudibranquio se desarrolla en función de tres factores: las corrientes oceanográficas, la temperatura del agua y abundancia de recursos alimenticios.

Otra característica curiosa de algunas especies de nudibranquios es que en la mayoría de los casos se produce una altísima (a veces total) mortalidad de los ejemplares adultos tras las puestas de huevos. Esto se debe, en las especies oportunistas, a una sobreexplotación de sus recursos alimenticios, en la que destruyen a su vez su hábitat; y en las especies estrategas, al debilitamiento extremo de los adultos tras la producción de estructuras reproductoras y huevos de gran tamaño (Clark, 1975). Esta particularidad provoca que la siguiente generación se establezca por un reclutamiento totalmente nuevo, mediante la colonización por larvas de natación libre, sin mezclarse en ningún momento con la anterior generación. Este es el caso de algunas especies como *Goniodoris nodosa* y *Adalaria proxima* (Todd et al., 1998).

La distribución zoogeográfica de las distintas especies de invertebrados marinos se ve influenciada por la estabilidad de sus poblaciones. Para los nudibranquios, uno de los factores determinantes es la temperatura, que puede afectar a su crecimiento e incluso limitar su reproducción a rangos térmicos específicos, como las especies árticas y subárticas confinadas a las bajas temperaturas (Lemche, 1941), o por el contrario, las especies boreales y boreo-subárticas, cuya reproducción y supervivencia esta limitada por las altas temperaturas (Franz, 1970). Además, como se dijo anteriormente, su distribución geográfica se ve fuertemente ligada a la distribución de sus presas específicas y a la ecología y a los factores que afectan a las comunidades en las que habitan dichas presas.

Una de las presas mas comunes de los nudibranquios son ciertas especies de hidroideos, como *Obelia geniculata*, *Tubularia* spp., *Hydractinia echinata*, etc., por lo que su distribución está ligada a ellos. Como se explicó en el capítulo anterior, los hidroideos suelen ser colonizadores primarios del *fouling*, con una permanencia relativamente corta, ya que son sustituidos posteriormente por otras especies mas fuertes como algas, briozoos, poríferos y ascidias (Standing, 1976). Esto provoca que la mayoría de nudibranquios que se alimentan y habitan en hidroideos sean especies oportunistas de vida corta, mientras que aquellos que se alimentan de briozoos, poríferos, etc., sean especies estrategas mas longevas.

Los nudibranquios han tenido que adaptarse a las variaciones estacionales de sus presas, adaptando en algunos casos su morfología, como el pequeño tamaño de las especies que se alimentan en *O. geniculata* (Lambert, 1991^a), o la adaptación a la variación estacional de determinadas especies de hidroideos, como *Doto frondosus*, cuyos individuos juveniles se alimentan de *O. geniculata* (abundante durante una determinada época del año) y los adultos de hidroideos del género *Tubularia* spp. (abundante el resto del año) (Lambert, 1991^a). La mayoría de especies suspensívoras como los hidroideos, presentan fluctuaciones estacionales en función de la disponibilidad de alimento, la cual se ve afectada por la temperatura, la presión predatora y la productividad planctónica (Coma et al., 2000), aunque factores ambientales como la temperatura, hidrodinamismo, salinidad, etc., pueden afectar a la abundancia y crecimiento de ciertas especies como *O. geniculata* (Sisson, 2005).

Una adaptación mucho mas extrema ha sido la de los nudibranquios que habitan en objetos flotantes y por lo tanto forman parte del neuston¹. Este medio de vida les lleva a habitar principalmente en mar abierto, por lo que su estudio es mucho mas complicado (Inatsuchi et al., 2010). Se cree que los animales del neuston crecen y llegan a la madurez sexual rápidamente, debido a que la mayor parte de ellos son pasajeros obligados de objetos flotantes de vida corta (Thiel & Gutow, 2004, 2005), y su supervivencia depende directamente de la esperanza de vida del objeto o animal sobre el que viven, y de los factores ambientales que les afecten (Thiel & Gutow, 2004).

¹ Organismos que habitan justo bajo la superficie del agua.



Los únicos nudibranchios pelágicos pertenecen al clado Aeolidida y se dividen en 2 grupos: los de la familia Fionidae Gray, 1857, que presenta una sola especie, *Fiona pinnata* Eschscholtz, 1831, que es incapaz de nadar libremente y vive sobre objetos flotantes; y los pertenecientes a la familia Glaucidae Menke, 1828, que son los auténticos nudibranchios pelágicos ya que tienen la capacidad de nadar libremente (Valdés & Angulo, 2004).

Fiona pinnata vive sobre objetos y algas flotantes, alimentándose de distintas especies del cirrípedo lepadomorfo *Lepas* spp. (Bayer, 1963; Picton & Morrow, 1994; Scarabino, 2004), realmente abundantes en objetos flotantes; de los hidrozoos *Veleva veleva* y *Porpita porpita*; e incluso ha sido citada en el gasterópodo *Janthina* spp. (Willan, 1979). Los estudios de Bayer (1963) confirmaron una mayor preferencia por el lepadomorfo *Lepas anatifera* y por el cnidario *Veleva veleva*, del que no se alimenta de los tentáculos, sino de los tejidos dorsales y de la vela, así como su espectacular tasa de crecimiento, pasando de 8mm a la madurez sexual en tan solo 4 días y llegando a producir huevos en menos de una semana. Los huevos se desarrollan en 30 horas aproximadamente, de los que eclosionan las larvas velíger en 46 horas (Bayer, 1963).

Un dato curioso de esta especie es que su coloración varía en función de su alimento. Así, cuando se alimenta del cnidario *Veleva veleva* adquiere una coloración azul brillante, que va palideciendo en cuanto deja de alimentarse de este; presentan una coloración amarilla cuando se alimentan de peces (Kropp, 1931); una coloración marrón cuando se alimentan de Cirrípedos (Pruvot-Fol, 1954); y más concretamente una coloración rosada cuando se alimentan directamente del cirrípedo *Lepas anatifera* (Bayer, 1963).

Esta especie tiene una capacidad de dispersión realmente espectacular, ya que presenta dos medios de dispersión, el transporte de adultos y puestas de huevos sobre el objeto o animal sobre el que vive, y la dispersión de su larva planctotrófica. Es por esto que *F. pinnata* es una gran cosmopolita que ha sido citada en todos los mares y océanos y sobre un todo tipo de objetos flotantes.

El archipiélago Canario presenta el mayor número de especies de opistobranquios de toda la región macaronésica e ibérica (tanto atlántica como mediterránea), con un total de 252 especies. De estas, 110 son especies de nudibranchios, de los cuales 37 pertenecen al suborden Aeolidina (Cervera et al., 2004) (actual Clado Aeolidida). *Fiona pinnata* ha sido citada por varios autores en aguas canarias, observándose siempre sobre objetos flotantes (Odhner, 1931; Pérez-Sánchez et al. 1990, 1991; Moro et al., 1995, 2003; Ortea et al., 2001).

Como epibiontes de tortuga boba (*Caretta caretta*), solo han sido citadas tres especies de nudibranchios: *Cratena pilata*, *Doris verrucosa* y *Doripsilla pharpa*, aunque por lo general, en proporciones bastante escasas (9.2%, 4.6% y 10.8% respectivamente) (Frick et al., 1998). Todas ellas se han observado en tortugas adultas nidificantes en las costas americanas, que habitan comúnmente en áreas neríticas de EE.UU. Sorprende la escasez de nudibranchios en tortugas marinas, sobretudo cuando se han encontrado ciertos hidroideos descritos como presas comunes de determinadas especies, como *Obelia geniculata* (Kitsos et al., 2005), *Tubularia crocea* (Pfaller et al., 2006, 2008; Frick et al., 1998, 2004) e *Hydractina echinata* (Frick et al., 1998, 2004), entre otros, en proporciones bastante abundantes (desde 8,2% en la primera, hasta un 100% en la última).

Todavía es más sorprendente el hecho de que *Fiona pinnata* nunca haya sido citada como epibionte de la tortuga boba, a pesar de que en el caparazón de esta tortuga se ha observado una abundancia muy significativa de *Lepas anatifera* y otras especies del género *Lepas* (*L. anatifera*, *L. hilli*, *L. pectinata*) (citas Anexo 4), uno de los alimentos preferidos de esta especie, y a que esta tortuga presenta una colonización de características muy similares a la de objetos flotantes, además de una gran relación con estos.

2. – CARACTERÍSTICAS TAXONÓMICAS

Filo Mollusca

Los moluscos constituyen el mayor filo de invertebrados después de los artrópodos. Se han descrito más de 50.000 especies actuales, además de las 35.000 especies fósiles. A pesar de las acusadas diferencias que existen entre sus grupos (caracoles, almejas y calamares), todos los moluscos responden a un mismo patrón estructural, caracterizado por presentar un pie musculoso, una concha calcárea secretada por la epidermis subyacente de la pared del cuerpo (el manto) y por presentar un órgano exclusivo con función alimenticia, la rádula. Pueden ser marinos, dulceacuícolas o terrestres.

Un molusco generalizado posee un pie aplanado adaptado para reptar, una concha dorsal en forma de escudo y una cabeza poco diferenciada. Respiran a través de varios pares de branquias (ctenidios), localizadas en la cavidad paleal (tapizada por el manto y la concha), y que están formadas por numerosos filamentos aplanados situados a ambos lados de un eje central de soporte. Cada filamento presenta cilios que generan una corriente hacia el interior de la cavidad paleal.

La rádula es el órgano característico y exclusivo de los moluscos y consiste en una cinta de dientes quitinosos curvos situada sobre un cojín cartilaginoso. Es un órgano raspador que libera partículas finas (principalmente algas) a partir de un sustrato duro. En el esófago se produce una gran cantidad de moco que se carga de partículas alimenticias que son arrastradas hasta un estómago primitivo, en donde son seleccionadas y dirigidas a las glándulas digestivas que realizan la digestión intracelular.

El sistema nervioso consiste en un anillo periesofágico del que salen un par de cordones nerviosos que inervan el pie (nervios pedios), y otro par de cordones que inervan el manto y la masa visceral (nervios viscerales). Los órganos sensoriales típicos son los tentáculos, un par de ojos, un par de estatocistos situados en el pie y uno o dos osfradios (quimiorreceptores) situados en la cavidad paleal.

Por lo general son dioicos y poseen un par de gónadas laterodorsales situadas en el interior de la masa visceral, junto al pericardio. Los gametos maduran en el interior de la cavidad celomática y los nefridios actúan como gonoductos liberando los gametos al agua. La fecundación es externa y el desarrollo es planctónico, en el que la gástrula, tras una segmentación tipo espiral, se desarrolla hasta formar una larva trocófora nadadora, que en la mayoría de moluscos se transforma posteriormente en una larva velíger más desarrollada, en la que ya están presentes el pie, la concha y otras estructuras. Tras la fase larvaria, la larva cae al fondo, sufre una metamorfosis y adopta los hábitos bentónicos del adulto.

Dentro de este filo existen 7 clases: Clase Aplacophora: Moluscos vermiformes sin concha y sin pie o reducido a un surco ventral (Ejemplos: *Chaetoderma*, *Scutopus*); Clase Monoplacophora: Moluscos cubiertos por una sola concha en forma de escudo (Ejemplos: *Neopilina*, *Vema*, *Monoplacophora*); Clase Polyplacophora: Moluscos cubiertos por una concha formada por 8 placas imbricadas. Comúnmente conocidos como quitones (Ejemplos: *Chiton*, *Lepidopleurus*, *Cryptochiton*); Clase Gastropoda: Moluscos con cefalización marcada y masa visceral enrollada. Se describe en detalle a continuación por su interés para este estudio; Clase Bivalva: Moluscos recubiertos por una concha formada por dos piezas laterales (valvas) unidas dorsalmente por una charnela. Conocidos comúnmente como almejas, ostras y mejillones (Ejemplos: *Mytilus*, *Ostrea*, *Nucula*); Clase Scaphopoda: Moluscos cubiertos por una concha tubular en forma de colmillo de elefante. Comúnmente conocidos como colmillos o dientes de mar (Ejemplos: *Dentalium*, *Cadulus*); Clase Cephalopoda: Moluscos pelágicos predadores con el pie dividido en brazos musculosos (tentáculos) que rodean la boca. Son los conocidos nautilus, jibias, calamares y pulpos (Ejemplos: *Nautilus*, *Sepia*, *Octopus*).

La taxonomía de este filo ha sido siempre bastante complicada. En este estudio se trabajó de acuerdo con la taxonomía de Bouchet & Rocroi (2005), que es el sistema clasificatorio de los moluscos más actualizado.



Clase Gastropoda Cuvier, 1797

Presenta unas 30.000 especies actuales, junto con las 15.000 especies fósiles conocidas, siendo la de mayor número de especies del filo Mollusca, así como la de mayor éxito evolutivo, dada la diversidad de hábitat que han colonizado. Han invadido las aguas dulces, los pulmonados y otros grupos han conquistado el medio terrestre tras evolucionar desarrollando pulmones, y las especies marinas se han adaptado a vivir sobre cualquier tipo de sustrato, e incluso a la vida pelágica (Ruppert & Barnes, 1996).

Se caracterizan por 4 adaptaciones evolutivas importantes que son, el aumento de la cefalización; el alargamiento del cuerpo en sentido dorsoventral; el desarrollo de una concha espiral asimétrica; y la torsión. La mayoría se desplazan por medio de ondas de contracción muscular que recorren la superficie ventral del pie. Los cilios son importantes en la locomoción de los individuos jóvenes y para las especies que viven sobre fondos blandos.

En este grupo pueden encontrarse todos los tipos de alimentación posibles, es decir, hay formas herbívoras, carnívoras, carroñeras, detritívoras, suspensívoras y parásitas. Por lo general utilizan la rádula para alimentarse, siendo un órgano sumamente desarrollado ya que puede actuar como raspador, lima, cepillo, cortador, agarrador o como cinta transportadora; la digestión es, al menos en parte, extracelular y se produce en el estómago; la absorción y digestión intracelular (cuando se produce) tiene lugar en los divertículos digestivos; en la mayoría el estómago está girado 180° como resultado de la torsión.

La enorme diversidad de los gasterópodos es el reflejo de radiaciones adaptativas en diversos momentos de su historia evolutiva. Las principales líneas de esta evolución están representadas en las modificaciones relacionadas con la circulación del agua y el intercambio gaseoso, diferenciándose 3 Órdenes: Orden Prosobranquia: cuyas conchas presentan una serie de hendiduras u orificios, que representan la solución primitiva a los problemas higiénicos derivados de la torsión. Mantienen una respiración branquial. Forman parte de este grupo las Orejas de mar y lapas perforadas; Orden Opistobranquia: se describe a continuación por su interés en este estudio; Orden Pulmonados: gasterópodos que han transformado su cavidad paleal en un pulmón. Son los comúnmente conocidos caracoles (terrestres, marinos y de agua dulce).

Orden Opistobranchia Milne-Edwards, 1848

Existen aproximadamente 2.000 especies, fundamentalmente marinas. Se caracterizan por tener la cavidad paleal y la mayor parte de las vísceras en el lado derecho del cuerpo, debido posiblemente a un proceso de detorsión. En todos sus representantes, quizás relacionado con el proceso de detorsión, así como por la adopción de métodos químicos de defensa, se ha observado una tendencia hacia la reducción (e incluso pérdida) de la concha, de la cavidad paleal y de la branquia asociada, y hacia la adquisición de una simetría bilateral secundaria.

La mayoría presentan un segundo par de tentáculos, llamados rinóforos, situados por detrás del primer par y con la base rodeada por un pliegue en forma de collar. Las branquias son de tipo plegado y no filamentosas.

Son principalmente carnívoros y por lo general forman parte de la epifauna.

Con respecto a la reproducción, son hermafroditas simultáneos, aunque su gónada, el ovotestis, puede no producir espermatozoides y óvulos al mismo tiempo. Normalmente hay una cópula con transferencia mutua de esperma. Los órganos reproductores están localizados en el lado derecho del cuerpo. La fecundación es interna y realizan puestas de huevos. Las puestas normalmente consisten en un gran número de huevos envueltos en una sustancia gelatinosa que se depositan en cápsulas o cintas de talla, forma y colores diversos. De los huevos, tras un periodo embrionario de entre 5 a 50 días, eclosiona directamente una larva velíger de natación libre y planctónica.

A esta subclase pertenecen 9 subórdenes: SubO. Cephalaspidea; SubO. Pyramidellacea; SubO. Acochlidioidea; SubO. Anaspidea; SubO. Notaspidea; SubO. Sacoglossa; SubO. Thecosomata; SubO. Gymnosomata; y el SubO. Nudibranchia, que se describe a continuación por su interés para este estudio.

Suborden Nudibranchia Blainville, 1814

Conocidos comúnmente como Babosas de mar, el suborden Nudibranchia presenta los ejemplares mas bonitos y espectaculares del filo Mollusca.

No presentan concha, ni cavidad paleal, ni la branquia original, y el cuerpo ha adquirido una simetría bilateral secundaria con el ano situado en la región posterior del cuerpo. En muchos nudibranquios la superficie dorsal del cuerpo es muy extensa debido a la presencia de una gran cantidad de prolongaciones denominadas ceratas, que pueden ser filamentosas, mazudas, ramificadas, con forma de racimo o con formas diversas. Estas ceratas suelen presentar colores muy vivos (rojos, amarillos, anaranjados, azules, verdes), o combinaciones de estos. Algunos nudibranquios no presentan ceratas, pero poseen unas branquias secundarias dispuestas en círculo alrededor del ano.

Al carecer de concha, han desarrollado diversos mecanismos de defensa como: escapar nadando ante el peligro; la presencia de glándulas cutáneas que producen ácido sulfúrico u otras sustancias nocivas que repelen a los posibles predadores, en especial peces; uso de los nematocistos tomados de las presas de las que se alimentan; presencia de espículas embebidas en el manto; o el propio color llamativo de algunas especies que representa una señal de peligro, aunque en algunos caso se trata de una coloración críptica (Todd, 1981).

Son carnívoros de tipo raspador y se alimentan de animales sésiles como los hidroideos, anémonas, corales blandos, briozoos, esponjas, ascidias, balanos y huevos de peces. Generalmente cada familia esta especializada en un tipo de presa.

Por lo general son especies que viven uno o dos años como máximo, habiendo especies de vida corta (sub-anales) y otras de vida larga (anales o bianuales). Se encuentran comúnmente en costas rocosas, aunque también se han observado en objetos flotantes o pelágicos.

Son hermafroditas simultáneos con cópulas de transferencia mutua de esperma. Normalmente depositan sus masas de huevos en el organismo del que se alimentan o en un objeto cercano voluminoso. La forma, talla y color de las puestas varia de unas especies a otras y se usa en la identificación y clasificación taxonómica. La mayoría desarrolla larvas velíger de vida planctónica mas o menos larga (dependiendo de la especie y de los factores ambientales), aunque algunas especies presentan desarrollo directo.

Clado Aeolidida Cuvier, 1798

Las especies de este clado son moluscos ágiles y alargados, que presentan numerosas prolongaciones dactiliformes del manto en la parte dorsal denominadas ceratas. Estas ceratas contienen ramas de la glándula digestiva y pueden llevar a cabo intercambio gaseoso, dos características que le aumentan enormemente su tasa metabólica y de asimilación del alimento, y les confiere tasas de crecimiento espectaculares. Además, estas ceratas presentan cnidosacos, que son órganos que acumulan los nematocistos de sus presas para utilizarlos a modo de defensa.

Presentan un par de mandíbulas en forma de cuchilla para cortar pequeños fragmentos de su presas y la rádula tiene un diente en forma de herradura con un denticulo central robusto.

La mayoría se alimentan de hidroideos, a excepción de un pequeño número de especies de la familia Aeolidiidae que se alimentan de anémonas y dos géneros especializados en comidas menos usuales como *Calma* spp. y *Favorinus* spp. que se alimenta de huevos de peces.

SuperFamilia Fionoidea, Gray 1857

Familia Fionidae Gray, 1857

Presenta un solo género, el género *Fiona* Alder & Hancock, 1851, al que pertenece una sola especie, *Fiona pinnata* Eschscholtz, 1831 que se describe a continuación, en el apartado de resultados.



3. – RESULTADOS

3.1. – DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE

El pequeño nudibranquio *Fiona pinnata* Eschscholtz, 1831, se localizó en el 13.6% de las tortugas muestreadas en este estudio. Su porcentaje es uno de los más bajos de los distintos grupos presentes como epibiontes de las tortugas *C. caretta* de Canarias, junto con el único representante del grupo Eucarida, el cangrejo *Planes minutus* (11.98%). Ambas especies presentan características similares en varios aspectos de su biología y ecología, pero uno de los puntos más importantes es que estas dos especies son las que presentan una mayor movilidad o capacidad locomotora para desplazarse sobre la tortuga, o huir de ella en caso de emergencia. Los Crustáceos Peracáridos también presentan una gran movilidad, pero estos viven asociados principalmente a algas e hidroideos, por lo que se refugian en ellas en caso de desecación o varamiento de la tortuga sobre la que viven.

El hecho de que en este estudio se trabaje con animales heridos o enfermos que varan en las playas del archipiélago Canario, o son rescatados por pescadores o navegantes, aumenta fuertemente las posibilidades de pérdida de ejemplares durante el proceso de captura y traslado de la tortuga hasta el centro donde se llevan a cabo los muestreos. Este hecho aumenta fuertemente en aquellos animales de gran movilidad como *Fiona pinnata* y *Planes minutus*.

Por consiguiente, debemos tener en cuenta que este valor puede estar fuertemente infravalorado.

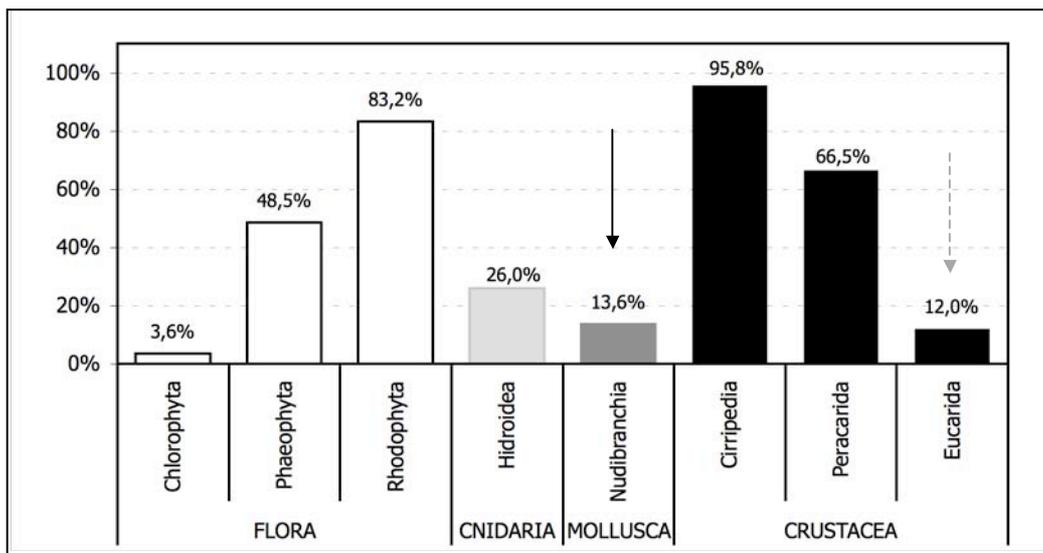
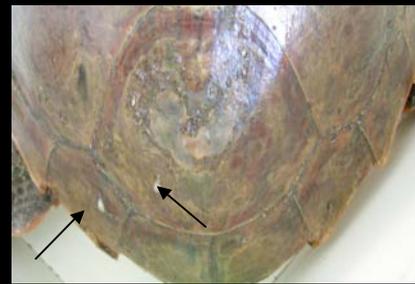
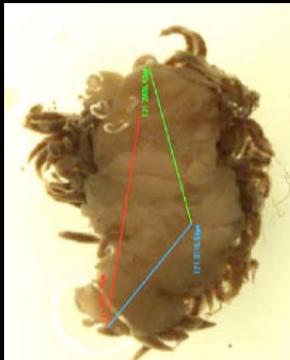
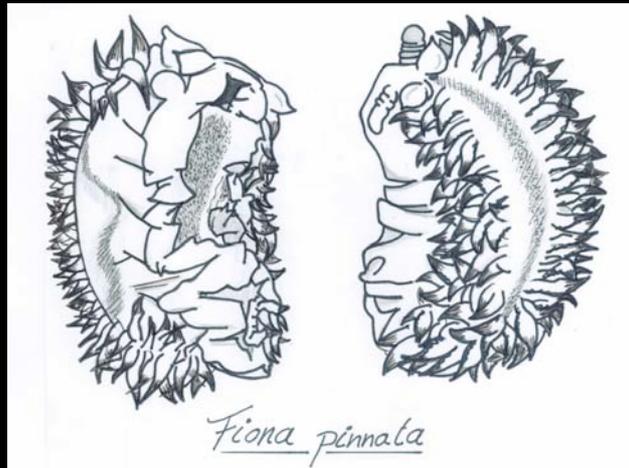


Fig. 69. Frecuencias observadas de los principales grupos taxonómicos localizados como epibiontes de las tortugas *Caretta caretta* de Canarias. Las flechas indican el grupo que se detalla en este capítulo (flecha negra) y el otro grupo que presenta gran movilidad (flecha gris discontinua).

A continuación se dispone la ficha de caracterización de la única especie observada perteneciente a este grupo, en la que se detallan las características específicas de la especie con imágenes y fotos obtenidas en este estudio, así como los gráficos de frecuencia de la presencia/ausencia, cantidad, talla y estadio reproductor de la especie en función de las distintas variables de estudio (Año, mes, isla, zona, talla de la tortuga y gravedad de las lesiones).

Fiona pinnata Eschscholtz, 1831

Phylum: Mollusca Linnaeus, 1758
 Clase: Gastropoda Cuvier, 1797
 Orden: Opisthobranchia Milne-Edwards, 1848
 Suborden: Nudibranchia Blainville, 1814
 Clado: Aeolidida Cuvier, 1789
 Superfam.: Fionidae Gray 1857
 Fam.: Fionidae Gray, 1857
 Género: *Fiona* Alder & Hancock, 1851



DESCRIPCIÓN Y DATOS DE INTERÉS DE LA ESPECIE:

Morfología: Carece completamente de caparazón. Cuerpo alargado y oblongo, con un pie alargado y lanceolado, redondeado en la parte delantera y apuntado en la parte trasera. Presenta numerosas ceratas alargadas, con una membrana ondulada en la cara interna y sin cnidosacos. Las ceratas se distribuyen en dos grupos, uno a cada lado (*pinnata*).

No tiene ojos. Los tentáculos orales son cortos, engrosados en la base y finos en la punta, se proyectan lateralmente curvándose un poco hacia atrás. Los rinóforos son muy parecidos a los tentáculos orales, pero se proyectan hacia adelante. El ano está situado dorsalmente entre las ceratas del lado derecho del cuerpo. La boca es pequeña, situada en la parte inferior de la cabeza, y el labio exterior está dividido. Tiene dos mandíbulas córneas con bordes cortantes. La rádula tiene un diente en forma de herradura con un dentículo central robusto.

Color: depende de la alimentación. Son azul brillante cuando se alimentan de *Verella vellella*; Amarillos cuando se alimentan de peces y huevos de peces; marrones cuando se alimentan de cirrípedos; y concretamente adquieren un tono rosado cuando se alimentan del cirrípedo *Lepas anatifera*.

Talla: La longitud del cuerpo de un adulto es de 20mm aproximadamente, aunque se han citado individuos de hasta 50mm (Suter, 1913).

Hábitat: Es una especie pelágica, aunque no es capaz de nadar o flotar por si mismo. Vive exclusivamente en objetos flotantes y se ha citado en todo tipo de objetos flotantes y como epibionte de *Verella vellella*, *Porpita porpita* y algas flotantes como los sargazos.

Alimentación: Se alimenta especialmente de cirrípedos del género *Lepas* spp. que crecen común y abundantemente sobre objetos flotantes, aunque también puede atacar otras especies de balanos como *Alepas* spp. (Beeman & Williams, 1980), *Balanus glandula* y *Pollicipes polymerus* (Willan, 1979), entre otros. También se alimenta de cnidarios como *Verella vellella*, *Verella spirans* (McDonald & Nybakken, 2009) y *Porpita porpita* (Willan, 1979).

Distribución: Ampliamente cosmopolita, citada en todos los mares del mundo. En la región Macaronésica se ha citado sobre objetos flotantes tanto en Azores (Wirtz, 1998), como en Madeira (Wirtz, 1999), como en Canarias (Odhner, 1931; Pérez-Sánchez et al., 1990, 1991; Moro et al., 1995, 2003; Ortea et al., 2001).

Reproducción: Hermafrodita. Presenta 2 orificios genitales independientes, situados detrás de los tentáculos orales en el lado derecho de la cabeza. Presenta un pene largo, recto, esbelto y retráctil, y el ovotestis o glándula hermafrodita, es amarillo con puntos blancos. La glándula del moco desemboca en el conducto femenino.

Realiza puestas de numerosos huevos envueltos en un moco blanquecino dispuesto en espiral. De los huevos eclosionan larvas velíger planctotróficas que viven aproximadamente 5 días, aunque son capaces de retardar su metamorfosis hasta que no encuentran un hábitat adecuado (Willan, 1979). Su crecimiento y maduración son de los más rápidos de todos los moluscos, pasando de 8 a 20mm en solo 4 días, y realizando puestas de huevos en solo 1 semana tras la metamorfosis (Bayer, 1963).

Nunca se ha citado como epibionte de tortugas marinas.

Clasificación taxonómica	1
2	3
4	5
6	7
8	9
	10
	11

Fig. 70 (Dorso): Imágenes de ejemplares de *Fiona pinnata* localizadas sobre las tortugas *Caretta caretta* muestreadas en Canarias. 1– Esquema de los ejemplares de *F. pinnata*. 2– Detalle de la cabeza de *F. pinnata*. 3– Ejemplar de *F. pinnata*. 4– Biometría de un ejemplar 5. Ejemplar de *F. pinnata*. 6. Larvas de *F. pinnata*. 7. Puestas de huevos de *F. pinnata* sobre el caparazón de una tortuga. 8. Detalle de una puesta de huevos con la morfología típica en espiral. 9. Ejemplar de *F. pinnata* sobre el caparazón de una tortuga, junto a ejemplares de *Lepas anatifera*. 10. Tortuga *C. caretta* con puestas de huevos de *F. pinnata* sobre el caparazón. 11. Puestas de huevos de *F. pinnata* sobre el caparazón de una tortuga.

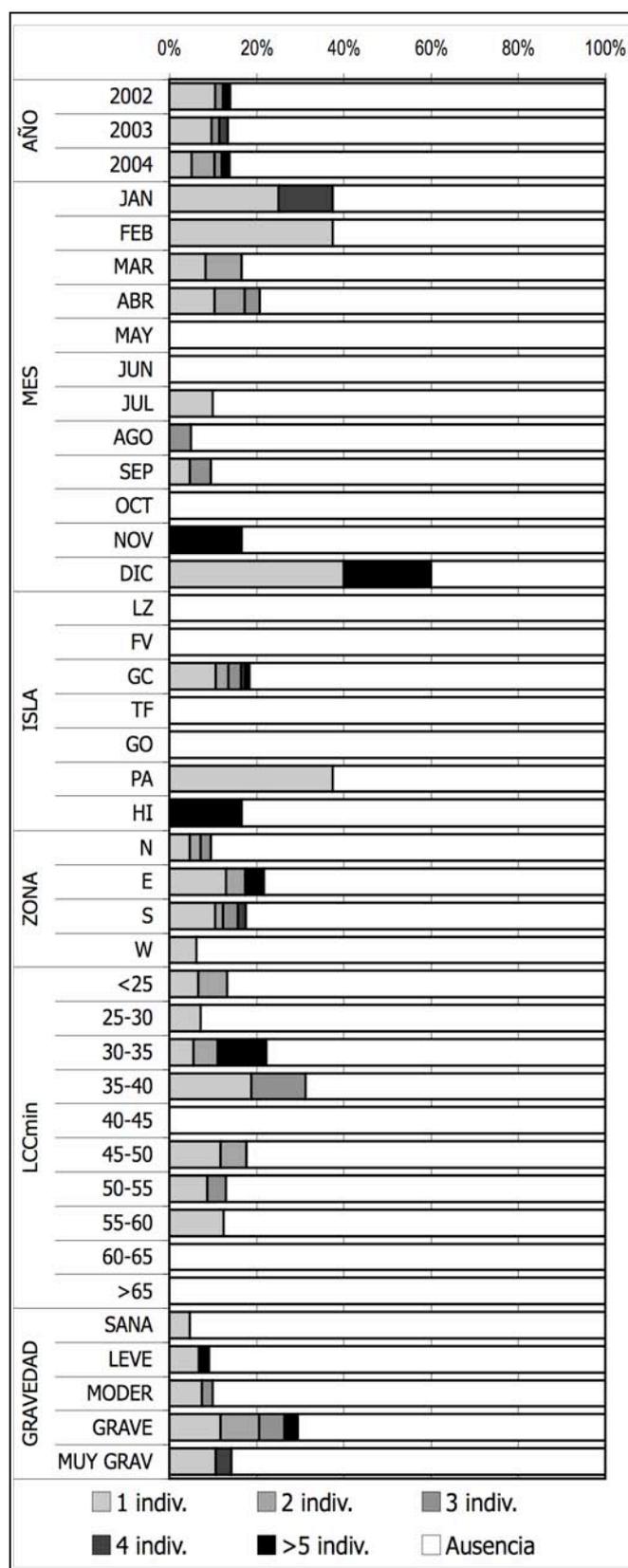


Fig. 71: Gráfico de frecuencias de presencia/ausencia de *F. pinnata* en las tortugas *C. caretta* muestreadas, en función de las diferentes variables de estudio. La presencia se subdivide en función de las cantidades observadas por tortuga.

El 13.6% de las tortugas muestreadas para este estudio, transportaban el pequeño nudibranquio *Fiona pinnata*. En la mayoría de ellas (8.38%) se localizó un solo ejemplar adulto acompañado de puestas de huevos o de larvas. En algunas tortugas (1.8%) se localizaron 2 o 3 individuos, en una sola tortuga (0.60%) 4 ejemplares, y en 2 tortugas (1.20%) se encontraron más de 5 ejemplares.

Se aprecia una gran homogeneidad a lo largo de los 3 años de estudio, mientras que según la época del año, queda patente que esta especie presenta una clara preferencia por los meses fríos de invierno, presentando las mayores frecuencias en los meses de diciembre (60%), enero y febrero (37.5% cada uno). Además, las tortugas que presentaron más de 5 individuos en su caparazón ingresaron en los meses de noviembre y diciembre. También se observó en tortugas ingresadas en primavera y en verano, aunque en frecuencias menores: 16.67% en marzo, 20.69% en abril, y menos del 10% en julio, agosto y septiembre.

Llama la atención la elevada frecuencia de esta especie observada en las tortugas localizadas en las islas más occidentales, el 37.5% de las tortugas de La Palma y el 16.67% de las tortugas de El Hierro, siendo las de esta última isla las que portaban más de 5 ejemplares.

Otro dato interesante es que se aprecia una clara preferencia por las costas este (21.74%) y sur (17.54%) de las islas.

Ninguna tortuga de más de 60cm de LCC_{min} presentó esta especie en su caparazón, y las mayores frecuencias y cantidades se localizaron en las tortugas de entre 30 y 40cm de caparazón (22.22% de las tortugas de 30 a 35cm, de las cuales 2 tortugas presentaban más de 5 individuos; y 31.25% de las tortugas de 35 a 40cm).

La frecuencia en la presencia de *F. pinnata* fue aumentando al aumentar la gravedad de las lesiones de las tortugas muestreadas, observándose las mayores frecuencias y cantidades en las tortugas de lesiones graves (29.41%) o muy graves (14.29%).



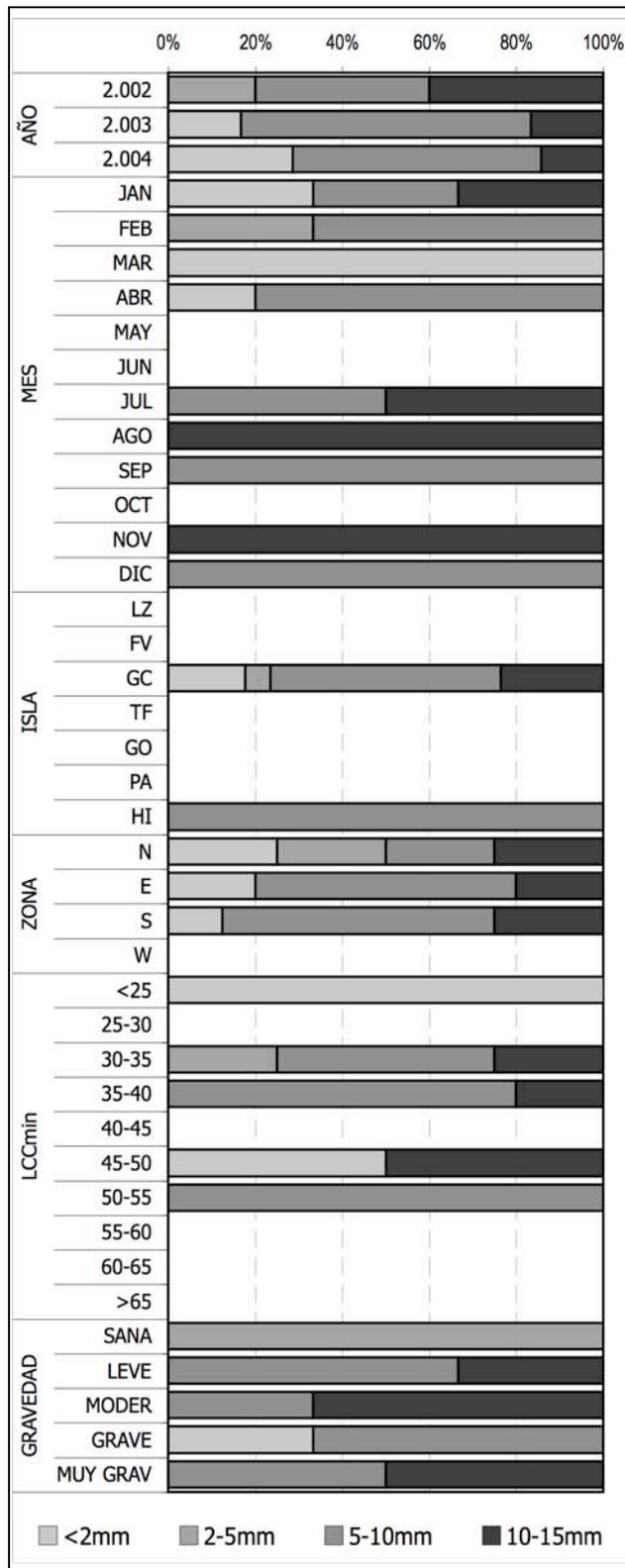


Fig. 72: Gráfico de frecuencias de las tallas máximas de *F. pinnata* observadas por tortuga, en los ejemplares de *C. caretta* muestreados, en función de las distintas variables de estudio.

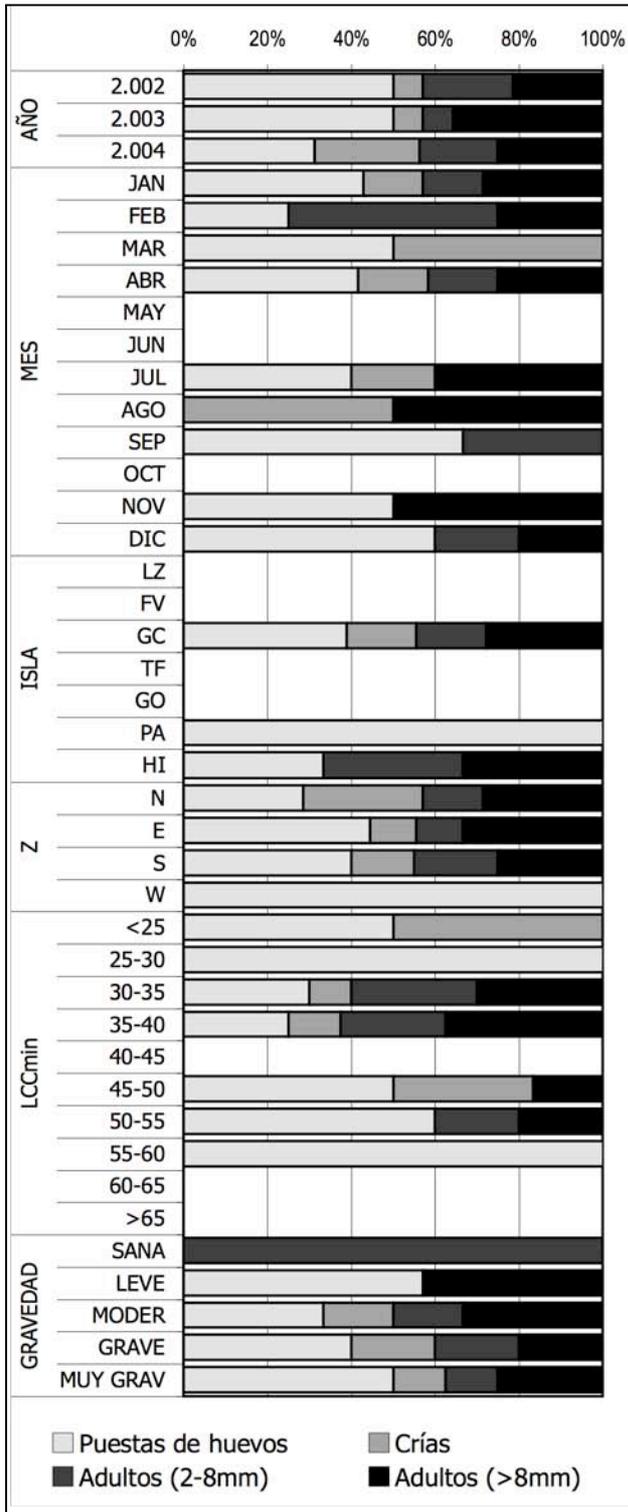
Los individuos de *F. pinnata* localizados sobre las tortugas juveniles de canarias estudiadas presentaron una gran variabilidad de tallas. Incluso, los ejemplares presentes sobre una misma tortuga mostraron gran diversidad.

La talla media de los ejemplares de *F. pinnata* fue de 8.83mm (± 2.8 mm), con un mínimo de 2.38mm y una talla máxima de 12.3mm. Por consiguiente, se trata de individuos bastante pequeños en comparación con los 20mm descritos en la bibliografía.

La gran velocidad de crecimiento de esta especie, así como la corta duración de su ciclo de vida, nos impide ver con claridad la influencia de las distintas variables estudiadas (mes, isla, zona, talla de la tortuga y gravedad de las lesiones) en la talla de los ejemplares de *F. pinnata*.

Uno de los datos mas interesantes es que solo una tortuga (5.56%) presentó ejemplares de esta especie con tallas intermedias (2 - 5mm), ya que la mayoría presentaba individuos mayores de 5mm (el 55.56% de 5-10mm; y el 22.22% mayores de 10mm). Este dato corrobora la gran velocidad de crecimiento.

Aparentemente, los ejemplares de mayor talla se localizaron en tortugas ingresadas en los meses de julio, agosto, noviembre y enero; en las tortugas procedentes de la isla de Gran Canaria y que presentaban una talla de entre 30 y 50cm de caparazón.



Según se observa en el gráfico de la Fig. 73, del total de tortugas que portaban *Fiona pinnata* sobre su caparazón, el 82.61%, presentaban puestas de huevos y el 52.17% adultos grandes (>8mm). La presencia de crías y adultos pequeños (aparentes juveniles) fue muy inferior (26.09% y 30.43% respectivamente), debido a que su crecimiento es tan rápido que las posibilidades de encontrar ejemplares en estas fases son realmente bajas.

El mayor porcentaje de tortugas con puestas de huevos se observó en abril (83.33%), en la isla de Gran Canaria (73.68%), y en tortugas de entre 45 y 55cm de caparazón (100%).

Las tortugas de menos de 30cm y de mas de 55cm de caparazón, solo portaban huevos o crías, ninguna presentó adultos (ni pequeños ni grandes).

Las tortugas sanas solo presentaron adultos pequeños, mientras que las de lesiones mas graves presentaban todos los estadios en diversas proporciones.

Fig. 73: Gráfico de frecuencias de los distintos estadios de *F. pinnata* localizados sobre las tortugas *C. caretta* muestreadas, en función de diferentes variables de estudio.

3.2. – ANALISIS DE RESULTADOS

El pequeño nudibranquio *Fiona pinnata* estuvo presente en el 13.6% de las tortugas muestreadas en este estudio. A pesar de no ser una frecuencia muy elevada, se trata de una especie bastante interesante debido a que hasta la fecha nunca se ha citado como epibionte de tortuga boba ni de ninguna otra de las especies de tortugas marinas.

Un dato importante a tener en cuenta antes de pasar al análisis de los resultados, es que los ejemplares de *F. pinnata* observados en este estudio, presentaban una talla media de 8.83mm y una máxima de 12.3mm, situándose muy por debajo de los 20mm descritos por Suter (1913) como talla media aproximada para la especie. Este hecho, junto la impresionante tasa de crecimiento descrita para la especie (una de las más rápidas de todo el Filo Mollusca), y con la peculiaridad que presentan muchas especies de nudibranquios, consistente en una gran mortalidad de adultos tras la puesta de los huevos, han causado graves problemas para determinar la talla mínima de madurez sexual de la especie para este estudio. En la bibliografía, ejemplares de 8mm se consideran juveniles, pero en este trabajo se han observado puestas de huevos junto con ejemplares de 5.6mm de talla máxima. En este caso no se puede saber si los adultos que realizaron las puestas murieron, se desprendieron de la tortuga, o fueron estos ejemplares de 5.6mm los que realizaron las puestas. Por consiguiente, y debido a que no se comprobó si cada ejemplar estaba maduro sexualmente o no, no se ha podido establecer un estadio juvenil claro, por lo que se ha establecido el siguiente criterio: Adultos grandes, aquellos que miden más de 8mm, y Adultos pequeños, aquellos de 2 a 8mm de talla, que serían los supuestos juveniles.

AGRUPACIONES OBSERVADAS

Uno de los primeros puntos a destacar para esta especie es que sobre una misma tortuga se observaron tanto individuos en solitario, en todas o casi todas sus fases del ciclo de vida, como individuos en grupo, estando todos ellos en el mismo o en distintos estadios del ciclo de vida. Los estadios que se observaron y detallaron en este estudio fueron los siguientes: a) Puestas de huevos; b) Crías, de talla inferior a 2mm y todavía sin ceratas ni rinóforos; c) Adultos pequeños, de 2 a 8mm de longitud; d) Adultos grandes de talla superior a 8mm. Las proporciones obtenidas se muestran en la siguiente figura.

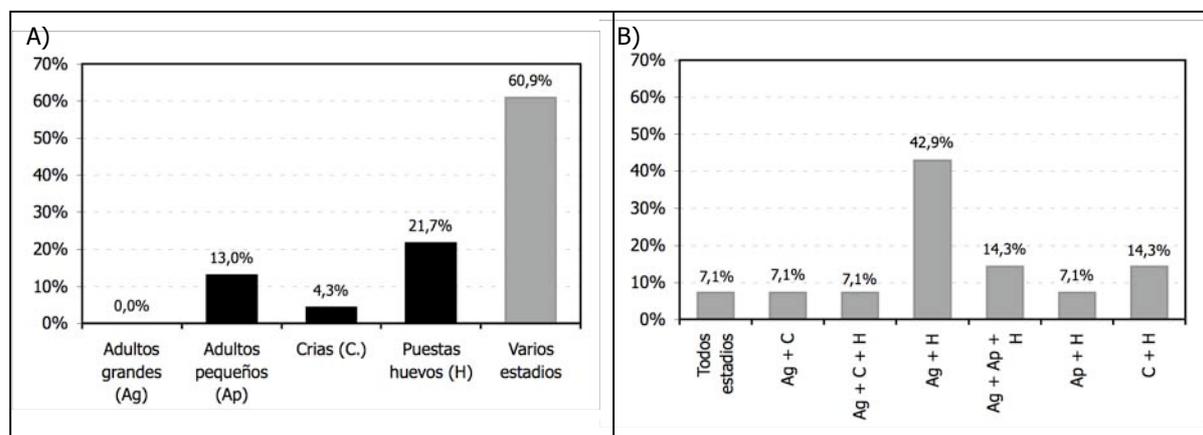


Fig. 74. Porcentaje de tortugas que presentaron los distintos tipos de asociaciones de individuos en las diferentes fases del ciclo de vida. A) Agrupaciones de individuos en un mismo estadio o ejemplares en solitario. B) Agrupaciones de individuos en distintos estadios. (Ag = Adultos grandes, de más de 8mm de largo; Ap= Adultos pequeños, de 2 a 8mm de longitud; C = Crías, de menos de 2mm de longitud; H = puestas de huevos).

El 60.87% de las tortugas que presentaban esta especie portaban agrupaciones de individuos en distintos estadios, dentro de los cuales el grupo más numeroso lo constituyeron los Adultos grandes con puestas de huevos (Ag + H) (26.1%), seguido por una o varias puestas de huevos sin otros estadios (21.7%) y por ejemplares Adultos pequeños, solos o en grupo (13%). Un dato curioso es que nunca se vieron ejemplares adultos grandes solos (0%).

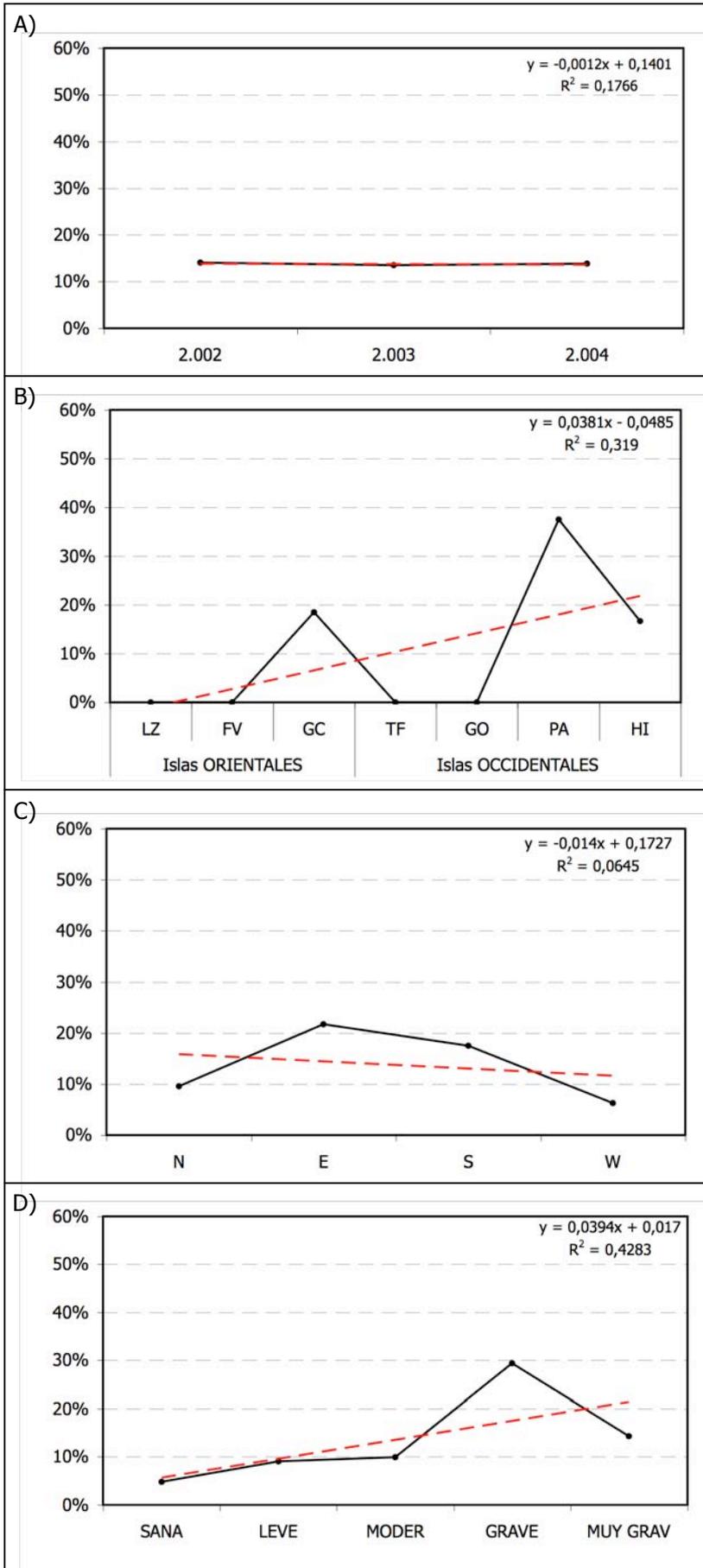


Fig. 75. Porcentaje de tortugas que portaban *Fiona pinnata* sobre su caparazón (en cualquiera de sus estadios), en función de las diferentes variables del estudio:

- A) Según el año de muestreo.
- B) Según la isla en la que se localizó a la tortuga.
- C) Según el punto cardinal de la isla en la que se localizó a la tortuga.
- D) Según la gravedad de las lesiones que presentaban las tortugas.

— Porcentaje de tortugas que presentaron la especie.
 - - - Línea de tendencia de los datos y ecuación de la recta de regresión.



VARIACIÓN ANUAL (Fig. 75.A)

Como se aprecia en la figura 75.A, el número de tortugas que presentaron esta especie a lo largo de los 3 años de estudio fue casi constante, lo que demuestra que no se trata de una especie ocasional que se observó en un momento puntual, sino que a pesar de que su frecuencia no es excesivamente elevada (13.77%), su presencia es común sobre las tortugas *Caretta caretta* que circundan el archipiélago Canario.

VARIACIÓN GEOGRÁFICA (Fig. 75.B y C)

Esta especie solo se observó en tortugas procedentes de tres de las siete islas del archipiélago Canario: Gran Canaria, La Palma y el Hierro. La primera es la isla en la que se localizaron el mayor número de tortugas (60,95%) por lo que en esta se ha observado la mayor diversidad de especies y de casos diferentes. En las dos últimas solo ingresaron el 4,73% y el 3,55% de las tortugas analizadas en este estudio, pero 37,5% de las tortugas de La Palma y el 16,65% de las de la Gomera, portaban esta especie en sus caparazones, un porcentaje muy elevado para el escaso número de tortugas muestreadas procedentes de estas dos islas.

Estos datos muestran claramente que *Fiona pinnata* tiene una clara preferencia por las tortugas que frecuentan las islas occidentales del archipiélago, sobretodo las dos mas expuestas al dominio oceánico.

Con respecto a la zona de la isla en la que se localizó a cada tortuga, se aprecia como las costas de las islas mas expuestas y con mayor hidrodinamismo, la costa norte y la costa oeste, son menos frecuentadas por esta especie, mientras que las zonas mas protegidas y de calma, como las costas este y sur de cada isla, son preferidas por *F. pinnata*, aunque las diferencias no son realmente grandes.

VARIACIÓN EN FUNCIÓN DE LA GRAVEDAD DE LAS LESIONES (Fig. 75.D)

Las tortugas sanas, apenas presentaron esta especie (4.76%) mientras que un número elevado de las tortugas que ingresaron con heridas graves (29.41%) o prácticamente moribundas (14.29%), portaban esta especie sobre sus caparazones.

Por lo tanto, se puede afirmar que el pequeño nudibranquio *Fiona pinnata* tiene una clara preferencia por aquellas tortugas que presentan lesiones mas graves y que por lo tanto su movilidad y actividad está claramente reducida.

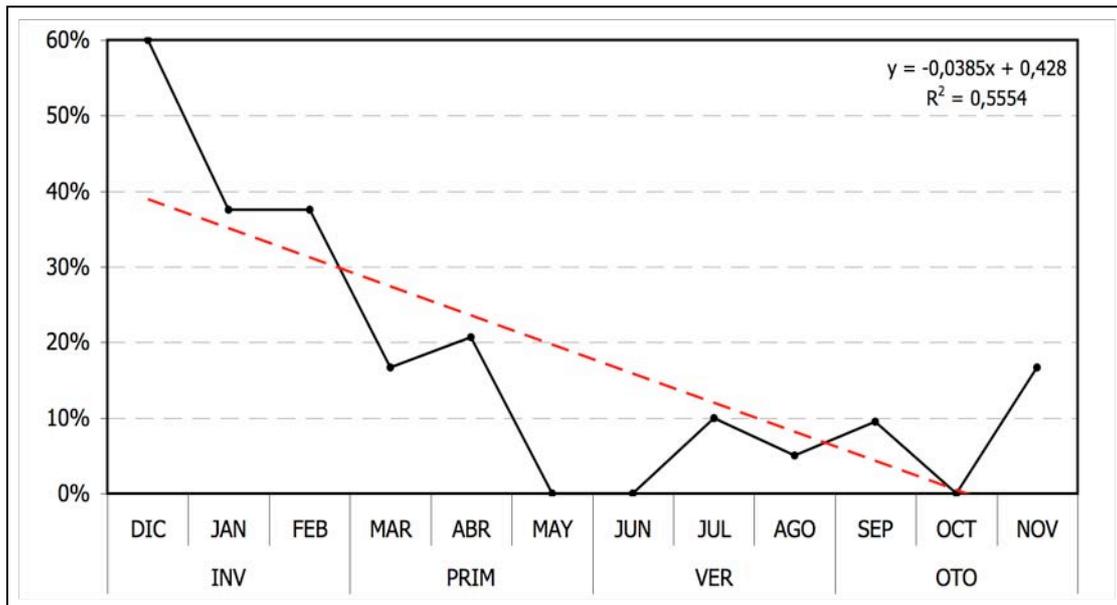
ESTACIONALIDAD (Fig. 76 y Fig. 77)

Fig. 76. Porcentaje de tortugas que presentaron *Fiona pinnata* (en cualquiera de sus estadios) como epibionte, en función de los meses y las estaciones del año. En rojo, línea de tendencia de las frecuencias observadas.

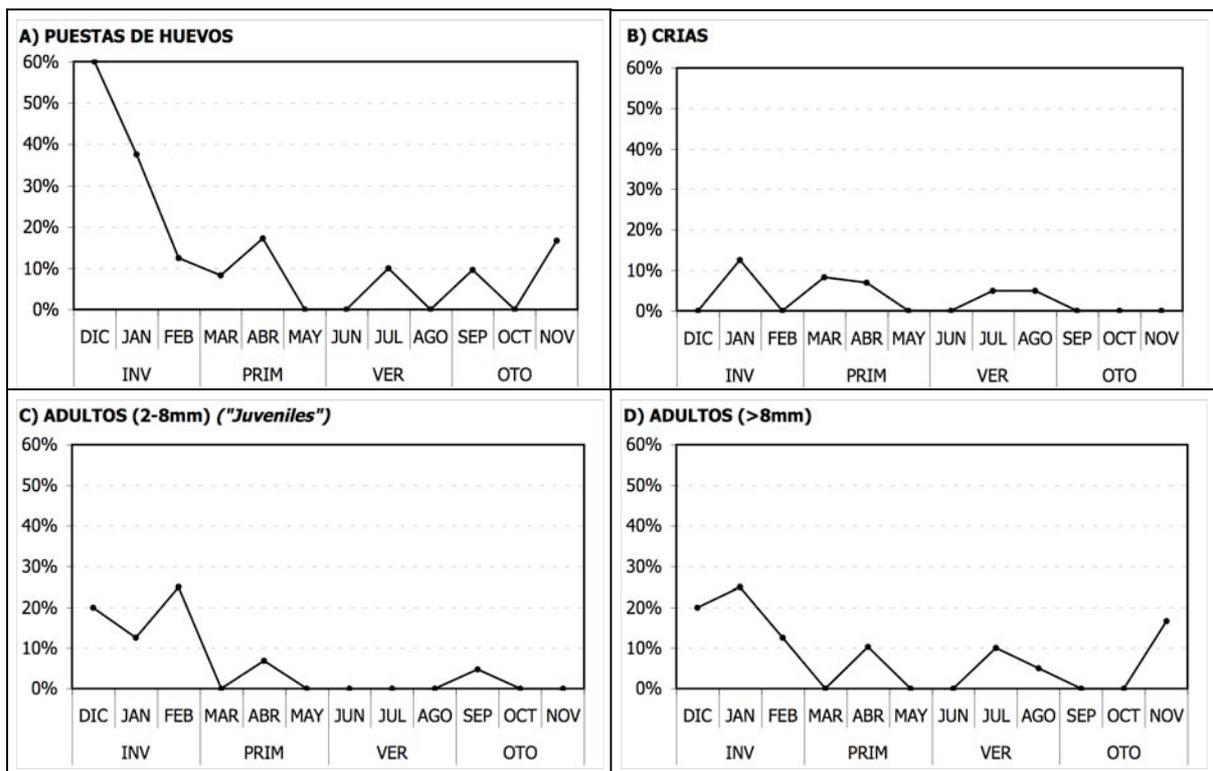


Fig. 77. Porcentaje de tortugas que presentaron *Fiona pinnata* en cada uno de los estadios observados, por meses y estaciones del año. A) Puestas de huevos; B) Crías de *F. pinnata*; C) Adultos pequeños de tallas de 2 a 8mm (supuestos juveniles); D) Adultos grandes o de talla superior a 8mm.

En la figura 76 se aprecia claramente la tendencia general de esta especie a ser más abundante en las tortugas localizadas en los meses fríos de invierno que en las que frecuentan el archipiélago el resto del año.



En los meses de invierno el número de tortugas muestreadas es mucho menor que en primavera y verano, pero un porcentaje realmente elevado (60% en diciembre) de estas tortugas presentaban *Fiona pinnata* sobre su caparazón. Las tortugas que ingresaron en los meses cálidos para canarias (mayo-octubre) presentaron *F. pinnata* como epibionte en frecuencias inferiores al 10%.

Al observar la figura 77, se aprecia claramente la gran irregularidad estacional en el ciclo reproductor que presenta esta especie como epibionte de tortuga boba. Uno de los puntos más interesantes es que el 82.61% de las tortugas que portaban esta especie en su caparazón presentaron puestas de huevos, siendo este estadio el más abundante con clara diferencia, incluso, en bastantes ocasiones se localizaron puestas de huevos en ausencia total de otros estadios (21.7%, Fig. 74 - Pág. 142). Con respecto a la estacionalidad, queda patente que los meses fríos de diciembre y enero son los más idóneos para la puesta de huevos (60% y 37.5% respectivamente) en el caparazón de tortugas *Caretta caretta*, mientras que el resto del año la frecuencia de huevos fue muy inferior (17.24% en abril, la más alta). El siguiente estadio más abundante fue el de los Adultos grandes (más de 8mm de longitud), observándose en el 52,17% de las tortugas que presentaron *F. pinnata* en sus caparazones. También los meses de invierno fueron los más frecuentados por los ejemplares adultos de esta especie, siendo en noviembre (16.67%), diciembre (20%) y enero (25%) las frecuencias más altas. Los estadios de crías y adultos pequeños (supuestos juveniles), se observaron en frecuencias mucho más bajas que los dos anteriores (26.09% y 30.43% respectivamente), siendo el mes de enero el más frecuentado por las crías (12.5%) y el de febrero por los adultos pequeños o supuestos juveniles (25%).

Por consiguiente, el nudibranquio *F. pinnata* presenta una clara preferencia por los meses fríos para el archipiélago Canario, o las tortugas localizadas en los meses de invierno en Canarias presentan una mayor relación con zonas o habitats más propicios para el desarrollo de este pequeño nudibranquio. Además, la tendencia general está determinada principalmente por la presencia de puestas de huevos y ejemplares adultos principalmente.

VARIACIÓN SEGÚN LA TALLA Y FASE DEL CICLO DE VIDA DE LAS TORTUGAS

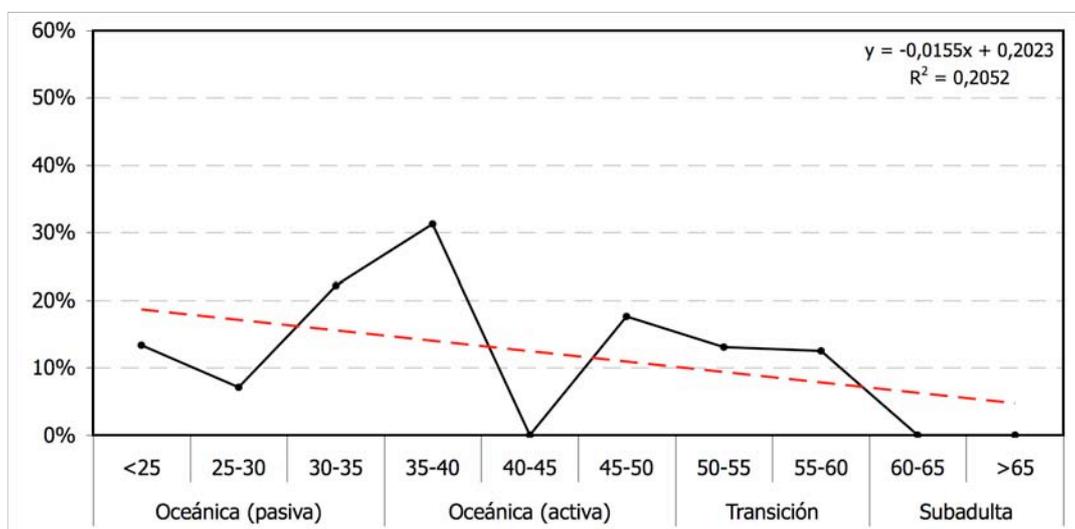


Fig. 78. Porcentaje de tortugas que presentaron *Fiona pinnata* como epibionte (en cualquiera de sus estadios), en función de la longitud del caparazón (LCC_{min} en cm) y de los distantes fases del ciclo de vida de las tortugas muestreadas.

El gráfico de la figura 78 muestra claramente la preferencia de esta especie por las tortugas de longitud de caparazón inferior a 60cm, primando su frecuencia en aquellas tortugas de entre 30 y 40cm.

La tendencia de esta especie es disminuir su frecuencia conforme aumenta la talla de las tortugas, presentando la frecuencia más alta aquellas tortugas en fase oceánica, tanto pasiva (14.89%) como activa (14.55%), seguida de las tortugas en fase de transición (12.5%). Por último, ninguna tortuga en fase subadulta (>60cm de LCC_{min}) presentó *F. pinnata* como epibionte.

4. – DISCUSIÓN

Hasta la fecha, *Fiona pinnata* nunca se ha citado como epibionte de ninguna tortuga marina, por lo que este estudio es la primera cita de esta especie como epibionte de una tortuga marina, concretamente de tortuga común o boba (*Caretta caretta*).

Uno de los alimentos preferidos de *F. pinnata* son los cirrípedos pedunculados del género *Lepas* spp., principalmente *Lepas anatifera* (Clark, 1975; Willan, 1979; McDonald & Nybakken, 2009, entre otros), por lo que su distribución esta ligada a la distribución de su presa. Este cirrípedo es el epibionte mas abundante en las tortugas muestreadas en este estudio, localizándose en el 94.1% de las tortugas, y estando presente en todas las tortugas en las que se localizó *F. pinnata*. Además, presenta la coloración marrón, típica de la especie cuando se alimenta de cirrípedos (Pruvot-Fol, 1954), con cierta tonalidad rosada, como describió Bayer (1963) cuando se alimenta de *Lepas anatifera*.

El hecho de que no se haya citado esta especie como epibionte de tortuga boba hasta la fecha puede deberse a que la frecuencia de *Lepas* spp. descrita por otros autores en tortugas *Caretta caretta* ha sido muy inferior a la descrita en este estudio. Por ejemplo, *Lepas anatifera* se ha citado siempre en frecuencias inferiores al 15% en juveniles (Kitsos et al., 2005; Badillo, 2007) y al 25% en adultas (Frick et al., 1998; Fuller et al., 2010); *Lepas anserifera* en un 6.8% de las tortugas muestreadas por Badillo (2007); *Lepas hilli* en el 57.3% de las tortugas estudiadas por Badillo (2007); y *Lepas pectinata* se localizó en el 7.8% de los ejemplares juveniles descritos por Badillo (2007), y en proporciones diversas (entre el 55.8% y un 1.5%) de las adultas nidificantes en EE.UU (Pfaller et al., 2006, 2008; Frick et al., 1998) (ver citas Anexo 4).

Todas las especies de gasterópodos que se han citado como epibiontes de tortuga boba hasta la fecha, (a excepción de *Bittium* sp. descrita por Badillo, 2007) y de las cuales tres especies son nudibranchios (*Cratena pilata*, *Doris Verrucosa* y *Doripsilla pharpa*) (Frick et al., 1998), se han observado solo en hembras adultas, debido principalmente a que todas estas especies son propias de hábitats neríticos, que frecuentan mayoritariamente las tortugas adultas. Por el contrario, *F. pinnata* es una especie de hábitos pelágicos, por lo que es normal que nunca se haya observado en adultas.

Otro punto interesante es que, según los datos obtenidos, tiene una clara preferencia por aquellas tortugas que presentan una movilidad y actividad reducidas, ya que se observó en el 29.41% de las tortugas con lesiones graves, mientras que solo se localizó en el 4.76% de las tortugas sanas del estudio (Gráfico D, Fig. 75). La mayoría de los trabajos y estudios que se han realizado sobre epibiontes de tortuga boba se basan en tortugas sanas capturadas en el mar o en la playa (durante la nidificación), por lo que las posibilidades de encontrar este epibionte son menores. Las únicas excepciones son el trabajo de Kitsos et al. (2005), que trabajó con tortugas muertas varadas en las costas de Grecia, y Badillo (2007) con tortugas varadas en las costas Valencianas, pero el hecho de que estas tortugas estuvieran muertas y fuera del agua en el momento del muestreo, altera enormemente la colonización, sobretodo en especies con capacidad de moverse libremente, ya que pueden desprenderse de su hospedador en cualquier momento.

Sin embargo, la homogeneidad anual observada en el gráfico de la figura 75.A, demuestra que, en el caso de las tortugas juveniles localizadas en aguas de Canarias, no se trata de un epibionte ocasional o puntual, sino que la relación entre *F. pinnata* y las tortugas *C. caretta* de Canarias es habitual y bastante uniforme en el tiempo.

Por otro lado, los ejemplares de *Fiona pinnata* encontrados en las tortugas muestreadas en Canarias, presentan una talla mucho menor que la descrita por otros autores cuando habita otros objetos o animales (20mm aproximadamente de talla media). Las tallas observadas fueron de 2.4mm a 12.3mm, lo que puede ser interpretado de tres maneras: a) Los individuos de *F. pinnata* han adaptado su morfología al sustrato móvil e inestable sobre el que viven, la tortuga boba, reduciendo su talla y llegando a la madurez sexual con tallas inferiores a las descritas por otros autores. Casos similares se han observado en nudibranchios que se alimentan de hidroideos como *Obelia geniculata* (Lambert, 1991a), y en este mismo estudio se han observado adaptaciones morfológicas similares en otras especies como *Obelia geniculata*, *Lepas anatifera* o *Conchoderma virgatum*, lo que corroboraría esta hipótesis. b) Todos los ejemplares muestreados en este estudio son individuos inmaduros sexualmente o juveniles, ya que todos los adultos mueren tras la puesta de los huevos como describe



Clark (1975) para otras especies de nudibranchios. El 21.7% de las tortugas muestreadas presentaba puestas de huevos sin ningún ejemplar (grande o pequeño) acompañándolas, lo que confirma la muerte masiva de los adultos tras la puesta de huevos. c) Los ejemplares de entre 8 y 12.3mm (adultos grandes) observados en este estudio son adultos que han reducido fuertemente su tamaño tras la puesta de los huevos, como describió Clark (1975) para otras especies de nudibranchios. Esta teoría cobra mas fuerza si tenemos en cuenta que nunca se localizaron sobre una misma tortuga ejemplares de mas de 8mm (Adultos grandes) sin otros estadios acompañándolos; y que en el 26.1% de las tortugas que presentaban esta especie se localizaron ejemplares de 8 a 12.4mm acompañados de puestas de huevos, lo que indicaría adultos que tras la puesta de los huevos han reducido enormemente su tamaño.

Las tres teorías podrían ser ciertas para los ejemplares de *F. pinnata* analizados en este trabajo, pero consideramos que se trata de una combinación de todas ellas, de lo que extraemos que, los ejemplares de *F. pinnata* epibiontes de tortuga boba, adaptan su morfología reduciendo su talla; además, los ejemplares adultos reducen fuertemente su tamaño corporal tras la puesta de los huevos, seguido de una mortalidad masiva de todos ellos.

Estos datos corroboran, a su vez, la impresionante tasa de crecimiento descrita por Bayer (1963) para esta especie, en la que en tan solo una semana pueden pasar de larva a adulto maduro sexualmente, realizar las puestas y morir, como se ha observado cuando vive sobre objetos flotantes u otros animales (como *Veleva veleva*) de vida corta e inestables (Thiel & Gutow, 2004, 2005). Además, si tenemos en cuenta que los huevos liberan larvas velíger de vida libre en unas 46 horas (Bayer, 1963), la permanencia de esta especie sobre el caparazón de la tortuga es realmente efímera, es decir, que los individuos de esta especie pasan un tiempo máximo de 10 días sobre el caparazón de la tortuga. De todo ello se deduce que la probabilidad de encontrar uno de estos pequeños moluscos sobre el caparazón de una tortuga es bastante escasa, concluyendo que el haber localizado a esta especie en el 13.77% de las tortugas muestreadas, no indica que sea una especie poco frecuente, sino mas bien lo contrario, que existe una fuerte relación entre *F. pinnata* y las tortugas *C. caretta* de Canarias.

Por otro lado, el hecho de que sobre algunas tortugas se hayan localizado ejemplares de mas de 8mm acompañados de crías (menos de 2mm), indica una ligera asincronía en la colonización de la tortuga por parte de *F. pinnata*, ya que aquellos que ya miden mas de 8mm llegaron a la tortuga unos días antes que las crías que acaban de realizar su metamorfosis. Este dato revela una elevada abundancia de *F. pinnata* en las aguas que circundan el archipiélago canario, o una gran relación de los ejemplares de tortuga boba localizados en Canarias con el medio pelágico y con los hábitats sobre los que acostumbra a vivir *F. pinnata*, tales como: las medusas *Veleva veleva* o *Porpita porpita*, algas flotantes como los sargazos y objetos flotantes con abundantes cirrípedos (*Lepas* spp.) (Bayer, 1963; Willan, 1979; etc).

Asimismo, *F. pinnata* se localizó con mayor frecuencia en las tortugas procedentes de las islas mas oceánicas del archipiélago, La Palma (37.5%) y el Hierro (16.67%), lo que indica que las tortugas que se localizan en estas islas posiblemente tengan mayor relación con los hábitats frecuentados por *F. pinnata*, o que provienen directamente de regiones oceánicas.

Del mismo modo, su ausencia total en tortugas de mas de 60cm de longitud de caparazón, indica claramente que estas tortugas ($LCC_{min} > 60cm$) no frecuentan hábitats oceánicos como lo hacen las de talla inferiores. De nuevo, los epibiontes nos señalan claramente una diferencia importante en el comportamiento de las tortugas en función de su talla, siendo los 60cm de LCC_{min} un límite muy claro.

Por último, *F. pinnata*, presentó una clara preferencia por los meses fríos de invierno, siendo mucho mas abundante y mucho mas frecuente en invierno (42.86%) que en verano (5.08%). Este hecho puede ser interpretado de dos maneras, por un lado, que las temperaturas mas bajas de Canarias (por debajo de los 20°C) son mas idóneas para el desarrollo de *F. pinnata*; o, por otro lado, que las tortugas que frecuentan las aguas de Canarias en los meses de invierno presentan una mayor relación con los hábitats frecuentados por *F. pinnata*, que las que llegan a Canarias en los meses mas cálidos, es decir, que existe una diferencia en el comportamiento entre las tortugas presentes en invierno y las que frecuentan el archipiélago en verano. Ambas hipótesis podrían ser posibles.

Sin embargo, al observar la estacionalidad de los distintos estadios de *F. pinnata* se aprecia una tremenda irregularidad, con una preferencia por los meses de invierno, pero con varios picos a lo largo del resto del año, que muestran puestas de huevos y desarrollo de las distintas fases. Este dato

confirma que *F. pinnata* presenta mas de una puesta al año, por lo que, según Miller (1962), se trata de una especie sub-anual.

Este hecho, junto con las características observadas para esta especie descritas anteriormente, tales como: presentar ciclos de vida extremadamente rápidos (de 7 a 10 días) como citó Bayer (1963), alcanzar la madurez sexual mucho mas rápido que otras especies, presentar huevos de pequeño tamaño, o presentar una elevada fecundidad, establecen que se trata claramente de una especie Oportunista, adaptada a vivir en un medio inestable y a fuentes de alimentación transitorias como los epibiontes de la tortuga *C. caretta*, al igual que ocurre cuando se alimenta de organismos del *fouling* al vivir sobre objetos flotantes o seres de vida corta, como describieron Thiel & Gutow (2004, 2005).

F. pinnata es una de las pocas especies oportunistas realmente abundante al este del océano Atlántico, en donde son mas abundantes las especies estrategas debido a que las fuentes de alimento son mas estables a causa de una estacionalidad menos marcada (Clark, 1975). Esta especie se ha adaptado eficazmente a medios de vida y recursos alimenticios muy inestables, acelerando todos sus procesos vitales para poder sobrevivir. No obstante, su adaptación a vivir sobre objetos flotantes o animales pelágicos no ha sido tan negativa para la especie, ya que gracias a esta adaptación presenta un doble potencial de dispersión, el suyo propio mediante su larva planctotrófica, y el que le ofrece el medio en el que vive gracias al transporte de los propios individuos o de sus puestas de huevos a través del océano, llegando a ser una auténtica cosmopolita de todos los mares y océanos. Por consiguiente, *F. pinnata* obtiene un estupendo medio de transporte y dispersión a través del océano Atlántico e incluso del Mediterráneo, gracias a la colonización del caparazón de la tortuga *C. caretta*.



5. – CONCLUSIONES

- Este estudio es la primera cita del nudibranquio *Fiona pinnata* Eschscholtz, 1831, como epibionte de tortugas marinas, y más concretamente de la tortuga boba (*Caretta caretta*).
- Los nudibranquios no son especies frecuentes como epibiontes de tortugas marinas, y hasta la fecha solo se han descrito 3 especies epibiontes de tortuga boba, y todas en adultos nidificantes. *F. pinnata* es el primer nudibranquio epibionte de estadios juveniles de tortuga boba, debido seguramente a que es una de las dos únicas especies de nudibranquios de carácter pelágico.
- Los ejemplares de *F. pinnata* epibiontes de las tortugas *Caretta caretta* de Canarias se alimentan del cirrípedo lepadomorfo *Lepas anatifera*, realmente abundante en estas tortugas (94.1%).
- Las bajas frecuencias de cirrípedos del género *Lepas* spp. en otras agrupaciones de tortugas *Caretta caretta* estudiadas por otros autores, puede ser la causa de que nunca se haya observado a *F. pinnata* como epibionte de otras tortugas.
- La gran velocidad de crecimiento de *F. pinnata* hace que su permanencia sobre el caparazón de la tortuga sea realmente efímera, lo que disminuye enormemente las probabilidades de localizarlo sobre la tortuga, pudiendo ser otra de las causas por las que no se ha citado como epibionte de tortugas marinas hasta la fecha.
- La homogeneidad anual en las frecuencias observadas para esta especie en las tortugas *Caretta caretta* localizadas en Canarias, ratifica que no se trata de una especie ocasional o puntual, sino que es un epibionte común para este grupo de tortugas.
- Los ejemplares de *F. pinnata* epibiontes de las tortugas muestreadas para este estudio presentan tallas muy inferiores a las descritas por otros autores en la bibliografía, debido a una adaptación morfológica a un hábitat inestable, así como por la pérdida de tamaño y la mortalidad masiva de los individuos adultos tras la puesta de los huevos.
- *F. pinnata* como epibionte de tortuga boba, es una especie oportunista y sub-anual, con una espectacular tasa de crecimiento y una clara adaptación a un medio de vida inestable.
- El marcado carácter pelágico de la especie *F. pinnata* indica que las tortugas sobre las que se localiza esta especie frecuentan hábitats oceánicos.
- La ausencia total de *F. pinnata* en tortugas de más de 60cm de LCC_{min} indica que estas tortugas no frecuentan regiones oceánicas, marcando una clara diferencia en el comportamiento de las tortugas en función de su talla.
- La tortuga boba proporciona al nudibranquio *F. pinnata* un estupendo medio de dispersión a través del océano.
- Los ejemplares de *F. pinnata* presentan una clara preferencia por las tortugas con menor movilidad o actividad causada por lesiones de mayor gravedad.



*Y no hay playa,
sea cualquiera,
ni bandera
de esplendor,
que no sienta
mi derecho
y dé pechos mi valor.*

*Que es mi barco mi tesoro,
que es mi dios la libertad,
mi ley, la fuerza y el viento,
mi única patria, la mar.*

J. Espronceda (fragmento)

Capítulo 4:

CRUSTÁCEOS EPIBIONTES
DE TORTUGA BOBA DE CANARIAS:
CIRRÍPEDOS

1. – INTRODUCCIÓN

Los Artrópodos son el grupo más diverso y numeroso de todas las especies animales (el 90% aproximadamente). Dentro de este grupo, el subfilo Crustacea Brünnich, 1772, es el más abundante y lo configuran organismos de tallas más bien pequeñas (aunque hay grupos que alcanzan tamaños considerables) y principalmente marinos, por lo que se les denomina comúnmente como "artrópodos marinos". El amplio número de especies, su gran diversidad morfológica y su vertiginosa capacidad de adaptación, han provocado que su clasificación haya sido intrincada y laberíntica, y son varios los autores que en la actualidad han desarrollado modelos de clasificación de este grupo. En este trabajo se ha tomado como referencia la clasificación llevada a cabo por Martin & Davis (2001), cuya lista sistemática de crustáceos se incluye en el Anexo 1.

Los distintos grupos de artrópodos tienen una gran capacidad de respuesta a los cambios ambientales, y las comunidades de crustáceos se han considerado como las más sensibles (Moore, 1986; Grahame & Hanna, 1989), puesto que son capaces de reaccionar rápidamente desplazándose a otras zonas en un breve espacio de tiempo o incluso adaptando su morfología con gran eficacia. Es por ello que los artrópodos, y principalmente los crustáceos, se han utilizado como modelos para describir las interacciones entre especies (depredación, competencia, simbiosis, comensalismo, etc.) (Nelson, 1979; Poore, 1994) y para establecer los factores ambientales que determinan la formación y la alteración de las comunidades, como los estudios de comunidades bentónicas de Bellan-Santini (1964) o Conradi (1995), o los innumerables estudios de macrofitobentos (Costello & Myers, 1987).

La gran capacidad de adaptación de los crustáceos, les ha llevado a ser grandes colonizadores de nuevos hábitats y nuevas superficies, siendo la colonización del sustrato algal una de las más importantes y en la que han llegado a constituir verdaderas comunidades epífitas. La composición de estas comunidades viene determinada por una serie de factores, tales como, el hidrodinamismo, la tasa de sedimentación, abundancia de sólidos en suspensión, nivel de nutrientes y la morfología del alga sobre la que viven (Bella-Santini, 1969; Moore, 1972; Russo, 1989, entre otros), como por ejemplo, las más de 100 especies que constituyen la comunidad epífita de crustáceos de la Bahía de Algeciras, determinada por el hidrodinamismo y la morfología del alga (Sánchez-Moyano & García-Gómez, 1998).

Otro de los ambientes colonizados por los crustáceos es el neuston, que está formado por organismos que habitan justo bajo la superficie del agua, por lo que en los ambientes marinos la mayoría viven en mar abierto y son difíciles de estudiar (Inatsuchi et al., 2010). Por lo general, los animales del neuston crecen y llegan a la madurez sexual rápidamente, debido a que la mayor parte de ellos son pasajeros obligados de objetos flotantes de vida corta, y su supervivencia depende de la esperanza de vida del objeto o animal sobre el que viven, y de los factores ambientales que afecten a estos últimos (Thiel & Gutow, 2004, 2005).

Los cirrípedos pedunculados de la familia Lepadidae, y en especial los géneros *Lepas* y *Conchoderma*, son miembros comunes del neuston, ya que viven adheridos a objetos flotantes u organismos pelágicos, aunque existen diferencias entre ellos a la hora de asentarse sobre un objeto u animal. Por ejemplo, en cables de boyas de arrastre, *Conchoderma virgatum* tiene preferencia por asentarse en zonas de mayor profundidad (de 25 a 50m de profundidad), mientras que *Lepas* spp. se asienta comúnmente en zonas superficiales (<2m de profundidad) (Roskell, 1969; Ill'in et al., 1978). Eckert & Eckert (1987) dieron una explicación a este fenómeno, atribuyendo que la ausencia de placas calcificadas en el capítulo de *C. virgatum*, hacen que se vea más afectado que otros cirrípedos a la exposición aérea.

Las especies del género *Lepas* spp. presentan un crecimiento y maduración realmente rápido (1-2 meses) que no consiguen otros pedunculados, como por ejemplo *Pollicipes polymerus* que tarda 1 año en alcanzar 17mm (Lewis & China, 1981), o *Poecilasma kaempferi* que tarda 170 días en madurar (Green et al., 1994), aunque es superado por el pedunculado simbiótico *Octolasmis cor* que alcanza la madurez sexual en 15 días (Jeffries et al. 1985). Este dato confirma que la velocidad de crecimiento y maduración son una adaptación a la naturaleza efímera del sustrato sobre el que viven (Inatsuchi, 2010), al igual que ocurre con gran parte de las especies epibiontes o del *fouling* de objetos flotantes.



C. virgatum no se queda atrás, y también presenta tasas de crecimiento elevadas, aunque se han observado grandes diferencias entre poblaciones de distintas regiones. Il'in et al. (1978), entre otros, dieron una tasa de crecimiento para esta especie de entre 0.1 – 1.9mm¹/día (madurez sexual a los 50 días), mientras que Eckert & Eckert (1987) observaron tasas de crecimiento de 0.34mm/día en ejemplares epibiontes de tortuga laúd (*Dermodochelys coriacea*) (madurez sexual a los 28 días).

Las diferencias observadas entre distintas poblaciones de cirrípedos se debe fundamentalmente a factores ambientales que afectan al buen desarrollo de estas especies, así como a su distribución. Asimismo, *L. anserifera* habita comúnmente en temperaturas de entre 19 y 29°C, (aunque puede aguantar bajas temperaturas momentáneas de hasta 11°C), coincidiendo con las temperaturas de la superficie del agua de las zonas donde se distribuye (entre 40°N y 40°S), y donde rara vez bajan a mas de 10°C o superan los 30°C; los individuos de *L. anatifera* mueren a temperaturas de 34-36°C y son incapaces de reproducirse por encima de los 30°C (Patel, 1959), por lo que su distribución está ligada a estas temperaturas; *C. virgatum* es un gran cosmopolita que ha sido citado en aguas tropicales, subtropicales, templadas y polares (Newman & Ross, 1971), siendo una especie totalmente pelágica ya que nunca se ha citado en zonas litorales, aunque se ha observado adherida a una gran variedad de objetos flotantes y de animales, incluidos vertebrados nectónicos (Hastings, 1972), por los que no ha mostrado preferencia por una especie en particular y ha sido citado en peces, ballenas, tortugas, serpientes e invertebrados (Hastings, 1972; Monroe & Limpus, 1979 y Eckert & Eckert, 1987).

Los factores ambientales afectan fuertemente a las distintas especies de cirrípedos, principalmente porque condicionan en gran manera su ciclo reproductor. Por ejemplo, la producción de larvas es mucho mayor en zonas de alta productividad que en zonas de baja concentración de nutrientes (Leslie et al., 2005); la duración del período larvario varía en función de la temperatura, siendo mas corta en las zonas cálidas que en las regiones templadas (Bassindale, 1936; Anil et al., 2001). Sin embargo, los balanos que viven adheridos a objetos flotantes en el océano abierto, presentan períodos larvarios de hasta 2 meses o más (Moyse, 1987), llegando en algunos casos a reducir el número de fases larvarias o incluso a criar las larvas en el interior del adulto (Newman and Ross, 1977). Incluso, algunos cirrípedos han desarrollado formas masculinas diminutas que se adhieren a una hembra (machos enanos) o a un individuo hermafrodita (machos complementarios) para contrarrestar las dificultades de encontrar pareja en el océano. Estos machos muestran distintos grados de modificación, llegando a producirse alguna especie dioica. Un ejemplo de estas adaptaciones es el descrito por Zardus & Hadfield (2004), que desarrollaron el primer estudio documentado de las siete fases larvarias del balano pelágico y específico de tortugas marinas, *Chelonibia testudinaria*, clasificando su reproducción como androdioeica, debido al fuerte desarrollo de machos complementarios, y describiendo sus 6 fases larvarias naupliarias, donde la primera y frecuentemente la segunda se desarrollan en el interior de la cavidad del manto del progenitor, mientras que las demás se desarrollan libres en el plancton. El tiempo desde la eclosión del huevo hasta la séptima fase larvaria (*cipris*) es de nueve días.

En relación a la epibiosis de tortugas marinas, los crustáceos son los organismos, por lo general, mas comunes y abundantes, siendo los pertenecientes al orden Cirrípeda los mas citados en la bibliografía para esta asociación. No obstante, algunas especies de cirrípedos observados en tortugas marinas no son comensales exclusivos de tortugas o seres vivos, sino mas bien casuales, ya que se han citado en innumerables ocasiones en otros organismos y constantemente en objetos flotantes. Algunos ejemplos de este caso son: *Lepas anatifera*, *Lepas testudinata*, *Conchoderma virgatum* y *Conchoderma auritum*, entre los pedunculados; *Balanus poecilus*, *Balanus trigonus*, *Megabalanus galapaganus* o *Chthamalus fragilis*, entre los cirrípedos sésiles.

Asimismo, otras especies de balanos como *Chelonibia testudinaria*, *Chelonibia caretta*, *Platylepas coriacea*, *Platylepas* sp. y *Stomatolepas dermodochelys*, entre otras, solo se han observado viviendo sobre tortugas marinas, es decir, son "comensales específicos" de tortugas marinas, mientras que otras especies como *Platylepas hexastylus*, *Chelonibia patula* o *Chelonibia manati*, citadas en tortugas marinas, también se han observado en otros seres vivos como manatíes, ballenas, etc., pero no en objetos flotantes.

El balano *Chelonibia testudinaria* (Coronulidae) es, con diferencia, el mas citado en tortugas marinas, especialmente en tortugas adultas nidificantes. Por lo general, una misma tortuga puede portar de

¹ Longitud capitular

unos pocos a unas docenas de individuos (Frick, 2001), e incluso, algunos autores han llegado a sugerir que *Chelonibia testudinaria* es uno de los colonizadores primarios que favorecen el desarrollo de la comunidad epibionte en tortuga boba (Frick et al., 2002a).

Algunas especies de balanos se han llegado a considerar parásitos de tortugas marinas en lugar de comensales, debido a que causan erosiones severas en el caparazón y pueden interferir en el movimiento, la nidificación o la cópula. Un estudio realizado por Seigel (1983) sobre los efectos de la colonización de balanos en la tortuga dulceacuícola *Malaclemys terrapin*, muestra que 2 ejemplares de 125 (1,6%) murieron por causa de la erosión producida por los balanos en el caparazón al crecer.

Otra posible patología observada como consecuencia de la colonización excesiva de cirrípedos, fue la descrita por los veterinarios del CREMA (Centro de Recuperación de Especies Marinas Amenazadas, Málaga, España), en tortuga boba en el año 2001, en el que llegaron a dicho centro mas de 70 ejemplares de tortuga boba tapizadas casi en su totalidad por balanos del género *Platylepas* sp. (zona dorsal, cabeza, cuello, piel de extremidades, plastrón y caparazón) y con signos patológicos de delgadez extrema, debilidad y grave dermatitis (Castillo, 2002). No se tiene certeza de si fue este balano el causante de la patología o si dicha patología facilitó la colonización masiva de larvas de este balano.

No obstante, hay que tener en cuenta que hospedadores como la tortuga boba constituyen un importante vector de dispersión para los pequeños crustáceos y otros epibiontes, principalmente para comensales especialistas. Por ejemplo, en el caso de *Chelonibia testudinaria*, balano específico de tortugas marinas, su reproducción depende completamente de su hospedador, ya que dada su condición hermafrodita sin capacidad de autofecundación, para que pueda reproducirse es imprescindible que se localicen 2 individuos sobre la misma tortuga, a una distancia máxima del tamaño de sus penes. Además, para que una tortuga pueda ser colonizada por esta especie tiene que estar en una zona en la que abunden las larvas *cipris* de la especie, para lo que hace falta que abunden las tortugas con parejas reproductoras sobre su caparazón, y por consiguiente, zonas de congregación de tortugas (Zardus y Hadfield, 2004; Casale, 2004). Según Rawson et al. en 2003, la migración de la tortuga boba ayuda a mantener una homogeneidad genética en las poblaciones de *Chelonibia testudinaria* del Atlántico occidental y ha sido responsable de su expansión dentro del Mediterráneo.

Otro factor importante es que la composición de la comunidad de crustáceos que habita sobre una tortuga puede darnos información relevante sobre los movimientos y el comportamiento de su hospedador, indicándonos preferencias en las corrientes, temperatura, salinidad, profundidad, etc. Por ejemplo, como dijeron Zardus y Hadfield (2004), el asentamiento de balanos comensales de tortugas marinas sobre su hospedador debe producirse en zonas donde se congregan un mayor número de tortugas, sugiriendo las zonas costeras, o mas concretamente, los puntos donde se agrupan para alimentarse o se reproducirse. Por consiguiente, la presencia de balanos es un buen indicador de estancias en zonas costeras o en zonas de abundancia de tortugas (Zardus y Hadfield, 2004). Este hecho se confirma por la escasez de balanos en tortugas que han pasados largos períodos en mar abierto (Casale, 2004), como las tortugas juveniles en su etapa oceánica.

Los ejemplares de *C. virgatum* observados como epibiontes de tortugas marinas presentan tallas generalmente bastante mas pequeñas que los observados adheridos a otros objetos inanimados. Algunos autores sugieren que la piel de la tortuga puede tener alguna sustancia que inhiba el crecimiento de esta especie, o que el tiempo que pasa la tortuga fuera del agua para realizar las puestas, pueda afectar fuertemente a este cirrípedo mucho mas sensible a la desecación que otros debido a la reducción de sus placas calcáreas (Eckert & Eckert, 1987).

Centrándonos en los cirrípedos epibiontes de la tortuga común o boba (*Caretta caretta*), la especie mas citada y abundante es el balano específico de tortugas marinas *Chelonibia testudinaria*, observándose en frecuencias realmente elevadas en hembras nidificantes de EEUU (Caine, 1986; Frick et al., 1998, 2004; Pfaller et al., 2006, 2008) y en el Mediterráneo (Casale et al., 2004; Kitsos et al., 2005; Fuller et al., 2010), como en contadas ocasiones y en frecuencias muy bajas en ejemplares juveniles del noreste del Atlántico (Davenport, 1994) y del Mediterráneo (Badillo, 2007). También se han citado otros congéneres de esta especie, como *Chelonibia caretta*, que presenta las frecuencias



mas altas en hembras nidificantes de EE.UU (Frick et al., 1998 y Pfaller et al., 2008), o *Chelonibia patula*, presente solo en tortugas del Mediterráneo (Kitsos et al., 2005 y Badillo, 2007).

Otras especies de la Familia Coronuloidea (Orden Sessilia) citadas como epibiontes de tortuga boba son: dos especies del género *Chthamalus* (*Ch. fragilis* y *Ch. stellatus*), muy abundantes en hembras nidificantes de EE.UU (Frick et al., 1998); *Conopea galeata*, observado solo en hembras nidificantes de Florida, EE.UU (Pfaller et al., 2008); y dos especies del género *Stomatolepas* (*S. elegans* y *S. muricata*) citadas solo en juveniles del Mediterráneo (Kitsos et al., 2005; Badillo, 2007), aunque en bajas frecuencias. Por último, dentro de la Familia Balanidae (Orden Sessilia), se han citado cuatro especies del género *Balanus*, donde *Balanus amphitrite* es el mas citado, siendo realmente abundante en hembras nidificantes de EE.UU (Caine, 1986; Fick et al., 1998, 2004; Pfaller et al., 2006, 2008) y menos abundante pero presente en el mediterráneo (Kitsos et al., 2005 y Badillo, 2007).

Por otro lado, los cirrípedos del Orden Pedunculata, presentan en general frecuencias mas bajas, pero han sido citados en numerosas ocasiones, siendo el percebe *Lepas anatifera* el mas comúnmente observado, tanto en hembras nidificantes de EE.UU (Caine, 1986; Fick et al., 1998) y del Mediterráneo (Fuller et al., 2010), como en juveniles del noreste del Atlántico (Tukey, 1818; Gruvel, 1920; Frick et al., 2003) y del mediterráneo (Kitsos et al., 2005; Badillo, 2007 y Fuller et al. 2010). Otras dos especies de este mismo género se han localizado en ejemplares juveniles de tortuga boba (*L. hilli* y *L. anserifera*) tanto en el Atlántico (Frick et al., 2003) como en el mediterráneo (Badillo, 2007), y una tercera, *L. pectinata*, mas frecuente en hembras adultas de EE.UU (Frick et al., 1998).

Por último, el pedúnculado *Conchoderma virgatum* ha sido citado única y exclusivamente en ejemplares juveniles, tanto del Atlántico (Tukey, 1818; Darwin, 1852; Gruvel, 1920; Frick et al., 2003) como del Mediterráneo (Chevreux & De Guerne, 1893; Kitsos et al., 2005; Badillo, 2007).

2. – CARACTERÍSTICAS TAXONÓMICAS

INFRACLASE CIRRIPELIA Burmeister, 1834

Es el único grupo sésil de los crustáceos y pertenece a la Subclase Thecostraca Gruvel, 1905 (Clase Maxilopoda Dahl, 1956). Se consideró dentro del filo Mollusca hasta que en 1830 se reconoció su pertenencia al grupo de los crustáceos tras descubrirse sus primeros estadios larvarios. Son exclusivamente marinos y mayoritariamente de vida libre y viven adheridos a rocas, conchas, corales y objetos flotantes. Algunos de ellos son comensales de ballenas, tortugas, peces, cangrejos y otros animales, y algunos se han especializado como parásitos (Superorden Rhizocephala).

Existen dos grupos morfológicamente diferenciados: a) Los cirrípedos pedunculados, que poseen un tallo muscular y flexible (pedúnculo) que se adhiere al sustrato por uno de sus extremos y en el otro porta la mayor parte del cuerpo (capítulo). El pedúnculo representa el extremo preoral del animal y contiene vestigios de las primeras antenas larvarias y las glándulas cementales. El capítulo contiene todo el cuerpo y un caparazón envolvente (manto) que está cubierta por dos tipos de placas calcáreas (escudos y tergos). b) Por otro lado, los cirrípedos balanomorfos, que carecen de pedúnculo y la superficie de adherencia inferior, denominada base, puede ser membranosa o calcárea y representa la región preoral del animal. El cuerpo del animal está rodeado en la parte más exterior por una pared vertical de placas que pueden fusionarse o estar unidas por tejidos vivos, y dentro está cubierto por un opérculo formado por pares de tergos y escudos móviles.

Dentro del manto, ambos tienen el cuerpo flexionado hacia atrás con los apéndices dirigidos hacia la abertura del manto en la parte superior. La mayor parte del cuerpo está formada por la región cefálica y torácica y no existe una segmentación externa diferenciada. Las primeras antenas son vestigiales a excepción de las glándulas cementales, y el segundo par de antenas están solo presentes en larvas. Los apéndices orales están modificados de forma muy variada aunque típicamente se utilizan seis apéndices torácicos birrámeos llamados cirros (de donde deriva el nombre Cirripedia), donde cada rama está dotada de setas largas y están especializados en la alimentación suspensiva.

Son generalmente de color blanco, rosa o morado.

Se alimentan mediante filtración activa o pasiva de organismos y partículas suspendidas en el agua gracias al cepillo de sedas de los cirros en agitación. La mayoría filtran organismos planctónicos de talla pequeña, aunque algunos pueden atrapar presas de mayor talla como copépodos, isópodos, anfípodos, etc.

Los pedunculados pueden medir desde unos pocos milímetros hasta 75cm de longitud incluyendo el pedúnculo. Los balanomorfos miden desde unos milímetros a varios centímetros de diámetro, aunque algunos pueden alcanzar tamaños considerables (*Balanus psittacus* de la costa oeste de Sudamérica alcanzan 23cm de altura y 8cm de diámetro). La mayoría alcanzan de 2 a 5 años de edad y su crecimiento se produce mediante la adición y alargamiento de las lamelas y mediante mudas del cuerpo quitinizado. Las tasas de crecimiento son muy diversas en función de la especie e incluso dentro de la misma. Una de las más estudiadas es la del pedúnculado *Conchoderma virgatum* en la que Il'in et al. (1978) y otros investigadores estimaron rangos de 0.1 – 1.9mm¹/día y que alcanzan la madurez sexual a partir de los 50 días, mientras que Eckert & Eckert (1987) observaron una tasa de crecimiento media de 0.34mm¹/día en ejemplares epibiontes de tortuga laúd, alcanzando la madurez sexual con una talla capitular de 12.4mm y una edad aproximada de 28 días. Estas diferencias sugieren precaución a la hora de extrapolar parámetros de crecimiento y en las comparaciones entre distintas poblaciones de una misma especie. Por lo general, un cirrípedo joven, de un mes de vida, mide alrededor de 3mm de diámetro.

Los cirrípedos pedunculados viven generalmente sobre objetos flotantes o como comensales de otros animales, mientras que los balanomorfos están muy adaptados a la vida en rocas intermareales sometidas al batido de la corriente y de las olas, aunque algunas especies también se han especializado en vivir como comensales de otros animales.

¹ Longitud capitular



Sus rivales por el espacio son las algas y las esponjas y sus depredadores directos los caracoles y cangrejos entre otros.

Son predominantemente hermafroditas, aunque es bastante raro encontrar casos de autofecundación. La transferencia seminal se lleva a cabo mediante copulación por medio de un pene largo. Algunas especies han desarrollado formas masculinas diminutas que se adhieren a una hembra (machos enanos) o a un individuo hermafrodita (machos complementarios) para contrarrestar las dificultades de encontrar pareja en el océano, y muestran distintos grados de modificación, llegando a producirse alguna especie dioica. Los ovarios se sitúan en el pedúnculo, o sobre la base, en las paredes del manto. Los testículos se localizan en la región cefálica y dos conductos espermáticos se unen dentro de un largo pene justo delante del ano. Los huevos se incuban dentro del ovisaco, situado en la cavidad del manto.

Presentan 7 estadios larvarios: seis fases *nauplio* de vida libre y fácilmente reconocible por su caparazón en forma de escudo triangular, y una larva *cipris* que no se alimenta, cuyo cuerpo está encerrado en un caparazón bivalvo y que posee un par de ojos compuestos sésiles y seis pares de apéndices torácicos. Esta fase se encarga de la selección y fijación en un sustrato adecuado, gracias a las glándulas cementales situadas en el primer par de antenas, y su presencia indica una alta calidad de las aguas. Según Jonsson et al. (2004), la fase de asentamiento inicial de la larva *cipris* sobre una superficie se ve fuertemente influenciada por la hidrodinámica de la zona, de tal forma que fuerte hidrodinamismo disminuye el asentamiento y reclutamiento de larvas debido a las fuerzas de vaivén ejercidas por la corriente. Tras la fijación, tiene lugar la metamorfosis, en la que los cirros se alargan, el cuerpo se flexiona y las placas primarias aparecen en el siguiente exoesqueleto, por debajo de las valvas de la larva *cipris*.

La reproducción de los cirrípedos se ve fuertemente influenciada por las condiciones ambientales. Por ejemplo, la producción de larvas es mucho mayor en zonas de alta productividad (Leslie et al., 2005); la duración del período larvario varía en función de la temperatura, por ejemplo, de 14 a 21 días en balanos de regiones costeras templadas (Bassindale, 1936) y de 5 a 11 días en los de aguas cálidas (Anil et al., 2001); Incluso, los balanos que viven adheridos a objetos flotantes en el océano abierto, presentan períodos larvarios de hasta 2 meses (Moyses, 1987), llegando en algunos casos a reducir el número de fases larvarias o incluso a criar las larvas en el interior del adulto (Newman and Ross, 1977), o aquellos comensales específicos de tortugas marinas como *Chelonibia testudinaria*, cuyas dos primeras fases larvarias se crían en el interior del adulto, y que además presenta una reproducción androdioica debido al fuerte desarrollo de machos complementarios (Zardus & Hadfield, 2004).

La infraclase Cirripedia está formada por 3 superórdenes: Superorden ACROTHORACIDA, formado por especies de pequeño tamaño y principalmente parásitos, con disco de sujeción en la parte anterior del cuerpo y sin placas calcáreas en las valvas. Presentan machos enanos, y son capaces de perforar conchas de gasterópodos, quitones y esqueletos calcáreos de corales; Superorden RHIZOCEPHALA, constituido por cirrípedos de cuerpo desnudo y sin extremidades, hermafroditas, y la mayoría parásitos de decápodos; Superorden THORACICA, que se describe a continuación por su interés en este estudio.

Superorden Thoracica Darwin, 1854

Cirrípedos de vida libre o comensales.

El manto está normalmente cubierto de placas calcáreas. Presentan seis pares de cirros bien desarrollados con los que filtran el alimento.

Son principalmente filtradores sésiles de plancton.

En las islas atlánticas de la Macaronesia (Azores, Madeira, Canarias y Cabo Verde), algunas de las especies de este superorden son consideradas un manjar.

Lo constituyen 2 órdenes: O. Pedunculata y el O. Sessilia. Ambos se describen a continuación por su interés para este estudio.

a) Orden Pedunculata Lamarck, 1818

Denominados comúnmente Pedunculados, debido a que presentan una de las morfologías típicas de los cirrípedos descritas anteriormente, es decir, el cuerpo dividido en dos partes, pedúnculo y capítulo.

Algunas de las especies de este orden viven adheridas a rocas en el intermareal, pero una gran parte son pelágicas y viven adheridas a objetos flotantes o animales y plantas pelágicas, y se observan en gran número en las arribazones de las costas oceánicas. (Ver ejemplos en Pág. 10).

Son organismos filtradores, por lo que necesitan cierto hidrodinamismo para poder alimentarse, situándose generalmente en zonas expuestas o semi-expuestas.

Lo constituyen 4 subórdenes: Suborden Heteraledomorpha; Suborden Iblomorpha; Suborden Lepadomorpha, que se describe a continuación; y Suborden Scalpellomorpha, con especies que presentan un capítulo con más de 5 placas calcáreas básicas y un pedúnculo cubierto de placas calcáreas. Generalmente habitantes de aguas profundas y algunos de rocas intermareales (Ejemplos: *Scalpellum*, *Heterolepas*, *Pollicipes*).

Suborden Lepadomorpha Pilsbry, 1916

Cirrípedos pedunculados con el capítulo formado por 5 placas calcáreas y con el pedúnculo desnudo.

Este grupo lo constituyen 3 familias: Fam. Oxyngaspididae; Fam. Poecilasmataidae; capítulo con 5 placas calcáreas reducidas, hermafroditas y la mayoría comensales de crustáceos; y Fam. Lepadidae, que se describe a continuación.

Familia Lepadidae Darwin, 1852

Cirrípedos pedunculados con un capítulo formado por no más de 5 placas básicas: 1 carena; 2 tergos y 2 escudos.

Viven adheridos a objetos flotantes y otros animales.

Por lo general y como adaptación a este medio de vida inestable, presentan un crecimiento bastante rápido, alcanzando la madurez sexual muy pronto, las especies del género *Lepas* en 1-2 meses (Thiel & Gutow, 2004).

Son hermafroditas y la maduración de ambos sexos, ovarios y testículos, es simultánea (Patel, 1959; Inatsuchi et al., 2010). Pueden copular como machos siempre que quieran, menos tras la muda, y como hembras durante aproximadamente las 24 horas que siguen a la muda. Tras la cópula como hembras depositan los huevos en la cavidad del manto, en donde los incuban durante 4-5 días (a 25°C), momento en el que se liberan las larvas en estadio nauplio I simultáneamente con la muda del adulto. En ese momento los ovarios vuelven a estar preparados de nuevo (Inatsuchi et al., 2010).

Lo configuran especies de los géneros *Lepas*, *Conchoderma* (comensales de ballenas y tortugas) y *Alepa* (comensales de medusas).

b) Orden Sessilia Lamarck, 1818

Cirrípedos sin pedúnculo o sentados, cuya abertura se cierra mediante un escudo y un tergo móviles.

A este orden pertenecen 3 subórdenes: Suborden Verrucomorpha, con especies hermafroditas de caparazón asimétrico como por ejemplo el género *Verruga*; Suborden Brachylepadomorpha; y el Suborden Balanomorpha, que se describe a continuación.

Suborden Balanomorpha Pilsbry, 1916

Constituido por 6 superfamilias: Superfamilia Chionelasmatoidea; Superfamilia Pachylasmatoidea; Superfamilia Tetraclitoidea; Superfamilia Balanoidea, con el Género *Balanus*; Superfamilia Chthamaloidea, caracterizados por presentar un rostro con alas y labio superior no recortado, viven



generalmente adheridos a rocas en el litoral. Género *Chthamalus*; y Superfamilia Coronuloidea: que se describe a continuación.

Familia Coronulidae Leach, 1817

Balanos sésiles especializados en vivir como comensales obligados de tortugas marinas, ballenas, serpientes marinas, sirénidos y crustáceos. Su evolución hacia esta forma de vida está marcada por el desarrollo de una serie de estrategias reproductivas y de crecimiento únicas (paredes y estructuras especiales), que les ha permitido adherirse a los tejidos duros o blandos de su hospedador. Evidencias fósiles sugieren que la relación entre los balanos Coronuloideos y los Chelonios (puede que también otros grandes organismos neotónicos), se viene desarrollando desde el Eoceno (Ross & Newman, 1967).

Se caracterizan por presentar un rostro con radios y siempre fundido con los laterales y labio superior muy recortado. Son los únicos balanomorfos en los que las placas del opérculo, cuando están presentes, no ocluyen completamente el orificio. Todas las especies son simbioses que invaden con menor o mayor profundidad en el tejido de su hospedador (ERC, 2007).

Los principales géneros son: *Chelonibia*, *Platylepas* y *Stomatolepas*.

El género *Chelonibia* se diferencia del género *Platylepas* porque este último es mucho más pequeño y posee 6 placas calcáreas y generalmente coloniza en grandes números la piel de su hospedador, pudiendo incrustarse bastante en ella (Frick, 2001).

Dentro del género *Chelonibia*, existen especies que se han adaptado a vivir sobre un solo tipo de hospedador, es decir, son comensales específicos, como por ejemplo, *Chelonibia testudinaria*, que es un balano específico de tortugas marinas. Como se dijo en la introducción, estas especies dependen totalmente de su hospedador para su buen desarrollo.

3. – RESULTADOS

3.1. – DESCRIPCIÓN DE LAS ESPECIES

Se identificaron un total de 3 especies de cirrípedos (Maxilopoda, Crustacea), epibiontes de tortugas *Caretta caretta* localizadas en aguas de Canarias. Todas ellas pertenecen al superorden Thoracica Darwin, 1854, pero 2 de ellas son del Orden Pedunculata (Suborden Lepadomorpha): *Lepas anatifera* Linnaeus, 1767, y *Conchoderma virgatum* Spengler, 1790; y la tercera pertenece al Orden Sessilia (Suborden Balanomorpha): *Platylepas hexastylus* Fabricius, 1798.

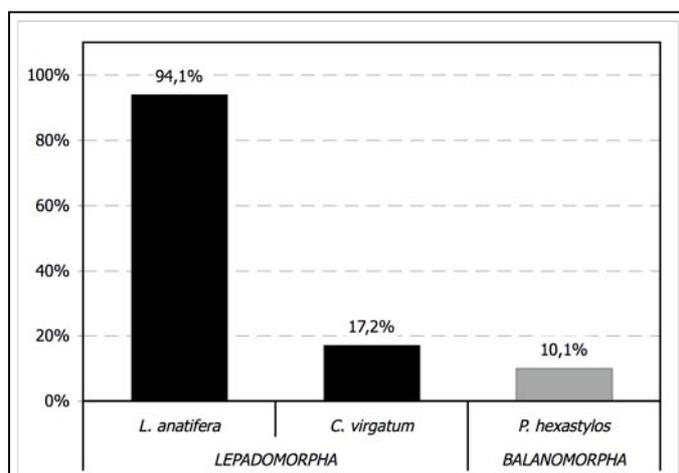


Fig. 79. Porcentaje de tortugas que presentaron cada una de las especies de cirrípedos epibiontes localizadas en las tortugas *Caretta caretta* de Canarias.

El cirrípedo lepadomorfo *Lepas anatifera* fue el epibionte más abundante y frecuente de todas las especies epibiontes descritas en este estudio, localizándose en el 94.1% de las tortugas muestreadas. Esta especie se localizó principalmente sobre y entre los escudos del caparazón, aunque en algunas ocasiones también se observó adherido a la piel del cuello y aletas y a los escudos del plastrón. Generalmente formando agrupaciones bastante numerosas de adultos y/o juveniles acompañados de larvas *cipris*, generalmente entremezclados con las algas *Polysiphonia caretta* o *Hinckesia mitchelliae* y el hidroideo *Obelia geniculata*.

El cirrípedo lepadomorfo *Conchoderma virgatum* fue mucho menos numeroso y frecuente que el anterior, localizándose en el 17.2% de las tortugas muestreadas. Esta especie se observó generalmente en la zona ventral de la tortuga, adherida a la piel de aletas y cuello, así como en el plastrón, con mucha más frecuencia que en el caparazón de la tortuga. Como la especie anterior, *C. virgatum* también forma agrupaciones de ejemplares adultos y/o juveniles, pero en cantidades mucho más pequeñas, y con una presencia de larvas más reducida.

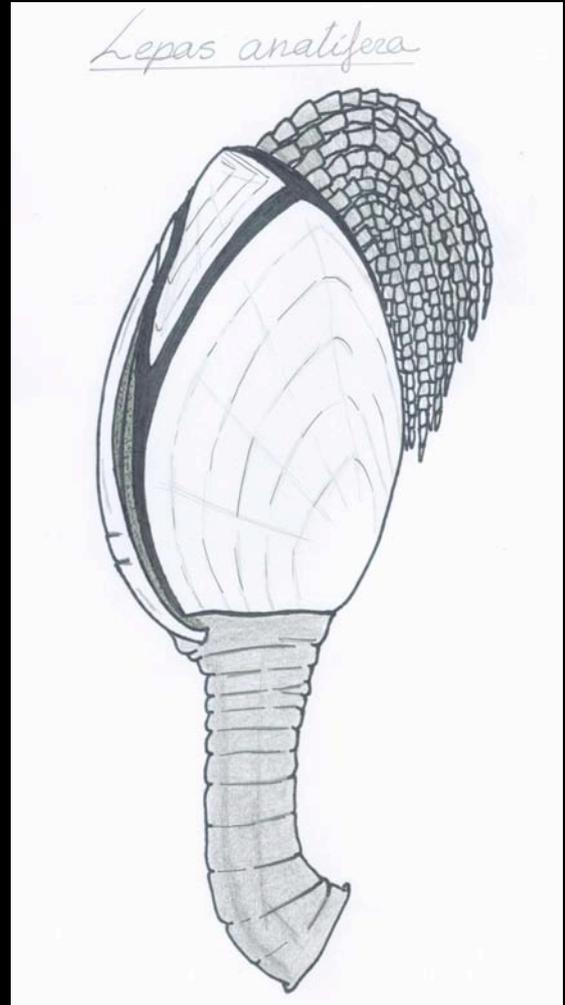
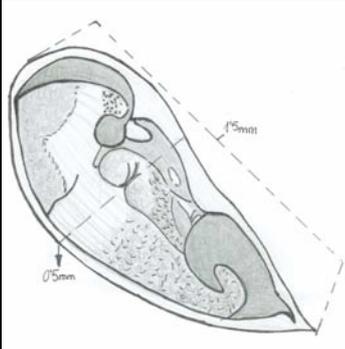
Por último, el balano *Platylepas hexastylus* fue la especie menos frecuente de los cirrípedos de este estudio, localizándose en el 10.1% de las tortugas muestreadas. La mayor parte de los ejemplares estaban adheridos al plastrón de la tortuga, aunque en contadas ocasiones se localizaron ejemplares muy pequeños situados en las aletas y en el caparazón. Principalmente se observaron individuos solitarios o en parejas sobre una misma tortuga, aunque en un caso se localizaron más de 20 ejemplares sobre la misma tortuga. He de recalcar que en otras ocasiones (tortugas que por razones logísticas no pudieron ser muestreadas o que se vieron fuera del período de estudio) se observaron tortugas con más de 30 y 40 individuos (casi siempre todos en el plastrón del animal).

A continuación se disponen las fichas de caracterización de cada una de las especies observadas pertenecientes a este grupo, en la que se detallan las características específicas de cada una de ellas, imágenes y fotos de las mismas obtenidas en este estudio, así como los gráficos de frecuencia de la presencia/ausencia, cantidad, talla y estadio reproductor de cada especie en función de las distintas variables de estudio (Año, mes, isla, zona, talla de la tortuga y gravedad de las lesiones).



Lepas anatifera Linnaeus, 1767

Phylum: Arthropoda
Superclase: Crustacea Brünnich, 1772
Clase: Maxilopoda Dahl, 1956
Infraclasse: Cirripedia Burmeister, 1834
Superorden: Thoracica Darwin, 1854
Orden: Pedunculata Lamarck, 1818
Suborden: Lepadomorpha Pilsbry, 1916
Fam.: Lepadidae Darwin, 1852
Género: *Lepas* Linnaeus, 1758



DESCRIPCIÓN Y DATOS DE INTERÉS DE LA ESPECIE:

Morfología: Cuerpo dividido en pedúnculo y capítulo. Pedúnculo contráctil, flexible y sin placas calcáreas (desnudo). Capítulo formado por 5 placas calcáreas básicas: 1 carena, 2 tergos y 2 escudos. Presentan 6 pares de cirros birrámeos.

Talla: El pedúnculo puede alcanzar hasta 150mm de longitud y el capítulo hasta 50mm. La madurez sexual se alcanza cuando el capítulo supera los 25mm.

Color: Placas de color blanquecino o algo grisáceo con tegumento negro entre ellas. Pedúnculo pardo grisáceo mas oscuro en la parte superior.

Alimentación: Son filtradores de plancton.

Hábitat: Pasajeros habituales de objetos flotantes y otros animales. Se observan en grandes cantidades en las arribazones de las costas oceánicas. Tienen preferencia por asentarse en las zonas mas superficiales del objeto o animal sobre el que viven, (generalmente a menos de 2m de profundidad) (Roskel, 1969; Ill'in et al., 1978).

Reproducción: Son hermafroditas y la maduración de ambos sexos, ovarios y testículos, es simultánea (Patel, 1959; Inatsuchi et al., 2010) y se produce en tan solo 1 o 2 meses (Thiel & Gutow, 2004). La fertilización es cruzada e interna por medio de un pene largo, y pueden copular como machos siempre que quieran menos tras la muda, y como hembras durante las aproximadamente 24 horas que siguen a la muda. Las puestas son incubadas en masa adheridas a las pared del manto, y tras una semana aproximadamente se liberan larvas tipo nauplio I, en el momento de la muda del adulto. En ese momento los ovarios vuelven a estar preparados de nuevo (Inatsuchi et al., 2010). Presentan varios estadios larvarios, de los cuales la última fase es una larva *cipris*, que es la encargada de seleccionar y adherirse a un sustrato.

Distribución: Son grandes cosmopolitas, por lo que tienen una amplia distribución por todo el planeta. En la región europea, desde el sur de Noruega y oeste de las islas británicas hasta el Mediterráneo.

Se puede decir que es una de las primeras especies citadas como epibiontes de tortugas marinas, por Tukey (1818) y Gruvel (1920). Es bastante común como epibionte de tortuga boba, aunque en frecuencias no muy altas y principalmente en individuos juveniles. Ha sido citada en juveniles localizados al este del Atlántico Norte por los dos autores mencionados anteriormente y por Frick et al., (2003); en hembras nidificantes de Georgia, EE.UU (Caine, 1986; Frick et al., 1998) y en juveniles de las costas mediterráneas de España (Badillo, 2007), Chipre (Fuller et al., 2010) y Grecia (Kitsos et al., 2005).

Clasificación taxonómica		1
3	2	
4	8	
6	9	12
6	10	
7	11	13

Fig. 80 (al dorso): Imágenes de ejemplares de *Lepas anatifera* localizados sobre las tortugas *Caretta caretta* muestreadas. 1. Esquema de los ejemplares de *L. anatifera* muestreados. 2. Esquema de una larva *cipris* de *L. anatifera*. 3. Detalle de larvas *cipris* de *L. anatifera*. 4. Grupo de larvas *cipris*. 5. Ejemplar adulto y 3 juveniles de *L. anatifera*. 6. Detalle del capítulo de 3 ejemplares juveniles de *L. anatifera*. 7. Ejemplar de *L. anatifera* entremezclados con el alga roja *P. caretta*. 8. Agrupación de ejemplares de *L. anatifera* y *P. caretta* como se localizan sobre el caparazón de la tortuga. 9. Ejemplares grandes de *L. anatifera* adheridos a la piel y uña de la tortuga. 10 y 11. Grupos de *L. anatifera* sobre el caparazón de la tortuga. 12 y 13. Tortugas colonizadas por *L. anatifera* de diversos modos.



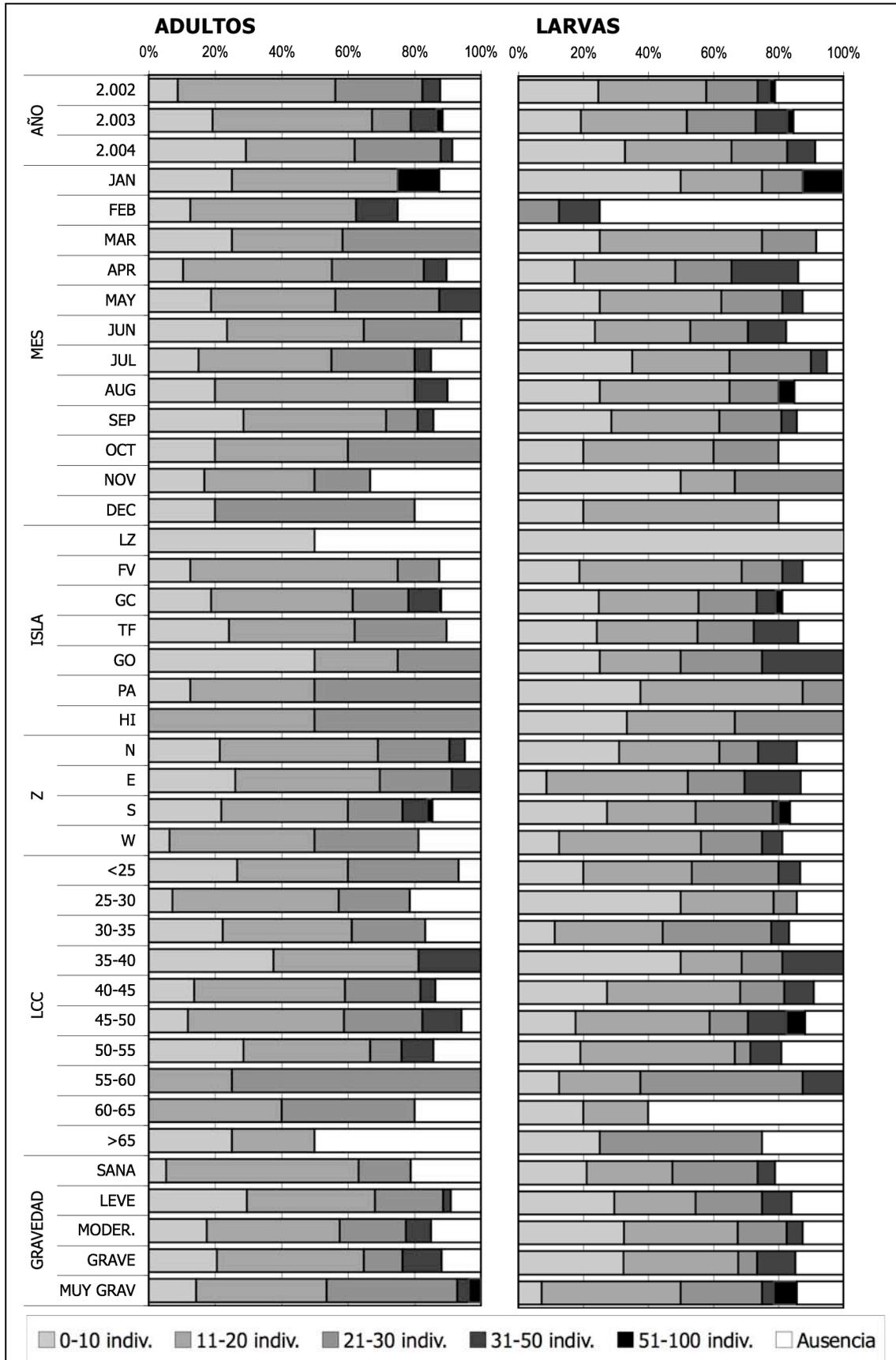


Fig. 81: Gráfico de frecuencias de presencia/ausencia de adultos y larvas *Lepas anatifera* en las tortugas *Caretta caretta* muestreadas, en función de las diferentes variables de estudio. La presencia se subdivide en función de las cantidades observadas por tortuga.

El cirrípedo lepadomorfo *Lepas anatifera* estuvo presente en el 94.1% de las tortugas muestreadas para este estudio, siendo la más frecuente de todas las especies epibiontes observadas. Como se aprecia en el gráfico anterior (Fig. 81) la frecuencia de ejemplares adultos y de larvas *cipris* de esta especie no presentó grandes diferencias, debido a que en la mayor parte de los casos, sobre una misma tortuga se localizaban ambos estadios.

Las diferencias más importantes se encontraron en el mes de febrero, ya que solo el 25% de las tortugas ingresadas en este mes portaban larvas *cipris*, mientras en el resto de los meses más del 80% de las tortugas las presentaban. Además, en este mes se observó la menor frecuencia de adultos (75%), junto con el mes de noviembre (66,7%), aunque esta diferencia fue mucho menor que en el caso de las larvas. Las menores abundancias de biomasa de este epibionte, tanto en adultos como en larvas, se observaron en los meses de octubre, noviembre y diciembre, siendo las tortugas que ingresaron en enero las que portaban mayores cantidades para ambos estadios.

Todas las tortugas muestreadas procedentes de La Gomera, La Palma y El Hierro presentaron tanto larvas como adultos de *L. anatifera*. Por el contrario, las tortugas procedentes de Lanzarote presentaron la más baja frecuencia de adultos (50%), pero todas presentaron larvas (100%), aunque en cantidades realmente pequeñas. Las tortugas localizadas en Fuerteventura, Gran Canaria y Tenerife presentaron frecuencias muy similares para esta especie (tanto de larvas como de adultos).

Las tortugas que presentaron mayores cantidades de esta especie en su caparazón, se localizaron en el sur de las islas, sobretodo de larvas, a pesar de que las frecuencias no fueron muy dispares.

La tortugas de entre 35 y 60cm de longitud de caparazón presentaron mayor cantidad y frecuencia de *L. anatifera* como epibionte, mientras que las frecuencias y cantidades más bajas se observaron en las tortugas de más de 60cm de LCC_{min} , tanto en larvas como en adultos.

En función de la gravedad de las lesiones de las tortugas, no hay diferencias importantes, aunque se aprecia una pequeña tendencia a aumentar la frecuencia y cantidad de *L. anatifera* al aumentar la gravedad de las lesiones. Solo las tortugas que ingresaron con lesiones muy graves presentaron una biomasa realmente importante en sus caparazones, tanto de adultos como de larvas, lo que sugiere que los individuos con menos movilidad o actividad son más idóneos para un mayor asentamiento de esta especie.



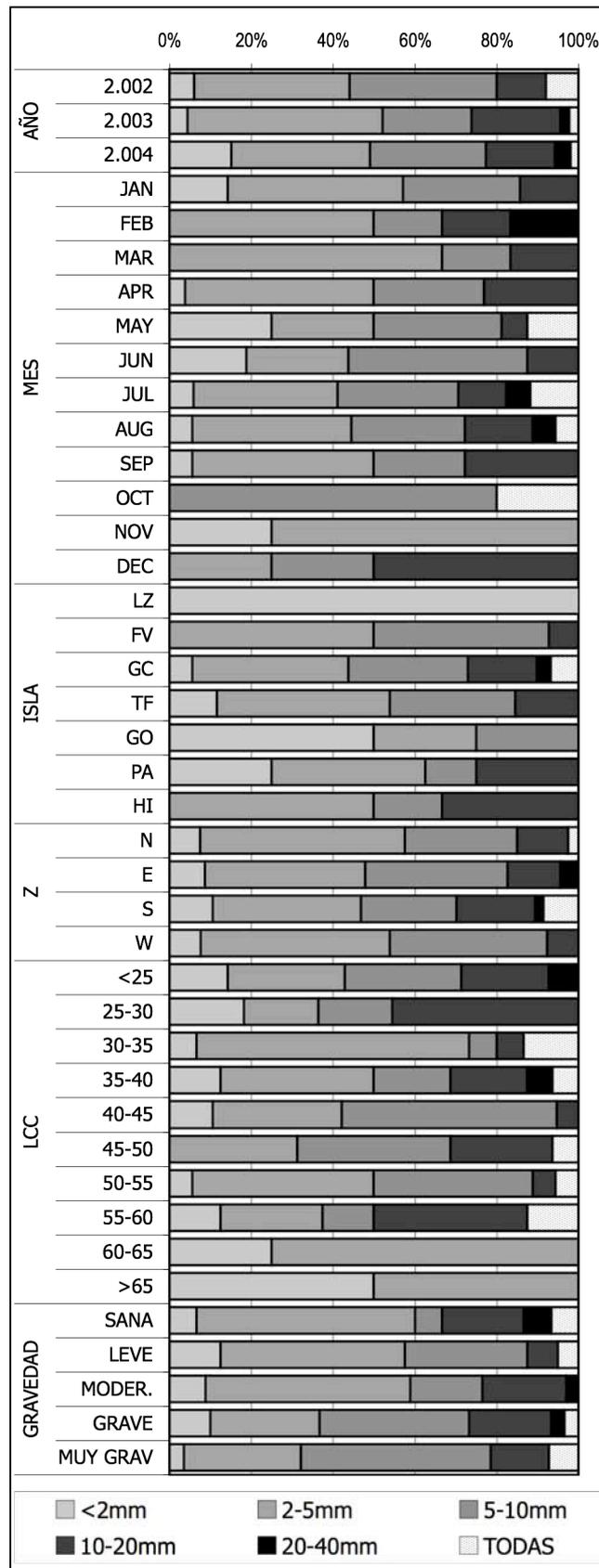


Fig. 82. Gráfico de frecuencias de las tallas máximas de *L. anatifera* observadas por tortuga, en los ejemplares de *C. caretta* muestreados, en función de las distintas variables de estudio.

Los ejemplares de *L. anatifera* epibiontes de tortugas *Caretta caretta* de Canarias, son muy pequeños en comparación con los que viven sobre otros animales u objetos flotantes descritos en la bibliografía. La talla capitular mas grande observada en este estudio fue de 50mm, similar a la descrita, aunque los ejemplares de esta talla se encontraron en muy pocas ocasiones. Además, todos los ejemplares presentaban pedúnculos muy cortos (de 2-5mm normalmente), por lo que en este estudio se ha tenido en consideración únicamente la talla capitular.

La mayor parte de las tortugas muestreadas (85.3%) transportaban individuos de entre 2 y 20mm de talla capitular, de los cuales el 39.6% eran individuos de 2 a 5mm y el 28.9% ejemplares de 5 a 10mm. Un pequeño grupo de tortugas (4.03%) portaban ejemplares de todas las tallas al mismo tiempo (desde 1mm hasta mas de 20mm).

A lo largo del año, las tallas mas grandes (de 20 a 40mm) se observaron con mas frecuencia en las tortugas ingresadas en el mes de febrero (en el 16.67% de las tortugas), aunque en los meses de mayo, julio, agosto y octubre ingresaron tortugas con ejemplares de todas las tallas (incluidas las superiores a 20mm) (12.5%, 11.7%, 5.6% y 20% respectivamente). El resto de los meses del año ingresaron tortugas con ejemplares de talla inferior a 20mm, incluso en noviembre todos fueron menores de 5mm.

Las tortugas ingresadas en la isla de Gran Canaria presentaron ejemplares de mayor talla, mientras que todos los observados en tortugas de las otras islas eran ejemplares de talla inferior a 20mm. Todos las tortugas localizadas de Lanzarote portaban ejemplares de talla inferior a 2mm.

Las tortugas de menos de 60cm de LCC_{min} presentaron mayores tallas y mas diversidad de tamaños de *L. anatifera*, mientras que todas las tortugas grandes (LCC_{min} >60cm) solo portaban ejemplares de talla pequeña (menos de 5mm de longitud capitular).

No se observan diferencias apreciables en la talla de los ejemplares de *L. anatifera* en función de la gravedad de las lesiones de las tortugas muestreadas.

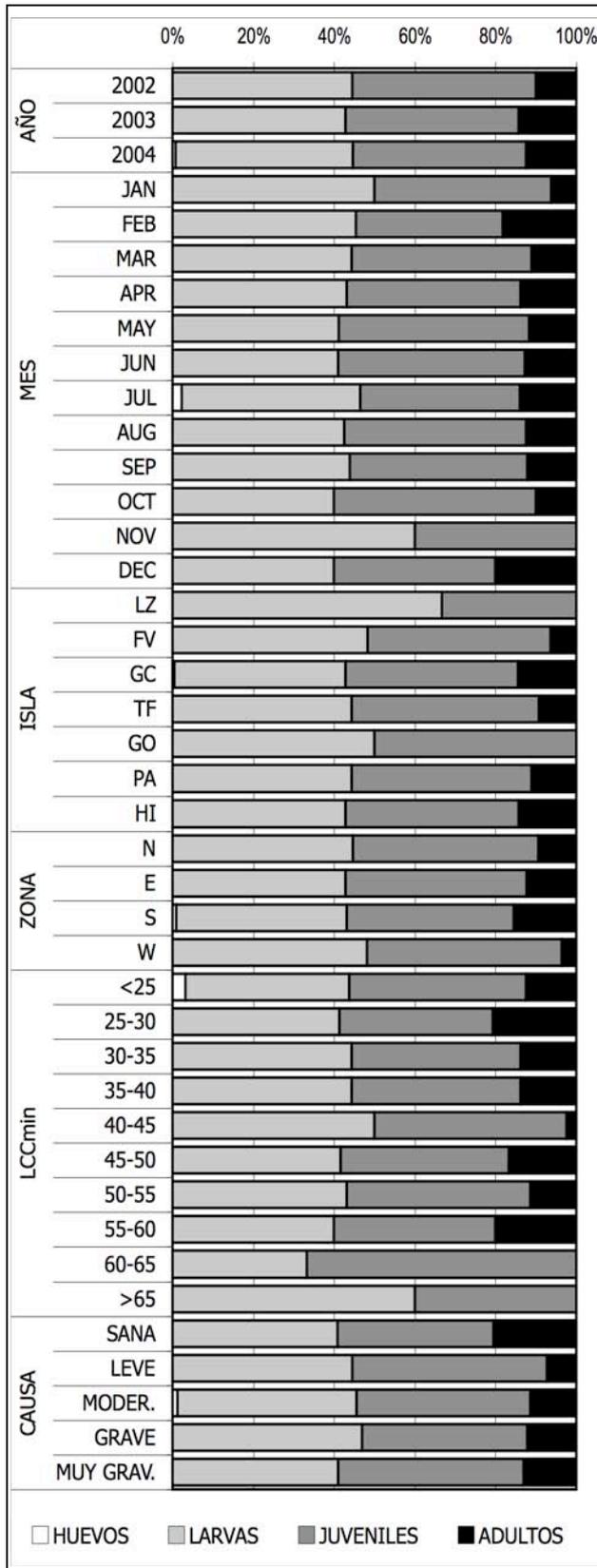


Fig. 83: Gráfico de frecuencias de los distintos estadios de *L. anatifera* localizados sobre las tortugas *C. caretta* muestreadas, en función de diferentes variables de estudio.

Según la bibliografía, los individuos de esta especie maduran al alcanzar los 25mm de talla capitular, aunque en este trabajo se observó un ejemplar de 17.6mm portando huevos, por lo que se han considerado como adultos a todos aquellos ejemplares de talla superior a 15mm. Por otro lado, es importante tener en cuenta que la mayoría de las tortugas cargaban simultáneamente grupos de ejemplares en distintas fases o estadios. El gráfico contiguo muestra el porcentaje de tortugas que portan cada uno de los estadios independientemente de si portaban otros o no.

De todas las tortugas que presentaron *L. anatifera* como epibionte en su caparazón, la mayoría portaban ejemplares juveniles y larvas *cipris* (93.63% para ambos estadios). Sorprende la baja frecuencia de ejemplares adultos, (tan solo en el 26.11% de las tortugas que portaban esta especie), y sobretodo la falta de puestas de huevos (solo 1 tortuga presentaba individuos con puestas de huevos).

La frecuencia de larvas y ejemplares juveniles fue realmente mucho mayor que de adultos en todos los casos (tanto a lo largo del año, como de la isla, la zona, la talla de la tortuga o la gravedad de la lesión). Además, los únicos individuos adultos que portaban huevos se localizaron en tortugas ingresadas en el mes de julio del año 2004, de longitud inferior a 25cm (LCC_{min}).

Las larvas *cipris* de *L. anatifera* presentaron frecuencias del 80 al 100% de las tortugas ingresadas, a excepción de las tortugas de 60-65cm de caparazón en las que solo se presentó en el 50%. Además, todas las tortugas ingresadas en Lanzarote, la Gomera, la Palma y el Hierro portaban larvas *cipris* en sus caparazones.

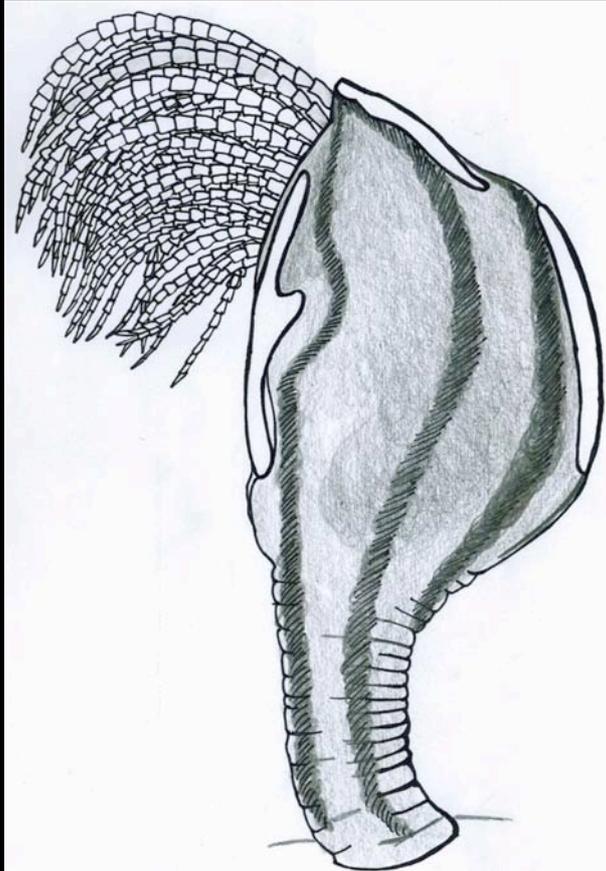
La frecuencia de juveniles fue en casi todos los casos superior al 85%, a excepción de los meses de febrero y noviembre (66.67% para ambos); de la isla de Lanzarote (50%); y las tortugas de talla superior a 65cm de caparazón (66.67%).

La escasez de ejemplares adultos llama enormemente la atención, con frecuencias de entre 10 y 30%, a excepción de, las tortugas ingresadas en los meses de febrero (33.3%) y diciembre (50%); las tortugas de más de 60cm que no presentaron ejemplares adultos; y en las tortugas sanas, en las que estuvo presente en el 50%.

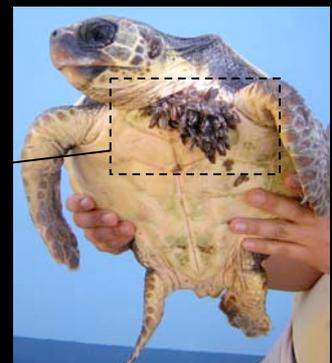
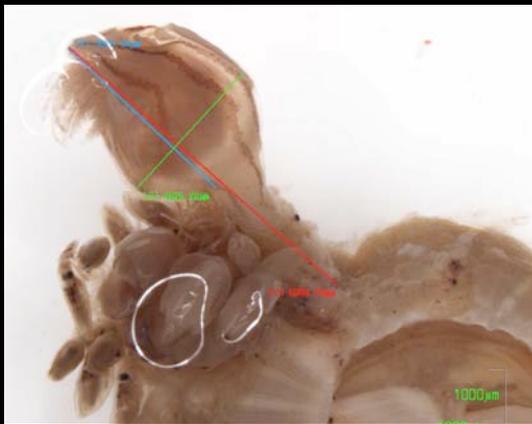
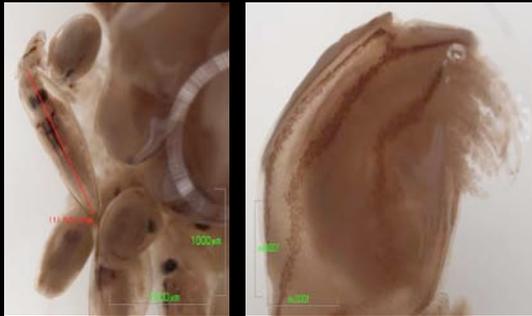


***Conchoderma virgatum* Spengler, 1790**

Phylum: Arthropoda
Superclase: Crustacea Brünnich, 1772
Clase: Maxilopoda Dahl, 1956
Infraclase: Cirripedia Burmeister, 1834
Superorden: Thoracica Darwin, 1854
Orden: Pedunculata Lamark, 1818
Suborden: Lepadomorpha Pilsbry, 1916
Fam.: Lepadidae Darwin, 1852
Género: *Conchoderma* Olfers, 1818



Conchoderma virgatum



DESCRIPCIÓN Y DATOS DE INTERÉS DE LA ESPECIE:

Morfología: Cuerpo dividido en pedúnculo y capítulo. El capítulo esta formado por 5 placas calcáreas casi totalmente reducidas y envueltas en una membrana. Se han observado comúnmente en grupos de unos 10 individuos.

Talla: Se han citado una gran diversidad de tallas. Alonso et al. (2010) citaron ejemplares de 3.5 a 25.8mm de talla total en tortugas verdes (*Chelonia mydas*) de Uruguay; Eckert & Eckert (1987) citaron ejemplares de 2.5 a 15.9mm de talla capitular en tortuga laúd (*Dermochelys coriacea*) en zonas tropicales del Caribe. Por otro lado, se han observado tallas mucho mayores en ejemplares adheridos a objetos inanimados como los observados en plataformas petrolíferas de aguas de Nueva Zelanda, de hasta 80mm de talla capitular (Foster & Willan, 1979); o los de 60mm (unos 35mm de talla capitular) observados por Beckett (1968) en el Noroeste del Atlántico (Canadá).

Llegan a la madurez sexual cuando la talla capitular supera los 11mm (MacIntyre, 1966).

Hábitat: Claramente pelágico (Eckert & Eckert, 1987) y generalista ya que se ha observado viviendo sobre peces, ballenas, tortugas y serpientes marinas, cangrejos, boyas, cables y todo tipo de objetos flotantes (Hastings, 1972). Comensal común de ballenas y tortugas.

Reproducción: Son hermafroditas y la maduración de ambos sexos, ovarios y testículos, es simultánea (Patel, 1959; Inatsuchi et al., 2010) y se produce en tan solo 1 o 2 meses (Thiel & Gutow, 2004). La fertilización es cruzada e interna por medio de un pene largo, pudiendo copular como machos siempre que quieran menos tras la muda, y como hembras durante las 24 horas que siguen a la muda. Las puestas son incubadas en masa adheridas a las pared del manto, y tras una semana aproximadamente se liberan larvas tipo nauplio I, en el momento de la muda del adulto. En ese momento los ovarios vuelven a estar preparados de nuevo (Inatsuchi et al., 2010). Presentan varios estadios larvarios, de los cuales la última fase es una larva *cipris*, que es la encargada de seleccionar y adherirse a un sustrato.

Distribución: Distribución cosmopolita, tanto en aguas tropicales como templadas (Stubbing, 1967). En la región oriental del Atlántico Norte, se han observado mayores concentraciones de larvas entre 20°-34°S y entre Canarias y Cabo Verde (15°-30°N), ambas zonas caracterizadas por la presencia de *upwellings* (Harper, 1995).

Al igual que *Lepas anatifera*, es un epibionte muy común citado en todas las especies de tortugas marinas. Para la tortuga boba ha sido citado solo en ejemplares juveniles, y solo en la costa este del Atlántico (Azores, Madeira, Francia) (Tukey, 1818; Darwin, 1852; Gruvel, 1920; Frick et al., 2003) y el Mediterráneo (costas de España, Francia, Italia y Grecia) (Chevreux & De Guerne, 1893; Kitsos et al., 2005; Badillo, 2007). Se han observado frecuencias muy diversas en tortugas de una misma zona y tanto en tortugas varadas como capturadas en el mar, sugiriendo una fuerte estacionalidad de esta especie.

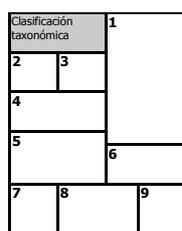


Fig. 84 (al dorso): Imágenes de ejemplares de *Conchoderma virgatum* localizadas sobre las tortugas *Caretta caretta* muestreadas. 1. Esquema de los ejemplares de *C. virgatum* muestreados. 2. Larvas cipris de *C. virgatum*. 3. Detalle del capítulo desnudo de *C. virgatum*. 4. Ejemplares de *C. virgatum* mezclados con *L. anatifera* como se recogen del muestreo. 5. Biometría de un ejemplar de *C. virgatum* asentado sobre el balano *Platylepas hexastylus*. 6. Grupo de ejemplares de *C. virgatum* adheridos al plastrón de la tortuga. 7. Tortuga con la cabeza, cara y aletas colonizadas por *C. virgatum*. 8. Detalle del agrupamiento de *C. virgatum* colonizando el plastrón de la tortuga (mostrada en 9). 9. Tortuga colonizada por un gran racimo de ejemplares de *C. virgatum*.



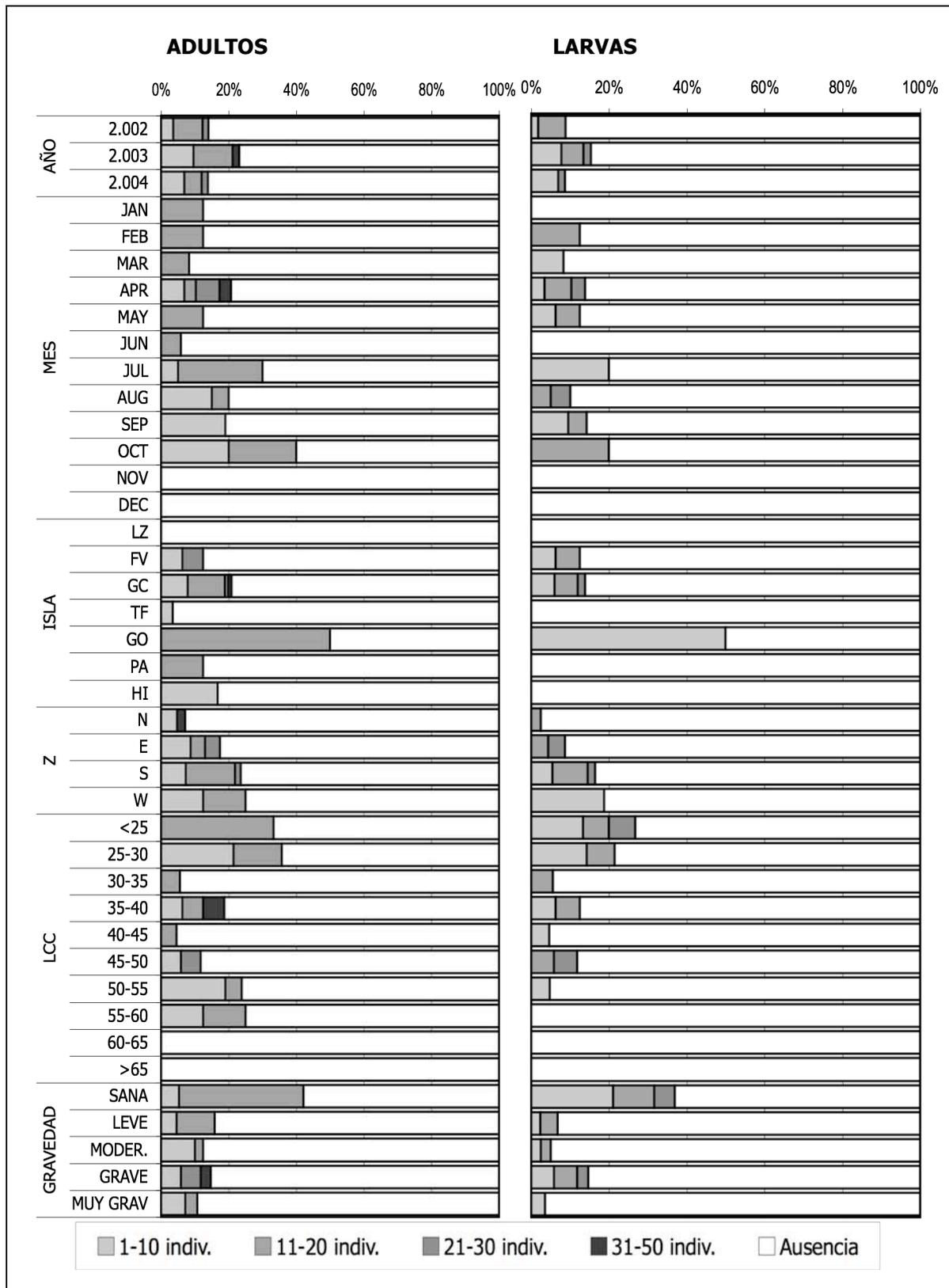


Fig. 85: Gráfico de frecuencias de presencia/ausencia de adultos y larvas *Conchoderma virgatum* en las tortugas *Caretta caretta* muestreadas, en función de las diferentes variables de estudio. La presencia se subdivide en función de las cantidades observadas por tortuga.

A pesar de ser un cirrípedo frecuente como epibionte de otros animales y sobretodo de objetos flotantes, solo se observó en el 17.2% de los ejemplares de tortuga boba muestreados para este estudio en las islas Canarias.

La mayor parte de las especies epibiontes estudiadas en este trabajo no han mostrado variaciones anuales, pero *C. virgatum* tiene una marcada diferencia, ya que en el año 2003 (adultos 23.08%; larvas 15.38%) su frecuencia prácticamente duplicó la de los años 2002 (adultos, 14.04%; larvas, 8.77%) y 2004 (adultos 13.79%; larvas: 8.62%).

Según la época del año, las frecuencias fueron bastante irregulares, tanto para adultos como para larvas, aunque destacan las mayores frecuencias en el mes de julio y la ausencia total de este epibionte en los meses de noviembre y diciembre.

Ninguna de las tortugas muestreadas procedente de Lanzarote presentó esta especie; las procedentes de Tenerife, La Palma y el Hierro nunca presentaron larvas; y el 50% de las tortugas localizadas en la Gomera presentaban adultos y larvas, siendo la frecuencia mas alta para todo el archipiélago.

Por otro lado, se observa un aumento en las frecuencias de *C. virgatum* en función de la zona de la isla en la que se localizó a las tortugas, aumentando progresivamente de norte a este, a sur y a oeste, pasando de un 7.14% y 2.38% en adultos y larvas localizados en la costa norte, hasta un 25% y 18.75% de adultos y larvas de las tortugas ingresadas en la costa oeste de las islas.

Resulta muy interesante que esta especie se localizó con mayor frecuencia en los ejemplares mas pequeños, de menos de 30cm de longitud de caparazón (LCC_{min}), mientras que ninguna tortuga mayor de 60cm presentaba esta especie como epibionte (aun mas, ninguna mayor de 55cm presentaba larvas).

Por último, destacar que se observó principalmente en tortugas sanas (adultos en el 42.11% y de larvas en el 36.84% de las tortugas sanas), disminuyendo enormemente al aumentar la gravedad de las lesiones.

Por lo general, las cantidades de biomasa localizadas sobre una misma tortuga no fueron muy abundantes, observándose principalmente en escasa o poca cantidad, sobretodo en el caso de las larvas, en el que en ninguna tortuga se observó una biomasa realmente abundante. Por lo general se presento en agrupaciones de unos 10-20 individuos adheridas al plastrón o a la piel del cuello y aletas, adherido a balanos epibiontes como *Platylepas hexastilos*, o, por último, entremezclado con ejemplares de *Lepas anatifera* (ver ejemplos en Fig. 84).



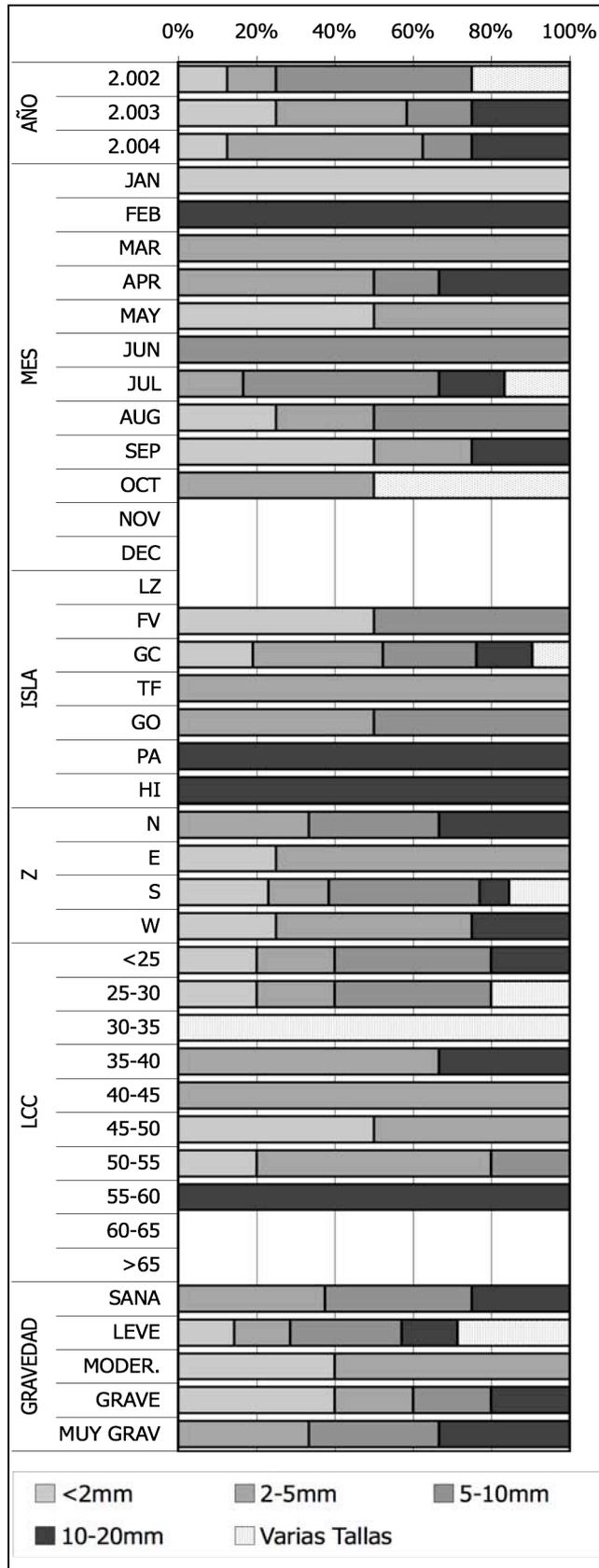


Fig. 86. Gráfico de frecuencias de las tallas máximas de *C. virgatum* observadas por tortuga, en los ejemplares de *C. caretta* muestreados, en función de las distintas variables de estudio.

Al igual que el cirrípedo *Lepas anatifera*, la mayoría de ejemplares presentaban un pedúnculo realmente reducido (de 2 a 5mm aprox.), por lo que en este trabajo siempre nos referiremos a la talla capitular.

Al igual que en otros trabajos sobre *C. virgatum* epibionte de tortugas marinas, las tallas de los ejemplares localizados en juveniles de tortuga boba de las islas Canarias fueron bastante reducidas en comparación con los ejemplares localizados en objetos flotantes. La talla media de los ejemplares observados fue de 7.26mm ± 4.54mm, aunque se presentaron ejemplares de entre 1mm y 34.6mm.

La mayoría de las tortugas que presentaron esta especie (75%) portaban ejemplares de entre 1 y 10mm de talla capitular.

Las tortugas que ingresaron en el mes de enero portaban ejemplares muy pequeños (<2mm), mientras que las localizadas en julio, presentaron la mayor diversidad de tallas.

Las tortugas localizadas en La Palma y el Hierro portaban los ejemplares mas grandes (10 a 20mm), aunque la mayor diversidad de tallas se observó en las tortugas procedentes de Gran Canaria.

Las mayores tallas se observaron en las tortugas localizadas en las costas norte y oeste, mientras la mayor diversidad de tallas se localizó en tortugas del sur de las islas.

Con respecto a la talla de las tortugas, la mayor diversidad de tallas se observó en las tortugas de menos de 35cm, mientras que ninguna tortuga de mas de 60cm de LCC_{min} presentaba esta especie.

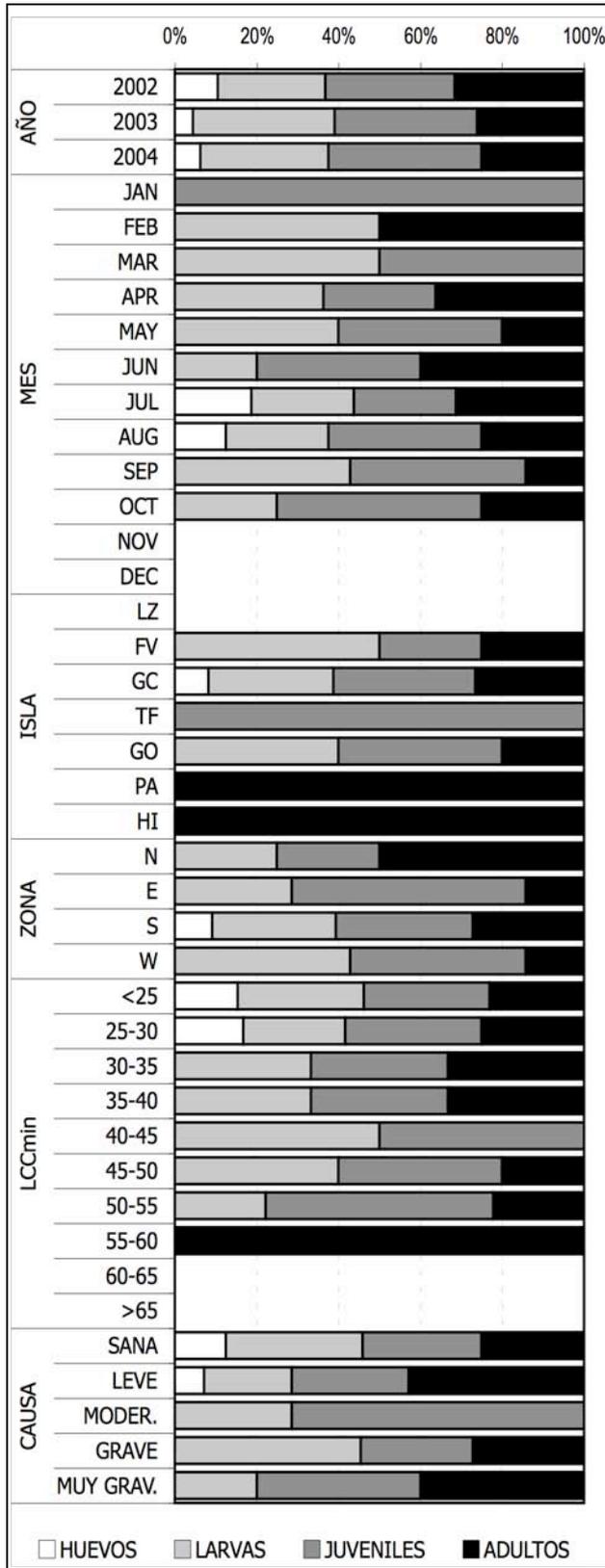


Fig. 87: Gráfico de frecuencias de los distintos estadios de *C. virgatum* localizados sobre las tortugas *C. caretta* muestreadas, en función de diferentes variables de estudio.

La mayoría de las tortugas muestreadas presentaba simultáneamente ejemplares de *C. virgatum* en diferentes estadios, por ejemplo, en muchas ocasiones en la zona de fijación de ejemplares juveniles o adultos se localizaban larvas *cipris* recién fijadas.

El gráfico adjunto muestra el porcentaje de tortugas que presentaban cada estadio (del total de tortugas que presentaron la especie) independientemente de si existían ejemplares en otros estadios en la misma tortuga o no.

Según la bibliografía, la madurez sexual de *C. virgatum* se alcanza al sobrepasar los 11mm de talla capitular, pero para este estudio, y por las diferencias de talla observadas para la especie, se consideraron adultos, ejemplares de mas de 10mm de talla capitular.

Los datos mas relevantes para cada uno de los estadios se detallan a continuación:

Solo se encontraron ejemplares con puestas de huevos en tortugas ingresadas en los meses de julio y agosto, sanas, de pequeño tamaño (<30cm de caparazón) y localizadas al sur de la isla de Gran Canaria.

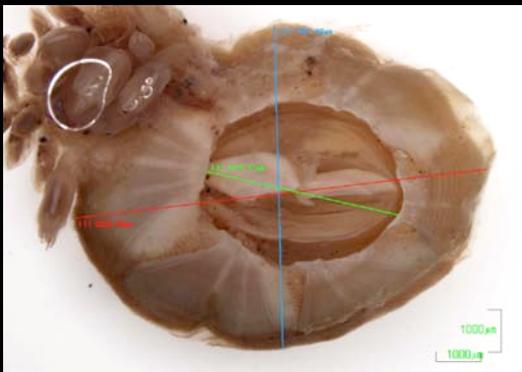
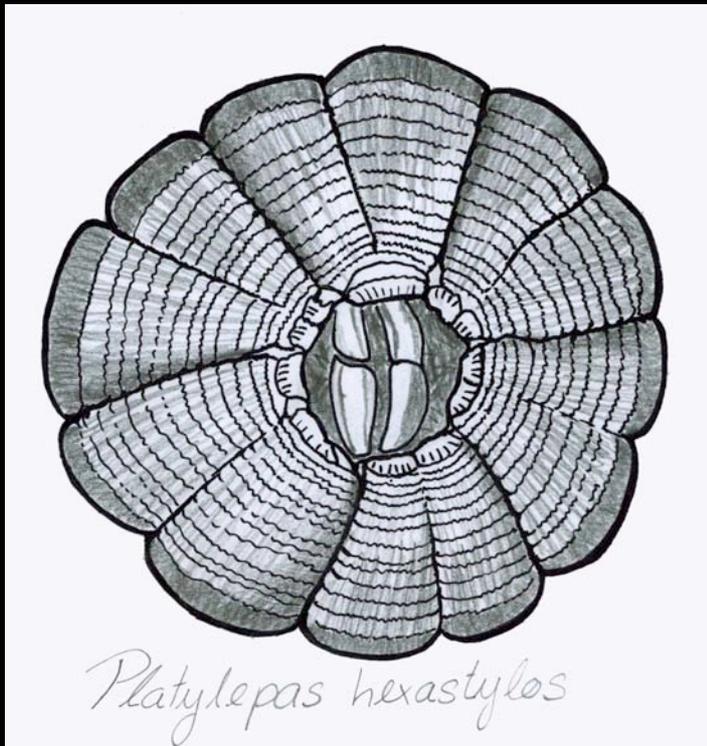
Todas las tortugas ingresadas en los meses de febrero, marzo y mayo presentaban larvas *cipris* en sus caparazones, mientras que ninguna de las tortugas ingresadas en enero noviembre o diciembre las presentaron. La frecuencia de larvas fue en aumento según la zona de la isla en la que se localizó a la tortuga en el siguiente orden: norte, este, sur y oeste (33.33%, 50%, 71.43% y 75%). Ninguna tortuga de mas de 55cm de LCC_{min} presentaba larvas.

La presencia de juveniles fue bastante homogénea para todas las variables, con la excepción de que todas las tortugas ingresadas en el mes de enero presentaban exclusivamente ejemplares juveniles.

Un dato sorprendente fueron las bajas frecuencias de ejemplares adultos, en comparación con las frecuencias de larvas y juveniles. Como excepción, presentaron ejemplares adultos todas las tortugas que ingresaron en los meses de febrero y junio, todas las localizadas en las islas de La Palma y el Hierro, y las de talla de caparazón de entre 35 - 40cm y 55 - 60cm.

***Platylepas hexastylus* Fabricius, 1798**

Phylum: Arthropoda
Superclase: Crustacea Brünnich, 1772
Clase: Maxilopoda Dahl, 1956
Infraclasse: Cirripedia Burmeister, 1834
Superorden: Thoracica Darwin, 1854
Orden: Sessilia Lamarck, 1818
Suborden: Balanomorpha Pilsbry, 1916
Superfam.: Coronuloidea Leach, 1817
Fam.: Platylepadidae Newman & Ross, 1976
Género: *Platylepas* Gray, 1825



DESCRIPCIÓN Y DATOS DE INTERÉS DE LA ESPECIE:

Morfología: Cirrípedo sésil con 6 placas calcáreas que envuelven el cuerpo del animal. Forma ovalada o circular. Las placas del opérculo no ocluyen completamente el orificio. Rostro con radios y siempre fundido con los laterales.

Color: Blanco amarillento con tonalidades marrones.

Talla: Presenta diferencias de talla en función del hospedador sobre el que se aloja. En manatíes de Florida tiene un diámetro de 9.7mm; en manatíes de Puerto Rico, 3.89mm; en tortuga Carey (*Eretmochelys imbricata*) de Puerto Rico, 4.13mm; y en tortuga verde (*Chelonia mydas*) de Puerto Rico, 3.93mm (Cintrón-de Jesús, 2001).

Hábitat: Los balanos del género *Platylepas* viven asociados a manatíes, dugongos y a serpientes y tortugas marinas (Pilsbry, 1916). La esperanza de vida de estos balanos está directamente relacionada con la frecuencia de muda del hospedador sobre el que viven, siendo mucho mas frecuente en las serpientes marinas que en las tortugas y dugongos (Barnes, 2001). Aparentemente prefieren las costas poco expuestas (Cintrón-de Jesús, 2001).

Se incrustan parcialmente en su hospedador (ERC, 2007), aunque lo hacen mas profundamente que otros balanos, pudiendo llegar a causar lesiones profundas en las zonas mas blandas del basibionte (Bugoni, et al. 2001). Se adhiere principalmente a la piel (cuello, axilas y zona inguinal) de la tortuga, aunque se ha observado con bastante frecuencia en caparazón y aletas, y en menos ocasiones en cabeza y plastrón (ERC, 2007).

Reproducción: *Platylepas hexastylus* madura con una talla aproximada de 6mm de diámetro. La época de puestas es de Mayo a Julio, y la producción de huevos es probablemente continua durante esos meses, generando 1 o varias puestas de entre 1.470 y 3.100 huevos (con extremos de 6.500 huevos o de 20-100 huevos solamente), de 120micras de tamaño (Zann & Harker, 1978).

Distribución: Ampliamente distribuida en mares tropicales y templado-cálidos del planeta (Cintrón-de Jesús, 2001).

Platylepas hexastylus ha sido citada como epibionte de todas las especies de tortugas marinas, tanto en el Atlántico como en el Pacífico y el Índico (ver tabla específica para este género en Anexo XX Fig. XX). Como epibionte de tortuga boba se ha observado principalmente en individuos juveniles del Atlántico (Castillo, 2002) y Mediterráneo (Chevreux & De Guerne, 1893; Kitsos et al., 2005 y Badillo, 2007).

Un dato interesante es que en el año 2001 se observó una invasión masiva de *P. hexastylus* en ejemplares juveniles de *Caretta caretta* en las costas andaluzas (Castillo, 2002).

Clasificación taxonómica	1		
2			
3		8	12
4	5	9	
6	7	10	
		11	13

Fig. 88 (al dorso): Imágenes de ejemplares de *Platylepas hexastylus* localizadas sobre las tortugas *Caretta caretta* muestreadas. 1. Esquema de los ejemplares de *P. hexastylus* muestreados. 2. Detalle de la base de un ejemplar de *P. hexastylus*. 3. Biometría de un ejemplar de *P. hexastylus*. 4- 5- 6- 7. Diversos ejemplares de *P. hexastylus*. 8. Ejemplares de *P. hexastylus* asentados sobre el plastrón de una tortuga. 9. Marcas de anclaje de un ejemplar de *P. hexastylus* sobre la piel de la aleta trasera de una tortuga. 10. Grupo de ejemplares de *P. hexastylus* localizados sobre una misma tortuga. 11. Marcas de anclaje de un ejemplar de *P. hexastylus* perforando parte del plastrón de una tortuga. 12. Tortuga colonizada por abundantes ejemplares de *P. hexastylus*. 13. Ejemplares de *P. hexastylus* adheridos a la piel de la región caudal de una tortuga.



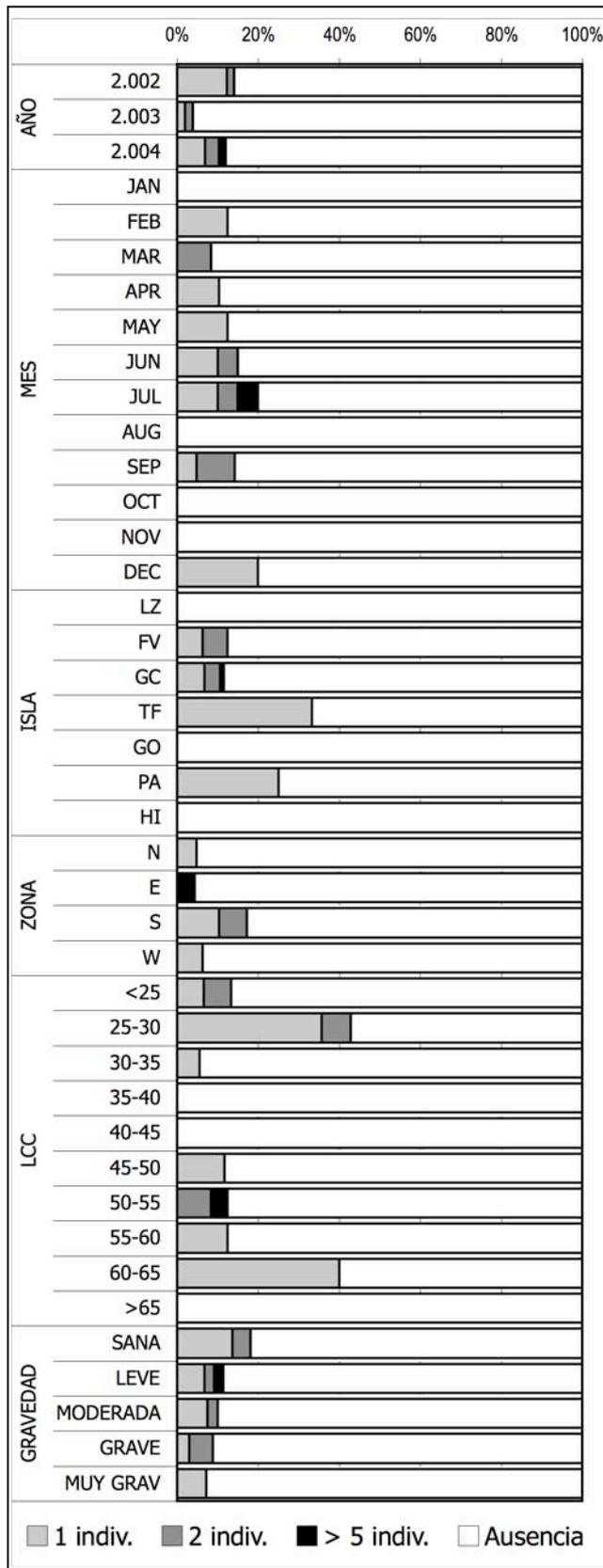


Fig. 89: Gráfico de frecuencias de presencia/ausencia de *P. hexastylus* en tortugas *Caretta caretta* muestreadas, en función de las diferentes variables de estudio. La presencia se subdivide en función de las cantidades observadas por tortuga.

El balano *Platylepas hexastylus* se localizó en el 10.1% de las tortugas muestreadas. La mayor parte de estas tortugas (7.19%) presentaban un solo ejemplar sobre su caparazón, un pequeño grupo portaba 2 individuos (2.40%), y tan solo una tortuga tenía mas de 5 ejemplares simultáneamente sobre su caparazón.

P. hexastylus, al igual que *C. virgatum*, fue una de las pocas especies que mostró una variación anual importante, ya que en los años 2002 y 2004 presentó frecuencias bastante similares (14.04% y 12.07%), pero en el 2003 su frecuencia fue realmente baja (3.85%).

A lo largo del año, el mes de julio presentó la mayor frecuencia (20%) y abundancia, observándose un aumento progresivo de las frecuencias desde marzo hasta julio. El resto de los meses fluctuó irregularmente, pasando de la ausencia total en los meses de enero, agosto, octubre y noviembre, a un 20% de frecuencia en diciembre.

P. hexastylus se observó en mayor frecuencia en las tortugas localizadas en las islas de Tenerife (33.33%) y La Palma (25%), aunque las mayores cantidades se dieron en las tortugas localizadas en Fuerteventura y Gran Canaria.

Las tortugas que se localizaron en el sur de las islas presentaron con mas frecuencia *P. hexastylus* que las localizadas en otras zonas.

Un dato realmente curioso es que las tortugas mas pequeñas (25-30cm de LCC_{min}) y las mas grandes (60-65cm de LCC_{min}), presentaron las mayores frecuencias de esta especie (42.86% para las pequeñas y 40% para las grandes). Las mayores cantidades se observaron en las tortugas pequeñas (>30cm de LCC_{min}) y en las de 50-55cm de LCC_{min}.

P. hexastylus presenta una clara preferencia por las tortugas sanas (18.18%), con mas movilidad y actividad, que por las tortugas con lesiones de gravedad, con un marcado descenso de la frecuencia conforme aumenta la gravedad de las lesiones.

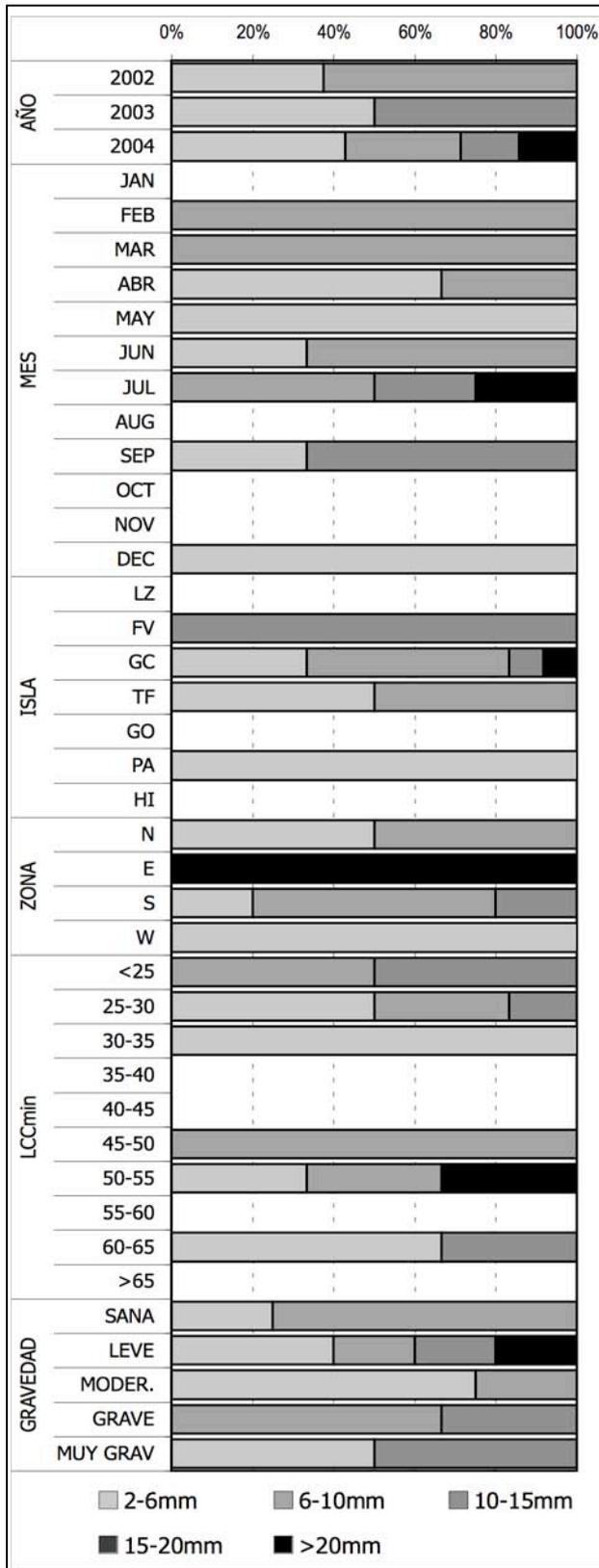


Fig. 90. Gráfico de frecuencias de las tallas máximas de *P. hexastylus* observadas por tortuga, en los ejemplares de *C. caretta* muestreados, en función de las distintas variables de estudio.

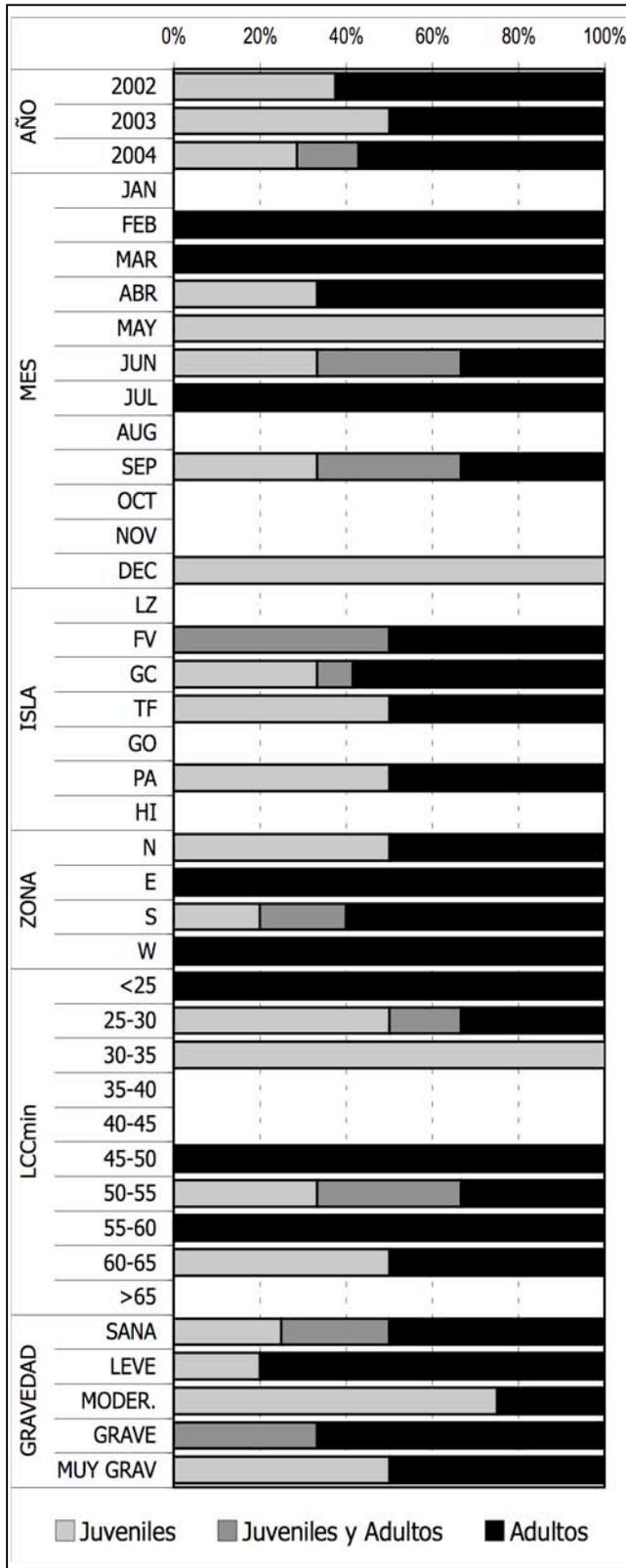
Los ejemplares de *P. hexastylus* observados sobre las tortugas *Caretta caretta* de Canarias presentan tallas superiores a las descritas como epibiontes de otras especies de tortugas marinas como la tortuga Carey (*Eretmochelys imbricata*), o la verde (*Chelonia mydas*).

La talla media observada para esta especie fue de 8.59mm (SD = 5.16) de diámetro, con un amplio rango de tallas que varió desde una talla mínima de 1.3mm a una máxima de 26.8mm. El 41.18% de las tortugas que presentaban esta especie tenían individuos de entre 2 y 6mm de diámetro (juveniles); otro 41.18% portaban individuos de 6 a 10mm; el 11.76% ejemplares de 10 a 15mm; y solo 1 tortuga presentaba *P. hexastylus* de mas de 20mm de diámetro.

Las tallas mas grandes se localizaron en una tortuga de 56cm de LCC_{min}, que ingresó en el mes de julio, en la costa este de la isla de Gran Canaria, aunque este dato es muy poco relevante porque se trata de una sola tortuga.

Las tortugas que ingresaron en los meses de mayo y diciembre, presentaban ejemplares de talla inferior a 6mm, al igual que las tortugas localizadas en la isla de La Palma.





Ninguna de las tortugas muestreadas presentaba larvas *cipris* de *P. hexastylus*, por lo que los únicos estadios observados fueron el de juvenil y el de adulto.

La mayor parte de las tortugas que tenían *P. hexastylus* como epibionte presentaban solo 1 individuo de sobre su caparazón, aunque el 29.41% portaba 2 o más individuos. De estas, solo 2 tortugas portaban simultáneamente ejemplares en distintos estadios.

Según los datos obtenidos, fueron más frecuentes las tortugas que presentaban ejemplares adultos (64.71%) que las que portaban individuos juveniles (41.18%).

Las tortugas que se localizaron en los meses de febrero, marzo y julio solo portaban individuos adultos, mientras que las que ingresaron en mayo y diciembre solo portaban juveniles.

Todas las tortugas que se localizaron en Fuerteventura presentaban adultos de *P. hexastylus*, mientras que en las tortugas procedentes de las demás islas, las proporciones de adultos y juveniles fueron bastante similares.

Según la talla de las tortugas, aquellas de menos de 25cm, de 45-50cm o las de 50-55cm de LCC_{min} solo presentaron ejemplares adultos, mientras que las de 30-35cm de LCC_{min} solo portaban juveniles. Las tortugas de las demás tallas presentaron proporciones bastante similares de ambos estadios.

Estos datos sugieren una fuerte irregularidad en la estacionalidad del ciclo reproductivo de *P. hexastylus* al vivir como epibionte de las tortugas *Caretta caretta* de Canarias.

Fig. 91: Gráfico de frecuencias de los distintos estadios de *P. hexastylus* localizados sobre las tortugas *C. caretta* muestreadas, en función de diferentes variables de estudio.

3.2. – ANALISIS CONJUNTO

De las 3 especies de cirrípedos epibiontes de las tortugas *Caretta caretta* de Canarias, las dos especies de pedunculados (*L. anatifera* y *C. virgatum*) se presentaron siempre en agrupaciones, mientras que el único balano, *P. hexastylus*, se observó en la mayor parte de los casos solitario o por pares sobre una misma tortuga, ya que en una sola tortuga del estudio se observó en grupo.

Según los datos del gráfico de la figura 92, las dos especies de pedúnculados, *L. anatifera* y *C. virgatum*, se presentaron con mayor frecuencia en grupos de entre 10 y 20 individuos por tortuga, tanto para adultos (42.5% y 8.38%), como para larvas (32.9% y 4.19%). Sin embargo, *L. anatifera* pudo observarse en grupos mas numerosos a lo largo del estudio, (aproximadamente el 25% de las tortugas muestreadas presentaban de 20 a 50 individuos de esta especie por tortuga), mientras que las tortugas que presentaron mas de 20 individuos de *C. virgatum* fueron realmente escasas (1.8%).

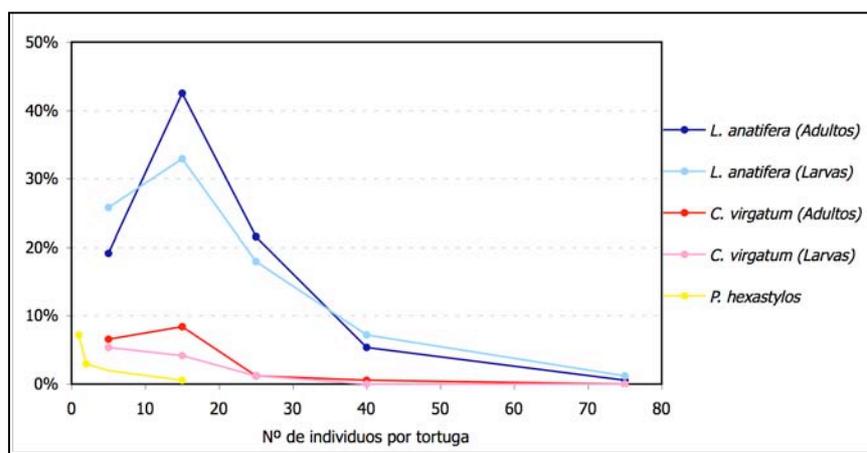


Fig. 92. Porcentaje de tortugas que portaban un número determinado de ejemplares de cada una de las 3 especies de cirrípedos epibiontes de tortugas *Caretta caretta* localizadas en Canarias.

Por consiguiente, *L. anatifera* forma agrupaciones mas numerosas sobre los caparazones de tortuga boba que *C. virgatum*, que forma grupos generalmente de máximo 20 individuos.

En el caso de las larvas *cipris* de ambas especies, se observa como las agrupaciones de menos de 10 individuos son mas numerosas que las de adultos, siendo mayor el número de tortugas que portaban menos de 10 larvas *cipris* que las que portaban de 10 a 20 larvas en el caso de *C. virgatum*, mientras que para *L. anatifera*, las tortugas que portaban menos de 10 larvas *cipris* fue mayor que las que portaban de 1 a 10 individuos adultos.

Otro punto importante a tener en cuenta es que los ejemplares de *L. anatifera* se observaron en la mayor parte de los casos adheridos a los escudos del caparazón de las tortugas, mientras que *C. virgatum* y *P. hexastylus* tienen una clara preferencia por la parte ventral del animal, localizándose con mayor frecuencia en el plastrón, para ambas especies, y en la piel del cuello y aletas para el caso de *C. virgatum*.



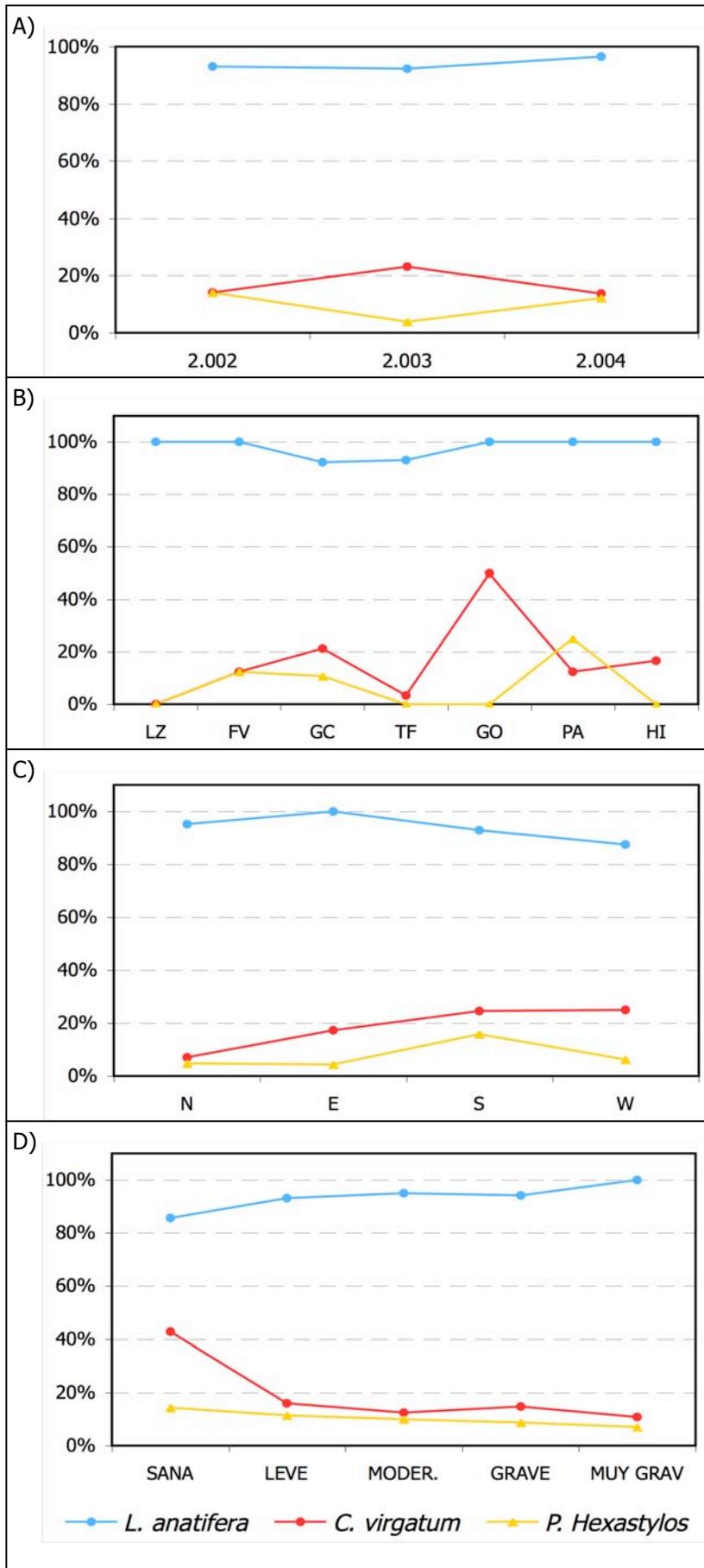


Fig. 93. Frecuencias de las 3 especies de cirrípedos epibiontes de tortugas *C. caretta* de canarias en función de las variables de estudio:

A) Año de muestreo.

B) Isla en la que se localizó la tortuga.

C) Punto cardinal de la isla en el que se localizó la tortuga.

D) Gravedad de las lesiones que presentaban las tortugas.

VARIACIÓN ANUAL (Fig. 93.A)

Se aprecia una clara homogeneidad en las frecuencias anuales de las tres especies de cirripedos epibiontes a lo largo de los 3 años del estudio, lo que demuestra que no se trata de especies ocasionales o puntuales, sino mas bien, especies comunes o frecuentes en el tiempo, o mejor dicho, que la relación entre la tortuga boba que circunda las aguas del archipiélago Canario y estas 3 especies, es regular y constante a lo largo del tiempo.

Conchoderma virgatum presentó una frecuencia mas elevada en el año 2003, mientras que justo en este mismo año, *Platylepas hexastylus* mostró un descenso de su frecuencia. El hecho de que estas dos especies tuvieran una variación fuerte en el mismo año, sugiere que en el año 2003 pudo producirse una variación en un factor ambiental que afectó a ambas especies, aunque de formas contrarias.

VARIACIÓN GEOGRÁFICA (Fig. 93.B y C)

Lepas anatifera presenta una distribución homogénea en las tortugas que frecuentan todas las islas del archipiélago. En las islas de Gran Canaria y Tenerife, se aprecia una pequeña disminución de la frecuencia, debida seguramente a que de estas islas ingresaron el mayor número de tortugas, y por consiguiente, presentaron la mayor diversidad de casos distintos.

Por el contrario, *Conchoderma virgatum* presenta una tendencia a ser mas abundante en las tortugas que frecuentan las islas mas occidentales, ya que está presente en las cuatro, con una sorprendentemente elevada frecuencia en las tortugas localizadas en la isla de La Gomera.

Platylepas hexastylus solo se localizó en tortugas de 3 de las islas del archipiélago, Fuerteventura, Gran Canaria y La Palma, siendo esta última la que presenta una mayor frecuencia.

Con respecto al punto geográfico en el que se localizó a las tortugas muestreadas, la figura 93.C muestra claramente como *L. anatifera* presenta una preferencia por las costas mas expuestas e hidrodinámicas de las islas, las costas norte y este, mientras que las otras dos especies, *C. virgatum* y *P. hexastylus*, son mas propensas a frecuentar las tortugas que circundan las áreas mas protegidas o calmadas, como las costas sur y oeste de las islas.

VARIACIÓN EN FUNCIÓN DE LA GRAVEDAD DE LAS LESIONES (Fig. 93.D)

Según la figura 93.D, *L. anatifera*, a pesar de estar presente en casi todas las tortugas independientemente de la gravedad de sus lesiones, parece tener una tendencia a aumentar su frecuencia al aumentar la gravedad de las lesiones que presenta la tortuga. Por el contrario, *C. virgatum* tiene una clara preferencia por las tortugas sanas (40% aprox.), que por aquellas que presentan lesiones de mayor o menor gravedad (menos del 20%).

P. hexastylus varió muy poco sus frecuencias en función de la gravedad de las lesiones de las tortugas, pero parece que hay una ligera tendencia a preferir las tortugas sanas que aquellas que presentan heridas o lesiones.



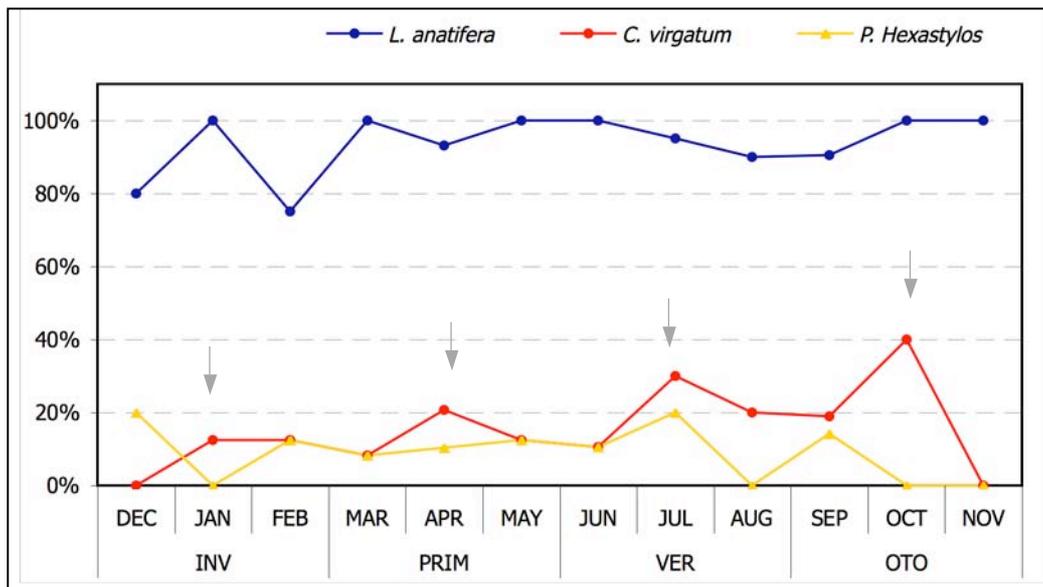
ESTACIONALIDAD (Fig. 94)

Fig. 94. Porcentaje de tortugas que presentaron las distintas especies de cirrípedos epibiontes (en cualquiera de sus estadios), en función de los meses y las estaciones del año. (Línea azul = *Lepas anatifera*. Línea roja = *Conchoderma virgatum*. Línea amarilla = *Platylepas hexastylus*). Las flechas grises marcan los picos de abundancia de *C. virgatum*.

Según la frecuencia general de las tres especies de cirrípedos, *C. virgatum* es la única que muestra una estacionalidad más marcada, estando totalmente ausente en las tortugas localizadas en Canarias en los meses de noviembre y diciembre, mientras que su frecuencia más alta se produce en los meses cálidos para el archipiélago (de julio a octubre). Además, esta especie presentó un aumento escalonado a lo largo del año, presentando picos de abundancia cada 3 meses (enero, abril, julio y octubre) (flechas grises de la Fig. 94), seguidos de un pequeño descenso, que fueron aumentando en ese mismo orden hasta llegar a presentarse en el 40% de las tortugas ingresadas en el mes de octubre, tras el cual desaparece por completo.

Por el contrario, *L. anatifera* no presentó ninguna estacionalidad clara, solo que en los meses fríos de invierno (diciembre a febrero) presentó menor estabilidad, con fluctuaciones más marcadas y la frecuencia más baja en el mes de febrero (75%). Mientras, *P. hexastylus* fue el más irregular, con ausencia total en meses dispares (enero, agosto, octubre y noviembre) y picos irregulares en diciembre, julio y septiembre (cerca del 20%).

No obstante, si observamos las variaciones de los distintos estadios de cada una de las especies de cirrípedos (Fig. 95), se aprecia una mayor estacionalidad para las tres especies, sobre todo en la época de puesta de huevos de los cirrípedos pedunculados, *L. anatifera* y *C. virgatum*, que como se observa en el gráfico A de la figura 95, está totalmente restringida a los meses de verano, centrada en el mes de julio para ambas especies e incluyendo el mes de agosto para *C. virgatum*.

La colonización por larvas *cipris* de *L. anatifera* es bastante irregular de noviembre a marzo, con un fuerte descenso en febrero (62.5%), pero bastante constante de abril a octubre (80 - 87.5%) con un pequeño pico en el mes de julio (95%); por otro lado las larvas *cipris* de *C. virgatum* son inexistentes en los meses fríos de noviembre a enero, mientras que en los meses de primavera y verano va aumentando progresivamente hasta presentar las frecuencias más altas en julio y octubre (20% cada uno).

Los estadios juveniles de las dos especies de pedunculados presentaron frecuencias muy similares a las de sus respectivas larvas, con la diferencia de que *L. anatifera* fue menos estable, con fluctuaciones más fuertes y un descenso más marcado de la frecuencia en febrero (50%) y valores más bajos en invierno (noviembre 66.67%); y *C. virgatum*, que se observó en el mes de enero (12.5%) pero no en el de febrero (0%) y con una frecuencia en el mes de octubre mucho más alta (40%).

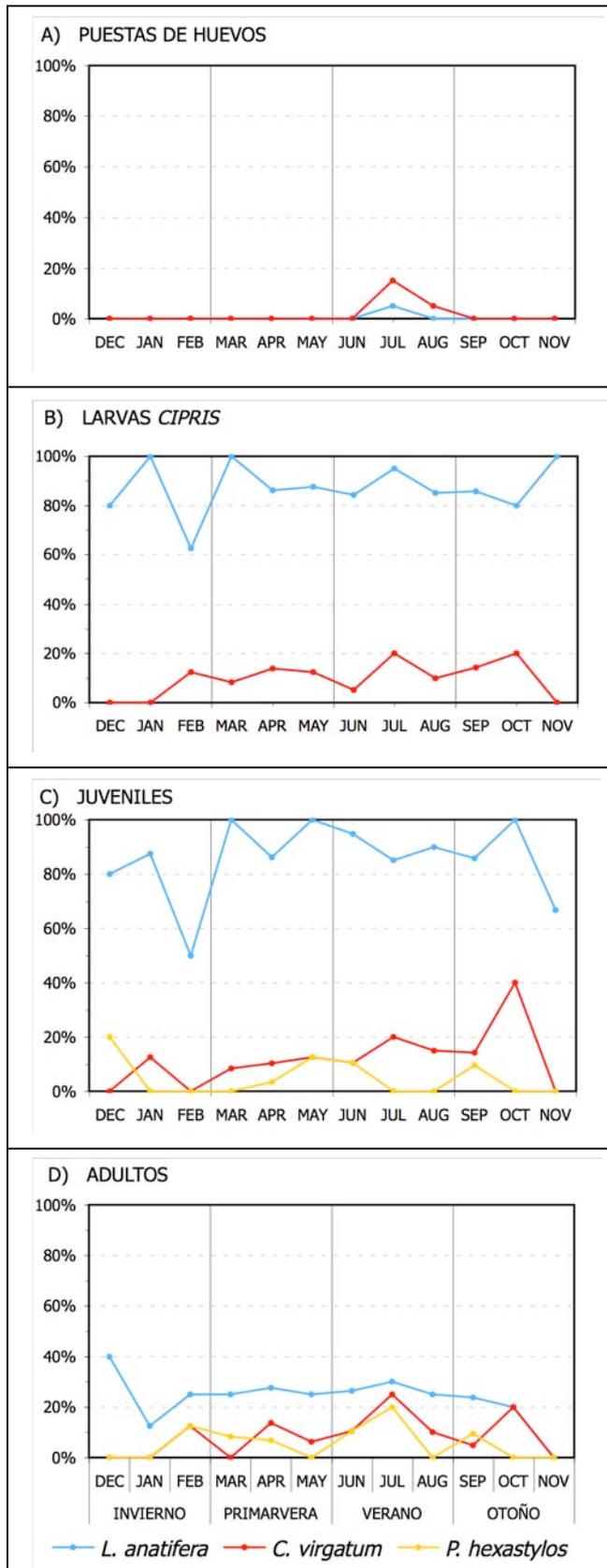


Fig. 95. Porcentaje de tortugas que presentaron cada uno de los estadios de las especies de cirrípedos epibiontes observadas, por meses y estaciones del año. A) Puestas de huevos; B) Crías; C) Juveniles; D) Adultos. (Talla mínima de Adultos: 15mm en *L. anatifera*, 10mm en *C. virgatum*, y 6mm en *P. hexastylus*).

Los ejemplares juveniles de *P. hexastylus* presentaron la misma irregularidad que la frecuencia general (Fig. XX), con meses de ausencia total alternados con pequeñas frecuencias, en el que las mas altas se produjeron en las tortugas ingresadas en los meses de diciembre (20%), mayo (12.5%), junio (10.53%) y septiembre (9.52%).

Los ejemplares adultos fueron realmente mucho mas escasos que los estadios de larva *cipris* y de juveniles. Además, las frecuencias de ejemplares adultos de *L. anatifera* presentaron una fuerte estabilidad de febrero a octubre (entre 20% y 27.59%) con un pequeño pico en el mes de julio (30%), mientras que las frecuencias de los meses de finales de otoño e invierno fluctuaron fuertemente pasando de 0% en noviembre a 40% en diciembre.

Por el contrario, los ejemplares adultos de *C. virgatum* mostraron una curva similar a la tendencia de las frecuencias generales de la especie, con la ausencia total en las tortugas ingresadas de noviembre a febrero, seguido de un aumento progresivo, con picos cada 3 meses y en donde las frecuencias mas altas se observaron en las tortugas ingresadas en julio (25%) y en octubre (20%).

En el caso de *P. hexastylus*, sus estadios adultos también mostraron una fuerte irregularidad, aunque en este caso queda mas patente su preferencia por los meses de primavera y verano, ya que no se observó ningún ejemplar de esta especie de octubre a febrero y su mayor abundancia se localizó en las tortugas que ingresaron en el mes de julio (20%).

En resumen, queda patente que las tres especies de cirrípedos presentan una mayor frecuencia en las tortugas ingresadas en los meses calidos de primavera y verano, con especial hincapié en el mes de julio, siendo este, además, el único mes en el que se observaron puestas de huevos.



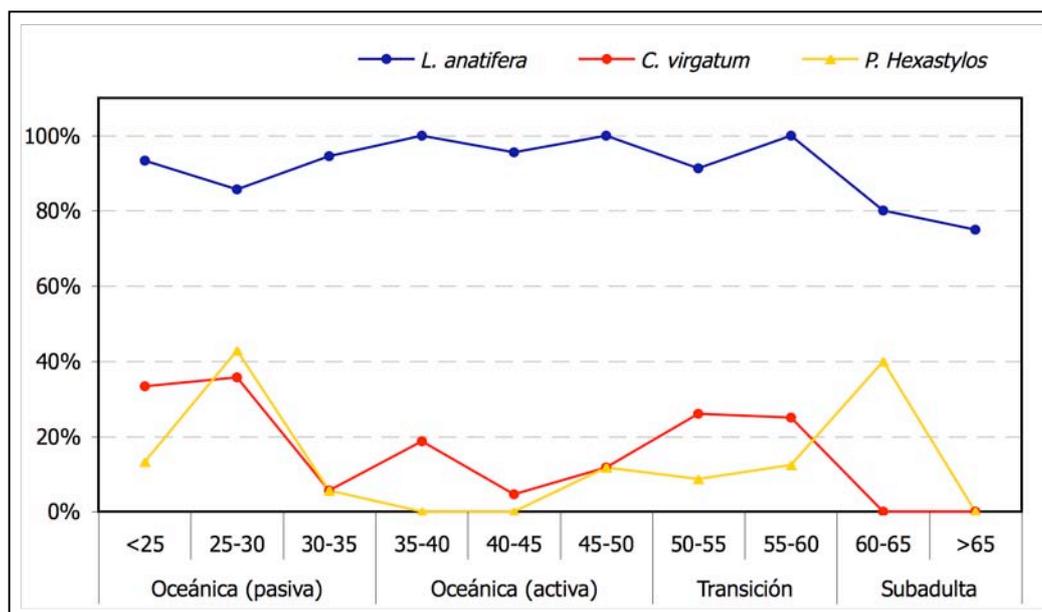
VARIACIÓN EN FUNCIÓN DE LA TALLA Y ESTADIOS DE LAS TORTUGAS (Fig. 96)

Fig. 96. Porcentaje de tortugas presentaron cada una de las tres especies de cirrípedos epibiontes observadas en función de las tallas del caparazón de las tortugas sobre las que se localizaron.

Las tres especies de cirrípedos presentaron un comportamiento diferente en función de la talla de las tortugas sobre las que se localizaron.

Por un lado, *L. anatifera* presentó una distribución de frecuencias bastante homogénea para todas las tallas y estadios de las tortugas muestreadas, aunque sus frecuencias más altas se dieron en tortugas de menos de 60cm de caparazón, con un 98.18% para el estadio oceánico activo, un 91.49% para el estadio oceánico pasivo (menores 35cm de LCC_{min}), y una frecuencia ligeramente más baja en las tortugas en fase de transición (90.63%). En cambio, se aprecia un marcado descenso en aquellas tortugas de más de 60cm de caparazón, o subadultas, en las que la frecuencia fue del 77.78% (además, solo de larvas y juveniles, ya que ninguna portaba ejemplares adultos).

Por el contrario, *C. virgatum* presentó fluctuaciones mucho más importantes y una ausencia total en las tortugas subadultas (más de 60cm de LCC_{min}). Para las tallas inferiores a 60cm, las frecuencias más altas se dieron en las tortugas más pequeñas, las de talla inferior a 30cm (34.52%), seguida de un descenso considerable en las tortugas más grandes de la fase oceánica pasiva (5.56%) y las de fase oceánica activa (10.91%). Aquellas tortugas en estadio de transición mostraron una frecuencia intermedia (25.0%).

Por último *P. hexastylus* presentó una distribución bastante peculiar, con fluctuaciones más marcadas y dos picos importantes de abundancia en las tortugas de 25 a 30cm de LCC_{min} (42.86%) por un lado, y las de 60 a 65cm (40.0%) por otro. En función de las fases de su ciclo de vida, esta especie fue más frecuente en las tortugas subadultas (22.22%) a pesar de no estar presente en ninguna tortuga de más de 65cm de LCC_{min} . Al igual que la especie anterior, presentó una frecuencia elevada en una parte de las tortugas en fase oceánica pasiva (que en su conjunto presentó un 19.15%), seguida de un fuerte descenso en aquellas en fase oceánica activa (3.64%), ascendiendo un poco su frecuencia en la fase de transición (9.38%).

4. – DISCUSIÓN:

Las tres especies de cirrípedos observadas en las tortugas *Caretta caretta* localizadas en aguas del archipiélago canario, han sido citadas como epibiontes de tortuga boba por otros autores con anterioridad.

Las dos especies de pedunculados, *L. anatifera* y *C. virgatum* son miembros comunes del neuston, ya que viven adheridos a objetos flotantes, así como a animales y plantas pelágicas (Ill'in et al., 1978), por lo que sus adaptaciones morfológicas a esta forma de vida les han permitido colonizar el cuerpo de las tortugas marinas sin ninguna dificultad. Por otro lado, el balano *Platylepas hexastylus* es un comensal obligado de animales pelágicos, por lo que está totalmente adaptado a la vida como epibionte.

Las frecuencias observadas por otros autores para *Lepas anatifera* como epibionte de tortuga boba han sido generalmente bajas, como por ejemplo, Caine (1986) que la localizó en el 25% de las hembras nidificantes en las costas de Florida; Fuller et al. (2010) la citaron en el 15% de las tortugas nidificantes en Chipre; o Badillo (2007) que la encontró en el 11.7% de las tortugas juveniles que circundan el archipiélago balear. Estos valores han sido los mas altos hasta la fecha, lo que contrasta enormemente con la frecuencia de 94.1% observada en este estudio. Otros autores que han citado esta especie en las región noreste del Atlántico (Tukey, 1818; Gruvel, 1920; Frick et al., 2003), no han dado datos sobre la frecuencia observada, pero consideramos que seguramente sean mas próximos a los resultados de este estudio, que a los datos de Caine (1986) y Fuller et al. (2010), ya que ambos trataron con hembras nidificantes, en las cuales esta especie es menos frecuente por ser una especie oceánica y porque las tortugas adultas frecuentan principalmente hábitats neríticos, y de los resultados de Badillo (2007), que trabajo con animales localizados en el mar mediterráneo, el cual presenta características especiales por ser un mar casi cerrado. El hecho de que casi la totalidad (94.1%) de las tortugas localizadas en Canarias presentaran *L. anatifera* como epibionte, indica la fuerte relación de estas tortugas con el dominio pelágico y con los objetos flotantes que navegan a la deriva en los grandes sistemas de corrientes del Atlántico norte, en donde *L. anatifera* es realmente abundante.

La frecuencia observada para *C. virgatum* en este estudio, 17.2%, es muy alta si la comparamos con el 2.7% que dieron Kitsos et al. (2005) para las tortugas varadas en las costas mediterráneas de Grecia. La clara preferencia mostrada por *C. virgatum* en este estudio por las tortugas sanas, con una frecuencia del 42,1%, frente al 3.6% que presentaron las tortugas con lesiones mas graves (Fig. 93, Pág. 182), explica por qué las tortugas muertas muestreadas por Kitsos et al. (2005) presenten tan bajas frecuencias, pero se contradice con el 38.8% encontrado por Badillo (2007) que también trabajo con tortugas varadas. La principal diferencia entre las tortugas de Kitsos et al. y las de Badillo puede radicar en la talla de las tortugas, ya que de las primeras desconocemos la talla, y las segundas son ejemplares juveniles, al igual que la gran mayoría de las tortugas muestreadas en Canarias, por lo que seguramente tenga mas relación con el estadio o talla de las tortugas que con su deterioro físico.

Los demás datos sobre *C. virgatum* como epibionte de tortuga boba, se han citado en tortugas localizadas en la región noreste del Atlántico, principalmente en los archipiélagos macaronésicos, las cuales presentan una gran afinidad con las tortugas de Canarias, ya que según las teorías sobre sus movimientos migratorios en esta zona, se trata del mismo agrupamiento de tortugas (Bolten et al., 1998; Tiwari et al., 2002), aunque con posibles diferencias (Monzón-Argüello, 2010). Sin embargo, estos trabajos no dieron datos sobre la frecuencia de esta especie en las tortugas muestreadas (Tukey, 1818; Darwin, 1852; Gruvel, 1920 y Frick et al., 2003), pero lo que si queda patente es que esta especie solo se ha observado en ejemplares juveniles en su fase oceánica. Este dato explica por qué *C. virgatum* no se localizó en ninguna tortuga de mas de 60cm muestreadas en este estudio (Fig. 85, Pág. 172 y Fig. 96, Pág. 186), y corrobora la teoría de que las tortugas de mas de 60cm de LCC_{min} localizadas en Canarias tienen un marcado carácter nerítico y por lo tanto, que existe una diferencia en el comportamiento de las tortugas que frecuentan las islas Canarias en función de la talla.

Con respecto al balanomorfo *Platylepas hexastylus*, localizado en el 10.1% de las tortugas muestreadas para este estudio en Canarias, presentó frecuencias muy similares a las observadas por Kitsos et al. (2005) en las tortugas varadas en las costas de Grecia (10.8%), pero ambos estudios difieren completamente de los datos obtenidos por Badillo (2007) en los juveniles varados en las costas valencianas (localizada en el 77.7% de las tortugas) y de la colonización masiva de esta



especie descrita por Castillo (2002) en las tortugas varadas en las costas andaluzas en el año 2001. La elevada frecuencia de *P. hexastylus* descrita por estos dos últimos autores, confirma la relación existente entre ambos grupos de tortugas, que ya citaron varios autores con anterioridad y que se debe a la entrada de ejemplares de *Caretta caretta* atlánticos en el Mediterráneo a través del Estrecho de Gibraltar, en donde se dirigen al mar de Alborán y la región del Levante español (Laurent et al., 1993; Laurent & Lescure, 1994; Bolten et al., 1998; Casale et al., 2002).

Por otro lado, estos datos también confirman la idoneidad de la zona del Estrecho de Gibraltar para el desarrollo de *P. hexastylus*, debida seguramente a las condiciones particulares del Estrecho, en donde convergen dos masas de agua (atlántica y mediterránea) de características muy diferentes de salinidad, temperatura, concentración de nutrientes, etc (Cano & Gil, 1984; Parrilla & Zinder, 1987; Cano et al., 1997); condiciones muy parecidas a las de los hábitats que frecuentan los manatíes, dugongos y serpientes marinas, en los que se ha observado a *P. hexastylus* como epibionte, y que suelen ser aguas someras de costas protegidas o poco expuestas, como golfos, ensenadas, marismas o estuarios (Citron-de Jesús, 2001).

La fuerte irregularidad observada en la estacionalidad de *P. hexastylus* en las tortugas *Caretta caretta* de Canarias (Fig. 94), puede deberse, por un lado, a que las tortugas que presentan esta especie como epibionte procedan directamente de la zona del Estrecho de Gibraltar y que ayudadas por las corrientes (*Corriente de Canarias*) hayan llegado hasta Canarias; o por otro lado, que dichas tortugas provengan de una zona, en las cercanías de las islas, en la que se produzcan ocasionalmente condiciones particulares de mezcla de masas de agua que creen el ambiente propicio para el desarrollo de esta especie. Estudios de seguimiento vía satélite de tortugas juveniles capturadas en Canarias han demostrado que algunas tortugas ascienden hasta las costas andaluzas, otras se dirigen a las zonas del afloramiento africano, y otras circundan los alrededores del archipiélago (Varo-Cruz N., com. per.) (ver mapas de Anexo 5), por lo que cualquiera de las dos opciones podría ser coherente.

Un dato que apoya que estas tortugas frecuentan las zonas de afloramiento cercanas a las islas, es la gran cantidad de larvas *cipris* de las dos especies de pedunculados (*L. anatifera* y *C. virgatum*) observada en las tortugas muestreadas (Fig. 95), ya que la producción de larvas de cirrípedos es mucho mayor en las zonas de alta productividad (Lestlie et al., 2005), como los afloramientos, montes submarinos, islas oceánicas (como las islas macaronésicas) o giros oceánicos, que son precisamente las zonas que, según algunos autores, seleccionan las tortugas en su fase oceánica para alimentarse (Carr, 1986; Polovina et al., 2002, 2004).

Por otro lado, este elevado porcentaje de larvas *cipris* de *L. anatifera* y *C. virgatum* indica una gran relación entre las tortugas *Caretta caretta* de canarias y el medio pelágico, aunque principalmente con los objetos flotantes, ya que son los hábitats mas comunes para ambas especies. Los objetos flotantes son arrastrados por la corrientes superficiales miles de kilómetros. La tortuga boba, y sobretodo los ejemplares juveniles, se ayudan de las corrientes superficiales para desplazarse por el océano, dejándose llevar por estas en muchas ocasiones para ahorrar energía. Esta condición de semi-deriva que presentan los ejemplares juveniles de tortuga boba, les hace navegar junto a todo lo que arrastren las corrientes al unísono, poniendo en contacto a las tortugas con todo tipo de objetos flotantes cargados de extensas comunidades de *fouling*, que en muchas ocasiones hasta les sirve de alimento y de refugio. Este contacto tan directo, permite el intercambiando especies entre la tortuga y las comunidad del *fouling* de los objetos flotantes.

Uno de los datos que mas sorprende en este estudio es la baja frecuencia de ejemplares adultos de *L. anatifera* y *C. virgatum*. Este hecho postula tres hipótesis posibles: a) La durabilidad de una colonia sobre el caparazón de los ejemplares juveniles de tortuga boba es tan corta, que solo en un pequeño grupo de tortugas (el 20-30% de las tortugas presentaban adultos de *L. anatifera*), permanece el tiempo suficiente para que estas especies puedan llegar a madurar sexualmente. Esto implicaría una continua renovación de las comunidades que se forman sobre las tortugas, y un constante sustrato disponible para especies adaptadas a la vida pelágica como los cirrípedos. El hecho de que *C. virgatum* presente una proporción mas alta de adultos (en comparación con el porcentaje de larvas y juveniles) que *L. anatifera*, se debe a que el primero alcanza la madurez sexual mas rápido (28 días, según Eckert & Eckert, 1987, en tortuga laúd) que el segundo, que tarda de 1 a 2 meses en los mejores casos. b) Las especies *L. anatifera* y *C. virgatum* son rápidamente sustituidas o depredadas por otras especies de la comunidad epibionte constituida sobre los ejemplares de tortuga boba. Los principales rivales de los cirrípedos por el espacio son las algas y las esponjas, por lo que, algas como

Polysiphonia caretta, epibionte específico de *Caretta caretta*, completamente adaptada a ella y presente en el 80% de las tortugas muestreadas, es un alga muy potente que podría llegar a desplazar a ambos cirrípedos tan rápidamente que no tengan tiempo suficiente para llegar a madurar sexualmente. No debemos olvidar la presencia de epibiontes como el nudibranquio *Fionna pinnata*, especializado en alimentarse *Lepas anatifera*, o el cangrejo *Planes minutus*, que se alimenta de cirrípedos entre otras presas, que podrían, a su vez, ejercer una fuerte presión sobre ambas especies de cirrípedos. c) Los ejemplares de *L. anatifera* y *C. virgatum* viviendo como epibiontes de tortuga boba, alcanzan la madurez sexual con tallas mucho más pequeñas de las descritas en la bibliografía, adaptando su morfología al igual que se ha observado en varias de las especies epibiontes descritas en este trabajo (*Obelia geniculata*, *Fiona pinnata* o *Polysiphonia caretta*). Este dato se ve corroborado porque ambas especies, localizadas sobre las tortugas *Caretta caretta* de Canarias han presentado tallas inferiores a las mostradas cuando habitan sobre objetos flotantes (según la bibliografía), aunque podría verse refutada por la bajísima frecuencia de puestas de huevos, pero parece ser que este hecho tiene que ver principalmente con factores ambientales como la temperatura, ya que se ha observado una estacionalidad restringida a los meses cálidos de julio y agosto para las puestas de huevos (Fig. 95.A).

No tenemos certeza de cual de estas tres hipótesis pueda ser la correcta para el caso de estas dos especies de cirrípedos, pero un estudio más profundo sobre ambas especies localizadas tanto en objetos flotantes como en tortugas, en las aguas de Canarias, podría ayudarnos a comprender la evolución de esta comunidad tan peculiar como es la epibiosis de estas tortugas en aguas de Canarias.

El cirrípedo pedunculado *C. virgatum* se observó casi siempre en la parte ventral de la tortuga, generalmente adherido a la piel de cuello y aletas o al plastrón de la tortuga, mientras que *L. anatifera* se localizó en la mayor parte de los casos entre y sobre los escudos del caparazón, en las zonas más expuestas de las tortugas muestreadas. Este dato coincide con las observaciones de Roskell (1969) e Ill'in et al. (1978) en cables de boyas de arrastre, en donde *L. anatifera* se asienta en las zonas más expuestas o superficiales (<2m) mientras que *C. virgatum* que lo hace en zonas más sombrías (entre 25 y 50m), debido a que la ausencia de placas calcáreas en *C. virgatum* le hace más sensible a la exposición aérea, como afirmaron Eckert & Eckert (1987).

Por otro lado, el balano *P. hexastylus*, al igual que *C. virgatum*, se localizó principalmente en la parte ventral de la tortuga, generalmente adherido al plastrón, dato que difiere de las referencias dadas por la ERC (2007) según la cual este balano se asienta generalmente en las zonas blandas de la tortuga, como la piel de cuello, axilas y zona inguinal, y en contadas ocasiones en la cabeza y plastrón. La descripción de la patología observada por Castillo (2002), sobre la colonización masiva de ejemplares de tortuga boba por *P. hexastylus*, describe que los animales sufrían graves anemias, caquexias y desnutrición generalizada, lo que produce que el caparazón, el plastrón y los escudos de la cabeza de la tortuga se reblandezcan enormemente, permitiendo un asentamiento de esta especie con preferencia por las zonas blandas, en todo el cuerpo del animal, como describió este autor. En nuestro caso, no se ha observado que *P. hexastylus* se asiente en el plastrón de aquellas tortugas que presentaban lesiones más graves (Fig. 93.D), y que por lo tanto serían más propensas a presentar ablandamiento de los escudos, pero si se observaron dos picos de abundancia en las tortugas de 25-30cm de caparazón y en aquellas de 60-65cm de LCC_{min}. En el Centro de Recuperación de Fauna Silvestre (CRFS) del Cabildo de Gran Canaria, un gran número de las tortugas de menor talla ingresan generalmente sin lesiones o heridas externas, pero con síntomas de desnutrición, en mayor o menor grado, causadas generalmente por hipotermias, lo que suele causar un ablandamiento de los escudos (empezando por el plastrón cuando no es muy grave) (observación personal), por lo que podría crear el ambiente propicio para el asentamiento de esta especie en el plastrón. A su vez, un elevado número de tortugas de más de 60cm que ingresan en los meses fríos del invierno y primavera presentan síntomas de haber realizado largos períodos de brumación¹, lo que les suele producir anemias y ablandamiento del plastrón. Estos datos podrían explicar por qué esta especie fue más abundante en ambos rangos de talla y la irregularidad de su estacionalidad.

¹ Estado de aletargamiento de organismos ectodermos durante los meses de invierno en respuesta al descenso gradual de la temperatura con el fin de reducir el gasto energético durante períodos de prolongada inactividad (Gregory, 1982).



5. – CONCLUSIONES:

- Las tres especies de cirrípedos observadas como epibiontes de tortugas *Caretta caretta* localizadas en aguas de Canarias están perfectamente adaptadas a vivir como epibiontes de tortugas marinas, ya que son habitantes comunes del neuston que acostumbran a vivir sobre todo tipo de objetos flotantes o sobre plantas y animales pelágicos (*P. hexastylus* solo sobre este último).
- *Lepas anatifera* como epibionte de las tortugas *Caretta caretta* de Canarias presenta la frecuencia mas alta de todos los estudios que se han llevado a cabo sobre la interacción de ambas especies hasta la fecha (94.1%).
- La elevadísima frecuencia de *Lepas anatifera*, así como dominancia de larvas de esta especie y de *Conchoderma virgatum*, indica la fuerte relación de las tortugas *Caretta caretta* presentes en aguas de Canarias con el dominio pelágico y con los objetos flotantes que derivan en los grandes sistemas de corrientes del océano Atlántico, donde moran en grandes cantidades ambas especies de pedunculados.
- *C. virgatum* es un claro indicador del dominio oceánico.
- La ausencia de *C. virgatum* y la menor frecuencia de *L. anatifera* en las tortugas de talla superior a 60cm de LCC_{min} corrobora que estas tortugas presentan un marcado carácter nerítico, y confirma la existencia de una diferencia de comportamiento en las tortugas localizadas en Canarias en función de la talla, con un limite claro en 60cm de LCC_{min}.
- *C. virgatum* presenta una clara preferencia por las tortugas sanas, mientras que *L. anatifera* muestra mayor abundancia en las que presentan lesiones de diversa índole, aunque esta presente tanto en unas como en otras.
- *P. hexastylus* no tiene preferencia aparente por las tortugas heridas o lesionadas, aunque si podría ser un indicador de anemias o caquexias en las tortugas sobre las que se asienta, así como de fenómenos de brumación.
- Los datos mostrados por Badillo (2007) y Castillo (2002) sugieren la idoneidad de las zonas de convergencia de masas de agua, como el Estrecho de Gibraltar, para el desarrollo de *P. hexastylus*, y confirman la relación entre las tortugas presentes en aguas del Estrecho y las del Levante español.
- La presencia de *P. hexastylus* en las tortugas *Caretta caretta* de Canarias puede sugerir la procedencia de estas tortugas directamente desde la zona del Estrecho de Gibraltar, o que estas tortugas frecuentan zonas de mezcla de masas de agua ocasionales como afloramientos, filamentos o giros oceánicos.
- La elevada frecuencia de larvas de *L. anatifera* y *C. virgatum* indica que las tortugas localizadas en Canarias frecuentan áreas de elevada productividad como el afloramiento africano.
- La baja frecuencia de ejemplares adultos de las dos especies de pedunculados sugiere, por un lado, que la colonia epibionte de las tortugas de Canarias tiene una corta durabilidad; por otro lado, que ambas especies son rápidamente sustituidas o depredadas por otras especies epibiontes; o por ultimo, que

ambas especies alcanzan la madurez sexual con tallas muy inferiores a las descritas para estas especies cuando habitan sobre objetos flotantes.

- Los dos cirrípedos pedunculados, *L. anatifera* y *C. virgatum* epibiontes en tortugas *C. caretta* de Canarias presentan una fuerte estacionalidad en su reproducción, con un periodo de puesta de huevos restringido a los meses cálidos de julio y agosto.
- La falta de placas calcáreas de *C. virgatum* la hace mas sensible a la exposición aérea por lo que se asienta generalmente en la parte ventral de la tortuga, sobre la piel del cuello y aletas o directamente en el plastrón.
- Contrariamente a lo descrito por otros autores, *P. hexastylus* en las tortugas *Caretta caretta* de Canarias se adhiere principalmente al plastrón de la tortuga, sugiriéndose en este estudio que aproveche el ablandamiento del plastrón que se produce cuando las tortugas presentan desnutrición severa, generalmente producida por estancias largas en zonas de bajas temperaturas o por la realización de procesos de brumación.





*A la voz de "¡barco viene!"
es de ver
cómo vira y se previene
a todo trapo a escapar;
que yo soy el rey del mar,
y mi furia es de temer.*

J. Espronceda (fragmento)

Capítulo 5:

CRUSTÁCEOS EPIBIONTES
DE TORTUGA BOBA DE CANARIAS:
MALACOSTRÁCEOS

1. – INTRODUCCIÓN

Los Artrópodos son el grupo más diverso y numeroso de todas las especies animales (el 90% aproximadamente). Dentro de este grupo, el subfilo Crustacea Brünnich, 1772, es el más abundante y lo configuran organismos principalmente marinos, por lo que comúnmente se les denomina "artrópodos marinos" y de tallas más bien pequeñas (aunque hay grupos que alcanzan tamaños considerables). El amplio número de especies, su gran diversidad morfológica y su vertiginosa capacidad de adaptación, han provocado que su clasificación haya sido intrincada y laberíntica, y son varios los autores que en la actualidad han desarrollado modelos de clasificación de este grupo. En este trabajo se ha tomado como referencia la clasificación llevada a cabo por Martin & Davis (2001), cuya lista sistemática de crustáceos se incluye en el Anexo 1.

Dentro de los Crustáceos, la Clase Malacostraca Latreille, 1802, es el subgrupo más numeroso, con más de 42000 especies, caracterizada por la presencia de un caparazón más o menos blando, de donde deriva su nombre¹, y que incluye a casi todos los crustáceos más conocidos, principalmente por su valor comercial, como los decápodos (langosta, cigala), estomatópodos (la galera), el krill, los anfípodos y los isópodos (chinchas de mar) (Brusca & Brusca, 2005).

Al igual que el resto de los crustáceos, las comunidades de malacostáceos tienen una gran capacidad de respuesta a los cambios ambientales y se consideran unas de las más sensibles puesto que son capaces de reaccionar rápidamente desplazándose a otras zonas en un breve espacio de tiempo, o incluso, adaptando su morfología con gran eficacia (Moore, 1986; Grahame & Hanna, 1989). Es por ello que se han utilizado en numerosas ocasiones como modelos para describir las interacciones entre especies (predación, competencia, simbiosis, comensalismo, etc.) (Nelson, 1979; Poore, 1994) o para establecer los factores ambientales que controlan las comunidades, como los estudios de comunidades bentónicas de Bellan-Santini (1964) o Conradi (1995), o los innumerables estudios de macrofitobentos (por ejemplo, Costello & Myers, 1987).

Gracias a esta gran capacidad de adaptación, los malacostáceos son grandes cosmopolitas, localizándose en todos los mares y océanos del planeta. Los gammáridos (Anfípoda, Peracarida), por ejemplo, tienen una amplia distribución, aunque presentan ciertas restricciones en función de la especie, como comprobaron Dauvin & Bellan-Santini (2002) en la revisión de los gammáridos de las costas francesas. En este estudio distinguieron un reagrupamiento de especies en función de la latitud y de la batimetría, llegando incluso a situar en las costas francesas un límite biogeográfico entre las especies de afinidades ártico-boreales o templadas-frías, que habitan preferiblemente las zonas del norte (a partir de la región de Roscoff hacia el norte), y las especies de preferencia templada o templada-cálida que frecuentan las costas mediterráneas, o que remontan en mayor o menor grado la costa atlántica en función de sus exigencias térmicas. Por otro lado, los caprelidos (Anfípoda, Peracarida) presentan una distribución bastante amplia, aunque también se ven afectados por rangos térmicos u otras condiciones ambientales. En general, los anfípodos de regiones tropicales y subtropicales se caracterizan por tener reproducción continua, talla corporal pequeña, maduración rápida y varias puestas al año (especies multivoltinas), de embriones escasos y relativamente pequeños; las especies de altas latitudes presentan características inversas (Saint-Marie, 1991).

A su vez, su gran capacidad de adaptación les ha permitido ocupar todos los hábitats posibles, tanto bentónicos como pelágicos, tanto neríticos como oceánicos, desde fondos fangosos hasta zonas de playa escasamente bañadas, etc.; así como a presentar asociaciones de diferentes grados de complejidad con gran diversidad de hospedadores (esponjas, ascidias, grandes animales planctónicos o grandes praderas de algas costeras), ya sea como refugio, como alimento o para su reproducción (Cantor et al., 2009). Una de las asociaciones más frecuentes la presentan los anfípodos con las algas, principalmente aquellas algas bien ramificadas y con poco espacio entre sus frondes, que producen innumerables microhábitats adecuados para crecer en grandes cantidades y que constituyen una buena fuente de sedimentos y de alimento (sobretodo de diatomeas epífitas al alga), llegando a tal punto que la morfología del propio alga puede condicionar la talla de los organismos que habitan en ella (Hacker & Steneck, 1990). Dentro de los anfípodos, el grupo de los gammáridos es principalmente bentónico y se localiza generalmente asociado a praderas de algas, aunque también frecuenta las

¹ Del griego: *Malakos* = blando, *Ostrakos* = concha.



zonas de arrecife o el litoral rocoso (Dick et al., 2002). Por otro lado, el grupo de los caprélidos está totalmente adaptado a la escalada, gracias a que presentan garras prensiles que les permiten agarrarse a las algas, así como a hidroideos o briozoos sobre los que acostumbran a vivir (Caine, 1979). Un gran número de anfípodos presentan asociaciones con otras especies como ascidias y esponjas en el caso de los gammáridos, microhábitat que les brinda la oportunidad de llevar a cabo un cuidado parental prolongado (Dick et al., 2002; Thiel, 1997 a,b, 1999), o como los hidroideos para los caprélidos, como por ejemplo el caprélido *Paracaprella tenuis* que desarrolla una relación de mutualismo con el hidroideo *Bougainvillia rugosa*, por la cual el caprélido recibe un sustrato con el diámetro adecuado para su agarre (Caine, 1979) y el acceso a comida diversa (detritus, diatomeas, nematodos y copépodos), mientras que el hidroideo recibe la defensa del caprélido frente a predadores como el nudibranquio *Tenellia pallida*, hasta tal punto que la densidad de la población del caprélido influye en el volumen de la colonia del hidroideo (Caine, 1998).

Otras especies, sin embargo, son capaces de habitar en galerías o tubos fabricadas por ellos mismos, como es el caso de las especies del Orden Tanaidacea (Peracarida, Malacostraca), que son habitantes del fondo en las zonas litorales, donde viven enterrados en el barro o escondidos en pequeñas cavidades o grietas en las rocas. Este orden también presenta diferencias entre sus especies, por ejemplo, según Gutu & Sieg (1999) los tanaidáceos de la superfamilia Tanaoidea están generalmente asociados con praderas de algas; la superfamilia Paratanoidea con los sedimentos; y el suborden Apseudomorpha viven asociados a ecosistemas de arrecifes coralinos (especialmente las familias Apseudidae y Metapseudidae). En el Caribe mexicano, García-Madrigal et al. (2005), registraron la mayor diversidad de tanaidáceos en las zonas de arrecife coralino, pero su mayor cantidad o abundancia se localizó en las praderas de algas y en los sistemas de raíces de manglares. Sin embargo, estos autores, también encontraron algunas especies de este orden suspendidas en la columna de agua en áreas oceánicas del Caribe mexicano, seguramente porque fueron transportadas por las corrientes mar adentro, aunque otros autores sugieren que este comportamiento puede considerarse como un mecanismo de dispersión, sobretodo en aquellas especies que presentan machos nadadores (Sieg, 1983). Este hecho, ya sea por dispersión o por transporte pasivo, puede verse agravado en aquellas zonas con una plataforma continental reducida, ya que el intercambio entre los frentes costeros y oceánicos es mayor (Suárez-Morales & Gasca, 1996).

Los tanaidáceos se han considerado generalmente como formas de vida libre, pero son varias las especies que se han asociado, de forma poco precisa, con diferentes especies de vertebrados e invertebrados, tales como corales, briozoos, moluscos, balanos, e incluso el inusual caso de *Hexapleomera robusta* que forma diminutos tubos en las grietas entre los escudos de las tortugas, tanto marinas como dulceacuícolas (Larsen, 2005). Un caso parecido es el de ciertas especies de anfípodos que se asocian con algas filamentosas que habitan comúnmente sobre el caparazón de tortugas marinas, como es el caso del caprélido *Caprella andreae* y los gammáridos *Hyale* spp., que viven asociados a algas del género *Polysiphonia*, el cual posee una especie específica de la tortuga *Caretta caretta*, *Polysiphonia caretta*, por lo que ambas especies se han observado comúnmente sobre el caparazón de esta tortuga marina (Caine, 1986). Algunos autores han llegado a sugerir que ambos anfípodos viven asociados al alga *P. caretta*, llegando incluso a denominarlos "La Comunidad de la *Polysiphonia*" (Gramentz, 1988), mientras que obtienen su alimento raspando el material incrustado o adherido a esta alga o al caparazón de la tortuga (Caine, 1986).

En relación a la epibiosis de tortugas marinas, los crustáceos son los organismos más comunes y abundantes para esta asociación, siendo los pertenecientes al Orden Cirrípoda los más citados en la bibliografía y los anfípodos el segundo grupo más abundante. Hasta la fecha el número de especies de malacostráceos observadas como epibiontes de tortugas marinas es numerosa (19 solo para *Caretta caretta*), aunque tres de ellas presentan una asociación específica: *Podocerus chelonophilus* observado en la cola y en la base de las extremidades en tortuga boba (*Caretta caretta*) y tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*) en el Atlántico y Mediterráneo (Chevreux & Fage, 1925; Thomas & Barnard, 1992, Badillo, 2007); *Podocerus umigame* citado por Yamato (1992), sobre el caparazón de tortuga boba en Japón; e *Hyachelia tortugae*, registrado por Barnard (1966) en la cavidad bucal de tortuga verde (*Chelonia mydas*) en las islas Galápagos.

Para la tortuga *Caretta caretta*, hasta la fecha se han descrito un total de 19 especies de anfípodos epibiontes, de las cuales 8 son especies de caprélidos y entre las que destacan *Caprella andreae*, principalmente en juveniles del noreste del Atlántico (Azores) (Moore, 1995; Frick et al., 2003), y del Mediterráneo (Francia, Grecia y España) (Chevreux & De Guerne, 1893; Kitsos et al., 2005; Badillo,

2007), y en hembras adultas nidificantes en las costas Atlánticas americanas (Georgia, y Florida) (Caine, 1986; Frick et al., 1998; Pfaller et al., 2008); *Caprella equilibra* y *Caprella penantis*, solo citadas en adultas nidificantes en las costas americanas del Atlántico (Georgia y Florida) (Caine, 1986; Frick et al., 1998, 2003; Pfaller et al. 2008), y en las tortugas varadas en las costas de Grecia (Kitsos et al., 2005), solo la última especie. Por otro lado se han citado 11 especies de gammáridos, entre las que destaca *Podocerus chelonophilus* observado principalmente en ejemplares juveniles del Atlántico norte (Azores y Madeira) (Chevreux & De Guerne, 1888; Chevreux, 1900; Davenport, 1994; Moore, 1995; Frick et al., 2003) y del Mediterráneo (Francia, Argelia, Grecia y España) (Chevreux & De Guerne, 1888, 1893; Kitsos et al., 2005; Badillo, 2007), aunque también, en menor frecuencia, en hembras nidificantes de Georgia y Florida (Caine, 1986; Thomas & Barnard, 1992; Frick et al., 1998; Pfaller et al., 2006); así como varias especies del género *Hyale* spp. localizadas en hembras nidificantes de EE.UU (Caine, 1986) y del mediterráneo (Fuller et al., 2010), como en juveniles del Atlántico norte (Moore, 1995) y mediterráneo (Chevreux & De Guerne, 1893; Kitsos et al., 2005; Badillo, 2007).

En un principio el gammárido *Podocerus chelonophilus* se consideró como un constructor de tubos comensal de la tortuga (Barnard, 1966), pero mas tarde se descubrió que no presentaba las glándulas características para construir tubos y que estaba adaptado a las escalada. Nuevos ejemplares de esta especie recogidos en juveniles de *Caretta caretta* en Madeira, se encontraron inmersos en un exudado mucoso asociados a las heridas en el plastrón y aletas, sugiriendo que pudiera alimentarse a expensas de su propio hospedador (Caine, 1986). Recientemente se ha llegado a considerar la posibilidad de que sea realmente un ectosimbionte, que juega un papel muy beneficioso limpiando las heridas de su hospedador, comparándolo con las larvas de mosca que se usan para limpiar heridas gangrenadas en humanos (Sherman & Pechter, 1988). El análisis del contenido estomacal de *P. chelonophilus* revela una masa de fibras sólidas y de tejidos amorfos mezclados con fragmentos de algas filamentosas y ausencia de material de origen planctónico, confirmando esta teoría (Caine, 1985). Una asociación similar a esta ha sido citada por Sedlak-Weinstein (1992) para *Isocyamus* spp. (Amphipoda: Cyamidae) en ballenas piloto en Japón y Tasmania.

Como se citó anteriormente, otro ectosimbionte de las tortugas marinas es el tanaidáceo *Hexapleomera robusta* Moore, 1894, que habita entre los escudos del caparazón (Frick et al., 1998), o asociado a las agrupaciones de balanos epibiontes de tortugas marinas (Ross & Newman, 1967), o de manatíes (Pilsbry, 1916). Bentivegna et al. (1993) lo observaron como epibionte de una tortuga boba muy debilitada encontrada en aguas del Golfo de Nápoles (Italia), sugiriendo una posible relación entre el epibionte y el mal estado de salud de la tortuga, aunque no hay evidencias de que cause daño alguno o se alimente de la piel de esta (Frick et al., 1998). Hasta la fecha se han registrado 5 especies de tanaidáceos epibiontes de tortuga boba, de los cuales esta especie es la mas citada, siendo observada en adultas nidificantes americanas de Georgia y Florida (Pfaller et al., 2006, 2008; Zardus & Haldfield, 2004), y en ejemplares juveniles mediterráneos de Italia (Bentivegna et al., 1993), Grecia (Kitsos et al., 2005) y España (Badillo, 2007).

En muchas especies de crustáceos y otros grandes grupos, el cuidado parental termina en cuanto los juveniles o larvas emergen del marsupio, pero en otras, sobretodo malacostráceos, continúan este cuidado tras la emergencia, desarrollando cuidados parentales prolongados. En estos casos, uno o los dos progenitores conviven durante un tiempo con su descendencia, alimentándola y protegiéndola activamente, o simplemente tolerándola en su cuerpo o en las ramas del organismo en el que vive (en especies epi-bentónicas), o manteniéndolas en sus escondrijos, tubos o madrigueras (en especies endo-bentónicas) (Thiel, 1997a,b, 1999a; Thiel et al., 1997). El cuidado parental prolongado mejora enormemente el éxito reproductivo ya que aumenta la tasa de supervivencia de los juveniles y la talla con la estos abandonan el nido, de tal forma que se ha observado como la evolución de esta estrategia reproductiva se incentiva en los ambientes con condiciones desfavorables o de estrés (Thiel, 1999a). Sin embargo, esta ventaja reproductiva provoca que su capacidad de dispersión sea muy inferior a la de otras especies como los moluscos, crustáceos decápodos o peces, ya que los juveniles presentan una reducida capacidad de natación y alcanzan la madurez sexual en pocas semanas tras abandonar a sus progenitores. Esta reducida capacidad de dispersión determina una tendencia al endemismo y una escasa probabilidad de mezcla con otras áreas, como observaron Lopes et al. (1992), que encontraron grandes diferencias entre las especies de anfípodos del archipiélago macaronésico de Azores y las comunidades de las Islas Británicas, de las costas de Francia y Portugal y del Mediterráneo.



2. – CARACTERÍSTICAS TAXONÓMICAS

Clase MALACOSTRACA Latreille, 1802

La clase Malacostraca incluye mas de 42.000 especies de crustáceos, entre los que se encuentran los mas conocidos comúnmente por su valor comercial.

Sus características morfológicas principales son: un tórax formado por ocho segmentos con un par de apéndices cada uno (pereiópodos), que puede estar cubierto por un caparazón; abdomen con seis segmentos, también con pares de apéndices (pleópodos). Todos los apéndices fueron primitivamente birrámeos, (algunas especies todavía los conservan), aunque por lo general tienen mas desarrollada la rama interna (endopodio). Las antenas son birrámeas, pero en las segundas, la rama externa (exopodio) tiene forma de escama plana. Es frecuente que el primer par de apéndices torácicos se haya adaptado al servicio de la alimentación, adelantándose y funcionando como maxilípodo. El segundo par también puede estar modificado, generalmente quelado, a modo de gnatópodo. El resto de apéndices torácicos están adaptados para caminar o trepar y los pleópodos suelen ser birrámeos e iguales y se emplean en la natación, la ventilación, llevar la puesta o modificados como órgano copulador en los machos. Los últimos pleópodos pueden estar aplanados y dirigidos hacia atrás formando los urópodos que junto con el telson configuran el abanico caudal. El gonoporo femenino se encuentra en el sexto segmento torácico y el masculino en el octavo. El estadio de larva nauplio de los artrópodos ocurre dentro del huevo.

Los malacostráceos se dividen en tres subclases: Phyllocarida; Hoplocarida (consideradas las formas mas primitivas); y Eumalacostraca, el cual presenta dos superordenes (Peracárida y Eucarida).

SUPERORDEN PERACÁRIDA Calman, 1904

a) - ORDEN AMPHIPODA Latreille, 1816

Los anfípodos son pequeños crustáceos principalmente marinos, aunque hay varias especies dulceacuícolas y una familia de formas terrestres.

Se caracterizan por presentar el cuerpo comprimido lateralmente, ojos compuestos y sésiles, y por carecer de caparazón, aunque el primer segmento torácico y a veces el segundo está fusionado a la cabeza. El abdomen no suele estar claramente diferenciado del tórax ni en tamaño ni en forma. Las coxas de los apéndices torácicos son largas y aplanadas incrementando el aspecto de compresión lateral del cuerpo. Primeras y segundas antenas estan bien desarrolladas, el primer par con un pedúnculo casi siempre trisegmentado y el segundo con cinco segmentos y un flagelo. Tiene 4 piezas bucales: mandíbula, 1ª maxila, 2ª maxila y maxilípodo, que es el primer par de apéndices torácicos modificado. El segundo y tercer par de apéndices torácicos son alargados y subquelados y se denominan gnatopodios. Los tres primeros pares de apéndices abdominales son pleópodos y se emplean en la natación y la ventilación. Los 3 últimos pares de apéndices abdominales, los urópodos, están dirigidos hacia atrás y se utilizan para saltar o nadar, según las especies.

La mayoría mide entre 2 y 20mm de largo, aunque existen algunas excepciones.

Presentan generalmente coloraciones traslúcidas, marrones o grises, pero hay especies de color rojo, verde o azul-verdoso.

Suelen llegar a vivir 1 año y el crecimiento se lleva a cabo mediante numerosas mudas. Pueden realizar tres tipos de movimientos: natatorio (incluso circular), con los 3 pares de pleópodos; corredor y trepador con las patas torácicas; y saltador mediante el despliegue repentino del extremo posterior y de los 3 últimos pares de apéndices abdominales (urópodos). Para movimientos rápidos corren con las patas torácicas pero también utilizan los pleópodos y suelen inclinarse de forma acusada hacia uno de los lados.

Juegan un papel importante en la alimentación de peces e invertebrados debido a su crecimiento masivo.

Ocupan todos los hábitats posibles, desde los fondos fangosos hasta las zonas de playa escasamente bañadas. Los anfípodos presentan asociaciones con una gran diversidad de hospedadores, usándolos como refugio, como alimento o para su reproducción (Cantor et al., 2009), tales como esponjas, ascidias, grandes animales planctónicos o en las praderas de algas costeras ricas en sedimentos y en depósitos vegetales. Algunas especies son capaces de habitar en galerías o tubos fabricados por ellos mismos.

Se alimenta principalmente de detritos o materia orgánica en descomposición. Un pequeño número son herbívoros y otros son filtradores. Algunos gammáridos y caprélidos, principalmente las formas planctónicas, son depredadoras.

Para su reproducción, la hembra presenta una bolsa ventral para incubar los huevos llamada marsupio, que está formado por grandes prolongaciones de la coxas torácicas (segmentos 3-5) a modo de placa (oosteguitos), que se proyectan horizontalmente hacia el interior superponiéndose unas con otras. En las formas marinas puede haber de 2 a 750 huevos por puesta, y suele ser frecuente más de una puesta al año. El ciclo de vida es de aproximadamente un año. En los anfípodos, al igual que la gran mayoría de los crustáceos peracáridos, los embriones y larvas se desarrollan en el interior del marsupio de la madre, del que emergen juveniles totalmente formados o larvas en estadios muy avanzados. Los jóvenes alcanzan la madurez sexual en pocas semanas, tras un desarrollo muy rápido e intenso.

Algunas especies desarrollan un cuidado parental prolongado, en el que uno de los progenitores convive durante un tiempo con su descendencia, alimentándola y protegiéndola activamente o simplemente tolerándola en su cuerpo o en sus escondrijos (Thiel, 1999a).

En general, los anfípodos de regiones tropicales y subtropicales se caracterizan por tener reproducción continua, talla corporal pequeña, maduración rápida y varias puestas al año (especies multivoltinas) de embriones escasos y relativamente pequeños; las especies de altas latitudes tienen características inversas a estas (Saint-Marie, 1991).

a.1. Suborden Gammaridea Latreille, 1802:

Hay más de 4.700 especies descritas que viven casi exclusivamente en ambientes marinos y principalmente en los fondos y playas.

Son anfípodos con la cabeza bien definida y no fusionada con el segundo segmento torácico. La mayoría poseen palpo en el maxilípodo y las placas coxales de los apéndices torácicos están bien constituidas; ojos normalmente presentes, pigmentados y laterales. Abdomen fuerte con pleópodos y urópodos bien desarrollados.

Existe una gran diversidad de tallas según la especie, aunque puede decirse que la mayoría se concentran en un rango de entre 2.5 – 3mm como tallas mínimas para adultos, hasta 20mm de tallas máximas observadas. Algunos ejemplos son: *Hyale media*: de 5 a 10mm; *Hyale hawaiiensis*: de 5 a 12mm; *Gammarus* sp.: de 4 a 18mm; *Pontoporeia* sp.: de 5 a 8mm; *Anelasmopus kraui*: de 9.5 a 12mm; *Cymadusa* sp.: de 15 a 20mm; etc.

Son principalmente bentónicos y viven asociados a praderas de algas, zonas de arrecife o zonas rocosas, en donde presentan una gran diversidad de modos de vida: escavadores, trepadores, reptantes, libre-nadadores o incluso, constructores de tubos. Un gran número de especies viven como habitantes de ascidias y esponjas, microhábitat que les brinda la oportunidad de llevar a cabo un cuidado parental prolongado (Dick et al., 2002; Thiel, 1997 a,b, 1999a). También presentan una gran diversidad en su alimentación, pudiendo ser carroñeros, filtradores, predadores o parásitos.

Presentan dimorfismo sexual y los embriones se desarrollan de forma prolongada en el marsupio. En el momento de la cópula, el macho se adhieren a la hembra utilizando los gnatopodios. Pueden llevar a cabo un cuidado parental prolongado.

Se han citado especies de Gammáridos en todos los mares del planeta con ciertas especificidades en función de la especie.



a.2. Suborden Caprellidea Leach, 1814:

Se conocen 350 especies, todas ellas marinas. Su cuerpo largo y estilizado de abdomen muy reducido, les ha agraciado con el nombre común de "gambas esqueleto".

Presenta la cabeza fusionada con el primer segmento torácico y en parte con el segundo. Maxilípodo dotado de palpo. Coxas torácicas vestigiales o ausentes. Segmentos abdominales muy reducidos y con apéndices vestigiales. Ojos pequeños. Cuerpo alargado, cilíndrico o corto y aplastado.

Los caprellidos están adaptados a la escalada gracias a que las puntas de sus patas están dotadas de garras prensiles para engancharse a algas, hidroideos o briozoos sobre los que viven.

Muchas especies son filtradoras, trepando a las zonas más altas de las algas o hidroideos en los que viven, para capturar pequeñas partículas en suspensión presentes en la columna de agua que quedan retenidas en las sedas de sus antenas. Otras se alimentan por raspado de las superficies en donde viven, ingiriendo principalmente detritus presentes sobre hidrozoos, esponjas, o algas. Algunos caprellidos pueden capturar activamente otros pequeños crustáceos y existen especies caníbales que devoran completamente individuos de su misma especie (Guerra-García, 2001).

También presentan dimorfismo sexual, en el que las hembras son más pequeñas que los machos en longitud y sus segundos gnatopodios se mantienen como en la fase juvenil. En el momento de la cópula, los caprellidos se adhieren a la hembra utilizando también los pereiópodos posteriores en lugar de solo los gnatopodios como los gammáridos. Además los machos protegen agresivamente a la hembra seleccionada infligiendo heridas mortales a otros machos (Caine, 1991).

Presentan estacionalidad en su reproducción y algunas especies, como *Caprella laeviuscula*, el tamaño de la puesta varía en función del tamaño de la hembra, mientras que el tamaño del huevo se mantiene constante (Caine, 1979, 1991). El número de juveniles eclosionados es más o menos el 50% del total de la puesta que carga la hembra, de lo que algunos autores han sugerido que los primeros juveniles en eclosionar podrían comerse algunos de los huevos todavía no eclosionados (Caine, 1991). En contra de lo propuesto por otros investigadores (Bynum, 1978; Lim & Alexander, 1986), Caine (1991), afirmó la existencia de un cuidado parental prolongado.

Presentan una amplia distribución por los mares y océanos de todo el planeta.

En las Islas Canarias, el estudio de los caprellidos lo iniciaron Cejas & Brito (1984), citando las siguientes especies: *Caprella equilibra*, *Phtisica marina*, *Pseudoprotella phasma* y *Pariambus typicus*. A continuación Krapp-Schickel & Rufo (1990), recolectaron en muestras de algas y esponjas de playa del Inglés (sur de Gran Canaria) las especies: *Caprella acanthifera*, *Caprella danilevskii*, *Caprella grandimana* y *Caprella lopotnesis*. Por último, Riera et al. (2003) identificaron 2 especies no citadas anteriormente: *Caprella cavediniae* y *Caprella penantis*, junto con otras 6 ya identificadas en Canarias. Hasta este último estudio se han identificado un total de 10 especies de caprellidos para el archipiélago canario, número bastante similar a otros archipiélagos macaronésicos como Azores, en el que se han identificado 7 especies (Lopes et al., 1992), pero muy diferente a las 22 especies observadas en otras áreas cercanas continentales, como Ceuta (Guerra-García, 2001).

b) - ORDEN TANAIIDACEA Dana, 1849

Son los únicos peracáridos provistos de un pequeño caparazón que cubre la parte anterior del cuerpo donde la cabeza está fusionada al primer y segundo segmentos torácicos. La superficie interior del caparazón funciona como una cámara branquial. Las anténulas (antenas 1) son más largas que las antenas (antenas 2). Muchas especies carecen de ojos, pero cuando están presentes se localizan en prolongaciones inmóviles a ambos lados de la cabeza. El primer par de apéndices torácicos son maxilípedos y el segundo par es un gnatopodio grande y quelado, característica distintiva de este orden. El tercer par de apéndices torácicos está adaptado para excavar. El tórax está formado por los 6 segmentos restantes y el abdomen se compone de 5 segmentos ya que el último está fusionado con el telson.

Por lo general pequeños, dentro de un rango de entre 1 y 25mm de largo, aunque la talla media de la mayoría de especies de este orden es de 2 a 5mm. Normalmente son de color crema o crudo, aunque algunos son moteados debido a la presencia de cromatóforos.

La mayoría se alimenta de detritos y los microorganismos asociados a estos. Algunos son suspensívoros, utilizando para este fin las segundas maxilas o los maxilípedos. Otros son omnívoros, recogiendo diatomeas, algas y otras materias de alrededor de la boca de sus guaridas con sus quelípedos y también existen especies depredadoras.

Son casi exclusivamente marinos y en su mayor parte son habitantes del fondo en zonas litorales, donde viven enterrados en el barro construyendo tubos, o escondidos en pequeñas cavidades y grietas en las rocas (bentónicos). Por lo general, los tanaidáceos pertenecientes a la superfamilia Tanaoidea viven asociados a praderas de algas; la superfamilia Paratanoidea a los sedimentos; y el suborden Apseudomorpha, a ecosistemas de arrecifes coralinos, especialmente las familias Apseudidae y Metapseudidae (Gutu & Sieg, 1999).

La relativa abundancia de tanaidáceos en los ecosistemas bentónicos marinos los sitúan como una importante fuente de alimento para vertebrados e invertebrados marinos bentónicos (Gardiner, 1975; Escobar-Briones & Spears, 1995; Morales-Vela, 2008).

Al igual que el resto de peracáridos, los huevos se depositan, fecundan e incuban dentro del marsupio, y el desarrollo inicial de las larvas se lleva a cabo en su interior. Las larvas no se liberan hasta que no se han desarrollado casi por completo todos sus apéndices y salen del marsupio en fase Manca II, tras la que alcanzan una fase juvenil, denominada Neutrum I por algunos investigadores.

Son generalmente dioicos. Los machos tienen los quelíceros más grandes, pleópodos más desarrollados, los ojos de mayor tamaño y más cantidad de saetas en las antenas y anténulas que las hembras. Cabe destacar que existen 2 formas de machos, los "iniciadores" y los "secundarios" y se diferencian por el tamaño y por la forma del quelícero. Algunas especies son a su vez hermafroditas y puede incluso producirse un paso de hembra a macho dependiendo de las condiciones ambientales, la presencia o no de hembras o de machos, etc., es decir, son hermafroditas protoginos.

La época de cría varía estacionalmente y latitudinalmente. Por ejemplo, en el sur-oeste de Francia las hembras crían de Marzo a Diciembre y los juveniles abundan en noviembre y diciembre, mientras que en el norte de Alemania los juveniles abundan en julio, y las larvas que se desarrollan más tarde mueren.

Existen cuatro subórdenes: Anthracocaridomorpha, son todas formas fósiles; Neotanaidomorpha, con organismos de vida libre; Tanaidomorpha, que habitan en tubos; y los Apseudomorpha que son escavadores.



3. – RESULTADOS

3.1. – DESCRIPCIÓN DE LAS ESPECIES ENCONTRADAS

En el estudio de los organismos epibiontes de las tortugas *Caretta caretta* localizadas en el archipiélago Canario en los años 2002, 2003 y 2004, se encontraron 4 especies del Superorden Peracarida Calman, 1904, perteneciente a la Clase Malacostraca Latreille, 1802.

Tres de estas especies pertenecen al Orden Anphipoda Latreille, 1816: *Hyale grimaldii* Chevreux, 1891 y *Podocerus chelonophilus* Chevreux & de Gerne, 1888 (ambas del Suborden Gammaridea Latreille, 1802), y *Caprella Andreae* Mayer, 1890 (del suborden Caprellidea Leach, 1814). La cuarta especie pertenece al Orden Tanaidacea Dana, 1849: *Hexapleomera robusta* Moore, 1894.

Como se muestra en el gráfico de la figura 97 las dos especies más abundantes sobre las tortugas muestreadas fueron el gammárido *H. grimaldii*, presente en el 46.2%, y el caprelídeo *C. andreae*, localizado en el 45.6% de las tortugas muestreadas. El tanaidáceo *H. robusta* lo presentaban el 29.0% de las tortugas, y por último, *P. chelonophilus*, que a pesar de ser específico de tortugas marinas presentó la menor frecuencia localizándose en el 20.1% de las tortugas muestreadas.

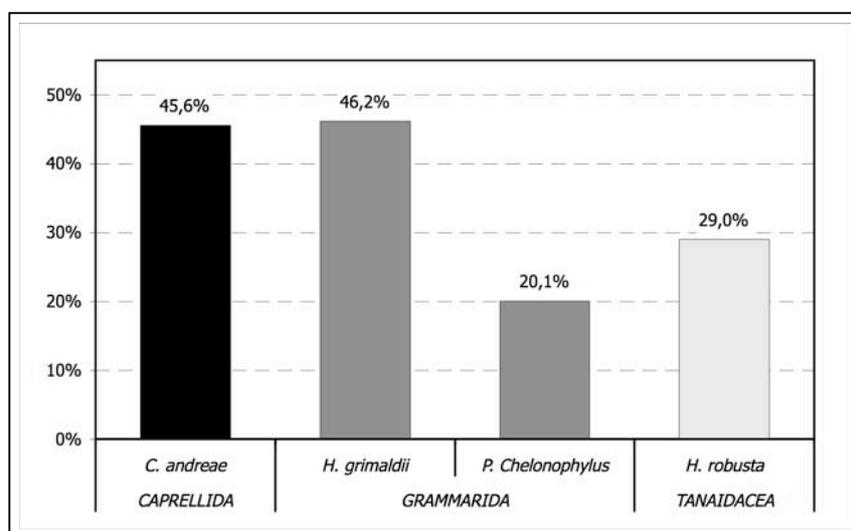
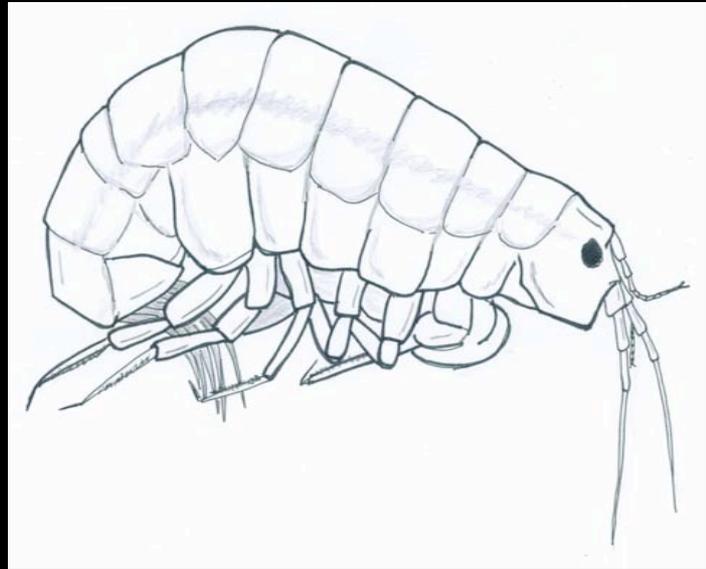


Fig. 97: Frecuencia observada para cada una de las especies de Malacostráceos presentes como epibiontes de las tortugas *Caretta caretta* localizadas en el archipiélago canario.

A continuación se disponen las fichas de caracterización de las especies observadas pertenecientes a este grupo, en la que se detallan las características específicas de cada una de ellas, imágenes y fotos de las mismas obtenidas en este estudio, así como los gráficos de frecuencia de la presencia/ausencia, cantidad, talla y estadio reproductor de cada especie en función de las distintas variables de estudio (Año, mes, isla, zona, talla de la tortuga y gravedad de las lesiones).

***Hyale grimaldii* Chevreux 1891**

Phylum: Arthropoda
 Superclase: Crustacea Brünich, 1772
 Clase: Malacostraca Latreille, 1802
 Infraclase: Eumalacostraca
 Superorden: Peracarida Calman, 1904
 Orden: Amphipoda Latreille, 1816
 Suborden: Gammaridea Latreille, 1802
 Fam.: Hyalidae Bulycheva, 1957
 Género: *Hyale* Rathke, 1837



DESCRIPCIÓN Y DATOS DE INTERÉS DE LA ESPECIE:

Morfología: Cabeza bien definida, no fusionada con el segundo segmento torácico; posee palpo en el maxilípodo; placas coxales de los apéndices torácicos bien constituidas; ojos presentes, pigmentados y laterales; abdomen fuerte con pleópodos y urópodos bien desarrollados.

Talla: Especies del mismo género como *Hyale media* e *Hyale hawaiiensis* presentan tallas de entre 5 y 10mm o de 5 a 12mm respectivamente.

Color: los adultos presentan tonos anaranjados o beige. Los juveniles suelen ser blancos.

Hábitat: Principalmente bentónicos y asociados a praderas de algas o zonas rocosas, aunque esta especie se ha observado comúnmente en objetos flotantes y tortugas marinas (Chevreux & De Guerne, 1893; Caine, 1896; Badillo, 2007).

Reproducción: Presentan un marcado dimorfismo sexual. En el momento de la cópula, los machos se adhieren a las hembras utilizando los gnatopodios. La hembra porta la puesta en la parte ventral y los embriones se desarrollan de forma prolongada en el marsupio. Pueden llevar a cabo un cuidado parental prolongado.

Dentro del mismo género existen grandes diferencias en la talla a la que alcanzan la madurez sexual, por ejemplo *Hyale schmidtii* la alcanza con 2.4mm; *Hyale nilssoni* con 4mm; *Hyale barbicornis* con 6-7mm; y otras especies de gammaridos lo hacen con tallas bastante superiores (Fernández et al., 1989).

Distribución: Cosmopolita. Muy común en el Atlántico y el Mediterráneo. En Canarias ha sido citada por Krapp-Schickel & Rufo (1990).

Como epibionte de tortuga boba es uno de los gammáridos mas comúnmente citados después de *Podocerus chelonophilus*, y se encuentran numerosas citas del género *Hyale* en tortugas *Caretta caretta* del Atlántico aunque no fueron identificadas a nivel de especie (Caine, 1896; Frick et al., 2003). En el Mediterráneo ha sido citada en tortugas localizadas en Francia (Chevreux & De Guerne, 1893) Grecia (Kitsos et al., 2005) y España (Badillo, 2007).



Fig. 98 (al dorso): Imágenes de ejemplares de *Hyale grimaldii* localizadas sobre las tortugas *Caretta caretta* muestreadas. 1- Esquema de los ejemplares de *H. grimaldii* muestreados. 2- Ejemplar de *H. grimaldii* entre ramas de *P. caretta*. 3- Ejemplar adulto de *H. grimaldii*. 4- Ejemplar adulto de *H. grimaldii*. 5- Ejemplar juvenil de *H. grimaldii*. 6- Detalle de la cabeza. 7. Tortuga colonizada por *H. grimaldii*. 8- Ejemplares de *H. grimaldii* sobre el caparazón de una tortuga junto con las algas *H. mitchelliae* y *P. caretta*.

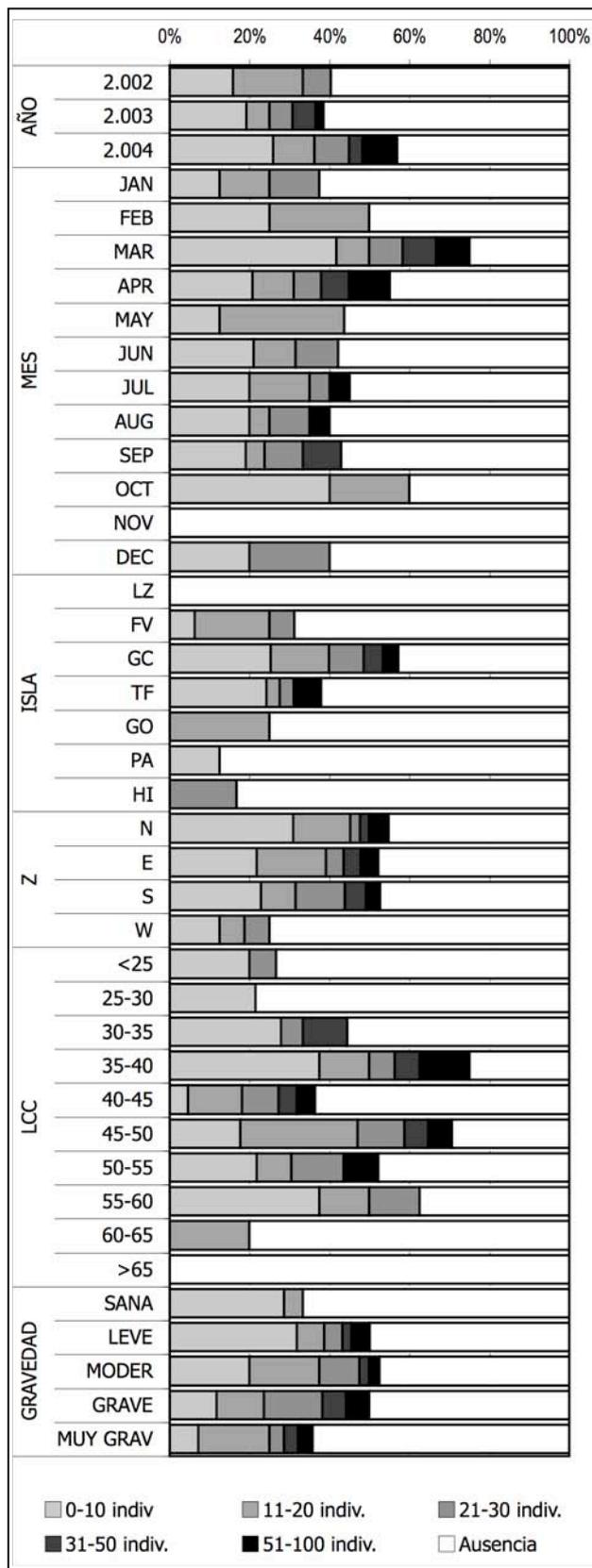


Fig. 99: Gráfico de frecuencias de presencia/ausencia de *H. grimaldii* en las tortugas *Caretta caretta* muestreadas, en función de las diferentes variables de estudio. La presencia se subdivide en función de las cantidades observadas por tortuga.

El pequeño crustáceo *Hyale grimaldii* estuvo presente en casi la mitad de las tortugas muestreadas (46.2%), siendo una de las especies más frecuentes de este estudio. No obstante, las cantidades de este pequeño gammárido localizadas sobre cada tortuga fue bastante baja; en el 20.71% de los casos se encontraron menos de 10 individuos y en el 11.83% de 10 a 20 ejemplares sobre una misma tortuga. Por lo general, las frecuencias más altas observadas coincidieron con las mayores cantidades.

Las tortugas muestreadas en 2004 presentaron esta especie con mayor frecuencia (56.9%), de las cuales, el 8.62% presentaron más de 50 individuos sobre la misma tortuga. Las frecuencias del año 2002 (40.35%) y del 2003 (38.46%) fueron ligeramente más bajas.

Con respecto a la época del año, las tortugas que ingresaron en marzo y abril presentaron mayores frecuencias (75% y 55.17%), de las que el 8.33% y el 10.34% respectivamente presentaban más de 50 individuos por tortuga. El 60% de las tortugas que ingresaron en el mes de octubre presentaban esta especie pero en cantidades muy bajas. El resto de los meses se observaron frecuencias que rondaban el 40% pero por lo general en cantidades muy pequeñas. Ninguna tortuga ingresada en el mes de noviembre presentó esta especie.

Las tortugas procedentes de Gran Canaria y Tenerife presentaron las frecuencias más altas (57.28%, 37.93%) y las mayores cantidades (en Tenerife el 6.9% portaba más de 50 individuos por tortuga). En Fuerteventura la frecuencia fue alta (31.25%) pero en cantidades inferiores a 30 individuos/tortuga y el resto de islas presentaron frecuencias y cantidades muy bajas. Por último, ninguna tortuga procedente de Lanzarote presentó esta especie.

Según la talla de las tortugas, las mayores frecuencias y cantidades se concentraron en las tortugas de entre 30 y 60 cm de caparazón (desde 36.36% hasta un 75% según las tallas), siendo realmente baja en tortugas superiores a 60 cm y nula en las superiores de 65 cm.

Las tortugas sanas presentaron menores frecuencias (33.33%) y siempre en cantidades inferiores a 30 individuos/tortuga.



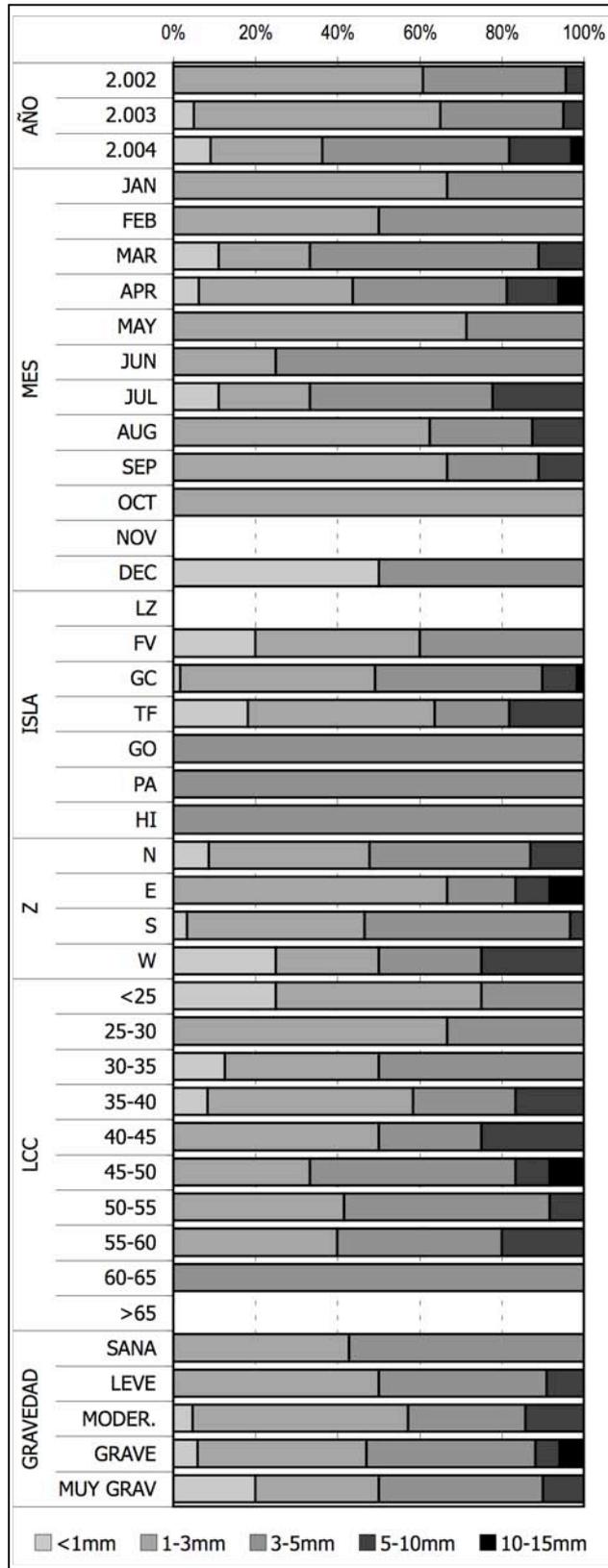


Fig. 100. Gráfico de frecuencias de las tallas máximas de *H. grimaldii* observadas por tortuga, en los ejemplares de *C. caretta* muestreados, en función de las distintas variables de estudio.

Los ejemplares de *H. grimaldii* localizados sobre las tortugas juveniles de Canarias presentaron un rango de tallas de 1 a 12mm, aunque las tallas mas frecuentes fueron de entre 1 y 3mm (en el 44.87%), y de 3 a 5mm (en el 39.74% de las tortugas que presentaron esta especie). El resto de tallas se observaron en frecuencias muy bajas: el 8.97% presentaba tallas de entre 5 y 10mm; y solo el 1.28% de las tortugas presentaron individuos de mas 10mm (aunque no superaron los 12mm).

Las mayores tallas de esta especie se localizaron en tortugas que ingresaron el mes de abril (el 6.25% de las tortugas portaban individuos de talla superior a 10mm), aunque también se observaron tallas de entre 5 y 10mm en algunas tortugas ingresadas en marzo (11.11%), abril (12.5%), julio (22.22%), agosto (12.5%) y septiembre (11.11%).

Con respecto a la isla, y al igual que con las cantidades, los ejemplares de mayor talla se presentaron en tortugas localizadas en Gran Canaria y Tenerife.

Ocurre lo mismo según el tamaño de la tortuga, en el que los individuos de *H. grimaldii* de mayor talla se localizaron en tortugas de entre 35 y 60cm de LCC_{min}, concentrándose los ejemplares de tallas superiores a 10mm en las tortugas de 45-50cm de caparazón.

Por último, los ejemplares de tallas superiores a 5mm se localizaron en tortugas lesionadas (en diferentes grados), aunque los superiores a 10mm estaban solo en tortugas con lesiones graves.

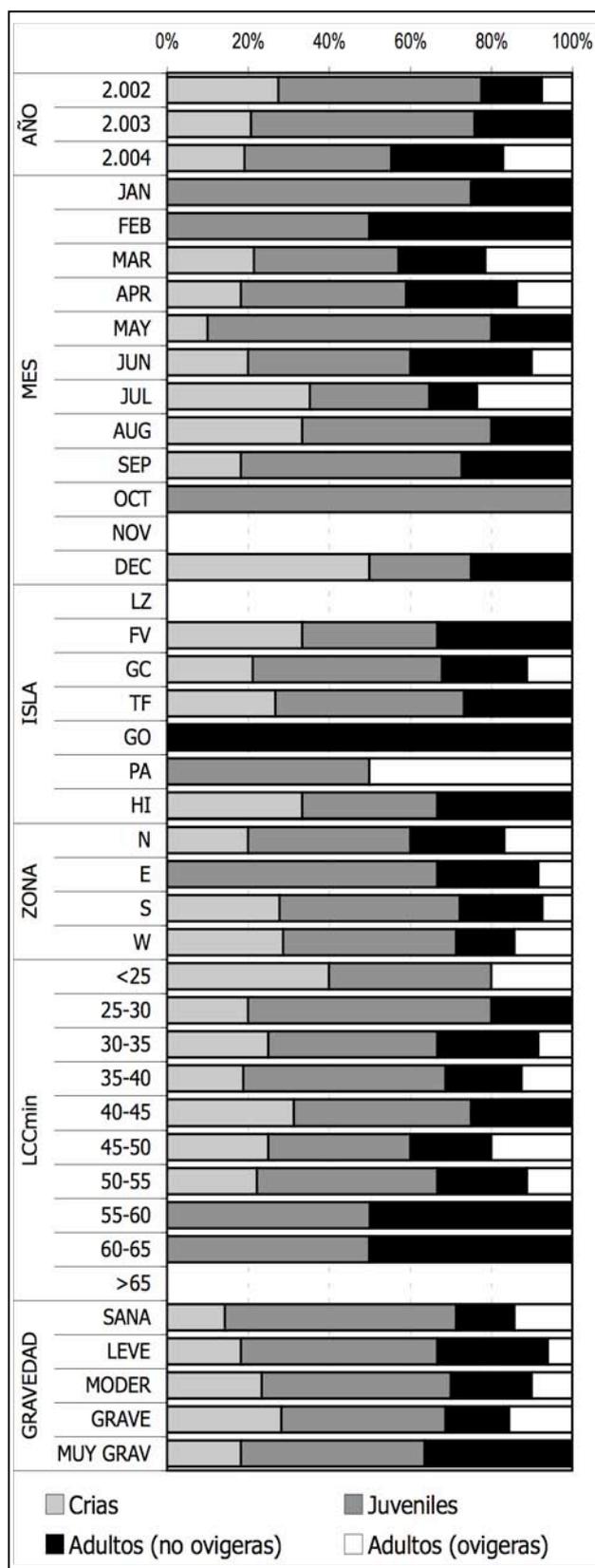


Fig. 101: Gráfico de frecuencias de los distintos estadios de *H. grimaldii* localizados sobre las tortugas *C. caretta* muestreadas, en función de diferentes variables de estudio.

En este trabajo se han considerado individuos adultos a todos los ejemplares que superaron los 3mm de talla, ya que es un valor muy cercano a los observados para otras especies, y porque el ejemplar de *Hyale grimaldii* más pequeño portando una puesta, observado en este estudio, presentaba 3.2mm de talla.

Para *H. grimaldii*, el estadio más frecuente observado sobre las tortugas *Caretta caretta* de Canarias fue claramente el estadio juvenil, observándose en el 68.83% de las tortugas que presentaron esta especie, seguido de los ejemplares adultos, localizados en el 48.05% de las tortugas. La frecuencia más baja la presentaron las crías (33.77%), aunque es un valor bastante alto, que indica que las tortugas de Canarias son idóneas para la reproducción de esta especie. Contrariamente a este dato, sorprende la baja frecuencia de hembras ovígeras, que se observaron en el 14.29% de los casos, aunque puede deberse a una fuerte estacionalidad para la especie, ya que solo se localizaron hembras ovígeras en los meses de marzo a julio, con los valores más altos para esos dos meses (33.33% en marzo y 44.44% en julio) como puede observarse en el gráfico.

A lo largo de los tres años de estudio, los valores son bastante similares para los tres, a excepción de la ausencia total de hembras ovígeras en el año 2003, lo que puede ser debido a condiciones ambientales.

Todas las tortugas localizadas en la isla de la Gomera que presentaban *H. grimaldii*, portaban ejemplares adultos sin puestas de huevos, mientras que las hembras ovígeras solo se localizaron en tortugas procedentes de Gran Canaria y La Palma.

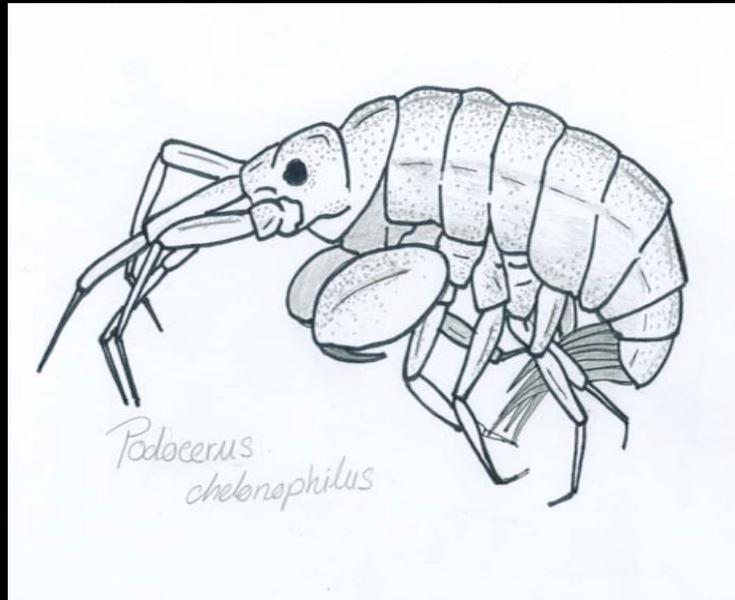
Según la talla de la tortuga, aquellas de LCC_{min} superior a 55cm no presentaron ni crías ni hembras ovígeras, mientras que todas las tortugas de menos de 25cm que presentaron ejemplares adultos, portaban huevos.

Según los datos obtenidos, la frecuencia de crías es mayor conforme aumenta la gravedad de las lesiones (20% para las sanas y 50% para las tortugas graves), mientras que la frecuencia de juveniles disminuye, siendo la más alta para las tortugas sanas (80%). Las tortugas con las lesiones de mayor gravedad no presentaron hembras ovígeras, pero presentaron la frecuencia más alta de adultos sin puestas (44.44%).



***Podocerus chelonophilus* (Chevreux & de Guerne, 1888)**

Phylum: Arthropoda
Superclase: Crustacea Brünich, 1772
Clase: Malacostraca Latreille, 1802
Infraclasse: Eumalacostraca
Superorden: Peracarida Calman, 1904
Orden: Amphipoda Latreille, 1816
Suborden: Gammaridea Latreille, 1802
Fam.: Podoceridae Leach, 1814
Género: *Podocerus* Leach, 1814



DESCRIPCIÓN Y DATOS DE INTERÉS DE LA ESPECIE:

Podocerus chelonophilus, fue descubierto y citado por primera vez por Chevreux & De Guerne (1888) sobre una tortuga marina en aguas del noreste del Atlántico (Azores).

Morfología: La familia Podoceridae se distingue por su cabeza rectangular y un urosoma aplanado dorsoventralmente, cuyo urostomito 1 es el doble de largo que el urostomite 2 (Kilgallen, 2009).

Color: Dentro de género los colores citados son muy variables debido a la presencia de cromatóforos que permiten adaptar su coloración a la del medio. Por lo general son amarillo pálido con tonalidades marrones, rojizas, anaranjadas o violáceas.

Talla: Según Kilgallen (2009), la longitud media de los machos ronda los 7.5mm y la de las hembras los 6mm.

Hábitat: Las especies de la familia Podoceridae habitan en masas densas de hidroideos o entre las incrustaciones creadas por otros anfípodos (Barnard et al., 1988),. Son grandes trepadores de algas y animales sedentarios (Myers & Lowry, 2003), permitiéndoles colocarse en las zonas mas elevadas para filtrar las partículas alimenticias disueltas en la columna de agua. No poseen glándulas de seda en sus pereiópodos, por lo que no tienen la capacidad de construir tubos, aunque suelen ocupar los tubos abandonados de otras especies tubícolas (Barnard et al., 1988). En concreto, esta especie es especialista en tortugas marinas.

Reproducción: Presentan dimorfismo sexual y los embriones se desarrollan de forma prolongada en el marsupio. En el momento de la cópula, el macho se adhieren a la hembra utilizando los gnatopodios. Pueden llevar a cabo un cuidado parental prolongado.

Distribución: Se ha citado en varias zonas del Océano Atlántico: Azores, Madeira, Florida y Carolina del Sur; del Mediterráneo: Argelia; como del Pacífico: Australia (Queensland), Japón, Mar de China y Ecuador.

El gammárido *Podocerus chelonophilus* se ha citado como epibionte común de tortuga boba (*Caretta caretta*) y carey (*Eretmochelys imbricata*) (Kilgallen, 2009). Para la tortuga boba es el gammárido mas citado, tanto en juveniles del noreste del Atlántico, Azores (Chevreux & De Guerne, 1888; Chevreux, 1900; Davenport, 1994; Frick et al., 2003) y Madeira (Moore, 1995), así como en el Mediterráneo en las costas de Francia, Argelia (Chevreux & De Guerne, 1888), Grecia (Kitsos et al., 2005) y España (Badillo, 2007); como en hembras nidificantes de las costas americanas de Georgia, Florida y Carolina (Caine, 1986; Thomas & Barnard, 1992; Frick et al., 1998; Pfaller et al., 2006).

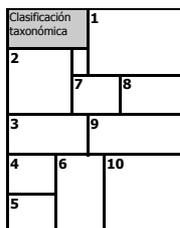


Fig. 102 (al dorso): Imágenes de ejemplares de *Podocerus chelonophilus* localizadas sobre las tortugas *Caretta caretta* muestreadas. 1- Esquema de los ejemplares de *P. chelonophilus* muestreados. 2- Ejemplares adultos de *P. chelonophilus*. 3- Ejemplar adultos de *P. chelonophilus*. 4- Detalle de los apéndices bucales. 5- Detalle de la cabeza. 6- Vista ventral de un ejemplar adulto. 7- Ejemplar de *P. chelonophilus* entre ramas de *P. caretta* en una muestra. 8- Ejemplar adulto de *P. chelonophilus*. 9- Invasión masiva de *P. chelonophilus* sobre los escudos marginales del caparazón de una tortuga. 10- Invasión de *P. chelonophilus* directamente sobre la piel de las aletas.



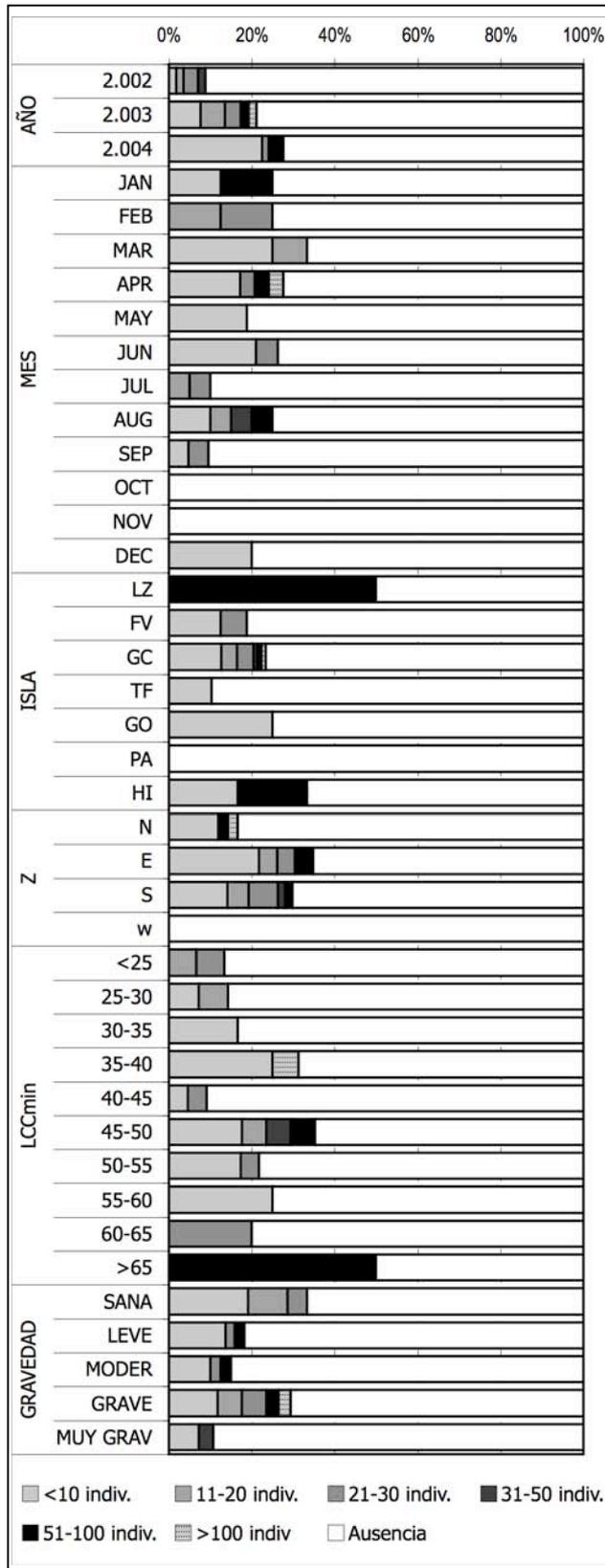


Fig. 103: Gráfico de frecuencias de presencia/ausencia de *P. chelonophilus* en las tortugas *Caretta caretta* muestreadas, en función de las diferentes variables de estudio. La presencia se subdivide en función de las cantidades observadas por tortuga.

La frecuencia observada del gammárido *Podocerus chelonophilus* en este estudio fue bastante inferior a la del gammárido descrito anteriormente, *H. grimaldii*, estando presente en el 20.1% de las tortugas muestreadas. Además, la cantidad de individuos presentes sobre una mismas tortuga fue mas baja que en la especie anterior: el 11.83% de las tortugas portaban menos de 10 individuos, y tan solo el 2.37% y el 2.96% cargaban de 11 a 20 individuos y de 21 a 30 ejemplares respectivamente. El 2.96% restante presentaba mas de 30 individuos.

Esta especie presentó un aumento progresivo en su frecuencia a lo largo de los 3 años de estudio: 8.77%, 21.15% y 27.59% para 2002, 2003 y 2004 respectivamente.

Con respecto a la época del año, se aprecia un comportamiento bastante irregular, aunque destaca la ausencia total de esta especie en los meses de octubre y noviembre, así como la baja frecuencia y cantidad observada en las tortugas ingresadas en septiembre y diciembre. Las mayores frecuencias se observaron en los meses de marzo (33.33%) y abril (27.59%), siendo este último el único en el que ingresaron tortugas con mas de 100 individuos en el caparazón. Algunas tortugas ingresadas en los meses de enero (12.5%), abril (3.45%) y junio (5%), cargaban entre 51 y 100 individuos.

Según la isla, las mayores frecuencias y cantidades se localizaron en las tortugas procedentes de Lanzarote (el 50% de las tortugas portaban de 51 a 100 individuos) y el Hierro (en el 33.33% de las tortugas, de las que la mitad portaban de 51 a 100 individuos). En la Palma no ingresó ninguna tortuga con esta especie y en Tenerife y la Gomera en bajas frecuencias y cantidades.

Ninguna tortuga procedente de la costa oeste de las islas presentaba esta especie.

Con respecto a la talla del caparazón, la mayor frecuencia y cantidad se localizó en las tortugas de mas de 65cm de LCC_{min} (el 50% portaban entre 51 y 100 individuos/tortuga). Las frecuencias mas bajas se localizaron en las tortugas de menor talla (<35cm).

Las tortugas sanas presentaron la frecuencia mas alta (33.33%) pero las cantidades mas pequeñas, aunque se aprecia gran irregularidad según la gravedad de las lesiones.

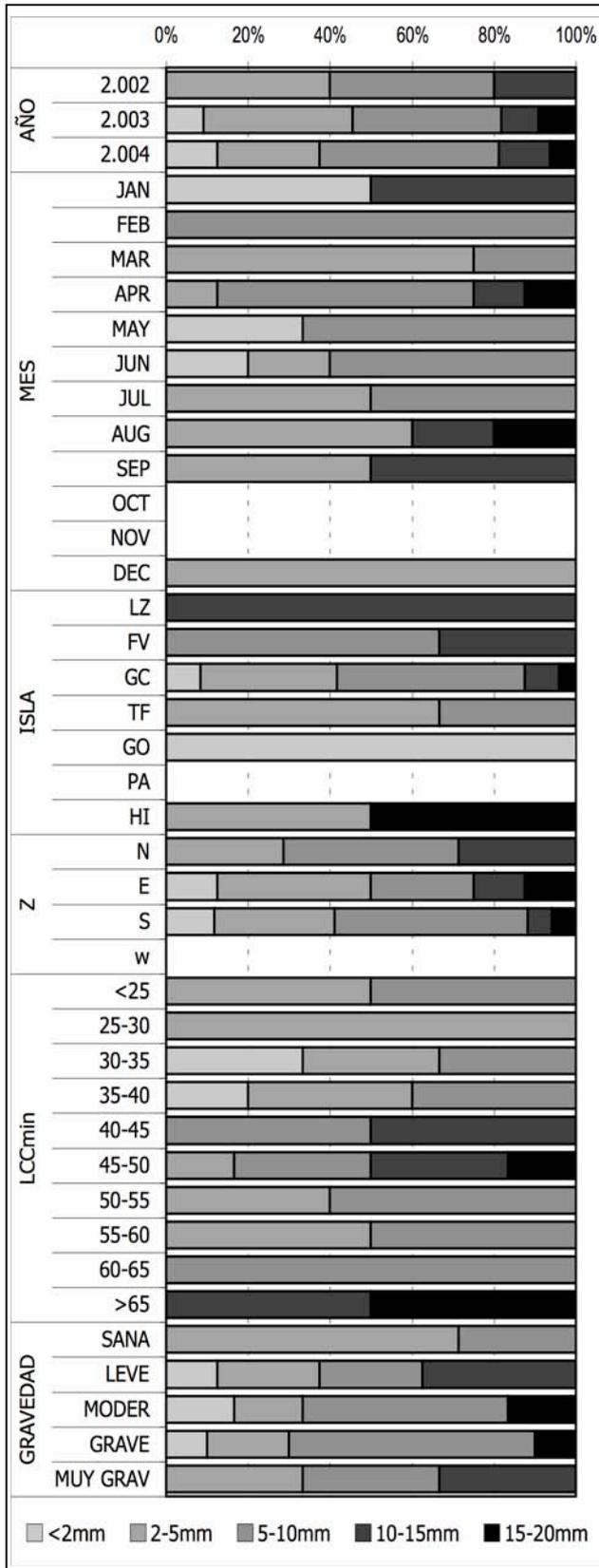


Fig. 104. Gráfico de frecuencias de las tallas máximas de *P. chelonophilus* observadas por tortuga, en los ejemplares de *C. caretta* muestreados, en función de las distintas variables de estudio.

La mayor parte de los ejemplares de *P. chelonophilus* localizados en las tortugas juveniles de Canarias presentaron tallas de entre 2 y 5mm (32.35% de las tortugas) y de 5 a 10mm (el 41.18%). Solo el 11.76% de las tortugas portaban ejemplares de 10 a 15mm y el 5.88% individuos de mas de 15mm.

A lo largo de los 3 años de estudio no se apreciaron diferencias importantes en las tallas observadas para este gammarido.

Según la época del año, las tallas mas grandes (>15mm) se localizaron en tortugas que ingresaron en los meses de abril y agosto, aunque en enero y septiembre también se localizaron bastantes ejemplares de 10 a 15mm.

Los individuos de *P. chelonophilus* de mayor talla se localizaron en tortugas ingresadas en Lanzarote y el Hierro, coincidiendo con las mayores cantidades y frecuencias.

De la misma forma, las tortugas de LCC_{min} superior a 65cm presentaron los ejemplares de *P. chelonophilus* de mayores tallas; y las de caparazón de menos de 40cm presentaron las tallas mas pequeñas.

Las mayores tallas de *P. chelonophilus* se localizaron en las tortugas que ingresaron con lesiones moderadas o graves.

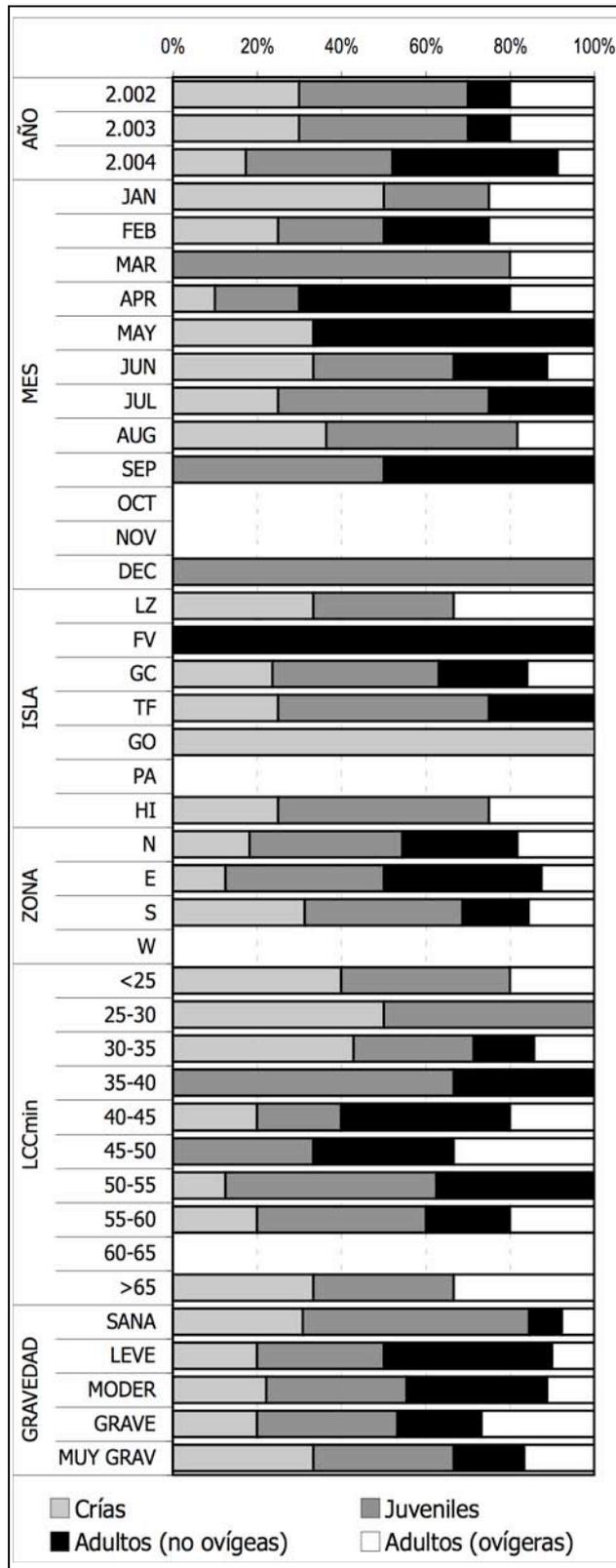


Fig. 105: Gráfico de frecuencias de los distintos estadios de *P. chelonophilus* localizados sobre las tortugas *C. caretta* muestreadas, en función de diferentes variables de estudio.

En este trabajo se han considerado adultos todos los ejemplares que superaron los 5mm de talla, por referencia a otros trabajos sobre esta especie y porque el ejemplar mas pequeño de *Podocerus chelonophilus* que se observó portando huevos media 5.6mm.

Para esta especie, se observaron frecuencias similares de los estadios juvenil y adulto (58.82% para cada uno), mientras que la frecuencia de crías fue ligeramente mayor que la de la especie anterior, 38.24%, indicando también que las tortugas *Caretta caretta* de Canarias brindan el ambiente adecuado para la reproducción de esta especie. Dentro de las tortugas que presentaron ejemplares adultos, el 23.53% portaba hembras ovígeras, y el 35.29% no.

Los dos primeros años del estudio mostraron valores similares, mientras que en el año 2004 se observó una frecuencia mucho menor de crías, juveniles y adultos con hembras ovígeras, mientras que aumentó fuertemente el número de adultos sin huevos.

P. chelonophilus muestra una estacionalidad mas amplia, ya que se observaron hembras ovígeras y crías de enero a agosto, pero mas restrictiva, ya que no se observó en ninguna de las tortugas localizadas en octubre y noviembre, en diciembre solo juveniles y en septiembre juveniles y adultos sin puestas. De cualquier modo, las mayores frecuencias de hembras ovígeras y de crías se localizaron en enero y febrero, así como en las tortugas localizadas en Lanzarote y El Hierro.

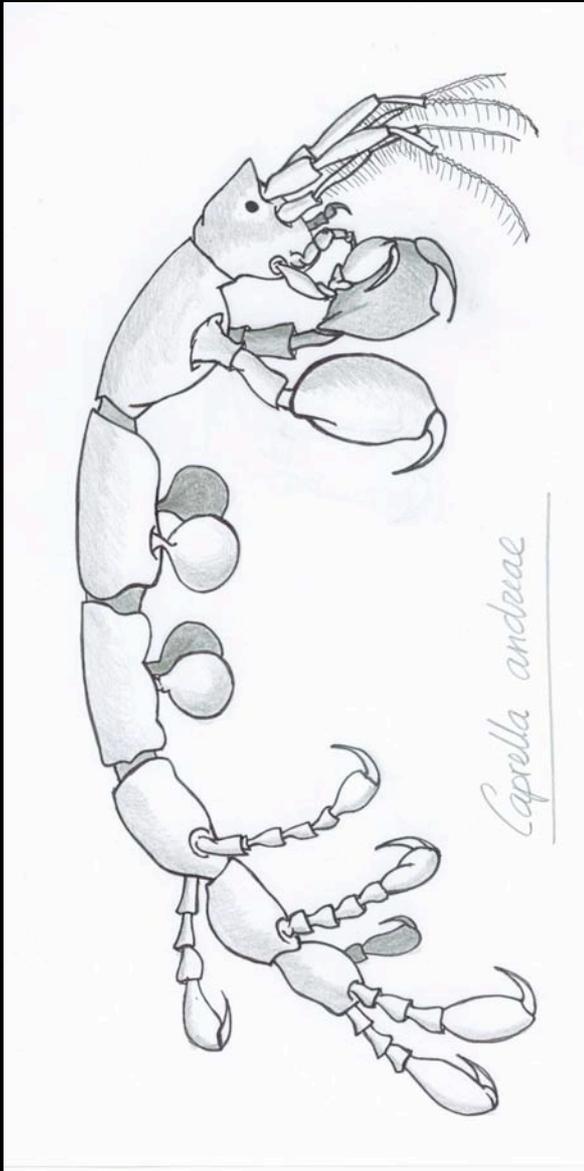
Las tortugas localizadas en la Gomera solo presentaron crías, mientras que las de Fuerteventura solo presentaron adultos sin puestas. Las tortugas de Gran Canaria y Tenerife presentaron datos muy similares, con la única diferencia de que las de Tenerife no tenían hembras ovígeras.

Según la talla de las tortugas, aquellas de LCC_{min} inferior a 25cm y las de mas de 65cm, presentaron las frecuencias mas altas de hembras ovígeras y crías, mientras que solo las de 30 a 60cm presentaron adultos sin puestas, lo que indica que las tortugas mas pequeñas y las mas grandes son la que brindan un ambiente mas propicio.

Las tortugas sanas presentan mayores frecuencias de crías y juveniles que las tortugas con lesiones.

***Caprella andreae* Mayer, 1890**

Phylum: Arthropoda
 Superclase: Crustacea Brüniche, 1772
 Clase: Malacostraca Latreille, 1802
 Infraclasse: Eumalacostraca
 Superorden: Peracarida Calman, 1904
 Orden: Amphipoda Latreille, 1816
 Suborden: Caprellidea Leach, 1814
 Fam.: Caprellidae Leach, 1814
 Género: *Caprella* Lamarck, 1801



DESCRIPCIÓN Y DATOS DE INTERÉS DE LA ESPECIE:

Morfología: Cuerpo alargado y estilizado de abdomen muy reducido. Primer apéndice torácico modificado en maxilípodo; el segundo quelado, modificado en gnatopodio; tercer y cuarto ausentes; del cuarto al séptimo adaptados a la escalada con garras prensiles. Posee rostrum.

Esta especie muestra un alto grado de variaciones morfológicas, lo que ha causado continuas dudas en su identificación. Guerra-García et al. (2006b), han sido los primeros en usar técnicas moleculares para estudiar las variaciones intraspecíficas dentro de las poblaciones del estrecho de Gibraltar, demostrando que se trata de diferentes ecotipos y no de especies distintas.

Talla: 12mm para machos y 11.7mm para hembras según Sezgin et al. (2009) en ejemplares localizados sobre tortugas *Caretta caretta* de las costas de Turquía.

Hábitat: Este caprélido ha sido citado viviendo sobre praderas de algas (como *Posidonia oceanica* y *Cymodocea nodosa*), hidroideos, briozoos, esponjas, equinodermos, corales, decápodos, ascidias, gorgóneas y mejillones, entre otros. Según Guerra-García & García-Gómez (2001), tienen preferencia por zonas muy expuestas. También es una especie típica de hábitat aislados ecológicamente como objetos flotantes (Thiel, 2003).

Reproducción: Son dioicos y presentan dimorfismo sexual: las hembras son mas pequeñas que los machos en longitud y sus segundos gnatopodios se mantienen como en la fase juvenil. Los huevos se incuban en el marsupio de la hembra, de donde nacen juveniles totalmente formados. Pueden presentar cuidado parental prolongado.

Distribución: Se le considerada cosmopolita ya que ha sido citado en el Océano Atlántico, Índico, Pacífico y el mar Mediterráneo. Tanto en aguas templadas como cálidas. Esta especie no ha sido citada en el archipiélago canario, hasta la fecha.

Como epibionte de tortugas marinas se ha citado como epibionte de tortuga boba (*Caretta caretta*) y de tortuga verde (*Chelonia mydas*). Para tortuga boba, se ha observado tanto en tortugas juveniles del este del Atlántico: Azores (Frick et al., 2003) y Madeira (Moore, 1995), y del Mediterráneo: Francia (Chevreux & De Guerne, 1893), Grecia (Kitsos et al., 2005) y España (Badillo, 2007); como en hembras nidificantes de las costas americanas, Georgia y Florida (Caine, 1986; Frick et al., 1998; Pfaller et al., 2008), y del Mediterráneo: Turquía (Sezgin et al., 2009). Suele ir asociado a hidroideos y algas filamentosas epibiontes de la tortuga boba como *Obelia* sp. y *Polysiphonia caretta*, ambos presentes en las tortugas de este estudio.

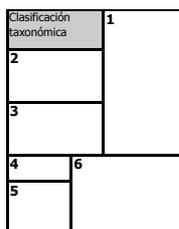


Fig. 106 (al dorso): Imágenes de ejemplares de *Caprella andreae* localizados sobre las tortugas *Caretta caretta* muestreadas. 1- Esquema de los ejemplares de *C. andreae* muestreados. 2- Hembra de *C. andreae* portando la puesta. 3- Macho adulto de *C. andreae*. 4- Detalle de la cabeza de un ejemplar de *C. andreae*. 5- Detalle de la cabeza de un ejemplar de *C. andreae*. 6-. Grupo "familiar" de *C. andreae* muestra del cuidado parental prolongado (macho adulto, hembra portando la puesta y cría).

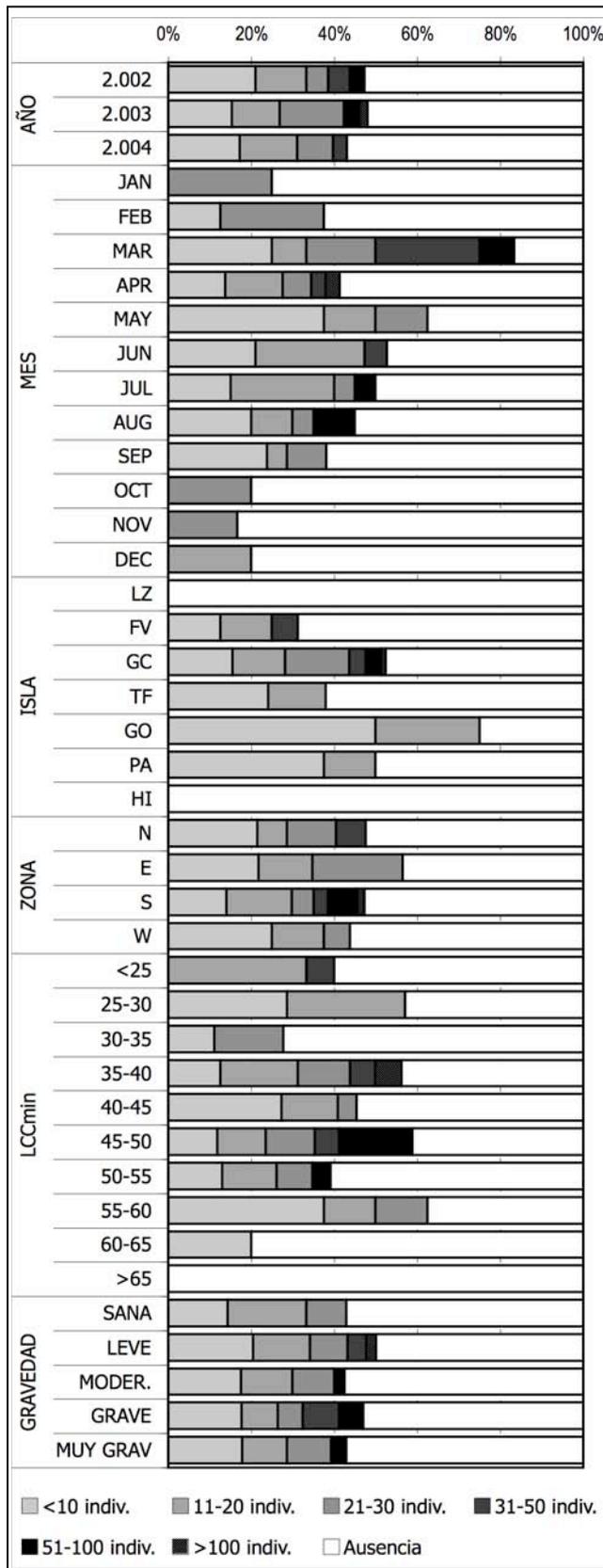


Fig. 107: Gráfico de frecuencias de presencia/ausencia de *C. andreae* en las tortugas *Caretta caretta* muestreadas, en función de las diferentes variables de estudio. La presencia se subdivide en función de las cantidades observadas por tortuga.

El caprélido *Caprella andreae* se localizó en el 42.51% de las tortugas muestreadas en este estudio, porcentaje muy similar al gammárido *Hyale grimaldii*. En la mayoría de los casos se observó un número reducido de individuos en una misma tortuga, el 17.96% de las tortugas portaban menos de 10 individuos, el 12.57% de 11 a 20, el 8.98% cargaba de 21 a 30 individuos, y el 6% restante portaban mas de 30 ejemplares a la vez.

Apenas hubo diferencias entre las tortugas ingresadas cada uno de los años del estudio.

Los meses de primavera y verano presentaron mayores cantidades y frecuencias (siempre superiores al 40%) que los meses de otoño e invierno, siendo marzo el mes mas importante con diferencia, ya que el 83.33% de las tortugas ingresadas este mes presentaban *C. andreae* en su caparazón. Además, el 33.33% de estas tortugas transportaban mas de 30 individuos al mismo tiempo.

Las tortugas procedentes de Lanzarote y el Hierro no presentaron esta especie como epibionte. La frecuencia mas alta se observó en las tortugas procedentes de la Gomera, pero las mayores cantidades se presentaron en aquellas localizadas en Gran Canaria y Fuerteventura.

No se aprecian diferencias importantes según la zona en la que se localizó a las tortugas, aunque las mayores cantidades se dieron en las tortugas procedentes del sur de las islas.

Con respecto a la talla de la tortuga, ninguna de mas de 65cm de LCC_{min} presentaba esta especie, y solo se localizaron en el 20% de las tortugas de 60-65cm y en cantidades casi insignificantes. En las tortugas de talla inferior a 60cm, se dieron frecuencias bastante altas (>40%), y el mayor número de individuos por tortuga se localizó en aquellas de 35-55cm de LCC_{min} principalmente.

Según la gravedad de las lesiones de las tortugas no se aprecian grandes diferencias, solo que las mayores cantidades se observaron en tortugas lesionadas.



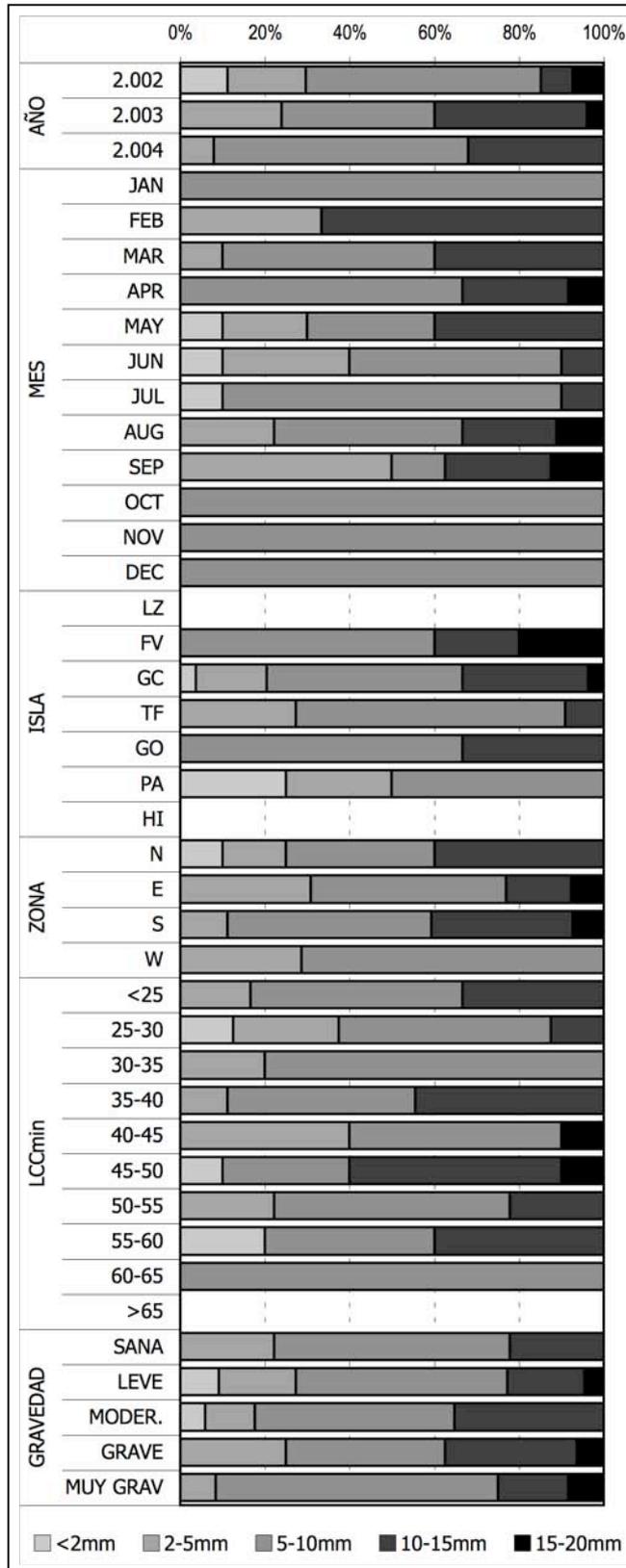


Fig. 108. Gráfico de frecuencias de las tallas máximas de *C. andreae* observadas por tortuga, en los ejemplares de *C. caretta* muestreados, en función de las distintas variables de estudio.

El 50% de las tortugas que presentaron esta especie como epibionte portaban ejemplares de entre 5 y 10mm de longitud. El 17.11% presentaban individuos de 2 a 5mm y el 25% ejemplares de 10 a 15mm. Un pequeño grupo de tortugas (3.95%) transportaban individuos de mas de 15mm.

No se parecieron diferencias importantes en la talla de los individuos observados en los distintos años del estudio.

Las tortugas que presentaron los individuos de mayores tallas ingresaron principalmente en los meses de abril, agosto y septiembre. Todos los ejemplares localizados en las tortugas que ingresaron en invierno (de octubre a febrero) fueron de tallas inferiores a 5mm.

Las tortugas localizadas en la costa este y sur de las islas de Fuerteventura y Gran Canaria presentaron los ejemplares de *C. andreae* de mayores tallas.

Por último, solo las tortugas de 40 a 50cm de caparazón presentaron caprélidos de mas 15mm de longitud.

Las mayores tallas de *C. andreae* se localizaron en tortugas con lesiones graves.

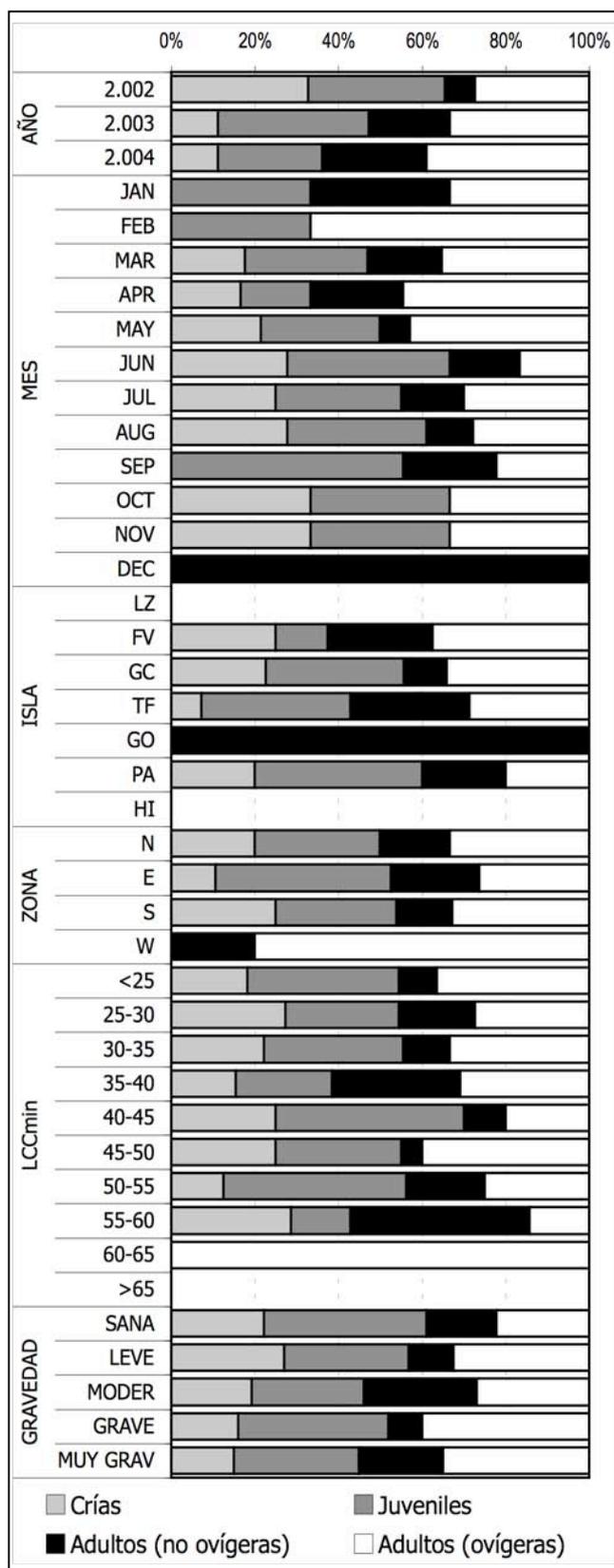


Fig. 109: Gráfico de frecuencias de los distintos estadios de *C. andreae* localizados sobre las tortugas *C. caretta* muestreadas, en función de diferentes variables de estudio.

Se consideraron adultos todos los ejemplares de *Caprella andreae* de talla superior a 5mm, en base a datos bibliográficos de la especie y a que en este estudio la talla mínima de las hembras ovígeras fue de 5.4mm.

El estadio de *C. andreae* más frecuente en las tortugas *Caretta caretta* de Canarias fueron los adultos (78.95%), seguido de los juveniles (52.63%), y por último las crías (32.89%). Dentro del grupo de tortugas que presentaron ejemplares adultos, el 25% eran adultos sin puestas de huevos, mientras que el 53.95% transportaba hembras ovígeras, presentando la mayor frecuencia de hembras ovígeras de las 4 especies de malacostráceos encontradas en este estudio. Es importante resaltar que en una gran parte de las tortugas se localizaron varios estadios sobre la misma tortuga, como se detallará más adelante.

En el año 2002 la frecuencia de tortugas con crías de *C. andreae* (66.67%) fue mayor que para los años 2003 y 2004 (16%).

Se localizaron hembras ovígeras a lo largo de todo el año a excepción del mes de diciembre, en donde solo se presentaron adultos sin puestas de huevos. Todas las tortugas que presentaron esta especie en los meses de octubre y noviembre, portaban hembras ovígeras, larvas y juveniles simultáneamente. La frecuencia de tortugas con crías de *C. andreae* en su caparazón fue aumentando progresivamente a lo largo de la primavera (28.33%), el verano (51.85%) y el otoño (66.66%), estando completamente ausente en las tortugas que ingresaron en los meses de invierno.

Las tortugas localizadas en la Gomera solo portaban ejemplares adultos sin puestas y las de Lanzarote y el Hierro no presentaban esta especie. La frecuencia de hembras ovígeras y de crías disminuye conforme las tortugas se localizan más alejadas del continente (60% y 40% en las de Fuerteventura y 25% en las de la Palma).

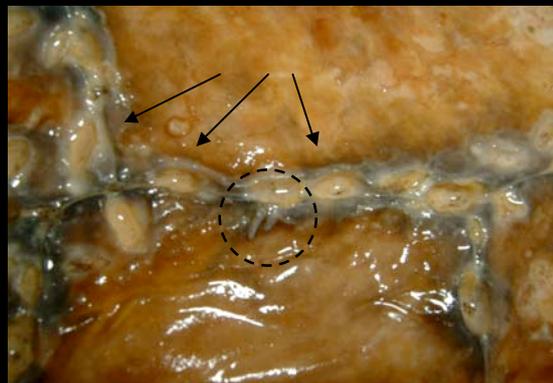
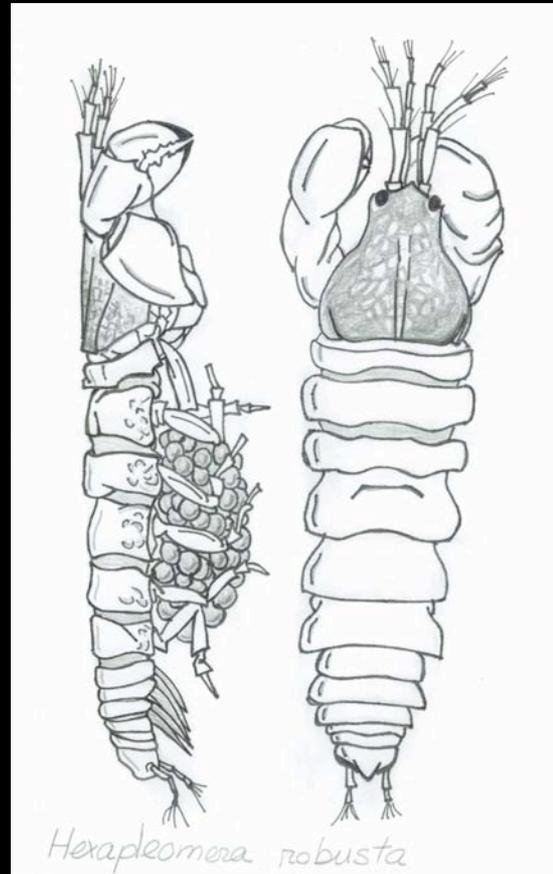
Las tortugas de 60-65cm de LCC_{min} portaban solo hembras ovígeras, mientras que las de talla superior a 65cm no presentaron ningún ejemplar de *C. andreae*. La frecuencia de hembras ovígeras fue siempre mayor que el de adultos sin puestas a excepción de las tortugas de 55-60cm de caparazón.

En función de las lesiones de las tortugas no se observaron diferencias importantes.



Hexapleomera robusta Moore, 1894

Subphylum: Crustacea
Clase: Malacostraca
Subclase: Eumalacostraca
Superorden: Peracarida
Orden: Tanaidacea
Suborden: Tanaidomorpha
Superfamilia: Tanaoidea
Familia: Tanaidae Dana, 1849
Género *Hexapleomera* Dudich, 1931



DESCRIPCIÓN Y DATOS DE INTERÉS DE LA ESPECIE:

Morfología: Cuerpo cilíndrico con cabeza y ojos bien diferenciados. Provistos de un caparazón que cubre la parte anterior del cuerpo donde la cabeza está fusionada al primer y segundo segmentos torácicos. Las anténulas (antenas 1) son mas largas que las antenas (antenas 2). El primer par de apéndices torácicos son maxilípedos y el segundo par es un gnatopodio grande y quelado. El tercer par de apéndices torácicos está adaptado para excavar. El tórax está formado por los 6 segmentos restantes y el abdomen se compone de 5 segmentos ya que el último está fusionado con el telson.

Talla: la mayoría de especies del orden Tanaidacea, presentan una talla media de 2 a 5mm. Esta especie alcanza comúnmente los 3.5mm de largo.

Alimentación: La morfología y la reducción de los apéndices bucales en *H. Robusta* sugieren que es una especie detritívora, que captura partículas suspendidas desde el borde de sus tubos (Morales-Vera et al., 2008).

Hábitat: Principalmente habita en diminutos tubos construidos por el mismo entre las grietas de rocas, frondes de algas, diversos objetos sólidos e incluso entre los escudos de tortugas (marinas y dulceacuícolas). Como todos los miembros de la familia Tanaidae Dana, 1849 habitan en aguas poco profundas, frecuentemente asociados a praderas de algas costeras, como ocurre en la costa de Ulía, Guipúzcoa (España), asociado a *Caulerpa elongata* (0-5m de profundidad) en densidades de hasta 5.000 individuos/m² (Martinez & Adarraga). Estos dos autores sugieren que la presencia de esta especie en el Golfo de Vizcaya, al igual que otras especies como el peracárido *Ampelisca hetrodactyla* y el poliqueto *Boccardi proboscidea*, puede deberse al transporte naval como vector de introducción, procedentes de las costas africanas.

Distribución: su distribución mundial se ha considerado como posible, ya que ese ha citado en el Mediterráneo: Izmir, Alejandría, Canal de Suez, Golfo de Nápoles y Baleares; en el Océano Atlántico: Gorée (Senegal), New Jersey, Argentina, Brasil, San Sebastián (España); Mar Caribe: México; y en el Océano Pacífico: Islas Galápagos.

Un comportamiento especial desarrollado por esta especie es su capacidad de vivir asociado a grandes vertebrados como tortugas marinas y manatíes. Moore en 1894 y Frick et al. en 1998 citaron a *H. robusta* como ectosimbionte de tortuga boba, que habita entre los escudos del caparazón, aunque no encontraron evidencias de que causara daño alguno o se alimentara de la piel de la tortuga. En 2008, Morales-Vela et al., citaron este tanaidáceo como epibionte de la población de manatíes del Caribe formando agrupaciones que en algunos casos están asociadas a grupos de balanos y algas epibiontes (esta asociación también fue observada por Zardus & Haldfield, 2004, en tortugas marinas). En el caso de los manatíes se observó que las agrupaciones se localizaban siempre en piel sana, por lo que tampoco hay evidencias de que este tanaidáceo pueda causarles algún daño, sino que se trata de un epibionte comensal que obtiene sustrato para asentar sus colonias y acceso a partículas de comida cuando su hospedador se alimenta (Morales-Vela, 2008). Los manatíes viven en zonas estuarinas con gradientes de salinidad considerables. Hartman, 1979, observó una disminución en el número de balanos epibiontes en manatíes de Florida, conforme éstos migraban hacia ambientes de menor salinidad. *Hexapleomera robusta* se ve afectado de la misma manera en manatíes del caribe (Morales-Vela et al., 2008).

Como epibionte de la tortuga boba se ha encontrado principalmente en hembras nidificantes de la costa oeste del Atlántico (Georgia y Florida) (Pfaller et al., 2006, 2008; Zardus & Heildfield, 2004), aunque también se ha citado en tortugas juveniles del Mediterráneo español (Badillo, 2007) y en tortugas varadas en las costas mediterráneas de Italia (Bentivegna et al., 1993) y Grecia (Kitsos et al., 2005).

Clasificación taxonómica	1
2	
3	
4	5
6	7
	8

Fig. 110 (izquierda): Imágenes de ejemplares de *Hexapleomera robusta* localizadas sobre las tortugas *Caretta caretta* muestreadas. 1– Esquema de los ejemplares de *H. robusta* muestreados. 2– Ejemplar de *H. robusta*. 3– Varios ejemplares de *H. robusta* localizados sobre la misma tortuga. 4– Detalle de la cabeza. 5– Detalle de la cabeza. 6– Hembra portando huevos en el marsupio. 7– Tortuga boba colonizada por *H. robusta*. 8– Cavidades que cava *H. robusta* entre las escamas del caparazón de la tortuga (flechas negras. El círculo señala 2 ejemplares).



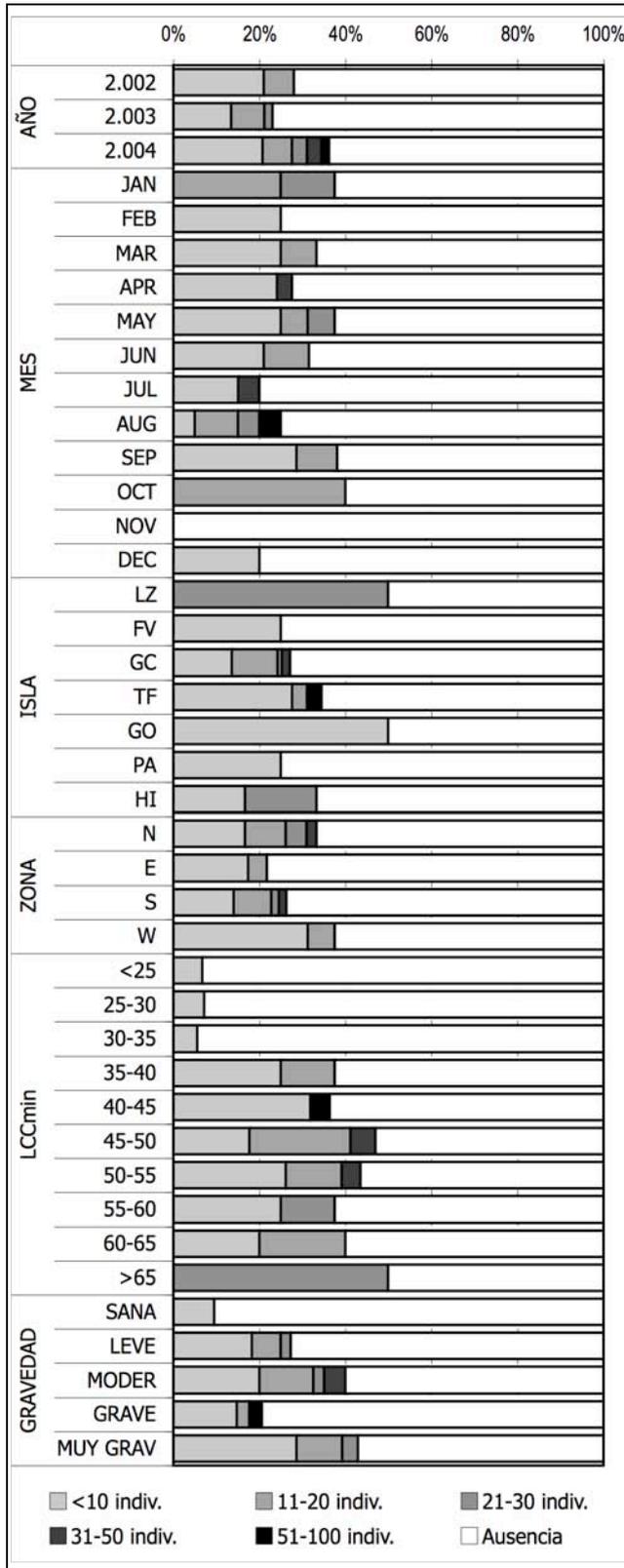


Fig. 111: Gráfico de frecuencias de presencia/ausencia de *H. robusta* en las tortugas *Caretta caretta* muestreadas, en función de las diferentes variables de estudio. La presencia se subdivide en función de las cantidades observadas por tortuga.

Este pequeño tanaidáceo estuvo presente en el 28.99% de las tortugas muestreadas para este estudio, aunque el número de individuos localizados por tortugas fue bastante bajo: el 18.34% de las tortugas no presentaban mas de 10 individuos, y el 7.10% transportaban de 11 a 20 ejemplares. Solo 6 tortugas presentaron mas de 20 individuos sobre su caparazón, de las cuales solo una (0.59%) tenía mas de 50 ejemplares a la vez.

En los distintos años de estudio no hay diferencias importantes con la excepción de que, solo las tortugas ingresadas en el 2004 portaban mas de 20 ejemplares sobre una misma tortuga y que presentó frecuencias mayores.

Las frecuencias y cantidades de este epibionte a lo largo del año son muy irregulares, destacando que ninguna tortuga ingresada en el mes de noviembre lo presentaba y que la mayor cantidad de individuos por tortuga (mas de 50) se presentó solo en el mes de agosto.

Con respecto a la isla en la que se localizó a la tortuga, destacan las altas frecuencias de las tortugas localizadas en Lanzarote y La Gomera (50% en cada una), siendo las tortugas de Tenerife las que presentaron las mayores cantidades.

Sin embargo, según la talla de la tortuga se observa un dato muy interesante, ya que la presencia de este epibionte fue casi insignificante (en frecuencia y cantidad) en las tortugas de menos de 35cm de LCC_{min}, pasando de frecuencias menores al 8% a frecuencias superiores al 36% en las tortugas de mas de 35cm, llegando a un 50% en las tortugas que superan los 65cm de caparazón.

Con respecto a la gravedad de las lesiones, se aprecia una clara preferencia de este epibionte por las tortugas con lesiones mas graves, con un aumento en frecuencia y cantidad casi proporcional al aumento en la gravedad de las lesiones.

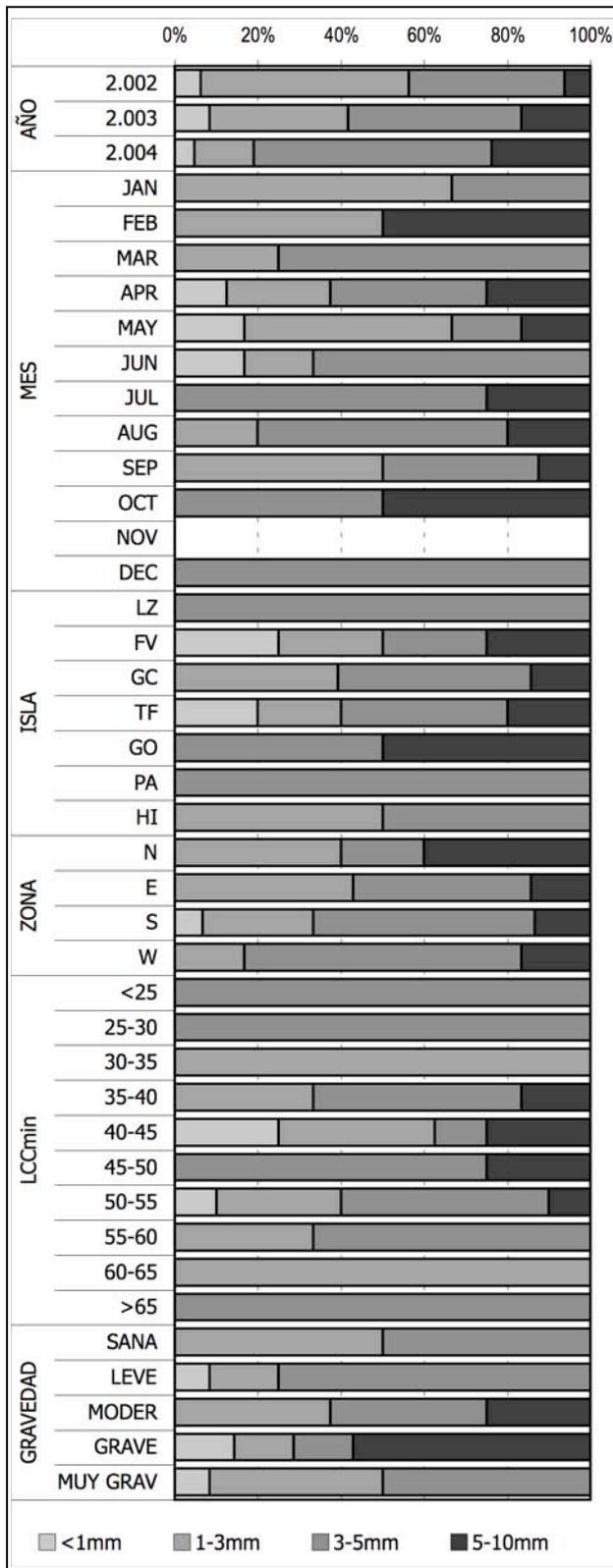


Fig. 112. Gráfico de frecuencias de las tallas máximas de *H. robusta* observadas por tortuga, en los ejemplares de *C. caretta* muestreados, en función de las distintas variables de estudio.

Hexapleomera robusta fue el epibionte con una mayor homogeneidad en tallas de este estudio, ya que casi la mitad de las tortugas (46.94%) presentaban ejemplares de entre 3 y 5mm, y el 30,61% individuos de 1 a 3mm. Tallas superiores a 5mm se localizaron en el 16.33% de las tortugas muestreadas.

Por consiguiente, el rango de tallas de *H. robusta* para este estudio fue de 0.5 a 10mm, centrando el rango de ejemplares adultos entre 3 y 10mm.

A lo largo de los 3 años de estudio se aprecia un aumento progresivo de las tallas de los individuos de esta especie, aumentando, por ejemplo, el porcentaje de los individuos de mas de 5mm desde 6.25% en 2002, al 16.67% en 2003 y al 23.81% en 2004.

Con respecto a la época del año, se observa una alta irregularidad, siendo algunas tortugas ingresadas en febrero, abril, mayo, julio, agosto, septiembre y octubre las que presentaron los individuos de mayor talla, aunque en diversas proporciones (50%, 25%, 16.67%, 25%, 20%, 12.5% y 50% para cada mes citado).

En función de la isla en la que se localizó a la tortuga, tallas mayores a 5mm se encontraron en tortugas procedentes de Fuerteventura, Gran Canaria, Tenerife y La Gomera, en distintas frecuencias (25%, 14.29%, 20% y 50% respectivamente).

Según la talla de la tortuga, se observa como los ejemplares de mayores tallas (de 5 a 10mm) ingresaron en tortugas de entre 35 y 55cm de LCC_{min}, mientras que en las tortugas de mas de 65cm, todos los ejemplares median entre 3 y 5mm.

Con respecto a la gravedad de las lesiones, se observa claramente la preferencia de esta especie por las tortugas con heridas graves, ya que los individuos de mayor talla (de 5 a 10mm) se localizaron principalmente en las tortugas con lesiones graves (57.14%), pero también en algunas con lesiones moderadas (25%).



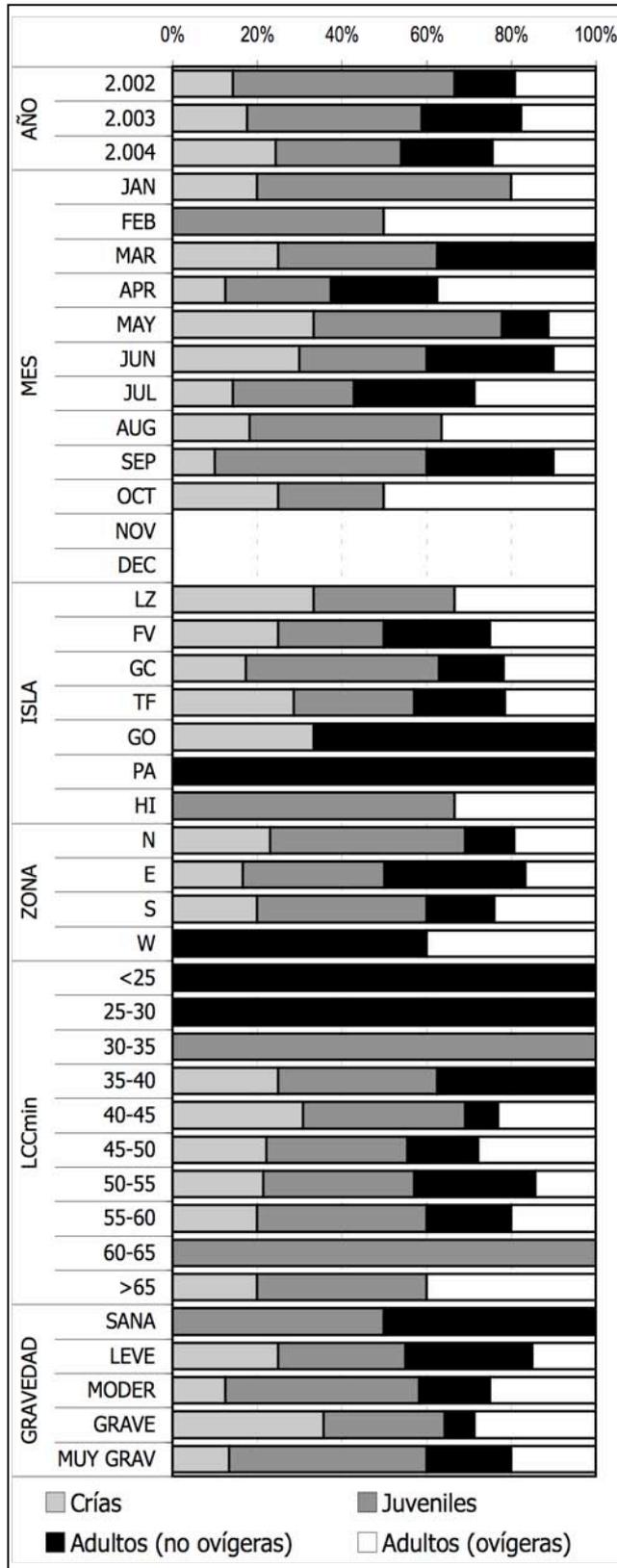


Fig. 113: Gráfico de frecuencias de los distintos estadios de *H. robusta* localizados sobre las tortugas *C. caretta* muestreadas, en función de diferentes variables de estudio.

En base a la bibliografía y a las tallas obtenidas en este estudio, se consideraron adultos aquellos ejemplares de *Hexapleomera robusta* de talla superior a 3mm.

El 63.27% de las tortugas que presentaron *H. robusta* portaban ejemplares adultos, seguido muy de cerca por los juveniles, localizados en el 59.18% de las tortugas, mientras que las crías presentaron la frecuencia mas baja (30.61%). De las tortugas que portaban ejemplares adultos, casi la mitad eran hembras ovígeras (32.65%) y la otra mitad, adultos sin puestas (30.61%).

Las frecuencias de los diferentes estadios a lo largo del año fueron muy irregulares. Llama la atención el mes de marzo, en el que no se localizó ninguna hembra ovígera, pero se presentaron prácticamente las frecuencias mas altas de adultos sin puestas de huevos (75%) juveniles (75%) y crías (50%).

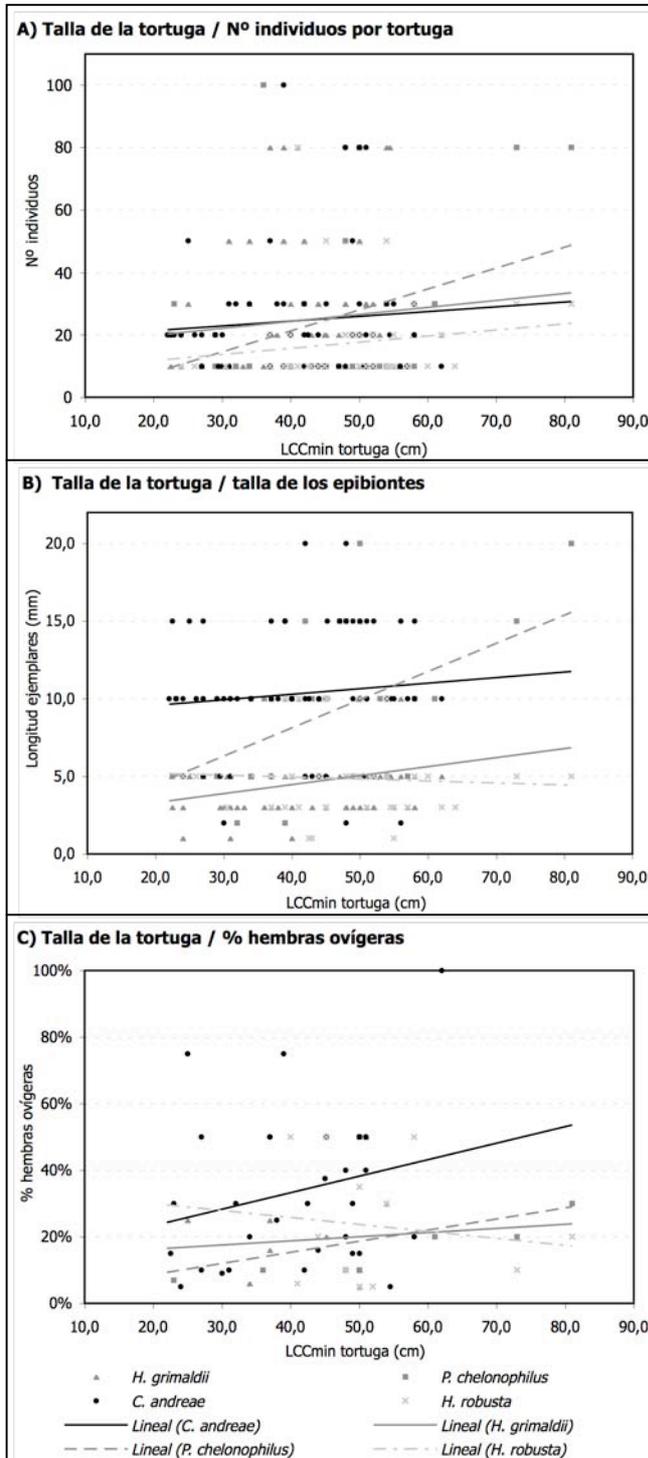
Las tortugas procedentes de Lanzarote y el Hierro presentaron la mayor frecuencia de hembras ovígeras y de juveniles, mientras que no presentaron ningún adulto sin puesta. Contrariamente, todas las tortugas localizadas en La Palma y la Gomera presentaron adultos sin huevos.

Según la talla de las tortugas, aquellas de menos de 35cm de LCC_{min} solo presentaron adultos sin huevos o juveniles, mientras que la mayor cantidad de hembras ovígeras se presentó en las tortugas de talla superior a 65cm. Además, solo se observaron hembras ovígeras en las tortugas de mas de 40cm.

Las tortugas sanas solo portaban ejemplares en estadios no reproductivos (juveniles y adultos sin huevos), mientras que las mayores frecuencias de hembras ovígeras y crías se localizaron en tortugas con lesiones graves.

3.2. – ANALISIS CONJUNTO

Las cuatro especies de malacostráceos localizadas sobre las tortugas *Caretta caretta* de Canarias son pequeños crustáceos de vida libre, que pueden desplazarse por el cuerpo de la tortuga en busca de alimento, de protección o de zonas adecuadas para criar o reproducirse. Por ello, uno de los primeros puntos en el que nos detenemos es ver si el tamaño del sustrato, talla de la tortuga en este caso, influye o afecta de alguna manera a la cantidad, tamaño o capacidad reproductiva de cada una de las especies de malacostráceos observadas en este estudio.



Según los datos obtenidos y dispuestos en los gráficos adjuntos, *C. andreae* y *H. grimaldii* presentan una influencia leve por la talla de las tortugas en las que habitan, aumentando ligeramente el número de individuos que colonizan la tortuga y en el tamaño de sus ejemplares, al aumentar la talla de la tortuga. Sin embargo, *C. andreae* si presenta un mayor porcentaje de hembras ovígeras al aumentar la talla de las tortugas en las que mora, mientras que *H. grimaldii* no.

Contrariamente a estas dos especies, *P. chelonophilus* presenta una clara influencia de la talla de la tortuga en la que habita con el número de ejemplares que la colonizan y con la talla de estos, aunque muy poca influencia en el porcentaje de hembras ovígeras.

Por último, *H. robusta* no se ve influenciada en ninguno de los casos por la talla de la tortuga sobre la que vive

Estos datos indican que el tamaño de la tortuga no afecta de forma relevante al número de individuos, la talla de estos y su capacidad reproductiva de las cuatro especies de peracáridos estudiadas, sino que seguramente se ven mas fuertemente afectadas por otros factores. No obstante, parece ser que *P. chelonophilus* puede encontrar a las tortugas de mayor talla mas idóneas para su desarrollo, aunque no para su reproducción, mientras *C. andreae* se comporta de manera opuesta.

Fig. 114: Relación entre el tamaño de la tortuga (LCC_{min}) y la cantidad, el tamaño y el número de hembras ovígeras de las cuatro especies de malacostráceos observadas como epibiontes de tortugas *C. caretta* de Canarias.



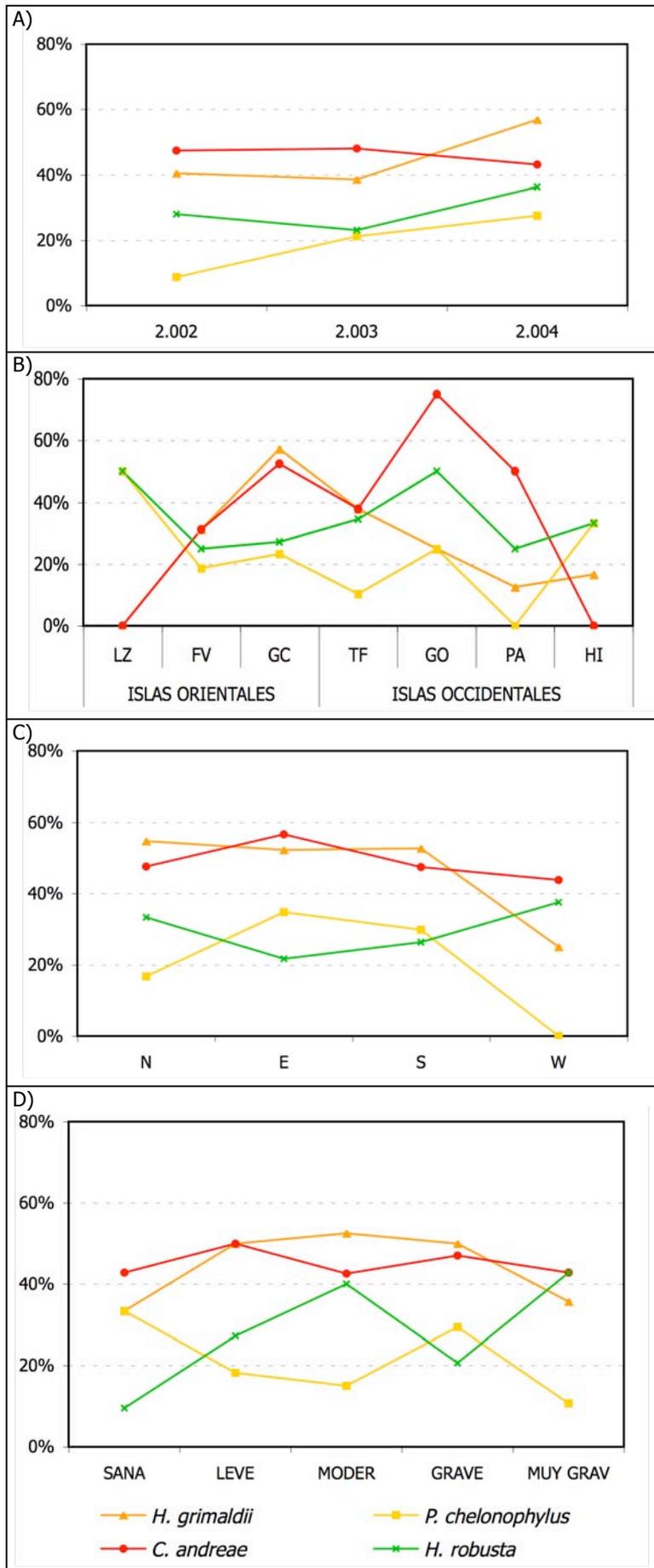


Fig. 115. Frecuencias de los malacostráceos epibiontes de tortugas *C. caretta* de canarias en función de las variables de estudio:

- A) Año de muestreo.
- B) Isla en la que se localizó la tortuga.
- C) Punto cardinal de la isla en el que se localizó la tortuga.
- D) Gravedad de las lesiones que presentaban las tortugas.

VARIACIÓN ANUAL (Fig. 115.A)

Las cuatro especies de malacostráceos localizadas en las tortugas *Caretta caretta* de Canarias presentaron valores bastante homogéneos a lo largo de los 3 años de estudio, mostrando que no se trata de especies que han colonizado estas tortugas ocasional o puntualmente, sino que la relación entre las tortugas que frecuentan el archipiélago Canario y las cuatro especies descritas es regular y constante a lo largo del tiempo.

Los años 2002 y 2003 son casi similares para todas las especies, menos para *P. chelonophilus*, la cual aumentó su frecuencia en el 2003 con respecto al año 2002, mientras que en el año 2004 se observa una variación mas fuerte en las frecuencias de todas las especies, aumentando las frecuencias de *H. grimaldii*, *H. robusta* y *P. chelonophilus*, pero disminuyendo en el caso de *C. andreae*. Esta variación del año 2004, sugiere diferencias en los factores ambientales (temperatura, salinidad, concentración de nutrientes, etc) con respecto a los dos años anteriores.

VARIACIÓN GEOGRÁFICA (Fig. 115.B y C)

Se aprecia un comportamiento muy diferente de las cuatro especies en las tortugas localizadas en las islas orientales que en las occidentales.

En las islas orientales (Lanzarote, Fuerteventura y Gran Canaria), se comportan de forma casi idéntica las especies *H. grimaldii* y *C. andreae* por un lado, estando totalmente ausentes Lanzarote y con una frecuencia realmente alta en las tortugas de Gran Canaria; y por otro lado, *P. chelonophilus* y *H. robusta* que presentan una elevada frecuencia en las tortugas de Lanzarote y frecuencias mas o menos bajas para Fuerteventura y Gran canaria.

En cambio, en las islas occidentales (Tenerife, La Gomera, La Palma y El Hierro), las dos especies de gammáridos (*H. grimaldii* y *P. chelonophilus*) presentan frecuencias bastante bajas para todas las islas, a excepción de las tortugas del Hierro, en donde solo *P. chelonophilus* se observó en mayor cantidad; mientras que el único caprelido (*C. andreae*) y el único tanaidáceo (*H. robusta*) presentaron frecuencias muy elevadas en La Gomera y La Palma, aunque también difieren en las tortugas de la isla del Hierro, donde *H. robusta* fue realmente frecuente (igual que *P. chelonophilus*) mientras que *C. andreae* no se observó en ninguna tortuga localizada en esta isla.

En resumen, *H. grimaldii* y *C. andreae* tienen comportamientos bastante similares, mientras que *P. chelonophilus* y *H. robusta* presentan similitudes mayores entre ellos que con las otras dos especies. Por otro lado, los gammáridos (*H. grimaldii* y *P. chelonophilus*) presentan frecuencias mas bajas en las tortugas localizadas en las islas de La Gomera y La Palma.

Con respecto a la zona de la isla en la que se localizaron las tortugas, *C. andreae* y *H. robusta* no presentaron diferencias importantes entre las 4 puntos cardinales en los que se localizaron las tortugas aunque el tanaidáceo tiene cierta preferencia por las costas norte y oeste, mientras que ambos gammáridos presentaron frecuencias mucho mas bajas en las tortugas localizadas en las costas occidentales de las islas.

VARIACIÓN EN FUNCIÓN DE LA GRAVEDAD DE LAS LESIONES (Fig. 115.D)

La variación de las frecuencias en función de la gravedad de las lesiones presentadas por las tortugas es diferente para las cuatro especies. El caprelido *C. andreae* no varia su frecuencia en función de esta variable, manteniendo frecuencias bastante homogéneas (entre 42.5% y 50%). Por el contrario, *H. grimaldii* y *H. robusta* presentaron mayores frecuencias en las tortugas heridas o lesionadas ($\pm 50\%$ y 32.68% respectivamente) que en las sanas (33.33% y 9.52% para cada especie), siendo mas marcada para *H. robusta* que para *H. grimaldii* y con cierta tendencia a aumentar al aumentar la gravedad de las lesiones. Por último, *P. chelonophilus* presentó mayores frecuencias en las tortugas sanas (33.33%) que en aquellas con lesiones de diferente gravedad (18.83% promedio para los diferentes grados de gravedad)



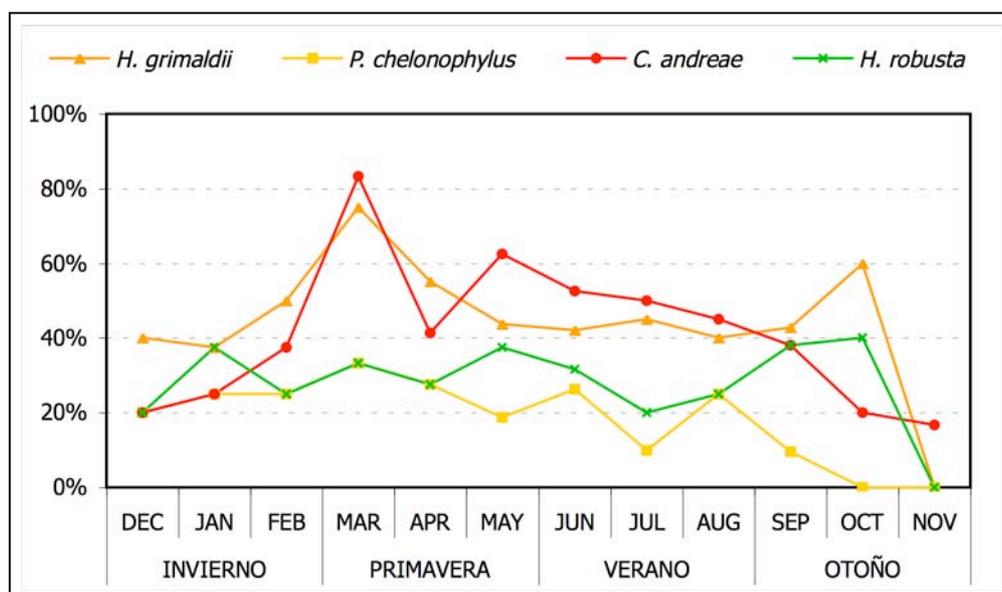
ESTACIONALIDAD (Fig. 116 y 117)

Fig. 116. Porcentaje de tortugas que presentaron cada una de las especies de malacostráceos (en cualquiera de sus estadios) como epibionte, en función de los meses y las estaciones del año.

Según los datos obtenidos (Fig. 116) el caprélido *C. andreae* presenta la estacionalidad general (sin tener en cuenta los distintos estadios) más marcada de las cuatro especies de malacostráceos, con un fuerte pico de abundancia en las tortugas ingresadas en el mes de marzo (83.33%), asignando las frecuencias más elevadas a los meses de primavera (56.14%), seguido del período estival (45.31%), y disminuyendo fuertemente en las tortugas localizadas en otoño (18.28%) e invierno (28.57%). El gammárido *H. grimaldii* presenta un comportamiento bastante similar al anterior, con el pico de frecuencia en las tortugas del mes de marzo (75%), pero con un segundo pico de abundancia en el mes de octubre (60%), tras el cual desaparece completamente (noviembre). Además, su frecuencia en los meses de invierno (42.86%) fue mayor que la de *C. andreae*.

El otro gammárido, *P. chelonophilus*, y el tanaidáceo *H. robusta*, no muestran una estacionalidad clara, presentando frecuencias más o menos constantes a lo largo del año, con la excepción de una ausencia total en las tortugas ingresadas en los meses de otoño de *P. chelonophilus* y un pico de abundancia de *H. robusta* exactamente en los meses otoñales de septiembre ((38.1%) y octubre (40%). A pesar de ello, ambos presentaron las frecuencias más altas en primavera (26.32% y 31.58% respectivamente), seguido muy de cerca de los meses de invierno (23.81% y 28.57% para cada uno), y las más bajas en otoño (3.64% y 18.18%).

Solo un pequeño número de tortugas ingresadas en el mes de noviembre presentaron malacostráceos (16.67%) y única y exclusivamente el caprélido *C. andreae*.

No obstante, teniendo en cuenta cada estadio por separado (Fig. 117), se aprecia claramente como *C. andreae* presenta en todos sus estadios un pico de frecuencias en el mes de marzo, lo que indica que es el mes más favorable para esta especie. La frecuencia más alta del mes de marzo se observa en el caso de las hembras ovígeras, con un 50%, tras el cual se producen varios picos de frecuencia (37.5% en mayo y 30.0% en julio), lo que sugiere que esta especie no realiza una sola puesta al año sino varias, destacando claramente los meses de primavera y verano como período reproductivo. La mayor frecuencia de crías se produjo en los meses de verano (más del 25% para cada mes estival).

En el caso de *H. grimaldii*, las hembras ovígeras muestran dos picos de frecuencia, una en el mes de marzo (25%) y otra en julio (20%), siendo este último mes el que también presenta el mayor número de tortugas portando crías (30%). Al igual que la especie anterior este dato sugiere que se producen varias puestas al año (2 por lo menos). Un dato curioso de esta especie es que el pico de frecuencias generales que se observaba en el mes de octubre lo constituyen exclusivamente ejemplares juveniles, con una frecuencia del 60%. Todos los demás estadios no están presentes en este mes.

Las frecuencias generales del gammárido *P. chelonophilus* muestran un comportamiento muy homogéneo a lo largo del año, aunque según los diferentes estadios se aprecia como las hembras ovígeras frecuentan con mayor abundancia los meses invernales de enero y febrero (12.5% cada uno), meses en los que también es mayor la presencia de crías (enero, 25.0%), mientras que los juveniles son mas frecuentes en el mes de marzo (33.33%). Estos datos sugieren que el periodo de cría para esta especie se produce en los meses de invierno.

Por último, el tanaidáceo *H. robusta*, sugiere un periodo reproductivo en otoño, debido a que en el mes de octubre se observó la mayor frecuencia de hembras ovígeras (40.0%) y de crías (20.0%), seguido de un fuerte pico de ejemplares juveniles en invierno, centrado en el mes de enero (37.5%).

En resumen, las dos especies *C. andreae* y *H. grimaldii* encuentran las condiciones idóneas para su reproducción sobre las tortugas *Caretta caretta* de Canarias en los meses cálidos de primavera y verano, sugiriéndose además, que pueden llevar a cabo varias puestas al año, mientras que *P. chelonophilus* y *H. robusta* prefieren las condiciones que les otorgan las tortugas localizadas en Canarias invierno y otoño respectivamente. Para las dos últimas especies no se aprecia con claridad que pueden llevar a cabo varias puestas al año, pero no se descarta.

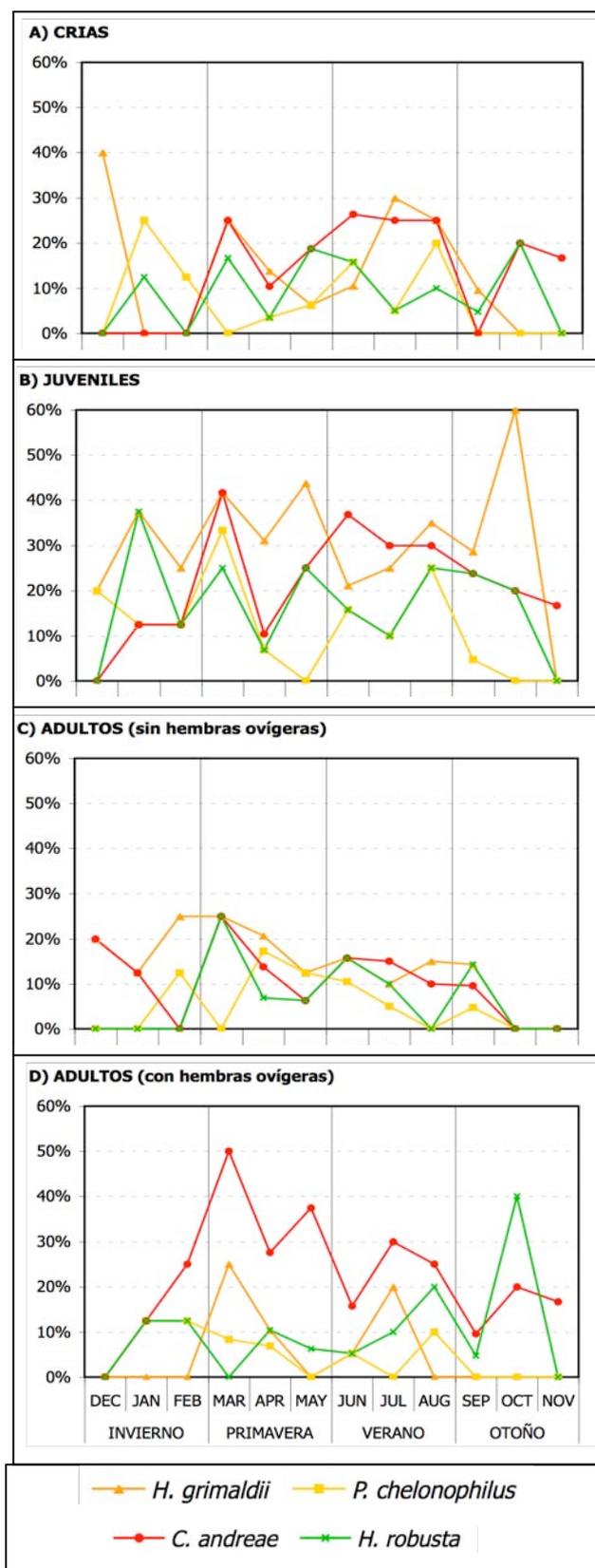


Fig. 117. Porcentaje de tortugas que presentaron cada uno de los estadios de las cuatro especies de malacostráceos observados, por meses y estaciones del año. A) Crías. B) Juveniles. C) Adultos sin hembras ovígeras D) Adultos con hembras ovígeras.



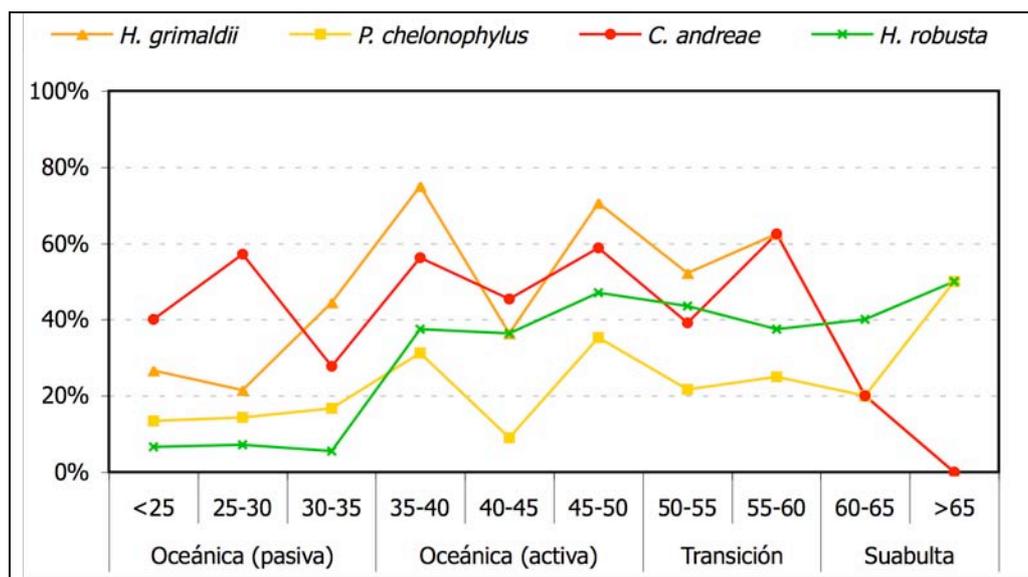
VARIACIÓN EN FUNCIÓN DE LA TALLA DE LAS TORTUGAS: (Fig. 118 y 119)

Fig. 118. Porcentaje de tortugas que presentaron las distintas especies de malacostráceos como epibionte, en función de la talla (LCC_{min}) de la tortuga y del estadio del ciclo de vida. Las flechas grises señalan las fluctuaciones más fuertes (continua *C. andreae*. Discontinua *P. chelonophilus* y *H. robusta*).

FASE TORTUGA	N	<i>H. grimaldii</i>	<i>P. chelonophilus</i>	<i>C. andreae</i>	<i>H. robusta</i>
Oceánica (pasiva)	47	31,91%	14,89%	40,43%	6,38%
Oceánica (activa)	55	58,18%	23,64%	52,73%	40,00%
Transitoria	31	53,13%	21,88%	43,75%	40,63%
Subadulta	9	11,11%	33,33%	11,11%	44,44%

Fig. 119. Porcentajes de las distintas especies de malacostráceos para cada estadio del ciclo de vida.

Como ha venido ocurriendo con todas las especies anteriormente descritas para este estudio, la colonización por malacostráceos epibiontes de tortugas *Caretta caretta* que circundan el archipiélago Canario presenta diferencias en función de las tallas de las tortugas muestreadas, estableciéndose los 60cm de LCC_{min} como punto de diferenciación. Las tortugas con tallas inferiores a estos 60cm están principalmente colonizadas por el gammárido *H. grimaldii* y por el caprélido *C. andreae*, con frecuencias bastante más bajas del gammárido *P. chelonophilus* y del tanaidáceo *H. robusta*, mientras que las tortugas de más de 60cm de caparazón son colonizadas principalmente por *H. robusta* (44.44%) y *P. chelonophilus* (33.33%) (flecha discontinua), con frecuencias mucho más bajas de las otras dos especies (11.11%), e incluso su ausencia total en aquellas tortugas de más de 65cm (flecha continua).

Si observamos más detenidamente cada una de las especies, *H. grimaldii* y *C. andreae* presentan las frecuencias más altas en el estadio Oceánico (activo) (58.18% y 52.73% para cada una), seguido de la fase Transitoria (53.13% y 43.75%), pero se diferencian en que *C. andreae* (40.43%) es ligeramente más abundante en la fase Oceánica (pasiva) que *H. grimaldii* (31.91%), presentando este último valores similares al anterior en las tallas más grandes del estadio Oceánico (pasivo) (44.44% en tortugas de 30 a 35cm de LCC_{min}).

Las otras dos especies, *P. chelonophilus* y *H. robusta* presentaron valores muy bajos en las tortugas en fase Oceánica (pasiva), siendo realmente baja para esta última (6.38%). Ambas especies presentaron frecuencias similares y más altas que la anterior en las dos fases siguientes, aunque *P. chelonophilus* ligeramente inferior (23.64% y 21.88% para cada fase), que *H. robusta* (40.0% y 40.63% para cada fase), mientras que las dos presentaron sus valores máximos en la última fase o fase de Subadulta, 33.33% para la primera y 44.44% para *H. robusta*, siendo las únicas especies presentes en las tortugas de talla superior a 65cm (presentándose en el 50% de las tortugas para ambas especies).

CUIDADO PARENTAL PROLONGADO: (Fig. 120)

Un dato muy interesante y curioso de las especies de malacostráceos peracáridos es que suelen presentar cuidado parental prolongado, en el que uno de los progenitores, o ambos, conviven con su descendencia durante un tiempo, alimentándola y protegiéndola activamente, o simplemente tolerándola en su cuerpo o en sus escondrijos (Thiel, 1999a).

Para estudiar este comportamiento se ha estudiado la frecuencia de tortugas que transportaban sobre su caparazón las diferentes combinaciones posibles del mismo o de distintos estadios, para cada especie. Estos datos se presentan en la tabla adjunta.

	<i>H. grimaldii</i> (N =72)	<i>P. chelonophilus</i> (N =37)	<i>C. andreae</i> (N =93)	<i>H. robusta</i> (N =48)
Presencia de un solo estadio o agrupaciones de varios estadios				
Crias (C)	5,56%	8,11%	3,23%	6,25%
Juveniles (J)	38,89%	18,92%	12,90%	29,17%
Adultos sin hembras ovígeras (An)	19,44%	27,03%	15,05%	22,92%
Adultos con hembras ovígeras (Ar)	5,56%	2,70%	18,28%	10,42%
Agrupaciones	37,50%	35,14%	33,33%	33,33%
Agrupaciones				
Agrupaciones sin hembras ovígeras				
C + J	29,63%	30,77%	3,23%	6,25%
C + An	0,00%	0,00%	3,23%	6,25%
J + An	29,63%	0,00%	9,68%	18,75%
C + J + An	14,81%	15,38%	6,45%	0,00%
Agrupaciones con hembras ovígeras				
C + J	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
C + Ar	7,41%	0,00%	6,45%	0,00%
J + Ar	3,70%	7,69%	19,35%	25,00%
C + J + Ar	14,81%	46,15%	51,61%	43,75%

Fig. 120. Porcentaje de tortugas que presentaron cada una de los distintos tipos de agrupaciones (de un mismo o de diversos estadios) para cada una de las especies de malacostráceos. C= Crías. J= Juveniles. An= Adultos no ovígeras. Ar= Adultos reproductores o cargando puestas de huevos.

En el gráfico se aprecia claramente como las agrupaciones formadas por crías solas son realmente escasas para todas las especies, presentando los valores mas bajos en las 4 especies a excepción de *P. chelonophilus* que presentó una frecuencia menor en los Adultos con hembras ovígeras (2.70%). En cualquier caso, queda claro que las agrupaciones de varios estadios presentan realmente las frecuencias mas altas (de 33.33% a 37.5%) en las 4 especies, con la única excepción de *H. grimaldii*, en donde las agrupaciones de solo ejemplares juveniles son realmente elevadas (38.89%).

Para las agrupaciones de diferentes estadios, queda patente que todas las especies menos *H. grimaldii* presentan las mayores frecuencias en la combinación de crías, juveniles y hembras ovígeras (46.15% para *P. chelonophilus*, 51.61% para *C. andreae* y 43.75% para *H. robusta*), lo que indica una prueba irrefutable del cuidado parental prolongado que llevan a cabo estas 3 especies, llegando a cuidar de 2 generaciones (juveniles y crías), y estando a la espera de la tercera (huevos).

En el caso de *C. andreae* y *H. robusta*, la siguiente agrupación mas abundante es la de Juveniles y hembras ovígeras (19.35% y 25% para cada especie), que muestra también este cuidado parental prolongado.



H. grimaldii, también presenta agrupaciones de hembras ovígeras con crías y juveniles, pero en frecuencias mucho mas bajas (14.81%), siendo mucho mas frecuentes las asociaciones de ejemplares solo en estadio juvenil (38.89% de las 72 tortugas muestreadas), las de crías y juveniles (29.63%*), o las de juveniles y adultos sin puestas (29.63%*).



Fig. 121. Ejemplos de agrupaciones de dos especies de los malacostráceos observados. Arriba: *C. andreae*, adultos reproductores con puesta de huevos junto con una cría. Abajo: agrupación de adultos de *H. robusta*.

* Porcentaje de las 27 tortugas que presentaron agrupaciones de distintos estadios para esta especie.

4. – DISCUSIÓN:

En primer lugar hay que resaltar que el caprélido *Caprella andreae* Mayer, 1890, no había sido citado en el archipiélago Canario hasta la fecha, dándose en este trabajo la primera cita de esta especie en las Islas Canarias, ampliando las listas anteriores de 10 especies de caprélidos a 11 especies para todo el archipiélago.

En cambio, como epibiontes de tortugas marinas, las cuatro especies han sido citadas en numerosas ocasiones por diversos autores (Chevreux & De Guerne, 1888, 1893; Caine, 1986; Davenport, 1994; Moore, 1995; Frick et al., 1998; Kitsos et al., 2005; Badillo, 2007; Pfaller et al., 2008, entre otros), siendo realmente los cuatro peracáridos más comúnmente citados como epibiontes de tortuga boba.

De las cuatro especies, la más abundante en este estudio ha sido el gammárido *Hyale grimaldii* Chevreux, 1891, localizada en el 46.2% de las tortugas muestreadas. Este dato difiere bastante de las frecuencias observadas por otros autores: 100% de las tortugas estudiadas por Chevreux & De Guerne (1893) en las costas mediterráneas francesas; 59.0% de *Hyale* sp. obtenido en las hembras nidificantes de Florida por Caine (1986); 16.9% observado por Badillo (2007) en las tortugas juveniles del mediterráneo español; y del 2.7% encontrado por Kitsos et al. (2005) en las tortugas varadas en las costas de Grecia. La diferencia con los dos últimos estudios resulta curiosa, ya que ambos han trabajado con tortugas muertas varadas y en el presente estudio se han observado mayores frecuencias de *H. grimaldii* en las tortugas heridas o lesionadas ($\pm 50\%$) que en las sanas (33.33%). Queda patente la gran irregularidad observada en las frecuencias de esta especie en los distintos grupos de estudio, independientemente de si se trata de individuos juveniles o adultos, Mediterráneos o Atlántico, sanos o heridos, etc., lo que indica que otros factores entran en juego para que esta especie sea más o menos abundante en unas u otras tortugas.

La segunda especie más abundante fue el caprélido *Caprella andreae* Mayer, 1890, localizado en el 45.6% de las tortugas muestreadas, frecuencia muy parecida al 47.5% observado en las tortugas juveniles de las costas valencianas por Badillo (2007), aunque dista bastante del 13.5% observado en las tortugas varadas en Grecia (Kitsos et al., 2005). Por el contrario, esta especie es realmente abundante en las hembras nidificantes de EE.UU, observándose frecuencias del 90% al 100% por varios autores (Caine, 1986; Frick et al., 1998; Pfaller et al., 2008). Estos datos muestran claramente que esta especie es muy común como epibionte de tortugas adultas, aunque su frecuencia no es nada despreciable en juveniles, mientras que, por otro lado, se sugiere que las tortugas localizadas en Canarias tienen mayor relación con los juveniles localizados en el levante español que con las tortugas del mediterráneo oriental, corroborando la teoría de entrada de individuos Atlánticos en el Mediterráneo a través del Estrecho de Gibraltar, en donde pasan un tiempo indeterminado en la región del mar de Alborán y del Levante español (Laurent et al., 1993, 1994; Bolten et al., 1998; Casale et al., 2002).

El tanaidáceo *Hexapleomera robusta* Moore, 1894, se presentó en el 29.0% de las tortugas muestreadas en Canarias, dato que difiere totalmente del resto de estudios en los que se localizó esta especie: 13.5% en las tortugas varadas en Grecia (Kitsos et al., 2005); 53.4% en las juveniles del Mediterráneo español (Badillo, 2007); 9.2% y 5.6% en las hembras nidificantes en Georgia (Frick et al., 1998; Pfaller et al., 2006); el 100% de las hembras nidificantes en Florida (Pfaller et al., 2008); o el 46% / 72% localizado por Caine (1986) en las tortugas del norte (Georgia y Carolina) / sur (Florida) de la costa este de EE.UU. Pfaller et al. (2006, 2008) no dieron respuesta a las grandes diferencias observadas en la presencia de esta especie entre las tortugas de Georgia y las de Florida, aunque Caine (1986), ya había sugerido anteriormente que se trataba de dos poblaciones diferentes que se alimentaban en regiones distintas, dato que se corroboró posteriormente con análisis genéticos (Bolten et al., 1998), y que confirmó que las poblaciones del norte (Georgia y Carolina) se alimentan pelágicamente en hábitats oceánicos, mientras que las del sur (Florida) lo hacen bentónicamente en dominios neríticos. Este dato indica claramente que *H. robusta* tiene una clara preferencia por las tortugas que frecuentan hábitats bentónicos y por lo tanto las regiones neríticas, mientras que es menos abundante (aunque presente) en aquellas que frecuentan el océano abierto, lo que explica la baja frecuencia de esta especie observada en las tortugas en fase oceánica pasiva (6.38%) mientras que se localizó en el 44.44% de las tortugas mayores de 60cm de LCC_{min} (subadultas). Este dato se



ve confirmado por la continua asociación de esta especie con el balano *Chelonibia testudinaria* que frecuenta los hábitats neríticos descrita por varios autores (Zardus & Haldfield, 2004, entre otros).

Por último, el gammárido *Podocerus chelonophilus* Chevreux & De Guerne, 1888, fue la especie menos frecuente (20.1%) de los peracáridos de este estudio, a pesar de ser la única especie específica de tortugas marinas y la más citada por otros autores. A pesar de ello, las frecuencias descritas por otros autores han sido bastante irregulares: 26.2% y 16.7% de las hembras nidificantes en Georgia (Frick et al., 1998; Pfaller et al., 2006); 5.4% de las tortugas varadas en Grecia (Kitsos et al., 2005); 8.7% de las juveniles del mediterráneo español (Badillo, 2007); o el 37.0% / 82.0% de las tortugas localizadas en norte/sur de la costa este de EE.UU por Caine (1986). Estos datos, indican la preferencia de esta especie por las tortugas que frecuentan los hábitats neríticos, exactamente igual que la especie anterior (*H. robusta*), lo que explica su mayor frecuencia en las tortugas en fase subadulta, 33.3% (50% de las tortugas de talla superior a 65cm de LCC_{min}) de este estudio.

En resumen, queda patente que *H. grimaldii* y *C. andreae* tienen una clara preferencia por las tortugas en fase oceánica (con frecuencias de 58.2% y 52.7% respectivamente en la fase oceánica activa), mientras que *P. chelonophilus* y *H. robusta* encuentran mejores condiciones en las tortugas en fase suadulta (33.3% y 44.44% respectivamente), que frecuentan hábitats neríticos. Este mismo comportamiento se observó en la distribución geográfica de las especies a lo largo del archipiélago, localizándose *H. grimaldii* y *C. andreae* principalmente en Gran Canaria y Tenerife, mientras que *P. chelonophilus* y *H. robusta* fueron más abundantes en Lanzarote, La Gomera y el Hierro.

Por otro lado, los anfípodos presentan asociaciones de distintos grados de complejidad con una gran diversidad de hospedadores (Cantor et al., 2009), siendo común la asociación de gammáridos con algas y ascidias y de caprélidos con algas, hidroideos y briozoos (Caine, 1979), presentando una especial preferencia por algas bien ramificadas y con poco espacio entre sus frondes (Hacker & Steneck, 1990). Estas características las presentan las 4 especies localizadas sobre las tortugas *Caretta caretta* de este estudio: *P. caretta*, *H. mitchelliae*, *C. flaccidum* y *C. membranacea* (Capítulo 1). Además, varios autores han citado la asociación de los anfípodos *Caprella andreae* y *Hyale* spp. con algas filamentosas que habitan comúnmente sobre el caparazón de las tortugas marinas, como *P. caretta* (Caine, 1986), llegando a denominarlas "La comunidad de la *Polysiphonia*" (Grammentz, 1988), que es un alga específica de la tortuga boba, que en este trabajo se observó en el 80% de las tortugas muestreadas y entre cuyos frondes se localizaron las 3 especies de anfípodos, así como de las otras 3 especies de algas epibiontes observadas, datos que confirman claramente la asociación de estos anfípodos con las algas epibiontes observadas.

Para el caprélido *C. andreae* también se ha citado su asociación con hidroideos del género *Obelia*, de los cuales *O. geniculata* se ha observado como epibionte de las tortugas *Caretta caretta* de Canarias (Capítulo 2), aunque su frecuencia (26%) fue bastante más baja que la de *P. caretta*. Además, como se describe en el Capítulo 2, en una gran parte de las tortugas solo se localizaron fragmentos de *O. geniculata*, ya que se trata de un colonizador primario que es rápidamente sustituido por otras especies, lo que sugiere que *O. geniculata* no puede ser el hospedador principal de *C. andreae*, aunque no supone que no se asocie con él cuando está presente en grandes cantidades.

Las otras dos especies de peracáridos presentaron un comportamiento diferente, ya que, *P. chelonophilus* se localizó principalmente en región caudal del caparazón y en la base de las aletas traseras, como citaron autores como Chevreux & Fage (1925) y Thomas & Barnard (1992) entre otros, generalmente entremezclados con las algas o cirrípedos epibiontes, o directamente sobre el caparazón y aletas. Por otro lado *H. robusta* se observó comúnmente en pequeños agujeros ovalados localizados en las líneas entre los escudos del caparazón o plastrón (ver foto en la Fig. 110.8 – Pág 220), y principalmente en tortugas lesionadas o heridas. Como se describió en el capítulo anterior, uno de los primeros síntomas que presentan las tortugas cuando sufren desnutrición o hipotermia es el ablandamiento de los escudos del caparazón y del plastrón, lo que supone que a algunos epibiontes como el balano *P. hexastylus* (Capítulo 4) y el tanaidáceo *H. robusta*, les resulte más fácil adherirse o cavar sus huecos en la coraza de las tortugas.

Varios autores han sugerido que *P. chelonophilus* y *H. robusta* puedan causar daños a las tortugas sobre las que viven, aunque en este estudio, *H. robusta* nunca se localizó asociado a las heridas presentadas por las tortugas, sino que como se dijo anteriormente, presentó mayores frecuencias en

aquellas tortugas con caparazón o plastrón mas blando debido a desnutrición o hipotermia, como la observaron Bentivegna et al. (1993) en una tortuga muy debilitada en el Golfo de Nápoles. Por otro lado, *P. chelonophilus* si se localizó en grandes cantidades asociada a lesiones o heridas de las tortugas producidas por diversas causas como redes, cuerdas, nylon, o mordidas de tiburón, corroborando la idea de que pueda ser un eficiente limpiador del tejido necrótico de las heridas de las tortugas, ayudando la limpieza de estas, como citó Caine en 1995, e igual que ocurre con el anfípodo *Isocyamus* spp. en las ballenas piloto de Japón y Tasmania (Sedlak-Weinstein, 1992).

Cada una de las cuatro especies de peracáridos presentó una estacionalidad propia, lo que sugiere una gran relación entre estas cuatro especies y las tortugas *Caretta caretta* de Canarias a lo largo de todo el año. Todas ellas presentaron varios picos de frecuencia de hembras ovígeras a lo largo del año, aunque centrados principalmente en estaciones concretas (*C. andreae* y *H. grimaldii* en primavera y verano; y *P. chelonophilus* y *H. robusta* en otoño e invierno), lo que sugiere que todas ellas realizan varias puestas al año (reproducción continua), característica propia de las especies de peracáridos de aguas tropicales y subtropicales, al igual que su pequeños tamaño y su rápida maduración (Saint-Marie, 1991).

Las cuatro especies de peracáridos han presentado tallas dentro de los rangos descritos para cada una en la bibliografía, de lo que se deduce que su adaptación a la vida como epibionte de tortuga boba no ha supuesto un gran esfuerzo adaptativo para ninguna de ellas. Por ejemplo, el gammárido *P. chelonophilus* es específico de tortugas marinas, por lo que está totalmente adaptado a ellas; o el gammárido *H. grimaldii* y el caprélido *C. andreae*, que presentan una fuerte preferencia por las zonas muy expuestas y que están adaptados a hábitats aislados como los objetos flotantes (Thiel, 2003), desde los cuales pueden colonizar ejemplares de *Caretta caretta* que frecuentan y acompañan a los objetos flotantes en su deriva por el océano Atlántico.

El hecho de que tres de las cuatro especies observadas lleven a cabo cuidados parentales prolongados sobre la propia tortuga corrobora la idoneidad del hábitat para estas especies.

El cuidado parental prolongado unido a los movimientos migratorios de las tortugas, aumenta fuertemente la capacidad de dispersión de las especies de peracáridos, pudiendo ser transportadas a grandes distancias, como sugieren Martínez & Adarraga sobre el transporte de *H. robusta* desde las costas africanas hasta el Golfo de Vizcaya (norte de España), gracias al transporte naval como vector de introducción. Este transporte puede deberse a grandes migradores vertebrados como las tortugas marinas, al igual que sobre barcos u otros objetos. Aun mas, el transporte puede ser escalonado, siendo las islas Canarias un punto estratégico para el desplazamiento de especies desde las costas africanas, debido a su proximidad a estas, y a que en especies como *H. robusta*, las regiones con muy poca plataforma continental como Canarias presentan un mayor intercambio entre los frentes costeros y oceánicos (Suárez-Morales & Gasca, 1996), permitiendo el transporte de ejemplares adultos hacia el océano abierto como medio pasivo de dispersión (Sieg, 1983b), como los observados por García-Madrigal et al. (2005) en el Caribe Mexicano. Estos ejemplares desplazados a la región oceánica encuentran en las tortugas el nuevo sustrato en el que asentarse y continuar su dispersión.

La tortuga boba ofrece a estas cuatro especies de peracáridos, un sustrato idóneo sobre el que vivir, con microhábitats de algas, hidroideos y cirrípedos, adecuados en los que pueden llevar a cabo un cuidado parental prolongado, como se ha observado en *C. andreae*, *P. chelonophilus* y *H. robusta*; alimento continuo, debido a la presencia de diatomeas y microepibiontes localizados en las capas primarias de la colonización (denominada "slime"), o adheridas a otros epibiontes, al hidrodinamismo de la tortuga que crea corrientes a su alrededor cargadas de plancton, o incluso a los propios restos de la alimentación de la tortuga, residuos de esta o exudados o tejidos muertos que pueden servir de alimento; y un medio de dispersión envidiable, ya que los grandes movimientos migratorios de las tortugas los distribuyen por el océano con gran eficacia. En cambio, la tortuga recibe unos organismos móviles que limpian su caparazón de otros epibiontes (como larvas de cirrípedos, huevos de nudibranchios, diatomeas, etc), de restos orgánicos adheridos a su caparazón, o incluso que pueden ayudarle a limpiar sus heridas, como es el caso de *P. chelonophilus*.



5. – CONCLUSIONES:

- Las tortugas juveniles *Caretta caretta* localizadas en aguas del archipiélago Canario están colonizadas principalmente por 4 especies de peracáridos, de las cuales 3 son del Orden Anphipoda: 2 pertenecen al Suborden Gammaridea: *Hyale grimaldii* Chevreux, 1891 (46.2%) y *Podocerus chelonophilus* Chevreux & De Guerne, 1888 (20,1%), y 1 al Suborden Caprellidea: *Caprella andreae* Mayer, 1890 (45.6%); la última especies pertenece al Orden Tanaidacea: *Hexapleomera robusta* Moore, 1894 (29.0%).
- Este estudio presenta la primera cita de *Caprella andreae* Mayer, 1890, para el Archipiélago Canario, aumentando la lista de caprellidos de Canarias a 11 especies.
- Las cuatro especies de peracáridos presentes en las tortugas *Caretta caretta* de Canarias son las mas comúnmente citadas como epibiontes de tortuga boba.
- *H. grimaldii* y *C. andreae* son especies comunes en tortugas adultas y en juveniles debido a su estrecha asociación con algas, presentes en ambos estadios. Estas dos especies son las mas frecuentes en las ejemplares juveniles *Caretta caretta* de Canarias, debido a que estas tortugas presentan una elevada frecuencia de algas epibiontes (el 83.5% de las tortugas presentaba algas rojas).
- La similitud en las frecuencias de *C. andreae* entre las tortugas de Canarias (45.6%) y del Levante español (47.5%) (Badillo, 2007), corrobora la hipótesis de entrada de individuos atlánticos en el mediterráneo a través del estrecho de Gibraltar, en donde se sitúan en el mar de Alborán y el Levante español.
- Según los datos bibliográficos, *P. chelonophilus* y *H. robusta* presentan una clara preferencia por las tortugas que frecuentan hábitats neríticos, sugiriendo que las tortugas que las presentan pueden frecuentar este tipo de habitats.
- Según los datos obtenidos, *H. grimaldii* y *C. andreae* presentan mayores frecuencias en las tortugas en fase Oceánica (principalmente activa), mientras que *H. robusta* y *P. chelonophilus* tienen preferencia por las tortugas en fase subadulta (o mayores de 60cm de LCC_{min}) lo que verifica un cambio ontogénico de hábitat de las tortugas localizadas en Canarias en función de la talla y el estadio.
- El estadio de transición (tortugas de 50 a 60cm de LCC_{min}) presenta datos intermedios entre la fase Oceánica y la fase Subadulta, corroborando que estas tortugas frecuentan tanto los hábitats oceánicos como los neríticos.
- Los peracáridos tienen preferencia por las algas muy ramificadas y con poco espacio entre los frondes, características que presentan las 4 especies de algas epibiontes observadas en las tortugas *Caretta caretta* de Canarias.
- *H. grimaldii* y *C. andreae* se localizaron siempre asociadas a las algas epibiontes observadas sobre las tortugas muestreadas (la última siempre en las ramas mas altas).
- *P. chelonophilus* se localizó principalmente en la región caudal de la tortuga y en la base de las aletas traseras, asociado a algas o directamente sobre la tortuga.

- *P. chelonophilus* se observó asociado en grandes cantidades a las heridas o lesiones de las tortugas apoyando la teoría de se alimente del tejido necrótico limpiando las heridas.
- *H. robusta* se localizó en pequeños agujeros ovalados realizados entre los escudos del caparazón y del plastrón de la tortuga.
- *H. robusta* aumentó su frecuencia en función de la gravedad de las lesiones de las tortugas, sugiriéndose que el ablandamiento del caparazón causado por la desnutrición o hipotermia ayuda al asentamiento de esta especie ya que le permite cavar sus agujeros con mayor facilidad.
- Cada una de las 4 especies de peracáridos presentó una estacionalidad propia, sugiriendo un fuerte relación entre estas 4 especies y las tortugas *C. caretta* de Canarias a lo largo de todo el año.
- La estacionalidad de hembras ovígeras de las 4 especies sugiere que presentan una reproducción continua con varias puestas al año, característica propia de las especies de peracáridos tropicales o subtropicales.
- Las 4 especies presentaron tallas dentro de los rangos descritos en la bibliografía para cada una de ellas.
- *C. andreae*, *P. chelonophilus* y *H. robusta* presentaron un cuidado parental prolongado sobre la tortugas *C. caretta* de Canarias, lo que indica que la tortuga es un hábitat adecuado para el desarrollo de estos pequeños crustáceos.
- El cuidado parental prolongado unido a los grandes movimientos migratorios de las tortugas marinas aumenta enormemente la capacidad de dispersión de las especies observadas.
- Las tortugas *C. caretta* localizadas en Canarias ofrecen un sustrato con microhábitats idóneos, alimento y un fuerte medio de dispersión, para el buen desarrollo de las 4 especies de peracáridos.
- Los ejemplares de *C. caretta* reciben unos limpiadores móviles que liberan a la tortuga de otros epibiontes y restos orgánicos, e incluso limpian sus heridas.





*En las presas
yo divido
lo cogido
por igual;
sólo quiero
por riqueza
la belleza
sin rival.*

*Que es mi barco mi tesoro,
que es mi dios la libertad,
mi ley, la fuerza y el viento,
mi única patria, la mar.*

J. Espronceda (fragmento)

Capítulo 6:

CRUSTÁCEOS EPIBIONTES
DE TORTUGA BOBA DE CANARIAS:
“El Cangrejo de Colón”

1. – INTRODUCCIÓN

El pequeño Brachyura (Decapada: Crustácea) *Planes minutus* Linnaeus, 1758, pertenece a la familia Grapsidae, que está compuesta por 35 especies pertenecientes a 15 géneros, conformando un grupo tropical que se extiende en menor abundancia y riqueza hacia áreas templadas, y que presenta principalmente hábitos bentónicos.

El género *Planes* (Bowdich, 1825) se diferencia del resto de especies por: sus hábitos exclusivamente pelágicos de donde obtienen su nombre¹; su pequeño tamaño, ya que rara vez supera los 20mm de ancho de caparazón; y por los pelos que presenta en la cara anterior de sus apéndices locomotores denominados *plumosa* (Hartnoll, 1971). Son conocidos comúnmente como "*Columbus crab*" (*Cangrejo de Colón*) debido a que la primera referencia de estos cangrejos oceánicos la dio Cristóbal Colón en su primer viaje hacia el nuevo mundo en 1492 (Chace, 1951); "*Sea-weed crab*" (*Cangrejo de los sargazos*) por su frecuente asociación con este alga pelágica; o "*Cangrejos anales*" por su localización en la región anal de tortugas marinas.

Este género está representado por tres especies: *Planes minutus* Linnaeus, 1758, que es un gran cosmopolita ampliamente distribuido por áreas tropicales, subtropicales, cálidas y templadas del Atlántico, Índico y Mediterráneo, llegando incluso a zonas frías como las Islas Británicas (Davenport, 1992); *Planes cyaneus* Dana, 1851, que ocupa el mismo nicho ecológico que el anterior pero en el Pacífico (Chace, 1951; Manning & Holthuis, 1981), aunque recientemente ha sido citado en el Índico, el Atlántico norte, el Golfo de México y el Atlántico sur (África, Brasil, Uruguay y Argentina); y por último, *Planes marinus* Rhatbun, 1914, que se ha citado en el Océano Índico y Atlántico sur (Spivak & Bas, 1999). Chace (1951) definió caracteres taxonómicos específicos para cada una de estas 3 especies basándose principalmente en relaciones métricas entre varios parámetros morfológicos.

De hábitos claramente pelágicos, viven asociadas a una gran variedad de sustratos, tanto bióticos: tortugas marinas, algas flotantes (*Sargassum*) y otros invertebrados como *Velella* sp. o *Janthina* sp; como abióticos: boyas, cuerdas, plásticos y trozos de madera, entre otros (Davenport, 1992, 1994; Dellinger et al., 1997), en los que se han observado diferencias en función de tipo de sustrato sobre el que viven. Por ejemplo, se ha confirmado que el número de individuos juveniles es mucho mayor en objetos flotantes que en tortugas, en una proporción de 58 a 8 en objetos flotantes según Dellinger et al. (1997) y de 1 a 9 en tortugas según Frick et al. (2004b); el número de hembras ovígeras y de parejas heterosexuales es mayor en tortugas que en objetos flotantes, indicando que la tortuga es un hábitat más favorable para este cangrejo puesto que le brinda una excepcional zona de reproducción (Davenport, 1992, 1994; Dellinger et al., 1997; Frick et al., 2004b), incluso, llegándose a sugerir la posibilidad de que estos decápodos tuvieran la capacidad de cambiar de sexo, a pesar de que esta característica es muy inusual en el Infraorden Brachyura (Subramoniam, 1981). Por otro lado, no se han encontrado diferencias en la talla de los ejemplares adultos entre ambos tipos de hábitat (tanto en machos como en hembras) (Dellinger et al., 1997), ni que el tamaño de *P. minutus* varíe en función de la talla de su hospedador (Davenport, 1994; Dellinger et al., 1997; Frick et al., 2004b).

Davenport (1992), llevó a cabo un potente estudio sobre la ecología, el comportamiento y los mecanismos de natación de *Planes minutus*, realizando una descripción minuciosa de los pereiópodos, y de las filas de pelos "*plumosos*" existentes en los bordes anteriores (sobre todo en el 4º par), una de sus principales características morfológicas. También investigó su capacidad de natación, concluyendo que es capaz de nadar muy rápida y constantemente durante periodos relativamente largos (más de 30min.), y dirigir sus movimientos eficazmente con inclinaciones del caparazón, por lo que puede alejarse del sustrato en el que vive en busca de comida sin problemas. Por otro lado, también confirmó que este pequeño decápodo es un predador muy voraz, que ataca cualquier objeto o animal que se mueva cerca su hábitat, y que sus principales presas son: post-larvas de peces que viven en el neuston, eufásidos, isópodos, pequeños cefalópodos, halobates, y sálpidos (alimentándose selectivamente de su estómago), entre otros. También es capaz de comer algas (*sargassum* y otras) o cualquier cosa cuando el alimento es escaso, aunque no suele alimentarse de ctenóforos, pequeñas medusas, ni suele cazar copépodos.

¹ Del Griego: *Planes* = vagar

Este mismo autor, en 1994, citó la peculiar asociación de este pequeño decápodo con los juveniles de tortuga boba presentes en aguas de Madeira, sugiriendo el papel beneficioso de *P. minutus* como limpiador de otros epibiontes de la tortuga, gracias a los estudios de contenido estomacal en los que encontró, larvas *cipris* de *Lepas* spp. y el anfípodo *Podocerus chelonophilus*, ambos citados como epibiontes comunes de tortuga boba. Posteriormente Dellinger et al., (1997) y Frick et al. (2004b) añadieron otras dos especies comunes como epibiontes de tortuga boba, *Caprella andreae* y *Conchoderma virgatum*, como alimento de *P. minutus* cuando habita sobre esta tortuga, mientras que en los ejemplares que habitan objetos flotantes solo encontraron algas y larvas *cipris* de cirrípedos. Estos datos corroboran la idoneidad del hábitat que proporciona la tortuga a este cangrejo pelágico y que la asociación de estos dos organismos es beneficiosa para ambos (simbiosis) .

La afinidad de las tortugas juveniles en su fase oceánica por las agrupaciones de sargazo y su relación con los grandes sistemas de corrientes y los objetos flotantes que estas transportan (Brongersma, 1972; Withan, 1976; Carr, 1986), señala el momento idóneo para el intercambio de ejemplares de *P. minutus* desde el sargazo o del objeto hacia la tortuga y viceversa (Frick et al., 2000). La relación de este decápodo con las tortugas marinas, no se restringe solo a la tortuga boba (Caine, 1986; Davenport, 1994; Dellinger et al., 1997; Frick et al., 1998, 2004b, 2006), sino que hasta la fecha también se ha citado en tortuga verde, *Chelonia mydas* (Crane, 1937), tortuga carey, *Ertmochelys imbricata* (Murray, 1895; Chace, 1951) y tortuga olivacea, *Lepidochelys olivacea* (Diaz et al., 1992), aunque la mayoría de los estudios se han centrado en ejemplares juveniles de tortuga boba del Atlántico norte.

Una característica común a todos los estudios sobre esta asociación, es que *P. minutus* se localiza generalmente alrededor de la cloaca de la tortuga, dando lugar a conjeturas sobre una alimentación coprófaga en las heces de la tortuga (Chace, 1951; Crane, 1937). Los estudios de contenido estomacal han revelado que no se alimentan de heces sino de otros organismos epibiontes como se dijo anteriormente, y que su localización en la región cloacal es una estrategia para evitar las fuertes turbulencias que se crean alrededor del caparazón de la tortuga cuando esta está en movimiento (Davenport, 1994). En unas pocas excepciones se han localizado ejemplares de *P. minutus* en el cuello de la tortuga, o entre los cirrípedos (*Lepas* spp.) epibiontes de esta, pero en la mayoría de los casos, sobre una misma tortuga se han localizado un máximo de 3 individuos (Davenport, 1994; Dellinger et al., 1997; Frick et al., 2004b).

P. minutus se ha observado en frecuencias bastante elevadas (82%) sobre ejemplares juveniles de tortuga boba (Dellinger et al., 1997), aunque también se ha observado esta asociación en adultos y subadultos neríticos, pero en mucha menor frecuencia (3.1% y 1%) (Frick et al., 1998 y Caine, 1986, respectivamente), observándose además, que las hembras ovígeras presentaban una talla bastante menor (12.9mm), que las observadas en tortugas juveniles (17.32mm en el estudio de Frick et al., 2004b; y 17.0mm en el de Dellinger et al., 1997). Igualmente se observó que en las tortugas adultas y subadultas, la presencia de este decápodo era estacional, encontrándose solo en invierno y primavera (de diciembre a abril), lo que sugiere que las tortugas adultas y subadultas no son exclusivamente neríticas, sino que en invierno y primavera se desplazan entre el dominio oceánico y el nerítico.

Casale et al. (2004) también encontraron indicios sobre la ecología de las poblaciones de *Caretta caretta* en el mediterráneo gracias a la interacción con este curioso epibionte, ya que lo encontraron con mayor frecuencia en la costa oeste de Italia (27.4%) que en la costa este (3.3%). Este dato sugiere que, o bien, los cangrejos mueren cuando la tortuga atraviesa el estrecho de Messina para pasar del lado oeste al este; que los movimientos de tortugas entre ambos lados es limitado; o incluso, que la presencia o no de este crustáceo indique el origen Atlántico o Mediterráneo de dichas tortugas, puesto que en el Atlántico es realmente frecuente (82% Dellinger et al., 1997) y en el mediterráneo no. Esta última hipótesis se corrobora con el estudio de Kitsos et al. (2005) en el que no se encontró ningún ejemplar de *P. minutus* en las tortugas varadas en las costas de Grecia.

Una característica poco estudiada en las especies del género *Planes* es su coloración, en la existen diferentes patrones, lo que ha llevado a diversas especulaciones. Generalmente en crustáceos los patrones cromáticos de base están determinados genéticamente, pudiendo existir pequeñas variaciones mediante un oscurecimiento o decoloración del cuerpo causado por la concentración o dispersión de gránulos de pigmentos en los cromatóforos (Pons, 2006). *P. minutus* es predominantemente marrón, aunque se han citado colores verdosos, amarillos y rojizos, con múltiples

tonalidades, generalmente mimetizándose con el substrato sobre el que vive. Ciertos ejemplares se cubren de motas blancas de diferentes formas y tamaños, algunas lo suficientemente grandes como para ocupar todo el caparazón (Hitchcock, 1941.), que, según determinados autores, es una forma de mimetismo con los briozoos y los tubos de poliquetos que infestan los sargazos (Verrill, 1908). Uno de los acontecimientos que llamaron la atención de los investigadores fue el hallazgo de ejemplares de *P. minutus* de color caoba adheridos a un tronco a la deriva de este color en las costas de Bermudas, y que además, todos los ejemplares presentaban una mancha blanca en la parte dorsal del caparazón, mimetizándose completamente con las distintas tonalidades del tronco (Crozier, 1918). Por otro lado, la coloración de los ejemplares de *P. minutus* que habitan en los sargazos es muy variable, lo que sugiere la capacidad de este crustáceo de adaptar su coloración a la del medio en el que vive. Estudios realizados por Hitchcock (1941) determinaron que la coloración de *Planes minutus* puede cambiar únicamente cuando muda, que lo hace respondiendo a un cambio en el color del substrato en el que se encuentra, y que son incapaces de hacerlo con bastante rapidez.

En resumen, *P. minutus* como epibionte de tortuga boba se ha citado principalmente en ejemplares juveniles del Atlántico norte: Madeira (Davenport, 1992, 1994) y Azores (Dellinger et al., 1997 y Frick et al., 1998, 2003, 2004b), y del Mediterráneo: Francia (Chevreux & De Guerne, 1893), Italia (Casale et al., 2004), y España (Badillo, 2007); y en adultas de la costa este de EE.UU: Georgia (Frick et al., 1998) y Florida (Caine, 1986), aunque como ya se ha mencionado, en frecuencias mucho mas bajas.



Fig. 122. Ejemplar de *P. minutus* localizado sobre una tortuga *C. caretta* de Canarias

2. – MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. – CARACTERÍSTICAS TAXONÓMICAS

SUPERORDEN EUCARIDA Calman, 1904

ORDEN DECAPODA Latreille, 1802

Es el grupo más conocido dentro de los crustáceos debido a su importancia comercial. A él pertenecen el 25% del total de especies del Subfilo Crustácea. Se caracterizan por la presencia de un caparazón que cubre cabeza y tórax formando un cefalotórax, y por la presencia de cámaras branquiales laterales. De los ocho apéndices torácicos, los tres delanteros se han transformado en maxilípedos, pasando a cobrar funciones alimenticias, y los cinco pares restantes se emplean en la locomoción, lo que le ha dado el nombre al grupo *deca-poda* (que significa, "diez – patas").

Este orden se caracteriza por un cefalotórax formado por los 6 segmentos de la cabeza y los 8 del tórax, todos cubiertos por un caparazón, que en la zona anterior suele acabar en un rostro más o menos conspicuo. Acostumbra a tener espinas y líneas más o menos pronunciadas que delimitan lóbulos o regiones abombadas, que en ocasiones son útiles para diferenciar especies.

Los apéndices cefálicos son 6, siendo el primero los ojos, que están sujetos por un pedúnculo móvil compuesto por 2 ó 3 artejos que le dan gran movilidad. Junto a ellos se localiza la glándula que produce hormonas encargadas del control de la muda. El segundo par son las anténulas o primeras antenas, que están bien desarrolladas (a excepción del grupo de los Brachyura), son birrámeas y tienen un pedúnculo formado por 3 artejos. El tercer par son las antenas o segundas antenas, cuyo pedúnculo consta de 5 artejos y su endopodio por 3 artejos terminados en un flagelo multi-articulado. El cuarto par de apéndices cefálicos (primer par de apéndices bucales) son las mandíbulas, cuya coxa presenta una parte trituradora y una parte molar. La base se estrecha y el endopodio, de 1 ó 2 artejos, forma el palpo mandibular junto con la base. El quinto y el sexto par de apéndices son las maxilas (primeras y segundas maxilas), y son planas, ensanchadas y con forma lobulada.

El tórax posee 8 apéndices, de los cuales los 3 anteriores han pasado al servicio de la alimentación y se conocen como los maxilípedos. El primero de ellos es muy parecido a las maxilas y los otros dos tienen una morfología similar a los pereiópodos. Los 5 apéndices del tórax restantes son los pereiópodos y tienen una función locomotora. Estos están formados por 7 artejos, que desde el cuerpo hasta la parte distal se denominan: coxa, base, isquiopodio, meropodio, carpopodio, propodio y dactilopodio. Es conocido del primer par de pereiópodos sus pinzas o quelas, originadas por una expansión del propodio que se opone al dactilopodio y se les denomina quelípedos. El resto de pereiópodos son de forma muy variable, pueden haber desaparecido, o incluso el último par puede verse modificado adaptándolo a la natación o a la sujeción de objetos al dorso, a modo de camuflaje.

El abdomen es la parte más variable de este grupo. En los Nantia está bien desarrollado y sus apéndices (pleópodos) son largos y flagelados para facilitar la natación; En los Reptantia el abdomen se aplanan dorsoventralmente; en los Macruros los pleópodos se reducen; y en los Brachyura el abdomen se repliega bajo el caparazón. En las hembras los pleópodos sirven para retener los huevos durante su incubación, mientras que en los machos el primer par, y a veces el segundo, se emplean como órgano copulador. El abdomen finaliza en un apéndice impar, el telson, el cual, junto con los últimos pleópodos, denominados urópodos, forman el telson, que generalmente está adaptado a la natación. En los Anomura (cuyo abdomen está bastante reducido) está reducido a un gancho para agarrarse a la concha en la que viven y en los Brachyura el telson no está unido a los urópodos.

Este orden presenta un amplio rango de diseños corporales debido principalmente a su gran capacidad de adaptación, sobretodo a la locomoción y al hábitat en el que se encuentren. En general se diferencian 3 grupos principales de decápodos: Las gambas o camarones, caracterizado por su cuerpo cilíndrico o comprimido lateralmente, abdomen bien desarrollado (más largo que ancho) y patas largas y esbeltas; los Brachyura o verdaderos cangrejos, caracterizados por un abdomen reducido, flexionado y encajado bajo el cefalotórax y un caparazón aplanado y ancho (igual o más ancho que largo); y los Anomura o cangrejos ermitaños, con un abdomen no tan reducido como el grupo anterior, pero generalmente adaptado para introducirse en grietas o conchas vacías de gasterópodos. Dentro de cada grupo existen, a su vez, un elevado número de formas y hábitos

particulares. Algunas adaptaciones asombrosas de este grupo de crustáceos son la presencia de órganos luminiscentes o fotóforos de los géneros *Segestes* y *Sergia*; la especialización de las "gambas limpiadoras" eliminando parásitos y otra materia de la superficie del cuerpo de peces de arrecife; el hábito decorativo de algunas especies, usando anémonas y otros organismos que disponen sobre su caparazón a modo de camuflaje, incluso llegando a adaptar un apéndice para la sujeción de objetos (familias Dromiidae y Dorippidae); etc.

Las distintas especies de este orden ocupan una grandísima diversidad de hábitats. Los hay pelágicos, como algunas gambas y cangrejos, aunque la mayoría son bentónicos o habitantes del fondo, viviendo entre algas, en anémonas, bajo piedras y conchas, dentro de cavidades y grietas en el coral y rocas, en fondos fangosos o de arena, o como comensales de otros organismos. Algunos han colonizado zonas de gran profundidad, y otros áreas de superficie, prácticamente fuera del agua, llegando a desarrollarse formas terrestres y dulceacuícolas.

También existe una enorme diversidad de formas y tallas, aunque la mayoría son de pequeño tamaño, si bien ciertas especies pueden alcanzar tallas de hasta 60cm y 22kg de peso como la langosta americana (*Homarus americanus*); y una amplia gama de hábitos y dietas alimenticios, aunque la mayoría de especies combina la alimentación depredadora con la ingesta de carroña y detritos, variando en función de la disponibilidad de las distintas fuentes. Las presas más comunes son: invertebrados grandes como equinodermos, bivalvos, poliquetos u otros crustáceos. Algunas especies son herbívoras y otras filtradoras. Los quelípedos suelen ser un reflejo de los hábitos alimenticios.

Son dioicos y el apareamiento se produce tras la muda de la hembra. Por lo general se da algún tipo de cortejo, algunos de ellos bastante espectaculares a través de señales visuales y acústicas. En la cópula, la hembra queda estirada bajo el macho que introduce el primer par de pleópodos en los orificios genitales de la hembra. En algunos grupos los huevos se liberan directamente al mar, mientras que en la mayor parte, la hembra porta la puesta que queda sujeta por los pleópodos. El estadio larvario que eclosiona es muy variable. En aquellas especies que ponen los huevos directamente en el agua eclosiona una larva nauplio o metanauplio. En las especies que portan los huevos, en la eclosión se producen larvas en estadio protozoa o zoea, que se reconocen fácilmente por su larga espina rostral, cuyo estadio postlarvario, llamado megalopa, tiene un abdomen grande y el complemento apendicular completo. Como ocurre con otros muchos invertebrados, existe una clara tendencia al acortamiento del periodo larvario en aquellas especies que viven en mares fríos o a profundidades abisales.

Dentro de los decápodos existen 2 subórdenes y 9 infraórdenes, de los destacamos el infraorden Brachyura porque la única especie de decápodo encontrada en este estudio como epibionte pertenece a este grupo.

Infraorden Brachyura Latreille, 1802

Lo componen unas 4500 especies a las que se les denomina comúnmente como los "Cangrejos verdaderos". Se caracterizan por su caparazón aplanado, cuadrangular, ovalado o redondeado (nunca triangular) y su abdomen reducido y encajado bajo el cefalotórax. La mayoría de las especies no presenta urópodos y los pleópodos se conservan, en la hembra para sujetar la puesta y en el macho solo los 2 primeros como órgano copulador. Además, la distancia interocular es amplia, y los terceros maxilípedos son placas rectangulares que ocupan por completo el marco bucal cubriendo los apéndices internos de la boca como si fueran puertas dobles.

El caparazón es casi siempre más ancho que largo, aumentando el aspecto aplanado del cuerpo. Pueden reptar hacia delante, sin embargo generalmente lo hacen de lado, y la gran mayoría no puede nadar, aunque algunas especies han adaptado los últimos pereiópodos a la natación, aplanándolos, si bien por lo general son organismos bentónicos que solo nadan a ratos.

Hay algunas especies comensales, generalmente caracterizadas por su pequeño tamaño, que viven en las cavidades del manto de algunos bivalvos y gasterópodos, dólares de arena, tunicados y en otros animales.

Las 4500 especies del infraorden Brachyura, al igual que otros grupos de crustáceos, se organizan en complejas clasificaciones, continuamente revisadas y modificadas por diversos autores, por lo que

para este trabajo se ha seleccionado la de Martin & Davis (2001), dispuesta en el Anexo 1. Según esta clasificación, dentro del Infraorden Brachyura se localizan dos secciones, una de las cuales es la Sección Eubrachyura Saint Laurent, 1980, a la que pertenece la Superfamilia Grapsoidea MacLeay, 1828. La familia Grapsidae MacLeay, 1838, pertenece a una de las seis familias incluidas dentro de dicha superfamilia y se describe levemente a continuación por su interés para este trabajo.

Familia Grapsidae MacLeay, 1838

Compuesta por 35 especies pertenecientes a 15 géneros, que conforman un grupo tropical que se extiende en menor abundancia y riqueza hacia áreas templadas.

Son cangrejos de caparazón cuadrangular con el rostro ancho y el borde lateral recto.

Generalmente presentan hábitos bentónicos, colonizando el litoral rocoso, a excepción del Género *Planes* Bowdich, 1925, que incluye tres especies de hábitos exclusivamente pelágicos, morando en todo tipo de objetos y algas flotantes (*Sargassum* spp.), así como en animales pelágicos, como tortugas marinas (*Caretta caretta*, *Chelonia mydas*, *Eretmochelys imbricata*, *Lepidochelys olivacea*) e invertebrados marinos (*Verella* sp. y *Janthina* sp.).

2.2. – METODOLOGÍA

Cada individuo localizado de *Planes minutus* fue retirado manualmente de la tortuga y dispuesto inmediatamente en un bote con alcohol 96%.

Posteriormente se llevo a cabo la identificación de los ejemplares y la toma de datos.

Se anotó el sexo de cada individuo y su estadio reproductivo diferenciando lo siguientes grupos, basados en los datos de talla de madurez sexual dados por Davenport (1992):

- Hembras adultas: Hembras superiores a 11mm.
- Machos adultos: Machos superiores a 9mm.
- Hembras juveniles: hembras inferiores a 11mm.
- Machos juveniles: machos inferiores a 9mm.
- Hembras ovígeras: hembras portando una puesta de huevos
- Hembras no ovígeras: hembras adultas (>11mm) no portadores de puesta.
- Indeterminado: sexo desconocido.

Se tomaron las siguientes medidas biométricas de cada individuo con un calibre o pie de rey:

- Ancho recto del caparazón – (WRC²) : distancia máxima del ancho del cefalotórax.
 - Largo recto del caparazón – (LRC): distancia máxima del largo del cefalotórax.
 - Ancho recto abdomen – (WRAb): distancia del ancho del primer segmento abdominal.
- (todas las medidas se dan en milímetros).

Se realizaron fotografías de cada individuo y se establecieron los siguientes grupos colorimétricos:

- Coloración única (Lisos)
- Presencia o ausencia de manchas pequeñas (Moteados)
- Presencia o ausencia de manchas blancas grandes en el cefalotórax (Mancha)

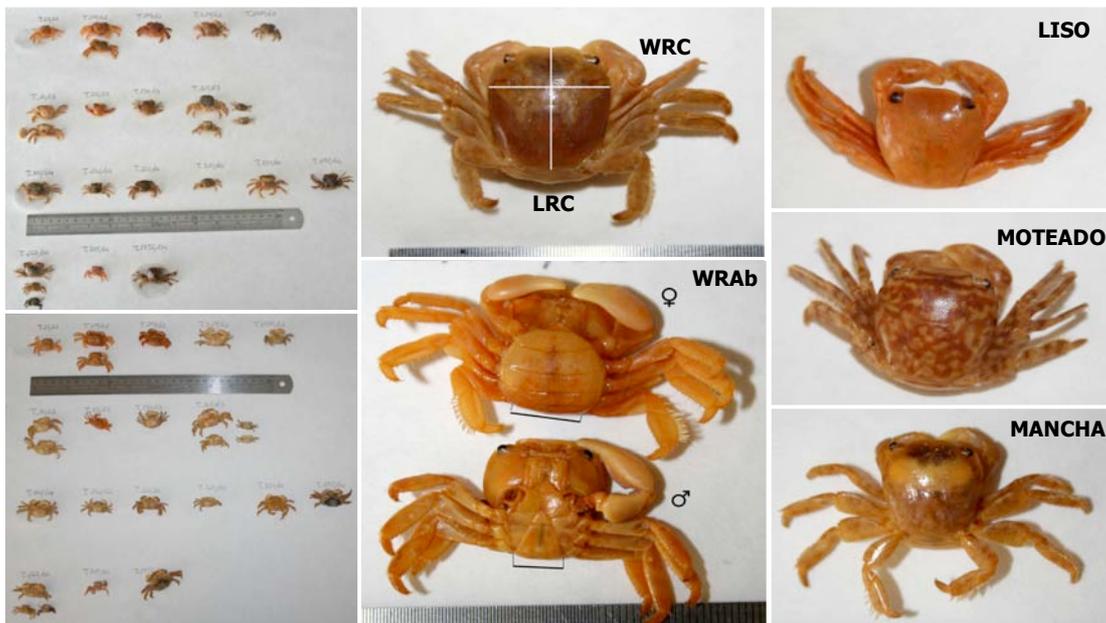


Fig. 123. Revisión de ejemplares de *P. minutus* muestreados (izquierda). Biometría de *P. minutus* (centro). Aspectos colorimétricos del cefalotórax de los ejemplares de *P. minutus* muestreados (derecha).

² La W es por las siglas en inglés (*width*), para que su identificación con otros estudios sea mas fácil.

3. - RESULTADOS

3.1 – DESCRIPCIÓN DE LOS EJEMPLARES OBSERVADOS

Un total de 27 ejemplares de *Planes minutus* fueron recolectados en el 11.83% de las tortugas *Caretta caretta* muestreadas en el archipiélago canario para este estudio.

Un punto muy importante a tener en cuenta en el estudio de este decápodo, es que la frecuencia de *P. minutus* puede no ser real, ya que la movilidad de este pequeño cangrejo es muy superior a la de las otras especies de epibiontes localizadas sobre las tortugas de canarias, por lo que puede escaparse fácilmente durante la captura y traslado del animal hasta el CRFS de Gran Canaria, donde se llevaban a cabo los muestreos. En varias ocasiones se recogieron ejemplares de *P. minutus* en las cajas en las que se transportaron las tortugas, revisión que siempre se realizaba, principalmente en busca de esta especie.

Además, otro dato importante que esta subestimando la frecuencia de *P. minutus* sobre las tortugas de Canarias, es que dentro del gremio de los pescadores de las islas Canarias existe la creencia de que este cangrejo tiene una interacción perjudicial para la tortuga, por lo que la mayoría de los pescadores extirpan el cangrejo de la tortuga nada mas capturarla y lo devuelven al mar.

Estas dos razones nos indican claramente que una gran cantidad de tortugas llegaron al CRFS sin este epibionte, por causas externas no naturales.

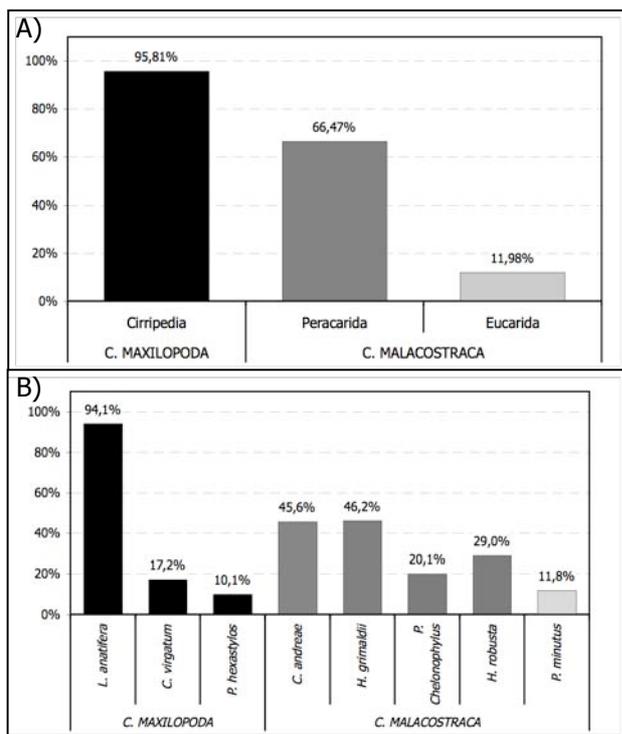


Fig. 124. A) Porcentaje de tortugas que presentaron ejemplares de los principales grupos taxonómicos de Crustáceos. B) Porcentaje de tortugas que presentaron ejemplares de cada una de las especies de crustáceos.

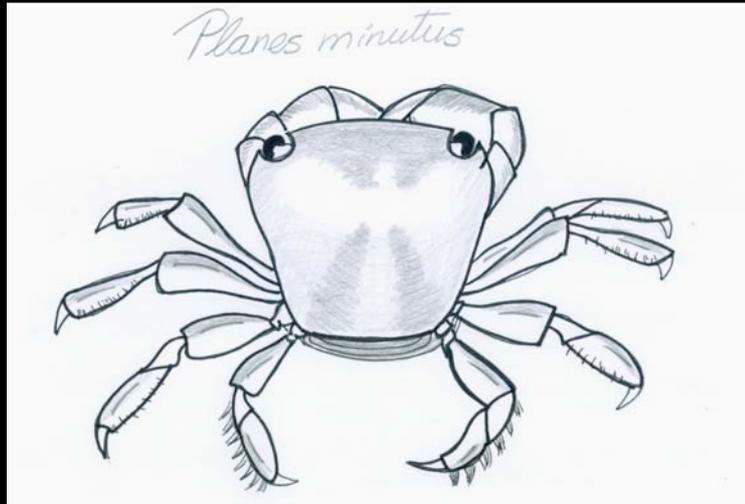
La frecuencia de este pequeño decápodo, perteneciente al Superorden Eucarida, fue muy baja en comparación con las especies del Superorden Peracarida (ambos pertenecientes a la Clase Malacostraca) y al otro gran grupo de crustáceos observados en este estudio que son los Cirrípodos (Clase Maxilopoda).

Se debe tener en cuenta, además de la posible subestimación que puede presentar esta especie, que este pequeño decápodo es la única especie representante del Superorden Eucarida, mientras que en este estudio se observaron 4 especies de Peracáridos y 3 especies de Cirrípodos, por lo que la mayor frecuencia de estos dos grupos es normal. Por consiguiente, si observamos las frecuencias por especie individualmente, *P. minutus* sigue siendo una de las frecuencias mas bajas, solo sobrepasando al balanomorfo *P. hexastylus* (10.1%).

A continuación se dispone la ficha de caracterización de la única especie de este grupo, en la que se detallan sus características específicas, imágenes y fotos obtenidas en este estudio, así como los gráficos de frecuencia de la presencia/ausencia, cantidad, talla y estadio reproductor en función de las distintas variables de estudio (Año, mes, isla, zona, talla de la tortuga y gravedad de las lesiones).

Planes minutus Linnaeus 1758

Phylum: Arthropoda
 Superclase: Crustacea Brünich, 1772
 Clase: Malacostraca Latreille, 1802
 Subclase: Eumalacostraca
 Superorden: Eucarida Calman, 1904
 Orden: Decápoda Latreille, 1802
 Suborden: Brachyura Latreille, 1802
 Superfamilia: Grapsoidea MacLeay, 1838
 Familia: Grapsidae MacLeay, 1838
 Género *Planes* Bowdich, 1825



DESCRIPCIÓN Y DATOS DE INTERÉS DE LA ESPECIE:

Morfología: Pequeño cangrejo con caparazón cuadrangular, liso, sin muchas marcas y con un solo diente en el borde, tras los ojos. El rostro es liso y dirigido ligeramente hacia abajo. Pinzas del primer par de apéndices gruesas y con el meropodio dentado transversalmente. Los apéndices torácicos o pereiópodos están comprimidos dorsoventralmente, adaptados a la natación y presentan filas de pelos (denominados *plumosa*) en el borde anterior. Abdomen reducido y plegado bajo el cefalotórax.

Talla: Caparazón mas ancho que largo. Generalmente no supera los 20mm de ancho.

Color: Varía en función del sustrato en el que se encuentra. Puede presentar tonalidades marrones desde el caoba o verde oscuro hasta tonalidades rojizas, y colores claros desde tonos anaranjado a amarillos y beiges. Algunos ejemplares presentan manchas de distintas tonalidades, tamaños y formas en el cefalotórax.

Hábitat: Decápodo de costumbre pelágicas, normalmente asociados a fanerógamas marinas flotantes (*Sargassum* sp.), tortugas marinas y una gran variedad de objetos flotantes. Se localizan generalmente en la región de la cola de la tortuga, por lo que se han denominado comúnmente "cangrejos anales" sugiriéndose que se alimentan de las heces de la tortuga (Chace, 1951; Crane, 1937), aunque estudios del contenido estomacal han revelado que se alimentan de otros organismos epibiontes (Davenport, 1994; Firck et al., 2000) por lo que realmente tiene un papel beneficioso para la tortuga, limpiando su caparazón. Su localización en la región cloacal de la tortuga es una estrategia para evitar las fuertes turbulencias que se crean alrededor del caparazón de la tortuga (Davenport, 1994).

Reproducción: Son dioicos y el apareamiento se produce tras la muda de la hembra. La hembra porta las puestas en el abdomen sujetándolas con los pleópodos. Hembras ovígeras entre enero y octubre. De los huevos eclosionan larvas protozoa o zoea que posteriormente se transforma en megalopa. Se ha sugerido la posibilidad de que la hembra segregue sustancias que inhiben el crecimiento de los machos, e incluso que provocan el cambio de sexo para que el resto de individuos que habitan una misma tortuga sean mas pequeños y exclusivamente machos (Davenport, 1994).

Distribución: Gran cosmopolita. Se ha citado en el Océano Indico; en toda la cuenca Mediterránea (Chace, 1951; Zariquiey Alvarez, 1968), y en todo el océano Atlántico, tanto occidental (Chace, 1951), como oriental: desde mar del Norte (Adema, 1991) pasando por el Golfo de Gascogne (d'Udekem d'Acoz, 1986), hasta la costa africana, desde Marruecos (Monod, 1956; Manning & Holthuis, 1981) hasta Sudáfrica (Barnard, 1950). Se ha citado en los archipiélagos macaronésicos de Açores, Madeira, Islas Salvajes y Canarias (Chace, 1951).

Como epibionte de la tortugas marinas se ha citado en tortuga verde (Crane, 1937), Carey (Murray, 1895; Chace, 1951), Olivacea (Diaz et al., 1992) y Boba, para la que es el decápodo mas veces observado, principalmente en individuos en fase juvenil oceánica, aunque también se ha encontrado en hembras adultas nidificantes, en Georgia y Florida, EE.UU (Caine, 1986; Firck et al., 2006). En el Atlántico se ha citado en frecuencias muy bajas en su costa oeste, mientras que en Azores y Madeira es realmente abundante (Davenport, 1992, 1994; Dellinger et al., 1997; Frick et al., 2003). En el Mediterráneo esta presente en tortugas de localizaciones diversas (España, Francia, Italia) (Badillo, 2007; Cheverux & De Guerne, 1893; Casale et al., 2004).



Fig. 125 (al dorso): Imágenes de ejemplares de *Planes minutus* localizados sobre las tortugas *Caretta caretta* muestreadas. 1– Esquema de los ejemplares de *P. minutus* muestreados. 2– Ejemplares dispuestos para su revisión. 3– Ejemplar de *P. minutus* recién insertado en el bote de muestras. 4- Hembra ovígera de *P. minutus*. 5- Revisión del estadio sexual de una hembra de *P. minutus*. 6– Vista de frente de un ejemplar de *P. minutus*. 7- Localización de un ejemplar de *P. minutus* en la región de la cola de la tortuga. 8- Vista dorsal de un grupo de ejemplares de *P. minutus* localizados sobre una misma tortuga. 9- Vista ventral de un grupo de ejemplares de *P. minutus* localizados sobre una misma tortuga.

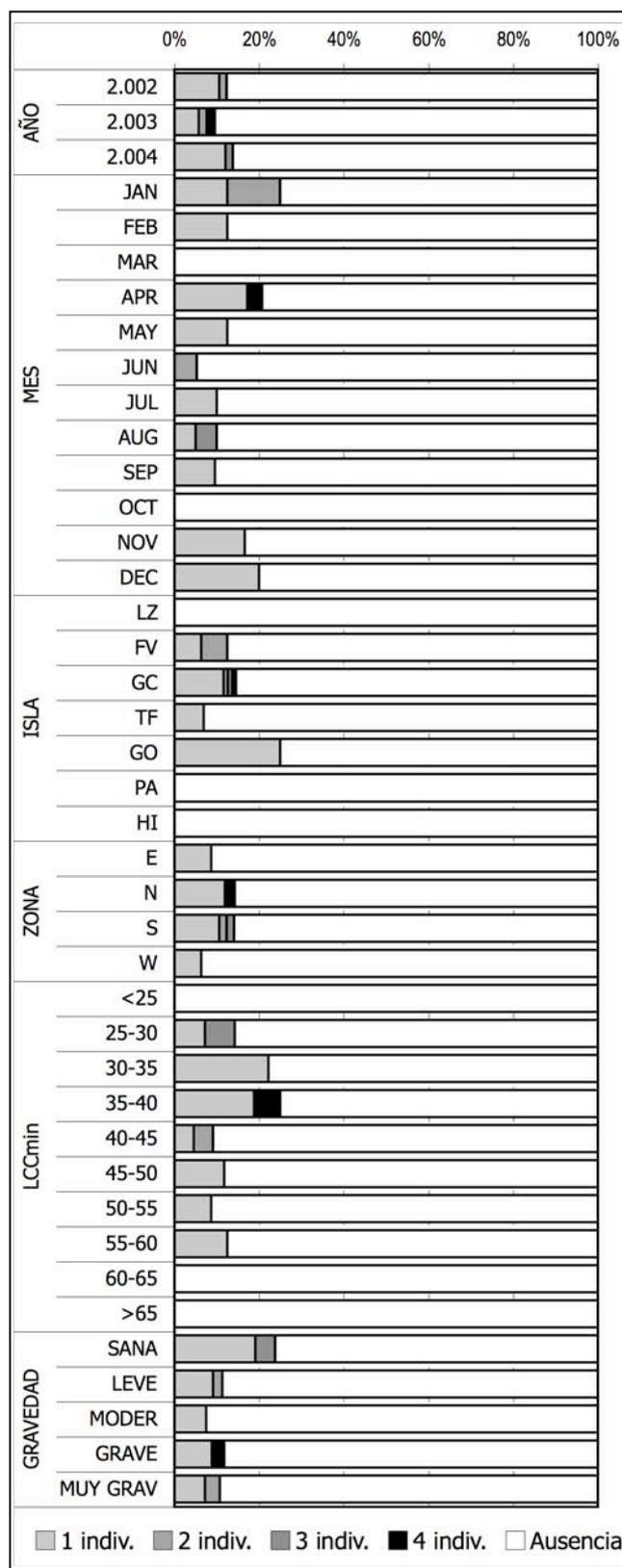


Fig. 126: Gráfico de frecuencias de presencia/ausencia de *P. minutus* en las tortugas *Caretta caretta* muestreadas, en función de las diferentes variables de estudio. La presencia se subdivide en función de las cantidades observadas por tortuga.

El pequeño cangrejo *Planes minutus* estuvo presente en el 11.98% (20 tortugas) de las tortugas muestreadas en este estudio, y en la mayor parte de los casos (9.58%) se observó un solo ejemplar por tortuga. El 1.20% de las tortugas portaba 2 individuos a la vez, y solo una presentó 3 ejemplares y otra 4 cangrejos simultáneamente.

A lo largo de los 3 años de estudio no se aprecian diferencias importantes, mientras que según la época del año se observa una clara irregularidad, con la ausencia total de esta especie en los meses de marzo y octubre, y una mayor frecuencia en los meses de enero (25%), abril (20.69%) y diciembre (20%). La tortuga que portaba mayor número de individuos ingresó en el mes de abril.

Ninguna tortuga procedente de Lanzarote, La Palma o el Hierro portaba este epibionte, mientras que las mayores cantidades se localizaron en las tortugas de Gran Canaria, debido a las altas posibilidades de pérdida de ejemplares de *P. minutus* en el envío de las tortugas procedentes de otras islas.

De nuevo los datos referentes a la talla de la tortuga llaman la atención, puesto que ninguna tortuga de menos de 25cm, ni de más de 60 presentó este cangrejo. Las mayores frecuencias y cantidades se dieron en las tortugas de entre 30 y 40cm de LCC_{min}.

Con respecto a la gravedad de las lesiones se aprecia la clara preferencia de este epibionte por las tortugas sanas, ya que estuvo presente en el 23.81% de las tortugas sanas ingresadas, mientras que las tortugas con lesiones no superaron el 12%. A pesar de esto, la mayor cantidad de individuos por tortuga se dio en una con lesiones graves.

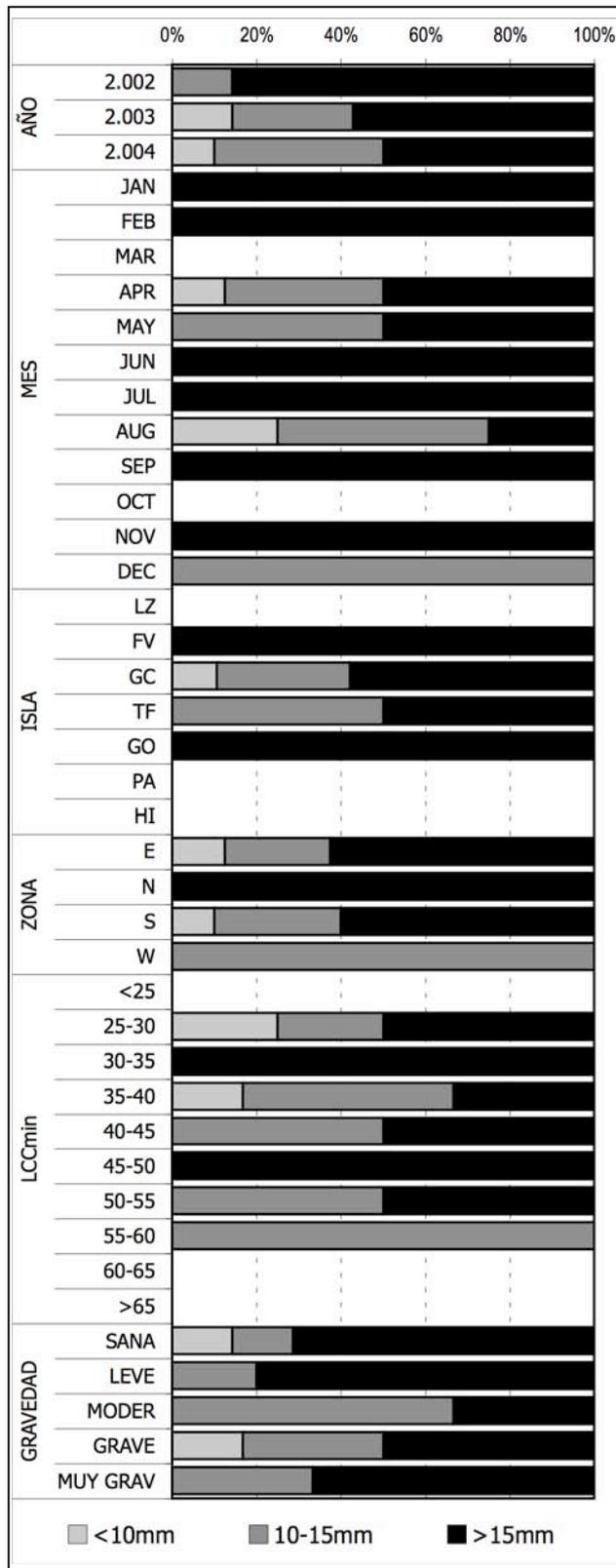


Fig. 127. Gráfico de frecuencias de las tallas máximas de *P. minutus* observadas por tortuga, en los ejemplares de *C. caretta* muestreados, en función de las distintas variables de estudio.

Al igual que describe la bibliografía, *Planes minutus* como epibionte de tortuga boba de Canarias no superó los 20mm de ancho. La talla media de los 27 ejemplares estudiados fue de 14.96 ± 3.06 mm de ancho (WCR), con un mínimo de 8.9mm y un ancho máximo de 18.8mm.

La mayor parte de las tortugas (62.5%) transportaba ejemplares de tallas grandes, de 15-20mm, mientras que el 29.2% portaba individuos de 10 a 15mm, y solo una minoría (8.3%) presentaba ejemplares de talla mas pequeña (<10mm).

Los ejemplares que ingresaron en los años 2003 y 2004 presentaron tallas muy similares, mientras que en el año 2002 un mayor porcentaje de tortugas (85.7%) presentaron individuos de gran talla y ninguna portaba ejemplares de talla inferior a 10mm.

A lo largo del año abundaron principalmente las tallas grandes, aunque en los meses de abril y mayo, por un lado, y agosto por otro, presentaron individuos de tallas inferiores a 15mm. En el mes de diciembre todos los ejemplares de *P. minutus* observados eran de tallas de entre 10 y 15mm de ancho.

Todos las tortugas ingresadas en La Gomera y Fuerteventura presentaron individuos de tallas superiores a 15mm, mientras que las tortugas ingresadas en Gran Canaria y Tenerife tenían ejemplares de tallas diversas, aunque siempre fueron mas abundantes las mayores de 15mm.

Las tortugas mas grandes que presentaron *P. minutus* como epibionte (LCC_{min} de 55-60cm) solo portaban ejemplares de 10 a 15mm, mientras que la mitad de las de 50-55cm presentaban estas tallas y la otra mitad tallas grandes (>15mm). Las tortugas de 30-35cm y de 45-50cm de caparazón solo presentaron las tallas mas grandes de *P. minutus*.

Un mayor porcentaje de tortugas sanas (71.4%) o que presentaron lesiones leves (80.0%) portaban ejemplares de tallas grandes.

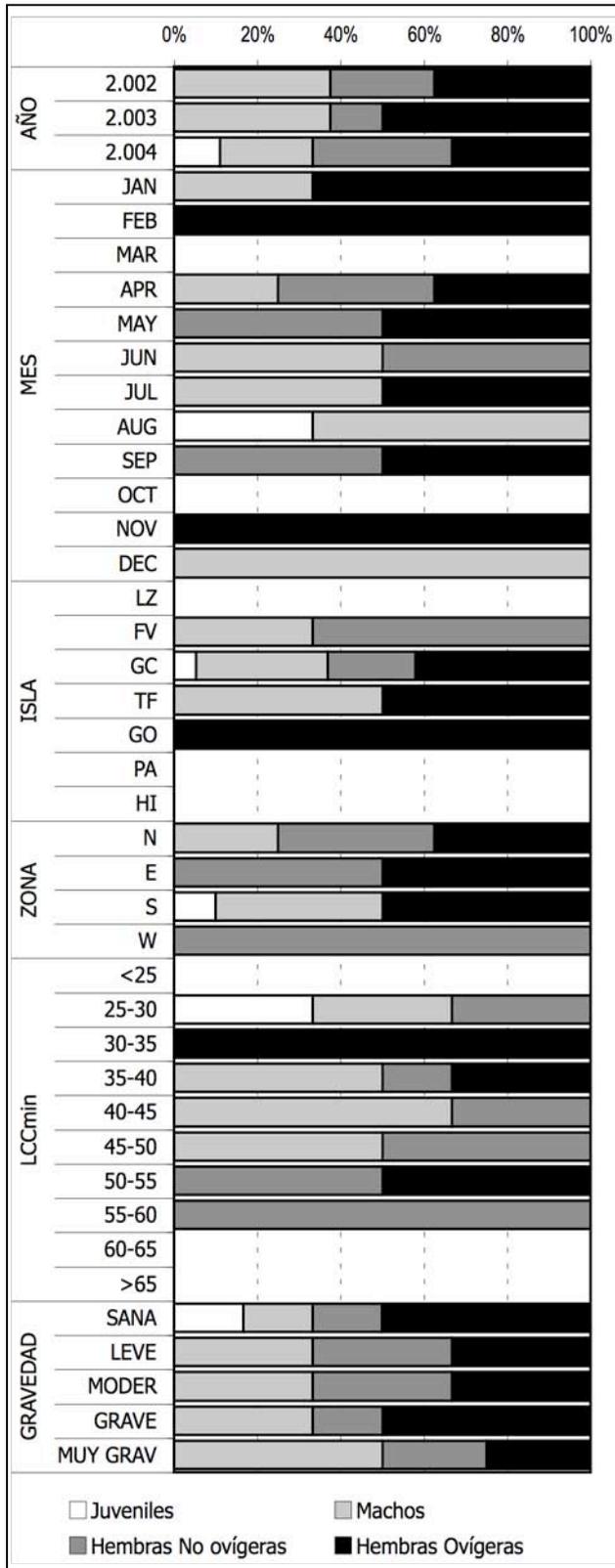


Fig. 128: Gráfico de frecuencias de los distintos estadios de *P. minutus* localizados sobre las tortugas *C. caretta* muestreadas, en función de diferentes variables de estudio.

El estadio de *P. minutus* observado con mayor frecuencia en las tortugas *Caretta caretta* de Canarias fueron las hembras ovígeras, que se localizaron en el 50% de las tortugas que portaban esta especie. Un elevado porcentaje de tortugas portaba machos (40%) y hembras no ovígeras (30%). Solo una tortuga portaba ejemplares juveniles.

A lo largo del año las proporciones de todos los estadios fueron muy similares, a excepción de que en el 2004 se localizaron individuos juveniles y que en el 2003 el porcentaje de hembras ovígeras fue mas alto que para los otros años (80.0%).

A lo largo del año se observa que las tortugas ingresadas en febrero y noviembre solo portaban hembras ovígeras, mientras que las que ingresaron en diciembre solo presentaron machos. Los únicos juveniles se localizaron en tortugas ingresadas en el mes de agosto.

Todas las tortugas localizadas en la Gomera portaban hembras ovígeras, y todas las procedentes de Fuerteventura presentaban hembras sin puestas de huevos y el 50% machos.

Según la zona de la isla, llama la atención que todas las tortugas localizadas en la zona oeste de las islas solo presentaban hembras no ovígeras y que en las costas este no se localizó ningún macho.

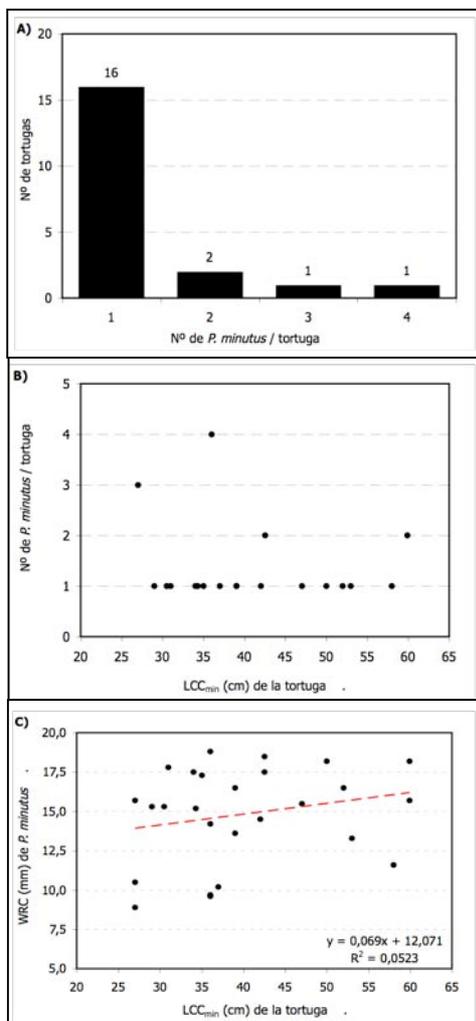
Las tortugas de tallas mas grandes (55-60cm de LCC_{min}) solo portaban hembras sin huevos. Las hembras ovígeras se localizaron principalmente en las tortugas de 30 a 40cm de caparazón y en las de 50 a 55cm. Las tortugas de 40 a 50cm presentaron un mayor porcentaje de machos (100 y 50%) que de hembras no ovígeras (50% por intervalo). Los únicos ejemplares juveniles se observaron en tortugas de 25 a 30cm de LCC_{min}.

En función de la gravedad de las lesiones no se aprecian diferencias importantes, solo que el mayor porcentaje de machos se localizó en las tortugas muy graves, mientras que las mayores frecuencias de hembras ovígeras se encontraron en las tortugas sanas y en las graves.

3. 2 – ANÁLISIS DE DATOS

3.2.1. – ANÁLISIS DE FRECUENCIAS:

Solo 20 tortugas *Caretta caretta* de las 167 muestreadas en el archipiélago canario para este estudio presentaban *Planes minutus* (11.83%), de las que se recolectaron un total de 27 ejemplares.



En la mayor parte de los casos (80%, n=16), se encontraron ejemplares solitarios, es decir, un solo cangrejo por tortuga. En 2 tortugas (10%) se encontraron parejas heterosexuales maduras, (un macho y una hembra adultos) sobre una misma tortuga. En 1 sola tortuga (5%) se localizaron 3 ejemplares, un macho adulto, una hembra juvenil y un indeterminado; y por último, 1 sola tortuga (5%) portaba 4 ejemplares de *P. minutus*, 2 hembras y 2 machos adultos, o, 2 parejas heterosexuales.

Los pequeños cangrejos se localizaron en tortugas de casi todo el rango de tallas muestreado (22-81cm), siendo la tortuga mas pequeña que presentaba *P. minutus* una de 27cm (LCC) y la mas grande una de 59.9cm. Ninguna tortuga superior a 60cm de LCC_{min} presentó *P. minutus*, aunque no podemos concluir que las tortugas de estas tallas no presenten *P. minutus* debido al pequeño tamaño muestral de tortugas de esas tallas (N = 9) presentes en este estudio.

Según los datos obtenidos, el número de cangrejos que puede portar una tortuga no tiene relación con la talla de esta, y el tamaño de los individuos de *P. minutus* que habitan sobre una tortuga no varía en función del tamaño de esta. En el gráfico C de la figura 129 se aprecia una ligera tendencia a que el tamaño de los cangrejos aumente al aumentar la talla de las tortugas sobre las que vive ($R^2=0,0523$), pero se debe principalmente a los 4 ejemplares de talla muy pequeña que se localizaron en tortugas de tallas inferiores a 40cm, ya que sin estos 4 datos, la nube de puntos es muy homogénea.

Fig. 129. a) Número de tortugas que presentan un número determinado de *P. minutus*. b) Relación del número de *P. minutus* por tortuga y la talla de esta. c) Relación entre la talla de los ejemplares de *P. minutus* y la de la tortuga sobre la que se localizaron.

El pequeño tamaño muestral (27 individuos), y la elevada probabilidad de pérdida de ejemplares antes del muestreo, no nos permite realizar test estadísticos robustos, aunque analizaremos los datos de modo descriptivo, para intentar comparar los datos obtenidos en este estudio con otros trabajos realizados para esta especie y extraer conclusiones en la medida de lo posible.

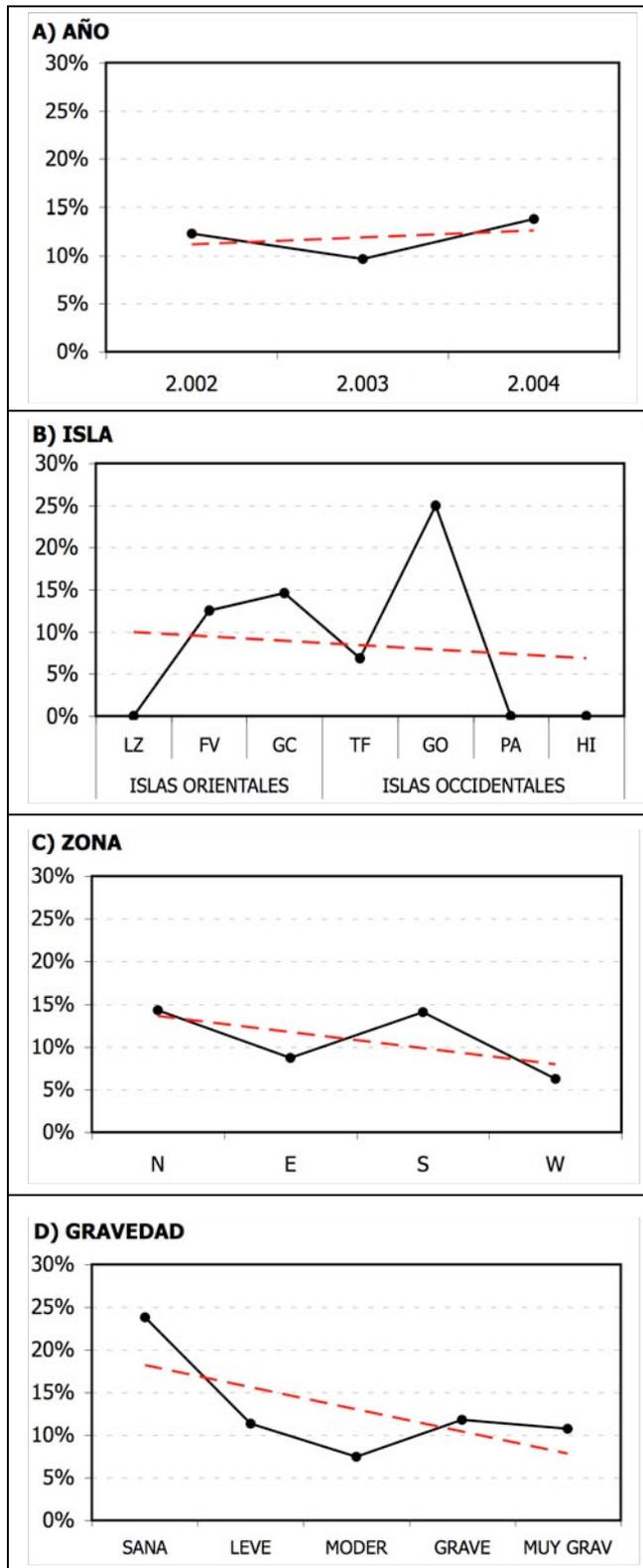


Fig. 130. Porcentaje de tortugas que presentaron el Brachyura *P. minutus* como epibionte en función de distantes variables de estudio. A) Año; B) Isla en la que se localizó a la tortuga. C) Punto geográfico en el que se localizó a la tortuga. D) Nivel de gravedad de las lesiones de la tortuga.

VARIACIÓN ANUAL (Fig. 130.A)

La presencia de *P. minutus* como epibionte de las tortugas *Caretta caretta* de Canarias fue homogénea a lo largo de los 3 años de estudio (11.98% de media), lo que indica que no se trata de una especie ocasional o puntual, sino que la relación entre ambas especies es común a lo largo del tiempo. La frecuencia del año 2003 fue ligeramente menor (9.6%) y la del 2004 un poco más elevada (13.7%) que el año 2002 (12.3%).

VARIACIÓN GEOGRÁFICA (Fig. 130.B y C)

Ninguna tortuga localizada en las islas de Lanzarote, La Palma y el Hierro presentó *P. minutus* como epibionte, aunque es muy importante tener en cuenta que en el envío de las tortugas desde estas islas tan alejadas las posibilidades de pérdida de los ejemplares es realmente elevada. Llama la atención el elevado porcentaje de tortugas procedentes de la Gomera que presentaban este epibionte, en primer lugar porque en las islas que la circundan las tortugas no lo presentaron (La Palma o el Hierro), o lo presentaron en frecuencias muy bajas (Tenerife, 6.9%); y en segundo lugar, porque también corre el riesgo de pérdida de ejemplares en el envío.

A parte del caso de La Gomera, las islas de Gran Canaria (14.6%) y Fuerteventura (12.5%) presentaron frecuencias más cercanas a la media.

No se aprecian diferencias importantes según la zona de la isla en la que se localizó a la tortuga, aunque parece ser más frecuente en las costas norte (14.3%) y sur (14.0%).

VARIACIÓN SEGÚN LA GRAVEDAD (Fig. 130.D)

Los datos obtenidos indican claramente que el pequeño Brachyura *P. minutus* se presenta con mayor frecuencia en las tortugas sanas (23.81%) que en las lesionadas (entre 7.5% y 12.0%), a pesar de que estas últimas pueden comportarse de forma similar a un objeto flotante a la deriva.

ESTACIONALIDAD (Fig. 131 y Fig. 132)

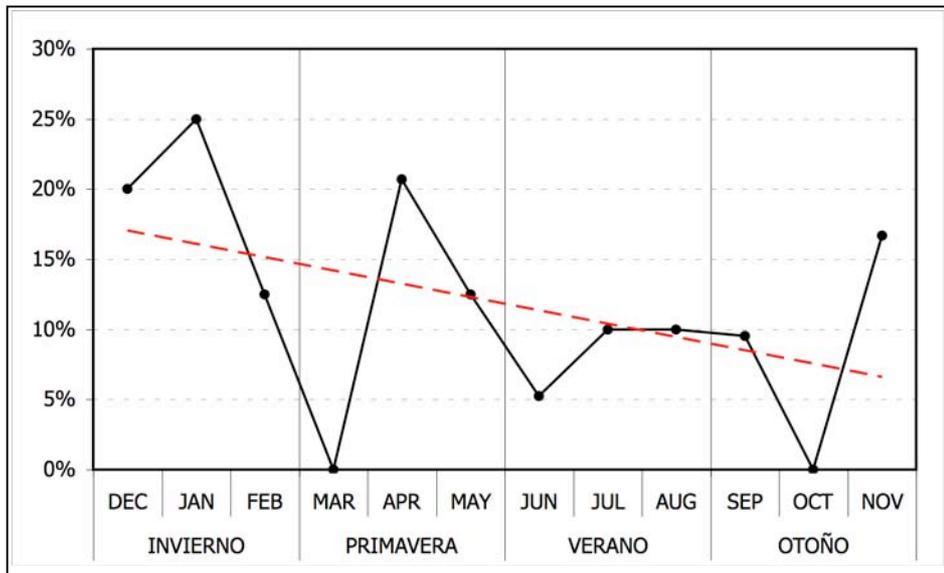


Fig. 131. Porcentaje de tortugas que portaban *P. minutus* en función de los meses y estaciones del año. (La línea roja es la línea de tendencia).

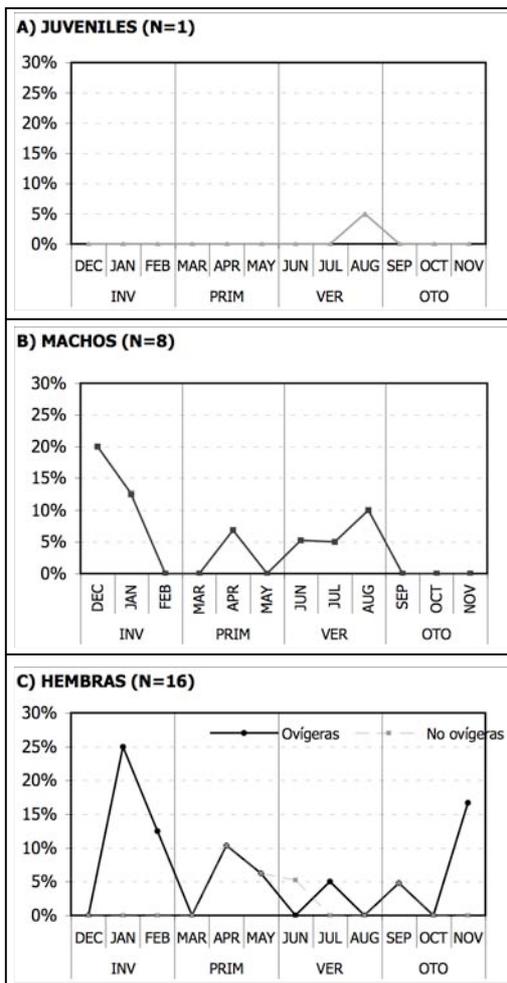


Fig. 132. Porcentaje de tortugas que portaban *P. minutus* en sus distintos estadios a lo largo del año.

Las frecuencias generales de *P. minutus* sobre las tortugas *C. caretta* de Canarias indican que los meses fríos de noviembre (16.67%), diciembre (20.0%) y enero (25.0%), junto con el mes de abril (20.7%), presentan las mayores frecuencias o mayor interacción entre ambas especies, mientras que ninguna tortuga localizada en marzo y octubre portaba este epibionte.

Teniendo en cuenta las frecuencias de los diferentes estadios, se aprecia claramente como el pico de frecuencias de diciembre esta formado únicamente por machos, mientras que enero y noviembre están dominados por hembras ovígeras. En el mes de enero también hay un porcentaje elevado de machos (12.5%), lo que sugiere la presencia de parejas reproductoras sobre las tortugas localizadas en este mes, al igual que ocurre con el mes de abril, en el que se localizaron un 10.3% de hembras y 6.9% de machos. El mes de noviembre solo se localizaron hembras ovígeras.

Los diversos picos de frecuencias observados en las hembras ovígeras indican una reproducción continua de esta especie, al vivir como epibionte de tortuga boba, aunque queda patente que la época mas favorable es desde finales de otoño a inicios de la primavera, es decir, los meses mas fríos para Canarias.

La presencia de machos y ejemplares juveniles en el mes de agosto puede indicar un momento importante en la colonización de la tortuga por parte de este epibionte, y la ausencia de juveniles en el resto del año indica la gran velocidad de crecimiento de esta especie.

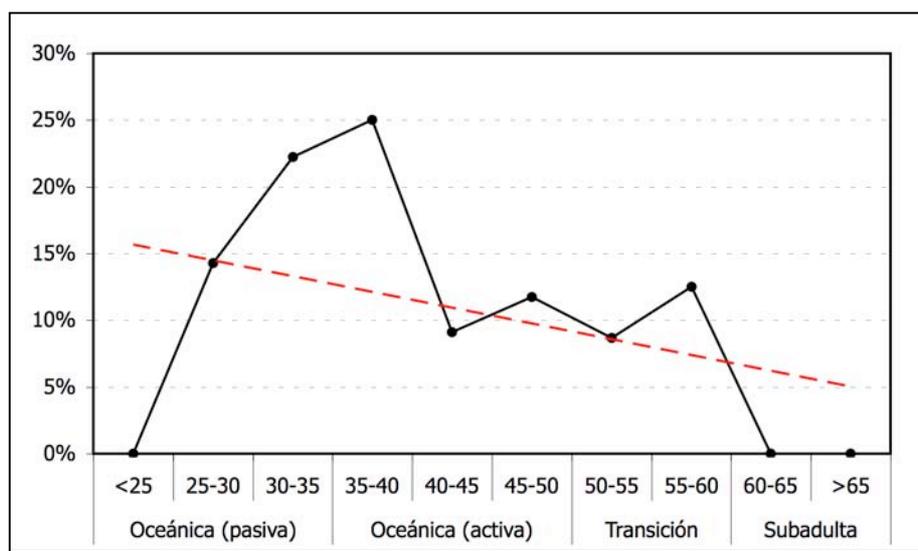
VARIACIÓN EN FUNCIÓN DE TALLA/ESTADIO DE LA TORTUGA (Fig. 133)

Fig. 133. Porcentaje de tortugas que portaban *P. minutus* en función de la talla (LCC_{min}) y estadio de las tortugas que los portaban.

Los datos obtenidos muestran la clara preferencia de este pequeño cangrejo por las tortugas en fase oceánica, tanto pasiva (12.8%) como activa (14.5%), siendo realmente importante en las tortugas de entre 25 y 40cm de LCC_{min} .

De nuevo esta especie marca la clara diferencia entre las tortugas de tallas superiores a 60cm (ausencia total de *P. minutus*) y las de tallas inferiores, con una fase intermedia en las tortugas en fase de transición (de 50 a 60cm de LCC_{min}) con una frecuencia de 9.7%, (aunque en este caso se podría establecer la fase intermedia de 40 a 60cm de caparazón).

3.2.2. – ANÁLISIS MORFOMÉTRICO:

Se recolectaron un total de 16 hembras adultas (59,3%), 9 machos adultos (33,3%), 1 hembra juvenil (3,7%) y 1 indeterminado (3,7%). De las hembras adultas 10 de ellas eran hembras ovígeras (62.5%) y 6 no presentaban puesta (37.5%). Todos los machos recolectados presentaban gonópodos visibles y superaron los 9mm, por lo que todos son adultos.

La biometría media de todos los cangrejos muestreados fue de $14.96 \pm 3.1\text{mm}$ (8.9 – 18.8mm) de WRC, $14.55 \pm 3.1\text{mm}$ (8.2 – 18.5mm) de LRC y $9.25 \pm 3.8\text{mm}$ (3.2 – 14.6mm) de WRAb.

		Hembras adultas	Machos adultos	Hembras juveniles	Machos juveniles	Indeter.	Hembras ovigeras	Hembras no ovig.	Total
Frecuencias	N	16	9	1	0	1	10	6	27
	%	59,3%	33,3%	3,7%	0,0%	3,7%	62,5%	37,5%	
WCR (mm)	Mean	16,07	14,13	8,90	-	10,50	16,88	14,73	14,96
	SD	1,97	3,59	-	-	-	1,24	2,33	3,06
	Min	11,60	9,60	-	-	-	15,20	11,60	8,90
	Max	18,80	18,20	-	-	-	18,80	18,50	18,80
LRC (mm)	Mean	15,59	13,90	8,20	-	10,10	16,51	14,05	14,55
	SD	2,09	3,58	-	-	-	1,44	2,19	3,10
	Min	11,30	9,20	-	-	-	14,60	11,30	8,20
	Max	18,50	17,90	-	-	-	18,50	17,80	18,50
WRAb (mm)	Mean	11,99	5,31	4,90	-	5,20	12,91	10,45	9,25
	SD	2,14	1,47	-	-	-	0,95	2,77	3,84
	Min	7,10	3,20	-	-	-	11,50	7,10	3,20
	Max	14,60	7,70	-	-	-	14,60	14,60	14,60

Fig. 134. Frecuencia y estadísticos descriptivos de la biometría de los ejemplares de *P. minutus* recolectados en el estudio.

El ancho del caparazón de las hembras adultas es significativamente mas grande que el de los machos (16.07 ± 1.97 y $14.13 \pm 3.59\text{mm}$ respectivamente), mientras que en el largo la diferencia de medias es menor (15.59 ± 2.09 y $13.90 \pm 3.59\text{mm}$ respectivamente). En ambos casos, tanto para el largo como para el ancho, el rango de tallas de los machos es mucho mayor que el de las hembras. La única hembra joven y el único ejemplar indeterminado tiene una talla realmente pequeña comparado con los demás ejemplares.

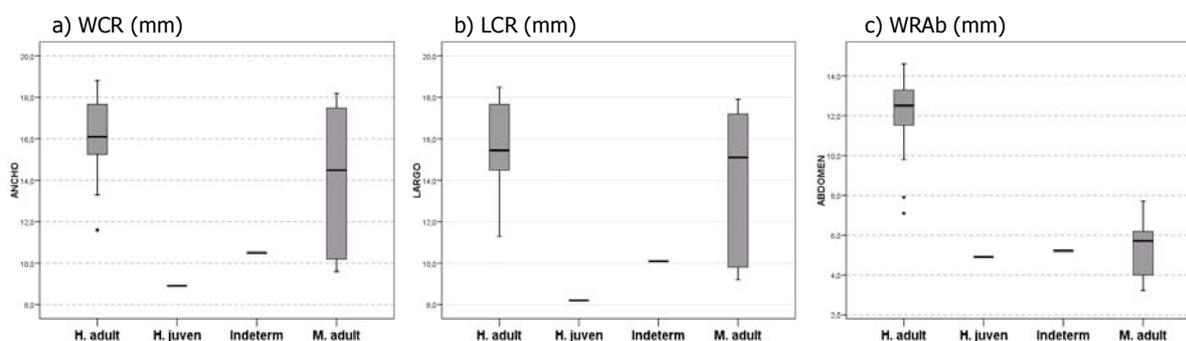


Fig. 135. Diagramas de caja de las medidas morfométricas de los ejemplares de *P. minutus* muestreados, en función del estadio reproductor y el sexo: a) ancho del caparazón (WCR), b) largo del caparazón (LCR), c) ancho del abdomen (WRAb).

Con respecto al abdomen, la diferencia entre machos y hembras es, como era de esperar, marcadamente diferente, observándose además, que la única hembra juvenil y el ejemplar indeterminado presentan un abdomen de talla similar a la de los machos, debido principalmente a su pequeño tamaño.

La relación largo/ancho ($\text{LCR}:\text{WCR} = 0,97$) de los ejemplares recolectados se ajusta a las medidas morfométricas establecidas por Chace (1951) para la identificación de la especie ($\text{LCR}:\text{WCR} = 1: 0,91-1,12$), sin apreciarse diferencias importantes entre sexos o madurez sexual. Asimismo se aprecia la

diferencia típica entre machos y hembras en la relación entre el ancho del caparazón y el ancho del abdomen (2.69 y 1.39 respectivamente).

	TOTAL	Hembras adultas	Machos adultos	Indeter.	Hembras ovigeras	Hembras no ovigeras
LRC / WRC	0,97	0,97	0,98	0,96	0,98	0,95
WRC/WRAb	1,84	1,39	2,69	2,02	1,31	1,50

Fig. 136. Relaciones morfométricas de los ejemplares de *Planes minutus* muestreados. (LRC= largo del caparazón, WCR= ancho del caparazón, WRAb= ancho del primer segmento abdominal).

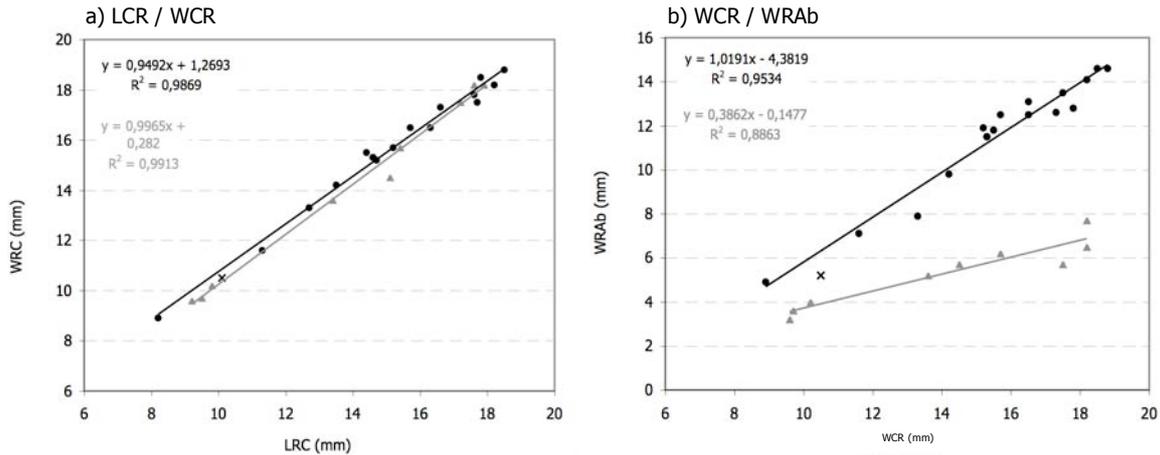


Fig. 137. Rectas de regresión de: a) LRC con respecto a WRC; b) WRC con respecto al Ancho del abdomen (WRAb), ambos de machos y hembras de *P. minutus* recolectados en tortuga boba de Canarias. (●= Hembras; ▲= macho; ✕= Indeterminado; —= recta de regresión para hembras; —= recta de regresión para machos.

La figura 137 muestra las relaciones morfométricas de los distintos ejemplares de *P. minutus* con respecto al sexo y su estadio reproductor, en donde se aprecia claramente la similitud entre hembras y machos adultos para la relación largo/ancho del caparazón (LRC/WRC), reduciéndose la distancia entre las rectas conforme aumenta la talla de los individuos. Por otro lado, se corrobora de nuevo la significativa diferencia morfológica entre machos y hembras con respecto al ancho de su abdomen, siendo mucho mayor en hembras, y quedando el único ejemplar indeterminado situado entre las dos rectas de tendencia, sin pertenecer ni a una ni a la otra.

Para las hembras adultas se establecen dos grupos, aquellas que portan huevos o hembras ovigeras (n=10) y aquellas adultas que no portan huevos (n= 6), y las diferencias entre ellas se pueden observar en los siguientes gráficos:

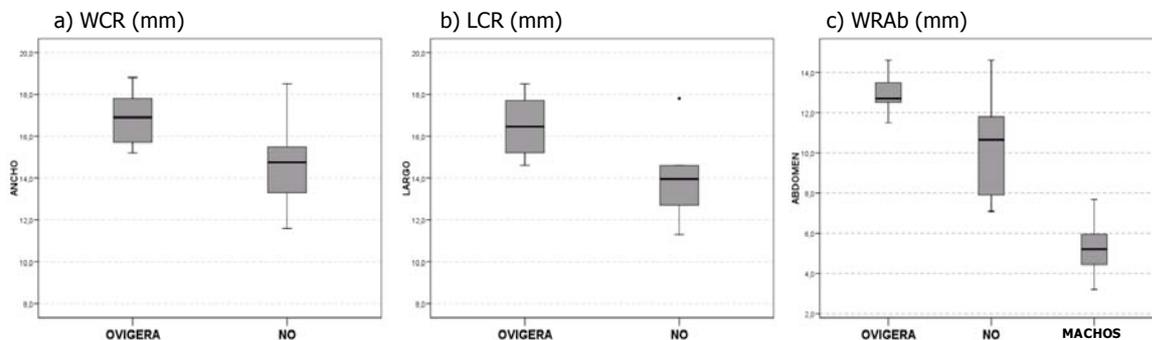


Fig. 138. Diagramas de caja de las medidas morfométricas de las hembras de *P. minutus* muestreadas en función de su estadio. a) Ancho del caparazón (WCR); b) Largo del caparazón (LCR); c) Ancho del primer segmento abdominal (WRAb). Nota: en el último gráfico se muestra el diagrama de caja de los machos para ver la relación entre los 3 estadios.

Las hembras ovígeras son mayoritariamente mas grandes que las hembras que no portan huevos, tanto en el ancho (16.88 ± 1.24 y 14.73 ± 2.33 mm respectivamente), como en el largo (16.51 ± 1.44 y 14.05 ± 2.19 mm respectivamente) de sus caparazones. Con respecto al ancho de su abdomen queda patente que las hembras ovígeras tienen un abdomen mas ancho que las no ovígeras (12.91 ± 0.95 y 10.45 ± 2.77 mm respectivamente), lo que sugiere que estas últimas puedan ser ejemplares recién llegados a la madurez.

Analizando la relación largo/ancho del caparazón y la relación del ancho del caparazón con el ancho del abdomen (Fig. 139), de los distintos estadios de las hembras (juvenil, adultas ovígeras y no ovígeras) queda patente la diferencia de talla entre la única hembra juvenil y las adultas (flecha gris discontinua). Por otro lado, se aprecia con mayor claridad como las hembras no ovígeras son mayoritariamente mas pequeñas que las ovígeras, quedando en el camino que uniría la juvenil con las adultas ovígeras, lo que reafirma la teoría de que se trata de hembras que acaban de alcanzar la madurez sexual. Solo una hembra no ovígera tiene una talla similar a las ovígeras (flecha negra), dato que podría explicarse si se tratase de una adulta bien desarrollada que en el momento preciso del muestreo no portaba huevos.

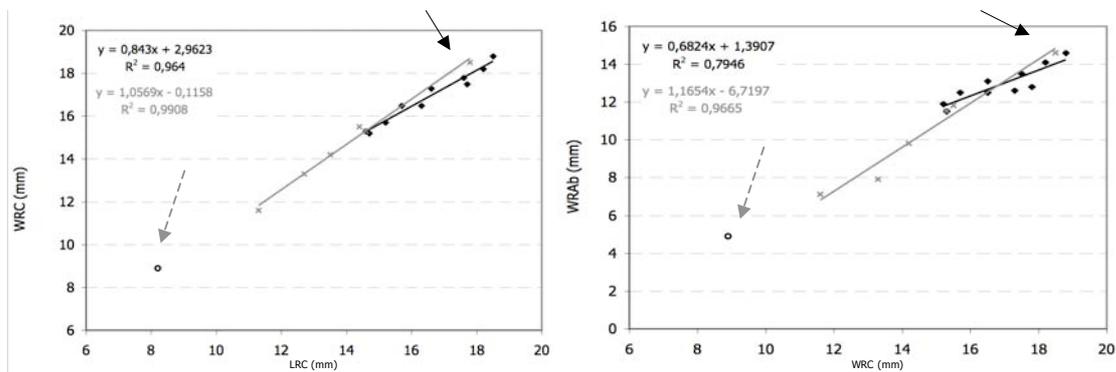


Fig. 139. Rectas de regresión de LRC con respecto WCR y WRC con respecto al Ancho del abdomen (WRAb), en hembras juveniles, ovígeras y no ovígeras, de los ejemplares de *P. minutus* recolectados en tortuga boba de Canarias. (x = hembras no ovígeras; ♦ = hembras ovígeras; O = hembra juvenil; — = recta de regresión para hembras ovígeras; — = recta de regresión para hembras no ovígeras).

3.2.3. – ANÁLISIS EN FUNCIÓN DEL COLOR Y ASPECTO:

Los distintos ejemplares de *P. minutus* se identificaron en 4 grupos según la coloración (arena, naranja, morado y marrón), y 3 grupos en función de la presencia o no de motas o manchas blancas pequeñas (moteado), o la presencia de una o dos manchas blancas de mayor tamaño en el cefalotórax, o la ausencia total de las dos anteriores (liso).

Según los gráficos de dispersión (Fig. 140) no hay diferencias biométricas entre los individuos que presentan diferente coloración, aunque las rectas de tendencia (LRC/WRC) de los colores mas claros (arena y naranja) se solapan completamente, mientras que la recta del color marrón se separa a medida que aumenta la talla de los individuos. Tampoco hay diferencias entre los distintos aspectos observados, aunque los ejemplares lisos y con mancha blanca son casi idénticos, mientras los moteados se separan ligeramente al aumentar las tallas, aunque las diferencias son casi insignificantes, tanto en el color como en el aspecto.

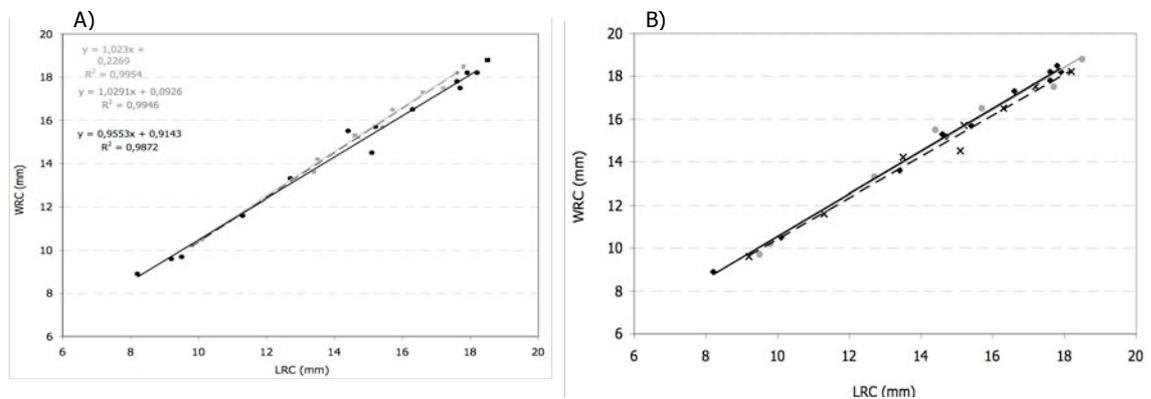


Fig. 140. Relaciones morfométricas LRC/WRC de los ejemplares de *P. minutus* recolectados en tortugas de Canarias con respecto a sus características de: A) Coloración (♦ = arena; ■ = morado; × = naranja; • = marrón; — = línea de tendencia arena; — = línea de tendencia marrón; ---- = línea de tendencia color naranja); y B) Aspecto del cefalotórax (× = Moteado; • = Mancha blanca; ♦ = Liso; — = Línea de tendencia liso; — = línea de tendencia Mancha; ---- = línea de tendencia Moteado).

Con respecto al tamaño del caparazón y el abdomen tampoco existen diferencias importantes ni entre los individuos de distintas coloraciones ni entre los de diferentes aspectos. Esto puede explicarse porque dentro de cada coloración y de cada aspecto existen tanto hembras como machos, sin observarse ningún patrón determinado ni concreto. En general, los individuos de color naranja y que no presentaron ni manchas ni motas (lisos), fueron los mas grandes tanto en ancho como en largo. Las menores tallas abdominales se observaron en los individuos de color arena y en los ejemplares moteados, lo que sugiere que un mayor número de machos presentan este aspecto.

	WCR (mm)	LRC (mm)	WRAb (mm)	WCR (mm)	
				Hembras	Machos
Color del caparazón					
ARENA	15,02	14,46	8,28	15,35**	16,95**
MARRÓN	14,38	14,10	8,98	15,00	13,00
NARANJA	15,36	14,84	9,63	16,32	13,77
MORADO	18,8*	18,5*	14,6*	18,8*	-
Aspecto del caparazón					
LISO	15,38	14,88	9,22	15,47	16,43
MANCHA	14,30	13,83	9,73	15,39	9,95**
MOTEADO	14,73	14,50	8,90	15,24	13,87

Fig. 141. Datos biométricos de los ejemplares de *P. minutus* epibiontes de tortugas *C. caretta* de Canarias en función de su coloración y aspecto. (*= un solo ejemplar; **= solo 2 ejemplares).

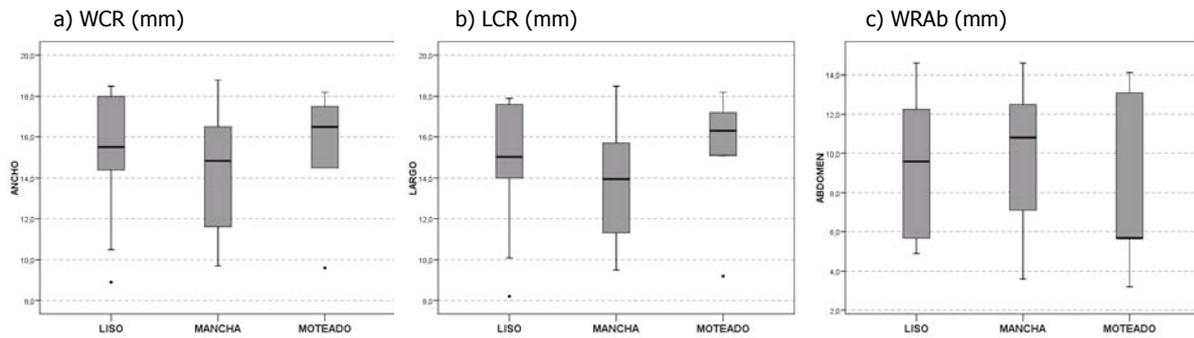


Fig. 142: Diagramas de cajas de las medidas morfométricas de los ejemplares de *P. minutus* muestreados según su aspecto: a) Ancho del caparazón (WCR); b) Largo del caparazón (LCR); c) Ancho del primer segmento abdominal (WRAb).

En la figura 143 se muestra claramente como la proporción hembras/machos de las distintas coloraciones y aspectos es menor en los de color arena (en el que el número de machos es igual al de hembras) y en los ejemplares moteados (relación de 5:3), mientras que en todos los demás grupos el número de hembras es bastante mayor que el de machos.

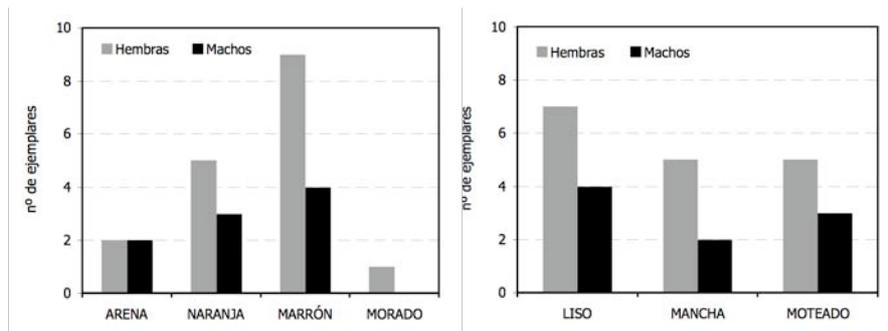


Fig. 143: Número de machos y hembras que presentaron cada coloración (izquierda) y aspecto (derecha) de los *P. minutus* muestreados.

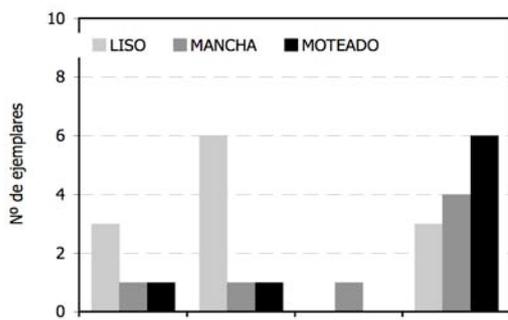


Fig. 144: Número de ejemplares de cada coloración que presentaron los distintos aspectos del cefalotórax.

Por último, en la última figura (fig.144) muestra como la mayor parte de los individuos de aspecto liso son de color arena o naranja (coloraciones claras), mientras que el mayor número de ejemplares moteados son de color marrón. Además, los individuos con mancha blanca en el cefalotórax también son mas abundantes en los colores oscuros (marrón y morado) que en los claros. Es decir, parece ser que hay una tendencia a que los individuos de colores claros no presentan manchas, ni pequeñas (moteado) ni grandes (mancha blanca), mientras que los de tonalidades oscuras presentan con mas frecuencias motas o manchas blancas grandes en el cefalotórax.

Un aspecto muy difícil de estudiar es el mimetismo o copia de la coloración de estos pequeños crustáceos con sus huéspedes o basibiontes. Si observamos la figura 145 que sigue a estas líneas, se aprecia claramente como todas las coloraciones y aspectos presentados por estos pequeños cangrejos se asemejan enormemente con las distintas coloraciones que puede presentar el caparazón de las tortugas *C. caretta*. A continuación se disponen varios ejemplos de los individuos de *P. minutus* muestreados, junto a la tortuga sobre la que se localizaron, para exponer este aspecto.



Fig. 145. Ejemplares de *P. minutus* y sus respectivo basibionte. Nota: Ni las tortugas ni los cangrejos están representados a escala, y las tortugas no están fotografiadas bajo las mismas condiciones de luz ni de humedad, por lo que la coloración puede variar enormemente cuando, tanto unos como otros, se localizan en el mar.

4. – DISCUSIÓN

El pequeño número de ejemplares de *Planes minutus* encontrados en este estudio corrobora la dificultad de encontrar determinados epibiontes de amplia capacidad locomotora en tortugas varadas descritas por Dellinger et al. (1997) y Badillo (2007), ya que pueden desprenderse con facilidad de su hospedador quedando en la playa en la que vara, en el barco que la recoge, o en la caja que la transporta. Frick et al. (2006) reconocen este mismo problema en tortugas adultas o subadultas de las costa de Florida, especificando que las tortugas pierden este epibionte al salir a la playa a desovar o al ser capturadas con redes.

Un dato importante a tener en cuenta es que en las islas Canarias, desconocemos si en otras regiones también, existe una creencia popular muy extendida entre el gremio de los pescadores y gente del mar, que consiste en que las tortugas que termorregulan (*basking*) en la superficie son tortugas que no pueden sumergirse por culpa del pequeño decápodo *Planes minutus*. Según esta creencia popular, este pequeño grápsido se introduce en la cloaca y pinza el interior del animal en cuanto este intenta sumergirse, impidiéndole la inmersión. En las 20 tortugas que presentaron este epibionte se llevó a cabo una revisión exhaustiva la zona de la cloaca en busca de heridas o lesiones producidas por *P. minutus*, aunque no se encontró ninguna señal o indicio de dicha agresión, por lo que confirmamos la hipótesis de Davenport (1994) y Dellinger et al. (1997), que explica que este pequeño cangrejo se sitúa en la zona de la cloaca para evitar el hidrodinamismo producido por la tortuga al moverse, y que además, la dificultad de la tortuga para sumergirse se debe a un aumento del volumen del aire de los pulmones provocado por aumento de temperatura que se produce al termorregular en superficie (*basking*).

Lo mas importante de esta creencia es que la mayor parte de los pescadores, cuando encuentran una tortuga en alta mar, extraen el cangrejo de la región de la cloaca y lo devuelven al mar. Gran parte de las tortugas que ingresan en el CRFS de Gran Canaria son recogidas por pescadores, que en casi todos los casos retiran este epibionte. Esto explica, en parte, la baja frecuencia observada en las tortugas de canarias (11.83%) en la presencia de este cangrejo, en comparación con la región vecina de Madeira, en la que se ha encontrado en el 82% de las tortugas.

Información procedente de otros investigadores que trabajan con tortugas marinas en Canarias nos indican que el número de tortugas que presentan este curioso epibiontes es mucho mayor que el observado en este estudio. Varo-Cruz (datos no publicados) encontró ejemplares de *P. minutus* en 12 tortugas de las 15 capturadas (80%) para su estudio de seguimiento vía satélite de tortugas juveniles localizadas en aguas de Canarias, dato curiosamente similar al encontrado por Dellinger et al. (1997) en Madeira (82%). Es importante tener en cuenta que, al igual que los estudios de Madeira y Azores, el muestreo de Varo-Cruz (com. pers.) se llevó a cabo recogiendo individuos de tortuga boba directamente en el mar, lo que demuestra que el muestreo de este epibionte en tortugas varadas esta realmente subestimado.

	Florida	Açores	Madeira		Canarias	
	Adultas (Frick et al. 2006)	Juveniles (Frick et al. 2004)	Juveniles (Davenport 1994)	Juveniles (Dellinger et al. 1997)	Juveniles Varo-Cruz (no public.)	Juveniles (Liria-Loza, 2010)
N (tortugas)	594	¿?	8	128	15	169
Ausencia <i>P. minutus</i>	96,3%	¿?	75,0%	18,0%	20,0%	88,2%
Presencia <i>P. minutus</i>	3,7%	(n=38)	25,0%	82,0%	80,0%	11,8%
1 ejemplares /tortuga	2,7%	(n=23)	25,0%	32,0%	13,3%	9,5%
2 ejemplares /tortuga	1,0%	(n=12)	0,0%	47,7%	53,3%	1,2%
3 ejemplares /tortuga	0,0%	(n=3)	0,0%	2,3%	6,7%	0,6%
4 ejemplares /tortuga	0,0%	¿?	0,0%	0,0%	0,0%	0,6%
¿? ejemplares /tortuga	0,0%	¿?	0,0%	0,0%	6,7%	0,0%

Fig. 146. Frecuencias de *P. minutus* obtenidas en este estudio (sombreado) y resultados de los muestreos realizados por otros investigadores para esta especie en tortuga boba.

Por otro lado, los datos obtenidos corroboran la afirmación de Davenport (1994), según el cual en la mayoría de las tortugas se localiza un máximo de 3 individuos de *P. minutus*, dato que confirman los demás estudios realizados sobre esta especie (y queda patente en la figura 146), en el que en la mayoría de los casos una misma tortuga porta 1 o 2 individuos, una pequeña minoría presentan 3 ejemplares, y ciertas excepciones, como una de las tortugas de este estudio pueden llegar a portar 4 ejemplares.

En el caso de las tortugas de Canarias, el trabajo realizado por Varo-Cruz (datos no publicados) muestra que la mayor parte de las tortugas presentaron parejas de *P. minutus* (53.3%), como en el estudio llevado a cabo en Madeira por Dellinger et al. (1997) (47.7%), mientras que en este estudio solo se localizaron parejas en el 1.2% de las tortugas, mientras que el 9.5% portaba ejemplares solitarios. Este dato corrobora de nuevo la subestimación que provoca el tipo de muestreo para el estudio de esta especie.

A pesar de lo anteriormente descrito, el "Cangrejo de Colón" *Planes minutus* (Crustacea: Brachyura: Grapsidae) se localizó en el 11.83% de las tortugas *Caretta caretta* localizadas en Canarias en los años 2002, 2003 y 2004. Esta frecuencia fue bastante baja en comparación con otros crustáceos epibiontes de estas mismas tortugas, pero no por ello deja de ser interesante la interacción con esta especie. Además, la homogeneidad de los valores obtenidos para los tres años del estudio indican que no se trata de un epibionte puntual u ocasional, sino que la relación entre las tortugas *C. caretta* que frecuentan este Archipiélago y el cangrejo *P. minutus* es frecuente y constante a lo largo del tiempo.

P. minutus es uno de los pocos cangrejos con hábitos pelágicos, que vive asociado a gran cantidad de sustratos, tanto bióticos: tortugas marinas, algas flotantes (*Sargassum*), medusas (*Veleva* sp.) o el gasterópodo pelágico *Janthina* sp.; como abióticos: redes, boyas, cuerdas, plásticos, etc. (Davenport 1992, 1994; Dellinger et al. 1997). La presencia de este brachyura en las tortugas marinas de Canarias establece la fuerte relación de estas con el medio pelágico y los seres y objetos que lo frecuentan, dato que corroboran las altas frecuencias obtenidas en las tortugas en su fase oceánica, tanto activa (12.8%) como pasiva (14.5%), así como la frecuencia intermedia (9.7%) de aquellas en fase transitoria, que según Laurent et al. (1998) y Tiwari et al. (2002), se desplazan entre ambos hábitats, nerítico y oceánico, entrando y saliendo de uno a otro. La ausencia total de este epibionte en las tortugas de talla superior a 60cm de LCC_{min} de caparazón es un claro indicador del comportamiento nerítico de estas tortugas subadultas, ya que se asemeja mucho mas a las frecuencias de este epibionte en tortugas adultas (Fig. 146. datos de Florida) en las que es realmente bajo (3.7% Frick et al. 2006) debido a sus hábitos comúnmente neríticos.

De nuevo, otra especie epibionte de las tortugas *C. caretta* de Canarias, establece la fuerte conexión entre estas tortugas juveniles y los objetos y animales flotantes que se mueven arrastrados por los grandes sistemas de corrientes del norte del Océano Atlántico.

La talla de todos los ejemplares de *P. minutus* localizados en las tortugas *C. caretta* de Canarias se ajustan a las medidas morfométricas descritas por Chace (1951) para la especie. Sin embargo presentan tallas ligeramente inferiores a las descritas por Dellinger et al. (1997) de los ejemplares localizados en las tortugas *C. caretta* de Madeira y las descritas por Frick et al. (2004b) para los ejemplares localizados en las tortugas de Açores, tanto en el caso de juveniles como de machos y hembras (ovígeras o no). Por otro lado, son mas grandes que los ejemplares localizados en objetos flotantes de Madeira (Dellinger et al. 1997) y ligeramente inferiores a los localizados en objetos flotantes de Açores (Frick et al. 2004b). El único ejemplar indeterminado presentó mayor tamaño que los descritos por Dellinger et al. (1997) en las tortugas y objetos flotantes de Madeira. Estas diferencias de tamaño pueden deberse a un gran número de variables, como la temperatura del agua en la que se mueve la tortuga, la cantidad de alimento que puede encontrar este epibionte sobre y alrededor de la propia tortuga, etc., pero muestra que no existen diferencias importantes en la talla de los ejemplares que habitan sobre las tortugas *C. caretta* y los que moran en objetos flotantes, como afirmaron con anterioridad investigadores como Dellinger et al. (1997) y Davenport (1992).

Como en todos los estudios realizados con esta especie, las hembras fueron mas grandes que los machos, tanto en ancho como en largo del caparazón. Un dato curioso es que las hembras ovígeras presentaron tallas significativamente mas grandes que las que no portaban huevos, a excepción de

una sola hembra, que seguramente no presentaba huevos en el momento del muestreo. Este hecho sugiere que las hembras no ovígeras puedan ser hembras recién llegadas a la madurez sexual, ya que incluso la relación LCR/WCR y WCR/WRAb, todas las hembras no ovígeras (menos una) presentaron datos intermedios entre las ovígeras y la única hembra juvenil (Fig. 147), confirmando que la tortuga es una excepcional zona de reproducción (Davenport 1994, Dellinger et al. 1997, Frick et al. 2004b), ya que las hembras ya maduras casi siempre portan huevos.

	MADEIRA (Dellinger et al., 1997)					AÇORES (Frick et al. 2004)					CANARIAS (Liria-Loza, 2010 -este estudio)				
	N	Mean	SD	Min	Max	N	Mean	SD	Min	Max	N	Mean	SD	Min	Max
LCC_{min} C. caretta	105	36,9	9,9	20,1	63,2	38	34,5	13,6	59,6	19	40,1	9,2	27	58	
P. minutus en tortugas															
Hembras adultas	77	17,0	2,3	-	-	35	16,5	-	11,0	22,0	16	16,1	2,0	11,6	18,8
Machos adultos	82	15,4	2,4	-	-	30	15,0	-	10,0	19,0	9	14,1	3,6	9,6	18,2
Hembras juveniles	7	10,7	2,7	-	-	2	11,3	-	9,3	13,5	1	8,9	-	-	-
Machos juveniles	1	7,5	-	-	-	4	6,6	-	6,0	8,5	-	-	-	-	-
Indeterminados	5	6,2	2,4	-	-	-	-	-	-	-	1	10,5	-	-	-
Hembras ovígeras	-	-	-	-	-	20	17,3	-	11,0	22,0	10	16,9	1,2	15,2	18,8
Hembras no ovig.	-	-	-	-	-	15	15,4	-	13,5	18,5	6	14,7	2,3	11,6	18,5
Total	172	15,6	3,2	-	-	71	15,2	-	6,0	18,5	27	15,0	3,1	8,9	18,8
P. minutus en objetos flotantes															
Hembras adultas	29	15,3	2,5	-	-	10	16,2	-	13,8	17,5	-	-	-	-	-
Machos adultos	35	13,2	2,7	-	-	4	15,8	-	15,0	17,0	-	-	-	-	-
Hembras juveniles	34	8,9	2,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Machos juveniles	24	7,1	1,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Indeterminados	18	4,7	0,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hembras ovígeras	-	-	-	-	-	8	16,7	-	15,8	17,8	-	-	-	-	-
Hembras no ovig.	-	-	-	-	-	2	13,9	-	13,8	14,0	-	-	-	-	-
Total	140	10,5	6,6	-	-	14	16,1	-	13,8	17,5	-	-	-	-	-

Fig. 147. Datos biométricos de los ejemplares de *P. minutus* localizados en tortugas marinas y objetos flotantes de los archipiélagos macaronésicos de Açores (datos de Frick et al. 2004b), Madeira (datos de Dellinger et al. 1997) y Canarias (este estudio).

Este estudio corrobora a su vez los datos descritos por otros investigadores, como: a) que el número de individuos juveniles es mucho mayor en objetos flotantes que en tortugas, ya que en las tortugas *C. caretta* de Canarias solo se encontró 1 individuo juvenil (3.7%), en una sola tortuga (5.0%); b) que el número de hembras ovígeras es mayor en tortugas que en objetos flotantes, observándose una proporción de 10:6³ (ovígeras : no ovígeras) en las tortugas muestreadas para este estudio; c) que el número de parejas heterosexuales es elevado en tortugas, ya que solo se localizaron 8 tortugas (40%) que portaban ejemplares solitarios (4 machos y 4 hembras sin huevos), mientras que el 60% portaban parejas heterosexuales reproductoras (2 parejas heterosexuales con huevos, 2 sin huevos y 8 hembras ovígeras solitarias⁴); d) que el número y talla de los ejemplares de *P. minutus* no varía en función del tamaño de la tortuga, como se observa en la Figura 129.b y c (pág. 256).

En este trabajo no se llevaron a cabo estudios de contenido estomacal de los ejemplares de *P. minutus*, pero podemos afirmar que en varias ocasiones se encontraron ejemplares de esta especie con larvas *cipris* de *Lepas anatifera*, ramas de *Polysiphonia caretta*, y el caprélido *C. andreae*, en las pinzas y en la boca, corroborando los datos dados por Davenport (1994), Dellinger et al. (1997) y Frick et al. (2004b).

Los ejemplares de *P. minutus* epibiontes de tortugas *C. caretta* de Canarias presentaron estacionalidad en su reproducción, localizándose la mayor frecuencia de hembras ovígeras en los meses fríos de invierno (14.3% de las tortugas muestreadas), y muy baja en verano (1.7%). A lo largo de todo el año también se localizaron hembras ovígeras, lo que demuestra que su periodo reproductivo no está restringido a los meses de invierno, sino que presenta una reproducción continua, aunque con preferencia por unas condiciones determinadas que se presentan en estos meses. El hecho de vivir sobre uno de los grandes migradores del océano, puede brindarle la

³ (proporción 11:5 si tenemos en cuenta la hembra que no portaba huevos en el momento del muestreo, pero que presentaba proporciones similares a las ovígeras).

⁴ Si estas hembras portaban huevos quiere decir que sobre esa misma tortuga hubo un macho, que seguramente se perdió antes de que se muestreara la tortuga.

posibilidad de encontrar las condiciones adecuadas para su reproducción en cualquier otro momento del año, siempre que la tortuga se desplace activamente a zonas que reúnan dichas condiciones.

El caparazón de la tortuga boba presenta una coloración marrón-rojiza con tonos oliváceos, el plastrón es de color crema a amarillo, y su piel es marrón-rojiza y amarilla con reflejos naranjas (Spotila, 2004). Estos colores se corresponden exactamente con los observados en los ejemplares de *P. minutus* localizados en las tortugas *C. caretta* de canarias: Crema o arena, naranja, marrón y morado-granate, lo que confirma la capacidad de estos pequeños crustáceos de adaptar su coloración al sustrato en el que vive como dijo Hitchcock (1941). Además, un 30.8% de los ejemplares mostraba pequeñas manchas en el cefalotórax, dándole un aspecto moteado que lo camufla aún mas con el aspecto del caparazón, que debido a la presencia de otros epibiontes y a la propia descamación de este, adquiere un aspecto rugoso e irregular.

Algunos ejemplares (26,9%) presentaron una mancha blanca grande en el cefalotórax, igual a la observada por Crozier (1918) en los ejemplares de *P. minutus* localizados sobre un tronco color caoba en las costas de Bermudas, indicando que aumentaba aún mas el camuflaje de este curioso epibionte. En el caso de los ejemplares de *P. minutus* localizados en las tortugas *C. caretta* de Canarias, esta mancha le ayuda a mimetizarse con la presencia del cirrípedo *Lepas anatifera* (localizado en el 94.1% de las tortugas de este estudio) el cual presenta placas calcáreas blancas envolviendo el capítulo, y con las manchas blanquecinas que se producen en la descamación del caparazón de la tortuga.

Según los datos obtenidos parece ser que hay una tendencia a que los individuos de coloraciones mas claras no presenten manchas, ni pequeñas (moteado) ni grandes (mancha blanca), mientras que los de tonalidades mas oscuras presentan aspecto moteado o manchas con mayor frecuencia, aunque los pocos ejemplares observados no nos permiten confirmar esta hipótesis.

Los estudios de Hitchcock (1941) determinaron que la coloración de *P. minutus* puede cambiar únicamente cuando muda y que son incapaces de hacerlo con rapidez, lo que sugiere que los ejemplares moteados y con mancha blanca, mejor camuflados, llevan mas tiempo que los lisos viviendo sobre la tortuga, y que por lo tanto, los ejemplares lisos (42.3%) posiblemente se hayan adherido a la tortuga recientemente, situando a la tortuga en el entorno oceánico justo antes de que fuera capturada.

Para poder confirmar o desmentir estas hipótesis resultaría muy interesante realizar estudios de la coloración de *P. minutus* como habitante de objetos flotantes localizados en las aguas del archipiélago Canario, así como realizar un muestreo adecuado en tortugas *C. caretta* de la zona, capturándolas directamente en el mar.

5. - CONCLUSIONES:

- Para poder llevar a cabo estudios robustos sobre la interacción de *P. minutus* con la tortuga *C. caretta*, es imprescindible realizar un muestreo adecuado; que consiste en capturar los ejemplares de tortuga boba directamente en el mar, para impedir la pérdida o fuga de estos pequeños cangrejos antes del muestreo.
- El muestreo de *P. minutus* en tortugas varadas o capturadas por personas sin experiencia en el manejo científico de tortugas marinas, proporciona datos subestimados, debido a la pérdida de un gran número de ejemplares.
- El brachyura (Crustacea: Decapada) *Planes minutus* Linnaeus 1758, se localizó en el 11.8% de las tortugas *Caretta caretta* ingresadas en el CRFS⁵ de Gran Canaria, en los años 2002, 2003 y 2004. (Dato que consideramos esta subestimado).
- La relación entre el cangrejo *P. minutus* y los ejemplares de tortuga boba que frecuentan el archipiélago canario es constante y frecuente a lo largo del tiempo.
- La presencia de *P. minutus* como epibionte de las tortugas *C. caretta* de Canarias indica la fuerte relación de estas tortugas con los habitats oceánicos, así como con los objetos y animales que se mueven arrastrados por los grandes sistemas de corrientes del norte del Océano Atlántico.
- La ausencia total de este epibionte en las tortugas de talla superior a 60cm de caparazón (LCC_{min}) es un claro indicador del comportamiento nerítico de éstas.
- Los ejemplares de *P. minutus* epibiontes de tortuga boba de Canarias presentan una reproducción continua, aunque con una clara preferencia por los meses de invierno y primavera (semi-estacionalidad).
- Los ejemplares de *P. minutus* localizados en las tortugas *C. caretta* de Canarias presentan coloraciones similares a las propias del caparazón de la tortuga boba, e incluso exhiben aspectos moteados y manchas blancas grandes en el cefalotórax para aumentar su mimetismo y camuflaje son el sustrato el que vive, o mejor dicho, el caparazón de la tortuga que los hospeda.
- Se intuye una tendencia a que en este cangrejo, las manchas o el aspecto moteado se produzca principalmente en los ejemplares con tonalidades oscuras, aunque la escasez de datos no nos permite confirmar esta hipótesis.

A pesar de que la escasa cantidad de ejemplares localizados en este estudio no nos ha permitido llevar a cabo test estadísticos robustos, los datos mostrados coinciden plenamente con los llevados a cabo por otros autores como Davenport (1994), Dellinger et al. (1997), Frick et al. (2000, 2004b y 2006) y Pons (2006) entre otros, concluyendo que:

- ✓ La mayoría de las tortugas *C. caretta* portan un máximo de 3 individuos a la vez, siendo 1 ó 2 ejemplares el número mas comúnmente observado.

⁵ Centro de Recuperación de Fauna Silvestre del Cabildo de Gran Canaria.

- ✓ Las tallas de los ejemplares de *P. minutus* localizados en las tortugas *C. caretta* de Canarias se ajustan a las medidas morfométricas descritas por Chace (1951) para la especie.
- ✓ No existen diferencias importantes en la talla de los ejemplares de *P. minutus* localizados en las tortugas *C. caretta* de Canarias y los descritos por otros autores habitando objetos flotantes.
- ✓ Las hembras de *P. minutus* epibiontes de tortuga boba en aguas del archipiélago canario son mas grandes que los machos que utilizan el mismo hábitat.
- ✓ La tortuga boba es un ambiente muy favorable para la reproducción del pequeño crustáceo *P. minutus*, manifestándose claramente por el elevado porcentaje de hembras ovígeras y porque parece ser que aquellas que no portan huevos son hembras recién llegadas a la madurez.
- ✓ El número de individuos juveniles es mucho mayor en objetos flotantes que en tortugas, ya que en las tortugas *C. caretta* localizadas en aguas Canarias solo se observó 1 ejemplar juvenil, de los 27 muestreados.
- ✓ El número de hembras ovígeras es mayor que el de no ovígeras, observándose en este estudio en una proporción de 11 a 5.
- ✓ El número de parejas heterosexuales es mayor en tortugas que en objetos flotantes, observándose en el 60% de las tortugas muestreadas en Canarias.
- ✓ El número y talla de los ejemplares de *P. minutus* no varía en función del tamaño de la tortuga.



¡Sentenciado estoy a muerte!

*Yo me río
no me abandone la suerte,
y al mismo que me condena,
colgaré de alguna antena,
quizá; en su propio navío*

*Y si caigo,
¿qué es la vida?*

*Por perdida
ya la di,
cuando el yugo
del esclavo,
como un bravo,
sacudí.*

J. Espronceda (fragmento)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN CONJUNTA

ECOSISTEMAS ERRANTES

El título de esta tesis doctoral pretende dar una imagen clara y precisa de la importancia que tiene un solo individuo de tortuga marina para el entorno que la rodea (considerándose como un ecosistema en sí), así como de las grandes incógnitas que todavía suscitan los movimientos y comportamientos de estos grandes migradores oceánicos (*errantes*). Al decir *ecosistema*, rápidamente nos viene a la cabeza un "ente" lleno de vida, con especies que interaccionan entre sí y con el medio, que dan y reciben energía; y al decir *errante*, nos imaginamos un "ente" que no tiene un rumbo determinado, o mejor dicho, del que desconocemos si tiene o no un rumbo. Este título aspira, a su vez, dar a entender la gran importancia que tienen las poblaciones de tortugas marinas para el medio marino y lo grave de la situación crítica en la que se encuentran, siendo realmente importante destapar todas las incógnitas para poder protegerlas y conservarlas lo mejor posible.

Para poder comprender mejor el por qué de este título, es importante profundizar en la definición estricta de los dos términos que lo componen:

- Un **ecosistema** es un sistema natural que está formado por un conjunto de organismos vivos (biocenosis) y el medio físico donde se relacionan (biotopo), o, una unidad compuesta de organismos interdependientes que comparten el mismo hábitat. Los ecosistemas suelen formar una serie de cadenas que muestran la interdependencia de los organismos dentro del sistema (Christopherson, 1996).

Este concepto se ajusta perfectamente a las tortugas marinas y su comunidad de epibiontes, con una única diferencia, que el biotopo, o el hábitat, no es un medio físico cualquiera, sino un ser vivo, la tortuga, sobre la que se asientan un conjunto de organismos (epibiontes) que interaccionan entre sí y con el medio sobre el que viven, la tortuga.

- **Errante** es un adjetivo que significa, que anda de una parte a otra sin tener asiento fijo (Real Academia de la Lengua Española).

El ciclo de vida de las tortugas marinas, y principalmente el de la tortuga boba, se caracteriza por sus grandes migraciones, tanto los movimientos de su etapa juvenil oceánica, en la que durante un periodo realmente extenso (entre 15 y 25 años), los juveniles se desplazan por el océano huyendo de posibles depredadores, en busca de alimento, etc.; como durante su etapa adulta, en la que cada 1, 2 o 3 años migran desde sus zonas de alimentación a sus zonas de reproducción. Uno de los datos más curiosos de estas grandes migraciones, sobretodo la etapa juvenil, es que todavía no conocemos con exactitud sus rutas migratorias, los patrones de migración, e incluso su forma de orientarse en el gran océano, por lo que este adjetivo las describe a la perfección.

En la literatura de divulgación está bastante extendido presentar a las tortugas marinas como ecosistemas flotantes (por ejemplo, Báez et al. 2005, Spotila 2004), aunque son muy pocos los estudios que han ido más allá de los aspectos de índole taxonómico, geográfico o faunístico, en los que se hayan realizado descripciones cuantificadas de la comunidad epibionte y, menos aún, una interpretación de los procesos que podrían determinar esta estructura (Badillo, 2007).

Los intentos más destacables se localizan en los trabajos llevados a cabo por Caine (1986) y por Frick et al. (1998, 2000a, 2002, 2004), en los que se mencionan aspectos que pueden influir en la estructura de las comunidades epibiontes (Frick et al., 2000a), y que aportan algunas ideas más concretas sobre procesos que operan a nivel de comunidad, (por ejemplo, la sucesión de faunas dada por Frick et al., 2000b). Sin embargo, en los últimos años se han empezado a desarrollar trabajos que intentan dar una explicación a los procesos de epibiosis de las tortugas marinas, centrados principalmente en conocer la biología, ecología y comportamiento de estos grandes vertebrados marinos, que presentan todavía tantas incógnitas. Uno de los más interesantes es el trabajo realizado por Badillo (2007), que aborda, por primera vez, un estudio cuantitativo de algunos de los determinantes de la diversidad de epibiontes en *C. caretta*, basándose en datos de presencia/ausencia de especies (debido a las dificultades del muestreo y al sesgo que supone utilizar abundancias de epibiontes obtenidas de tortugas varadas), y que constituyen un punto de partida esencial para avanzar en la comprensión de la estructura de estas comunidades.

El presente trabajo analiza datos de presencia/ausencia de las distintas especies epibiontes para conocer sus interacciones como ecosistema, así como obtener la mayor información posible sobre el hospedador a través de las características específicas de las especies que lo colonizan.

COMPLEJIDAD DEL ESTUDIO

El estudio de los organismos epibiontes es muy complejo, ya que depende no solo de las características específicas de cada epibionte y de los factores ambientales del área en la que se encuentran, sino que se ven afectadas por las características del organismo sobre el que vive: sus movimientos, sus actividades, su comportamiento, etc. Además, en los fenómenos de epibiosis suelen estar implicadas diversas especies, que luchan e interactúan por un mismo espacio, lo que aumenta aun mas las dificultades de su estudio.

Hasta la fecha, el mayor número de estudios sobre epibiontes marinos se ha realizado principalmente con los organismos epifitos, o epibiontes de algas, ya que estas suelen localizarse adheridas al sustrato y por lo tanto, fijas en una zona concreta, por lo que el acceso a ellas es menos complicado. En estos casos, pueden conocerse las características ambientales de la zona, con sus variaciones específicas, como estacionalidad, entrada de corrientes, cambios de salinidad, etc., ya que estos factores pueden medirse mediante registradores dispuestos en la zona. Además, un punto muy importante es que pueden hacerse muestreos periódicos, acudiendo a la zona cada cierto tiempo, e ir observando las variaciones y evolución que sufre el proceso de epibiosis. También se han realizado estudios importantes en otros organismos, principalmente bentónicos, ya que por lo general tienen un hábitat bien definido, por lo que, al igual que con las algas, su localización es fácil y pueden conocerse las características ambientales del área y llevarse a cabo observaciones periódicas.

Cuando nos introducimos en el mundo de la epibiosis de grandes vertebrados como las tortugas marinas, las complicaciones aumentan, ya que se trata de un organismo que realiza grandes migraciones oceánicas y del que se desconoce gran parte de su comportamiento y de sus movimientos. Por consiguiente, cuando realizamos un muestreo de epibiontes de tortugas marinas, desconocemos dónde ha estado la tortuga y por lo tanto, las condiciones ambientales a las que ha estado sometida, tanto ella como los organismos que la colonizan. Incluso, se tienen datos que indican que las tortugas pueden cambiar hábitat, pasando de unas condiciones a otras, en un corto espacio de tiempo, afectando en mayor o menor medida a las especies que viven sobre ella, eliminando a unas, fortaleciendo a otras, o atrayendo nuevas especies que colonicen el espacio dejado por las que han desaparecido. Por otro lado, la enorme dificultad de localizar a estos grandes migradores en el océano, hacen prácticamente imposible recapturar a un mismo animal y por lo tanto, realizar muestreos periódicos, resultando realmente complicado conocer la evolución del proceso de epibiosis que se produce sobre estos animales.

En resumen, cuando realizamos un muestreo de epibiontes de una tortuga marina, no conocemos: Dónde ha estado la tortuga, y por lo tanto qué condiciones ambientales han estado sometidas las especies que viven sobre esta; Cuándo se inició esa colonización o proceso de epibiosis que encontramos en el momento del muestreo; Qué especies hubo antes y cuáles están en declive o en expansión; Qué especies son nuevas en la colonización o cuáles llevan largos periodos en ella; etc. Por lo que este trabajo se transforma en un intento de encontrar rangos de distribución o de comportamiento del basibionte, a través de las características propias de las especies epibiontes que lo colonizan en ese determinado momento. Figurativamente se puede comparar este estudio con el intento de reconstruir un película, mediante un conjunto de fotogramas, de los cuales no sabemos si fueron tomados al principio, en medio o al final de la película, o incluso, desconociendo si pertenecen todos a la misma o a varias películas distintas. Cada muestreo sería uno de los fotogramas, y la película sería un documental sobre la biología, ecología y etología de las tortugas localizadas en aguas del archipiélago canario.

Un punto substancial a tener en cuenta en este estudio es que los muestreos se han realizado en **tortugas varadas** en las costas de las islas Canarias o recogidas por pescadores o navegantes en el mar, generalmente **heridas o lesionadas**. A pesar de que durante todo el estudio se ha hablado de las tortugas de Canarias, es muy importante tener en cuenta que la extrapolación de estos datos a la población sana de tortugas *Caretta caretta* que circundan el archipiélago canario es compleja e imprecisa.

La fuerte transformación que puede sufrir el proceso de epibiosis en una tortuga herida o lesionada, y que por lo tanto, no actúa de forma totalmente libre y natural, con respecto a la población sana

puede ser muy elevada. Además, la principal causa de ingreso en el Centro de Recuperación de Fauna Silvestre (CRFS) del Cabildo de Gran Canaria (45.6%) y por lo tanto, un elevado porcentaje de las tortugas muestreadas para este estudio (49.1%), es el enmallamiento, es decir, tortugas que quedan enredadas en cuerdas, redes, nylon, plásticos, etc. que se mueven a la deriva en la superficie del océano, quedando ellas mismas a merced de la corriente como si de un objeto flotante se tratara. Este hecho puede alterar enormemente el proceso de epibiosis, acercándolo más al proceso que sufre una superficie inerte que al de un animal vivo y activo como una tortuga sana.

Como se dijo en el apartado de metodología, en este estudio se ha tenido en cuenta que la alteración del proceso de epibiosis tiene más relación con el tiempo que lleva la tortuga con una determinada lesión, y por lo tanto, el estado físico del animal, que con la causa de la lesión en sí, por lo que no se realizó el análisis en función de las causas de ingreso, sino en función del estado físico de la tortuga al ingresar (variable denominada Gravedad). Por ejemplo, la colonización de epibiontes de dos tortugas que ingresan por la ingestión de un anzuelo, es muy diferente si una de ellas ingirió dicho anzuelo hace tan solo 3 días, que todavía se encuentra en buenas condiciones físicas, que en otra tortuga que lo ingirió hace 3 meses, no ha podido comer durante todo ese tiempo, la infección se ha extendido por todo el esófago, etc. y por lo tanto, física y fisiológicamente está muy afectada y su actividad se ha visto reducida en mayor grado que en el caso de la tortuga anterior.

A pesar de ello, los datos obtenidos en este estudio no han mostrado grandes diferencias en las especies que colonizan tortugas capturadas sanas y las que mostraban lesiones de gravedad, debido seguramente a que este estudio se ha basado en datos de frecuencia de aparición (presencia/ausencia), y no en estimaciones de abundancia, que probablemente se ven más afectados por estos procesos, como citó Badillo (2007). En el siguiente apartado se estudia más en profundidad la comparación de este estudio con otros estudios llevados a cabo con tortugas varadas y con otros realizados con tortugas sanas, para poder conocer mejor la alteración que esto puede suponer para este estudio.

Otro de los grandes problemas asociado a este tipo de estudios, y debido al casi exclusivo interés faunístico de la mayoría de estos, es la **metodología de muestreo** y, sobretodo, que los datos que se consideran relevantes varía mucho de unos estudios a otros. Incluso, algunos autores ni siquiera mencionan la metodología de muestreo utilizada, o le dan muy poca importancia (Frazier et al., 1985; Gramentz, 1988), u omiten datos tan importantes como la talla de las tortugas muestreadas (Kitsos et al., 2005). Esta variedad metodológica puede incidir negativamente en las comparaciones entre los distintos estudios, ya que puede ser imposible discernir qué diferencias se deben a sesgos metodológicos o cuales se deben a factores puramente geográficos (Badillo, 2007).

Badillo (2007) realizó un estudio comparativo del efecto de diferentes metodologías de muestreo sobre los resultados obtenidos, concluyendo que el método de análisis influye de forma determinante en las estimaciones de diversidad y composición de las comunidades epibiontes de tortugas. Este autor realizó muestreos mediante la inspección minuciosa de la superficie externa de las tortugas, método utilizado por la gran mayoría de autores, y muestreos mediante lavados de la tortuga, comprobando que el primero no pudo detectar un 36% de la muestra global de especies, afectando principalmente a las especies de pequeños tamaño, algunas de carácter submicroscópico, como por ejemplo, el copépodo especialista de tortugas marinas, *Balaenophilus* sp. Esta especie fue hallada en 5 de las 43 tortugas inspeccionadas externamente (11.6%) y en 44 de las 57 tortugas lavadas (77.2%) por Badillo (2007), demostrando que seguramente ha pasado desapercibida en muchos de los estudios realizados hasta la fecha (Frazier et al., 1985; Caine, 1986; Frick et al., 1998; Kitsos et al., 2005; Fuller et al., 2010; entre otros).

Por otra parte, incluso para un mismo tipo de muestreo, la metodología también difiere: Caine (1986), practicó rascados en cuadrados de 10x10cm en los caparazones de las tortugas; Gramentz (1988) llevó a cabo aparentemente una inspección visual de las tortugas; Kitsos *et al.* (2005) combinó inspección visual con rascados selectivos. En resumen, es difícil determinar hasta qué punto las diferencias entre estudios son reales o debidas a sesgos metodológicos (Badillo, 2007).

En este estudio, los muestreos y la revisión de las muestras se realizaron antes de que Badillo (2007) publicara sus resultados, y se llevaron a cabo mediante la inspección minuciosa de la superficie externa de las tortugas, junto con un rascado aleatorio de todo el caparazón. Es decir, un rascado no

dirigido a la zona con mayor densidad de epibiontes, sino dibujando líneas paralelas a la dorsal del animal desde la escama nual hasta las escamas supracaudales, pasando varias veces sobre las escamas dorsales, costales y marginales del caparazón. El muestreo del plastrón y de la piel, fue dirigido, en busca de aquellas especies que se localizaron principalmente en zonas externas al caparazón, como el cirrípedo *Conchoderma virgatum*, el balano *Platylepas hexastylus* y el cangrejo *Planes minutus*. Solo se realizaron rascados en el caparazón, debido principalmente a que se trabajó con tortugas vivas que en la mayoría de los casos estaban heridas, por lo que se evito en mayor grado causar daños al animal.

Durante el proceso de revisión de las muestras bajo lupa binocular, se observó que se localizaron algunas especies de pequeño tamaño (menores de 1mm), como Copépodos, Nematodos y Foraminíferos principalmente, cuando ya se habían revisado un número elevado de muestras y que, seguramente, habían pasado desapercibidas. Este hecho, junto con la dificultad observada en localizar estas pequeñas especies (microscópicas), cuando la muestra presenta una densidad considerable de algas, nos llevó a establecer el límite de talla para este estudio, analizando las especies de tallas superiores a 1mm. No obstante, se realizó una nueva revisión de todas las muestras, prestando atención a estos pequeños organismos, los cuales fueron separados (identificando la tortuga a la que pertenecían) y conservados, por si en un futuro pudiera ser interesante prestarles atención. La elevada complejidad taxonómica de los tres grupos, así como que en muchos casos se localizaron solo simples fragmentos, lo que complica todavía mas la identificación taxonómica, nos hicieron tomar la decisión de no incluirlos en estas tesis doctoral, aunque no se descarta la posibilidad de realizar estudios independientes de cada uno de los grupos, datos que seguramente complementarán positivamente los resultados obtenidos en el presente trabajo.

En resumen, corroboramos completamente las conclusiones de Badillo (2007), según las cuales es muy importante tener cuidado en las comparaciones con otros estudios ya que pueden existir sesgos metodológicos importantes, así como insistir en la importancia de encontrar y establecer una metodología de muestreo de epibiontes sencilla, para que todos los grupos puedan desarrollarla, y unificada, para que puedan evitarse los sesgos provocados por las diferencias metodológicas.

Un último punto a mencionar y que tiene relación tanto con los errores que pueden producirse en función de la metodología de muestreo, así como al hecho de trabajar con animales varados o capturados heridos en el mar, es el caso de los epibiontes de gran tamaño, como el cangrejo *Planes minutus*, que ya describimos en el Capítulo 6 y que hace referencia a que ciertas creencias populares pueden modificar el estudio de determinadas especies, provocando sesgos importantes. En este caso concreto, el hecho de que gran parte de las tortugas que ingresan en el Centro de Recuperación de Fauna Silvestre (CRFS) de Gran Canaria, sean capturadas por personal no especializado en el manejo y estudio de tortugas marinas, como pescadores y navegantes, ha provocado que la frecuencia del cangrejo de Colón, *P. minutus*, presente datos mucho mas bajos a los reales, simplemente por la creencia popular de que este cangrejo provoca graves daños a la tortuga, impidiéndole sumergirse, por lo que este epibionte es retirado rápidamente por las personas que capturan dichas tortugas. Datos como este son importantes a tener en cuenta, de cara a comparar las frecuencias de este cangrejo con otros trabajos realizados en otras áreas.

ESPECIES OBSERVADAS

En los seis capítulos de esta tesis se han estudiado en profundidad las 14 especies localizadas en más del 3% de las tortugas muestreadas y que se han denominado como **Especies Frecuentes**. Pero, en este estudio se localizaron un total de 29 especies, pertenecientes a las 3 grandes divisiones de vegetales marinos: Chlorophyta (5 especies: 3 identificadas y 2 no identificadas); Phaeophyta (1 especie identificada) y Rhodophyta (6 especies: 3 identificadas y 3 no identificadas); y a 6 grandes Filos de fauna marina: Foraminifera (2 especies: 1 identificada y otra no), Cnidaria (2 especies de hidroideos: 1 identificada y otra no), Nematoda (especie/s no identificada/s), Annelida (1 especie no identificada), Mollusca (2 especies: 1 nudibranchio identificado y un gasterópodo no identificado), y Arthropoda (9 especies de Crustáceos: 8 identificadas y 1 no identificada).

Los grupos más importantes fueron las algas Rodophytas y los Crustáceos Cirrípedos debido a que las 2 especies más frecuentes del estudio pertenecen a estos grupos: *Polysiphonia caretta* y *Lepas anatifera*, presentes en el 80.5% y en el 94.1% de las tortugas muestreadas respectivamente. En resumen, y como muestra el gráfico de la figura 148, casi la totalidad (95.8%) de las tortugas presentaron Crustáceos Cirrípedos, el 83.2% presentaban algas rojas, y el 66.5% presentaba Crustáceos Peracáridos, siendo estos 3 grupos los que marcan la colonización típica de las tortugas *Caretta caretta* que frecuentan las aguas del archipiélago Canario. Los otros Filos localizados presentaron frecuencias más bajas, pero las especies pertenecientes a estos han aportado una información muy interesante como indicadores de comportamiento y distribución de las tortugas de esta zona.

La tabla de la figura 149 muestra la lista del total de especies observadas en las tortugas muestreadas, algunas de las cuales no fueron identificadas por presentarse en muy bajas frecuencias o porque en muchas ocasiones solo se localizaron fragmentos dispersos, por lo que la identificación taxonómica es realmente compleja, incluso, imposible en algunos casos.

Las especies pertenecientes a los grupos Foraminifera, Nematoda y Copepoda, a pesar de presentar frecuencias por las que podrían considerarse especies frecuentes (13%, 11.2% y 12.4% para cada grupo), no se incluyeron en el estudio ya que presentan tallas inferiores a 1mm, por lo que, como se dijo en el apartado de metodología, pudieron pasar desapercibidos en la observación bajo la lupa binocular y alterar fuertemente su estudio. Además, en la mayoría de los casos la abundancia observada por tortuga fue muy baja (posiblemente debido a que por su pequeño tamaño pasaron desapercibidos entre las algas), localizándose en muchas ocasiones simples fragmentos, dificultando enormemente su identificación taxonómica, ya de por sí compleja.

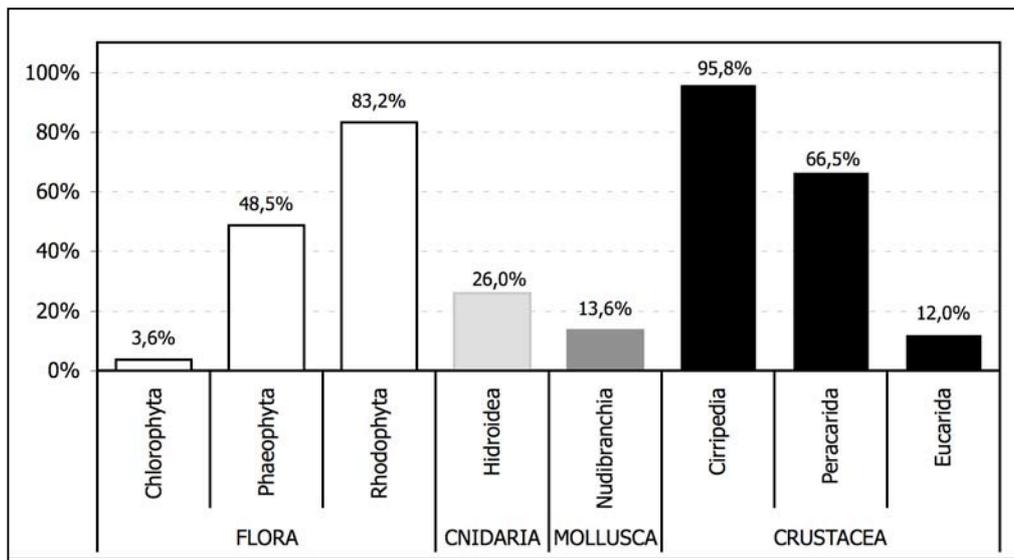


Fig. 148. Frecuencias observadas de los principales grupos taxonómicos en las tortugas *Caretta caretta* localizadas en las aguas del Archipiélago Canario en los años 2002, 2003 y 2004.

	N	FRECUENCIA (%)	Tipo epibionte	Distribución
FLORA				
Chlorophyta				
<i>Cladophoropsis membranacea</i>	6	3,6%	Ac	Co - aguas tropic. y temp.
<i>Enteromorpha sp.</i>	5	3,0%	Ge	-
<i>Ulva sp.</i>	1	0,6%	Ge	-
Chlorophyta no ID 1	1	0,6%	-	-
Chlorophyta no ID 2	1	0,6%	-	-
Phaeophyta				
<i>Hincksia mitchelliae</i>	82	48,5%	Ge	Co - aguas temp. y subtropic.
Rodophyta				
<i>Polysiphonia caretta</i>	136	80,5%	Es	En tortugas marinas
<i>Ceramium flaccidum</i>	11	6,5%	Ge	Co - aguas frias, temp. y tropic.
<i>Centroceras clavatum</i>	1	0,6%	Ac	-
Rhodophyta no ID 1	1	0,6%	-	-
Rhodophyta no ID 2	1	0,6%	-	-
Rhodophyta no ID 3	1	0,6%	-	-
FORAMINIFERA				
<i>Globigerina sp.</i>	22	13,0%	Ac	-
Foraminifero no ID	3	1,8%	-	-
CNIDARIA				
Hidroidea				
<i>Obelia geniculata</i>	44	26,0%	Ge	Co - aguas someras temp.-frías
Hidroideo no ID	3	1,8%	-	-
NEMATODA				
Nematoda no ID	19	11,2%	-	-
ANNELIDA				
Annelida no ID	3	1,8%	-	-
MOLLUSCA				
Nudibranchia				
<i>Fiona pinnata</i>	23	13,6%	Ac	Co - pelágica
Gasteropoda				
Caracola no ID	5	3,0%	-	-
ARTHROPODA - CRUSTACEA				
Maxilopoda				
Cirripedia				
<i>Lepas anatifera</i>	159	94,1%	Ge	Co - aguas frias, temp. y tropic.
<i>Conchoderma virgatum</i>	29	17,2%	Ge	Co - aguas temp. y tropic.
<i>Platylepas hexastylus</i>	17	10,1%	Es	Co - aguas tropic. y temp.-cálidas
Copepoda				
Copepoda no ID	21	12,4%	Es ¿?	
Malacostraca				
Peracárida				
<i>Caprella andreae</i>	77	45,6%	In	Co - aguas temp. y cálidas
<i>Hyale grimaldii</i>	78	46,2%	In	Co - asociado a algas
<i>Podocerus chelonophilus</i>	34	20,1%	Es	En tortugas marinas
<i>Hexapleomera robusta</i>	49	29,0%	In	Co - aguas temp. y tropic.
Eucárida				
<i>Planes minutus</i>	20	11,8%	In	Co - pelágica

Fig. 149. Lista de especies epibiontes de las tortugas *Caretta caretta* localizadas en las aguas del Archipiélago Canario en los años 2002, 2003 y 2004 (N=167). Se muestra el número de tortugas que presentaban cada especie (N) y su frecuencia (%). (Ge= especie generalista; Es= especie especialista de tortugas marinas; In= especie intermedias; Ac= especies accidentales; Co = especie cosmopolita; Temp.= aguas templadas; Tropic.= aguas tropicales).

A nivel mundial la mayor parte de los estudios de epibiontes de tortugas marinas se han llevado a cabo en tortuga boba, localizándose, hasta la fecha, mas de 250 especies de epibiontes (véase Anexo 4). Otra especie relativamente bien estudiada es la tortuga Carey, *Eretmochelys imbricata*, en la que los últimos estudios barajan cifras de mas de 100 especies distintas (Schärer, 2005), aunque, sin duda, el número aumentará con futuras investigaciones, así como en los trabajos con tortuga verde, *Chelonia mydas* (Alonso, 2007; Oliveira & Vigliar, 2008) y tortuga Olivacea, *Lepidochelys olivacea* (Miranda & Moreno, 2002; Gámez et al., 2006, entre otros). No obstante, como se dijo en el apartado anterior, muy pocos estudios tienen un cariz ecológico, casi ninguno ha adoptado una perspectiva de comunidad (Caine, 1986; Frick et al., 2003), y solo uno ha utilizado herramientas estadísticas para analizar patrones (Badillo, 2007).

El aporte ecológico de la mayoría de estos estudios consiste en clasificar las distintas especies observadas en dos grupos en función del tipo/s de sustrato/s sobre el que son capaces de asentarse (Caine, 1986; Frick et al., 1998; Zardus & Haldfield, 2004): 1. Especies especialistas, aquellas que se han especializado en vivir exclusivamente sobre tortugas marinas, como el balano *Chelonibia testudinaria* o los pertenecientes al genero *Platylepas* spp., el alga roja *Polysiphonia caretta*, el gammárido *Podocerus chelonophilus*, el copépodo *Balaenophilus* sp., o el hirudineo *Ozobranchius margo*; 2. Especies generalistas, aquellas especies pelágicas y/o bentónicas capaces de colonizar sustratos vivos o inanimados, y que se observan con relativa frecuencia sobre tortugas marinas, como los cirrípedos *Lepas anatifera* y *Conchoderma virgatum*, algunas especies de algas, o hidroideos como *Obelia* sp.. Badillo (2007) introduce dos nuevos grupos para esta clasificación: 3. Especies Intermedias, que son aquellas especies que presentan un alto grado de asociación con tortugas marinas, pero que se han observado también en otros sustratos, como los malacostráceos *Caprella andreae*, *Hyale grimaldii*, *Hexapleomera robusta* y *Planes minutus*, en el que los tres primeros están generalmente asociados a grupos de algas y que incluso fueron denominadas por Gramentz (1988) como la "Comunidad de la *Polysiphonia*". Y por último, 4. Especies Accidentales, que son aquellas con escaso peso en la comunidad epibionte de tortugas marinas, cuya aparición puede considerarse como "rara", y que son típicas de otros hábitats, generalmente bentónicos, como por ejemplo *Chelonibia patula*, *Elasmopus rapax* o *Bittium* sp.

Como puede observarse en la figura 149, de las 14 especies frecuentes de epibiontes de tortuga boba de Canarias, se han localizado 3 especies especialistas (*P. caretta*, *P. hexastylus* y *P. chelonophilus*) pudiendo existir una cuarta especie, si el copépodo localizado en este estudio fuera *Balaenophilus* sp., dato que no podemos confirmar ya que no se ha realizado su identificación taxonómica; 5 especies generalistas (*H. mitchelliae*; *C. flaccidum*; *O. geniculata*; *L. anatifera* y *C. virgatum*); 4 especies intermedias (*H. grimaldii*; *C. andreae*; *H. robusta* y *P. minutus*); y, por último, solo 2 especies accidentales (*C. membranacea* y *F. pinnata*). De todas estas especies, solo las 2 accidentales difieren del resto de estudios con tortugas marinas, debido a que este trabajo aporta la primera cita de estas especies como epibiontes de tortugas marinas. Por otro lado, tres de las especies generalistas no son tan comunes al resto de los estudios, sino que han sido citadas tan solo por uno o dos autores (*H. mitchelliae*, *C. fraccidum*, *O. geniculata*), mientras que todas las demás son realmente comunes a casi todos los estudios realizados, y por consiguiente, constituyen la colonización típica de la tortuga boba, *Caretta caretta*.

Comparando las especies localizadas en el presente estudio, con las observadas en otros estudios realizados con epibiontes de tortuga boba en el Atlántico Norte y Mediterráneo, obtenemos la figura 150, en la que el primer dato que salta a la vista es que el porcentaje de especies comunes entre los diferentes estudios y el presente no son verdaderamente elevadas (siempre por debajo del 25%), lo que indica claramente que la colonización de epibiontes está muy influenciada por la zona en la que se localiza a la tortuga.

Por otro lado, los trabajos que se han llevado a cabo con tortugas juveniles presenta un mayor porcentaje de especies comunes con el presente estudio (mayoritariamente ejemplares juveniles y algunos subadultos), que con aquellos realizados con tortugas adultas (porcentajes inferiores al 10%). Este dato corrobora la teoría de que las tortugas juveniles y adultas presentan comportamientos diferentes, frecuentando hábitat distintos, las juveniles el oceánico y las adultas el nerítico (Carr, 1987a; Bjorndal et al., 2000, 2003; Bolten, 2003a,b; entre otros), y sobretodo, que los epibiontes son claros indicadores del hábitat en el que se mueven las tortugas (Caine, 1986).

	Población estudiada			Tortugas estudiadas N _{tort}	Especies Epibiontes N _{epib}	Especies frec. (>3%)	Especies no frec. (<3%)	Especies comunes con Canarias	
	(estad.)	Mar/Océano	Zona					N	%
Frick et al. 2003	J	Atlánt.	Azores	17	16	-	-	6	15,38%
Chevreaux & De Guerne 1893	J	Mediterr.	Argelia-Baleares	2	9	-	-	7	22,58%
Badillo 2007	J	Mediterr.	Valencia	104	39	21	18	10	17,24%
Kitsos et al. 2005	¿?	Mediterr.	Grecia	37	80	29	51	9	9,00%
Caine 1986	A	Atlánt.	EE.UU	138	48	27	21	5	6,95%
Frick et al. 1998, 2000, 2002, 2004	A	Atlánt.	EE.UU Georgia	505	110	82	16	7	5,30%
Pfaller et al. 2006	A	Atlánt.	EE.UU Georgia	18	18	18	0	3	6,82%
Pfaller et al. 2008	A	Atlánt.	EE.UU Florida	52	34	31	3	3	5,00%
Fuller et al. 2010	A	Mediterr.	Chipre	100	9	6	3	2	5,56%
Presente estudio	J	Atlánt.	Canarias	167	29	17	12	-	

Fig. 150. Relación de los principales estudios realizados con epibiontes de tortuga *Caretta caretta* en el norte del océano Atlántico y en el Mediterráneo. El porcentaje de especies comunes es el porcentaje de especies comunes a ambos estudios con respecto al total de especies observadas entre ambos. (estad.= Estadio; A = Adultas; J = juveniles; ¿? = el estudio no define el estadio; Atlánt.= Atlántico; Mediter. = Mediterráneo).

Sorprende el hecho de que las tortugas que presentan un mayor número de especies comunes con este estudio sean aquellas localizadas en aguas del Mediterráneo, entre las costas de Argelia y las islas Baleares (Chevreaux & De Guerne, 1893), con el que coinciden 7 de las 9 especies observadas en dicho estudio (22,58% de especies comunes). Es importante tener en cuenta que en aquella época los estudios eran mayoritariamente exploraciones visuales no muy exhaustivas y que, además, solo se revisaron dos tortugas, por lo que seguramente algunas especies pasaron desapercibidas. No obstante, las especies observadas por Chevreaux & De Guerne (1893) coinciden exactamente con las especies más frecuentes observadas en las tortugas de Canarias, lo que relaciona enormemente a las tortugas de ambas zonas, confirmando la teoría de que existe un entrada de individuos juveniles desde el océano Atlántico al mar Mediterráneo a través del estrecho de Gibraltar, en donde las tortugas permanecen en las regiones de Alborán y el Levante español, para después salir de nuevo al océano Atlántico (Laurent et al., 1998; Bowen, 2003; Bolten, 2003b; Casale et al., 2002, 2004).

Este dato concuerda con el porcentaje de especies comunes existente con el estudio llevado a cabo por Badillo (2007), con tortugas localizadas en aguas de las costas de la región Valenciana (17,24%) y con el de Frick et al. (2003) con tortugas de Azores (15,38%), relacionando las tortugas localizadas en Canarias con aquellas muestreadas por estos tres estudios y por consiguiente, las localizadas en aguas macaronésicas con las del Mediterráneo español.

Por otro lado, pueden apreciarse dos curiosidades importantes con respecto a la metodología de muestreo. En primer lugar, sabemos que ciertos estudios se llevaron a cabo mediante rascados de caparazón (Caine, 1986; Kitsos et al., 2005), uno mediante lavados (Badillo, 2007), y los demás se realizaron por exploración visual externa. Según los datos dispuestos en la tabla, la metodología del muestreo no parece estar influenciando los datos de presencia/ausencia de especies, aunque seguramente hay especies de pequeño tamaño que han pasado desapercibidas en la mayoría de estudios, como el copépodo específico de tortugas marinas *Balaenophilus* sp. solo citado por Badillo (2007). Además, dentro de los estudios que se han llevado a cabo con tortugas juveniles, el de Badillo (2007) es el que presenta un mayor número de especies (39), por lo que seguramente la metodología utilizada por este, mediante lavados, sea la más fiable.

En segundo lugar, el muestreo del mediterráneo Valenciano (Badillo, 2007) se realizó a tortugas varadas muertas, mientras que el estudio de Frick et al. (2003) en Azores, se llevó a cabo con tortugas sanas capturadas en el mar. Ambos estudios no difieren mucho en su porcentaje de especies comunes con los muestreos llevados a cabo en Canarias (17.24% y 15.38%), realizados a tortugas varadas vivas o capturadas heridas vivas en el mar, lo que confirma las conclusiones de Badillo (2007) que establece que el muestreo de animales varados no afecta realmente a la frecuencia de las especies observadas, sino a su abundancia y talla.

Sin embargo, se aprecia un mayor número de especies poco frecuentes (<3%), con respecto al número de especies frecuentes (>3%), en aquellos animales varados, heridos o lesionados, de lo que se deduce que los animales que sufren alguna patología presentan aportes de nuevas especies, que por lo general no son habituales como epibiontes de tortuga boba y con escaso peso en esta comunidad (especies accidentales). El ejemplo mas claro de este hecho lo presenta el trabajo realizado por Kitsos et al. (2005) con 51 especies poco frecuentes (la mayoría nuevas como epibiontes de tortuga boba) con respecto a las 29 especies frecuentes, en comparación con las 16 especies poco frecuentes y las 82 frecuentes de Frick et al. (1998) que trabajó con animales sanos capturados en el mar. No obstante, no existen referencias del número de especies frecuentes y no frecuentes observadas en otros estudios de juveniles de tortuga boba, por lo que debemos ser escépticos al afirmar que esto solo se produce en tortugas que presentan patologías ya que cabe la posibilidad de que sea algo habitual en ejemplares juveniles.

En general, casi la totalidad de especies comunes a los diversos estudios son especies frecuentes para todos los grupos de tortugas estudiados, y se trata principalmente de las especies especialistas, casi todas las del grupo intermedio, y algunas especies generalistas (p.e. *Lepas anatifera*). La principal excepción la marcan el cangrejo *P. minutus* y el cirrípedo *C. virgatum*, que son especies inexistentes o poco frecuentes en tortugas adultas (Caine, 1986; Frick et al., 1998; Pfaller et al., 2006, 2008). Ambas especies presentan hábitos claramente pelágicos, por lo que su localización en tortugas adultas, de hábitos principalmente neríticos, es lógica. Solo dos estudios llevados a cabo con adultas han citado a *P. minutus* (Caine, 1986 y Frick et al. 1998), observándose en las tortugas nidificantes en las costas de Georgia, grupo que según los estudios de Caine (1986), son tortugas adultas que presentan hábitos pelágicos, lo que explicaría perfectamente la presencia de este epibionte. La otra excepción la marca el gammárido *H. grimaldii*, que se localizó en menos del 3% de las tortugas muestreadas en Grecia (Kitsos et al., 2005) mientras que presenta frecuencias elevadas en el resto de estudios. Para esta especie, puede ser que las condiciones del Mediterráneo oriental no sean tan favorables como las del Océano Atlántico y el Mediterráneo occidental, por lo que su presencia en las tortugas de dicha zona es menor.

DISTRIBUCIÓN DE LOS EPIBIONTES SOBRE EL CAPARAZÓN

El cuerpo de una tortuga marina ofrece superficies sólidas como el caparazón, cabeza, aletas y uñas, idóneas para la fijación de la mayoría de organismos sésiles, y la configuración del caparazón y la piel, cubiertos por un elevado número de escamas dérmicas endurecidas, crea grietas y suturas donde pueden esconderse y aferrarse organismos móviles de menor tamaño (Badillo, 2007). Además, las tortugas marinas permanecen casi la totalidad de su vida en el medio acuático, con la única excepción de las hembras cuando salen a las playas a realizar las puestas (por lo general 1 hora), y aquellas tortugas, principalmente verdes (*Chelonia mydas*), que acostumbran a termorregular (*basking*) tomando el sol en la playa.

Por otro lado, la tasa de renovación de las escamas del caparazón y piel de las tortugas es bastante más lento que en otros organismos, y además, no se produce la muda de toda la escama a la vez, sino más bien una descamación por desgaste o erosión. Este hecho permite que las colonias puedan ir renovándose a partir de un solo colonizador original.

Con todo esto, puede afirmarse que el cuerpo en sí de una tortuga marina es un sustrato lo suficientemente estable como para que pueda desarrollarse sin problemas el ciclo de vida completo de los epibiontes que viven sobre ella. No obstante, la propia actividad de la tortuga afecta fuertemente a la colonización de cada especie epibionte y por consiguiente a la distribución de estos sobre el caparazón. Varios autores han citado como el tercio trasero del caparazón es la parte que se coloniza con mayor frecuencia, debido a que es la parte del caparazón menos expuesta al hidrodinamismo provocado por los movimientos de la propia tortuga, o como los cirrípedos tienen una clara preferencia por la línea dorsal del caparazón de la tortuga (Caine, 1986; Frick et al., 1998; Fuller et al., 2010).

En el caso de las tortugas *Caretta caretta* de Canarias se han identificado 4 tipos de colonización que se describen a continuación y se muestran en la figura 151: a) Colonización Caudal: cuando el grueso de la colonización se centra en el tercio trasero del caparazón de la tortuga; b) Colonización Dispersa: cuando los epibiontes se localizan en grupos dispersos por todo el caparazón; c) Colonización de Corona: cuando los epibiontes se distribuyen sobre las escamas marginales y bordes exteriores de las escamas costales dibujando un círculo alrededor del caparazón; d) Colonización Total: cuando la capa de epibiontes se distribuye uniformemente sobre todo el caparazón.

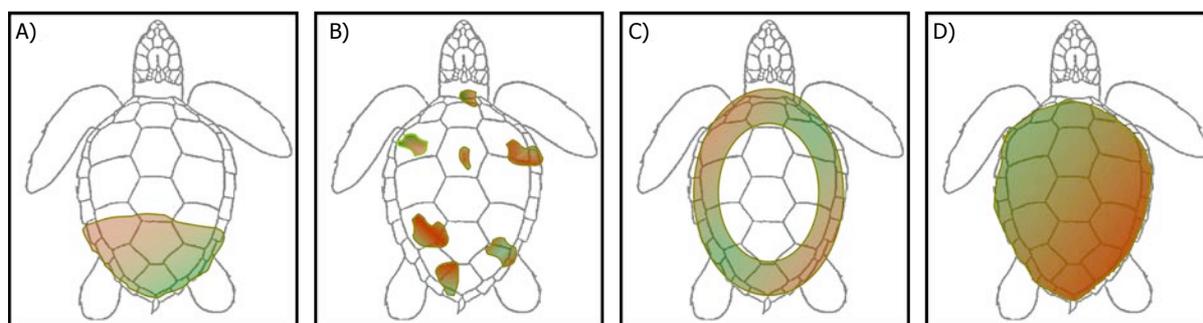


Fig. 151. Tipos de colonización por epibiontes del caparazón de las tortugas localizadas en Canarias. A) Distribución caudal. B) Distribución dispersa. C) Distribución de Corona. D) Distribución Total.

En los capítulos anteriores se ha mencionado como algunas especies tienen preferencias específicas por determinadas zonas del cuerpo de la tortuga, como el cirrípedo *C. virgatum* que se adhiere en la zona ventral de la tortuga (plastrón, cuello y aletas) debido a una mayor sensibilidad a la exposición aérea y a la elevada irradiación (Eckert & Eckert, 1987); el balano *P. hexastylus* que también presenta una clara preferencia por el plastrón de la tortuga; o el cangrejo *P. minutus* que se sitúa en los alrededores de la cola de la tortuga para evitar el hidrodinamismo; etc. Pero, ¿tienen alguna preferencia el resto de especies, principalmente las sésiles, por regiones concretas del caparazón de la tortuga? y, ¿qué causas provocan los distintos tipos de colonización observados?

Para poder conocer si existen preferencias de determinadas especies por un tipo de colonización particular, y con ello poder interpretar los tipos de colonización observados, se calcularon las frecuencias de cada especie para cada uno de los 4 tipos de colonización descritos en la figura 151, obteniéndose los resultados expuestos en las siguientes figuras (Fig. 152 y Fig. 153)

	N	DISPERSA (n=31)	CAUDAL (n=39)	CORONA (n=24)	TOTAL (n=19)
<i>P. caretta</i>	98	24,49%	35,71%	22,45%	17,35%
<i>H. mitchelliae</i>	58	27,59%	32,76%	27,59%	12,07%
<i>C. flaccidum</i>	9	11,11%	0,00%	0,00%	88,89%
<i>C. membranacea</i>	6	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%
<i>O. geniculata</i>	33	24,24%	30,30%	21,21%	24,24%
<i>F. pinnata</i>	18	16,67%	55,56%	22,22%	5,56%
<i>L. anatifera</i>	100	30,00%	28,00%	24,00%	18,00%
<i>C. virgatum</i>	20	20,00%	65,00%	5,00%	10,00%
<i>P. hexastylus</i>	12	8,33%	66,67%	0,00%	25,00%
<i>C. andreae</i>	60	20,00%	35,00%	30,00%	15,00%
<i>H. grimaldii</i>	57	12,28%	36,84%	29,82%	21,05%
<i>P. chelonophylus</i>	28	14,29%	46,43%	14,29%	25,00%
<i>H. robusta</i>	41	9,76%	36,59%	24,39%	29,27%
<i>P. minutus</i>	12	16,67%	58,33%	16,67%	8,33%
Total	113	27,43%	34,51%	21,24%	16,81%

Fig. 152. Frecuencias de los distintos tipos de colonización presentadas por cada especie en las tortugas *C. caretta* muestreadas en el archipiélago Canario.

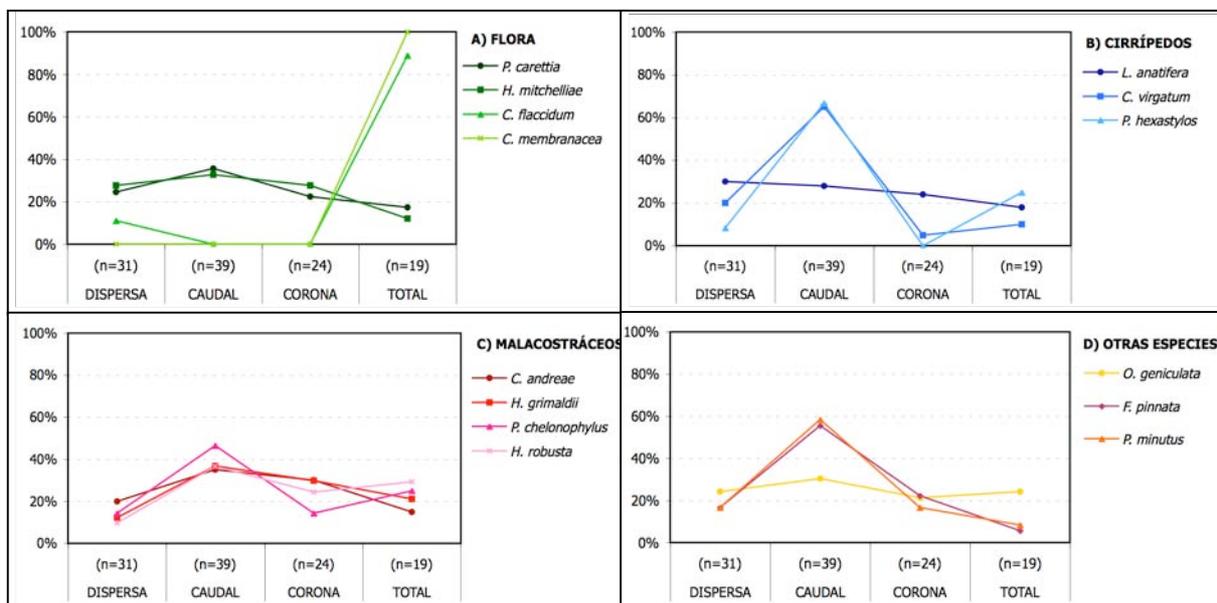


Fig. 153. Frecuencias de los distintos tipos de colonización presentadas por cada especie en las tortugas *C. caretta* muestreadas en el archipiélago Canario. A) Flora. B) Crustáceos Cirripédos. C) Crustáceos Malacostráceos Peracáridos. D) Resto de especies: Cnidarios, Molluscos y Crustaceo Brachyura.

Los datos obtenidos corroboran, en primer lugar, que la colonización del tercio trasero del caparazón (denominada Caudal en este estudio) es la más frecuente para las tortugas *C. caretta* estudiadas (34.51%), como citaron otros autores (Caine, 1986; Frick et al., 1998; Fuller et al., 2010; etc.). Además, las especies descritas como puramente oceánicas presentan frecuencias realmente elevadas para esta distribución: *C. virgatum* (65%), *F. pinnata* (55.56%) y *P. minutus* (58.33%), por lo que puede considerarse como una colonización típica de tortugas en estadios oceánicos.

En el caso de *P. chelonophylus*, su preferencia por este tipo de distribución (46.43%) fue citada por otros autores con anterioridad (Chevreux & Fage, 1925; Thomas & Barnard, 1992; entre otros), y este dato no hace más que corroborar las observaciones realizadas por estos autores.

El siguiente tipo de distribución más frecuente es la colonización Dispersa, con un 27.43%, y que la caracterizan las algas *P. caretta* (24.49%) y *H. mitchelliae* (27.59%), el hidroideo *O. geniculata* (24.24%) y el cirripedo *L. anatifera* (30%). Estas cuatro especies muestran una fuerte homogeneidad

para todos los tipos de colonización, por lo que pueden asentarse en cualquier parte del caparazón independientemente de las condiciones, y, además, las cuatro han sido descritas como posibles colonizadores primarios, por lo que este tipo de distribución podría considerarse como el inicio o el origen de la colonización del caparazón de la tortuga boba.

La distribución de Corona no presenta especies que tengan una clara preferencia por esta, sino mas bien valores intermedios sin ningún valor realmente destacable, pero la forma en la que se distribuyen los organismos sugiere dos posibles causas: 1. Una expansión de la colonización Caudal por los bordes del caparazón cubriendo las escamas marginales hasta llegar al cuello, aletas y cabeza de la tortuga; 2. Mortalidad masiva de los epibiontes localizados en la parte central del caparazón debida a la exposición aérea que sufre esta parte cuando la tortuga realiza el *basking* en el mar. La primera hipótesis supondría que la tortuga disminuyera su actividad para que los epibiontes pudieran colonizar estas zonas al disminuir el hidrodinamismo de estas, por lo que podría ser una colonización propia de tortugas con lesiones graves. Por otro lado, la segunda hipótesis supondría una evolución a partir de una colonización Total (característica de comportamientos neríticos como se explica mas adelante), hacia una distribución propia de comportamientos oceánicos (*basking*), por lo que podría identificar a las tortugas que se mueven entre dos tipos de hábitats, el nerítico y el oceánico, lo que se corresponde con el estadio Transitorio del ciclo de vida de la tortuga boba.

Las especies que presentan mayores frecuencias en esta distribución son los malacostráceos *H. grimaldii* (29.82%) y *C. andreae* (30%), las cuales se han citado tanto en zonas litorales como en ambientes aislados como objetos flotantes, y por lo tanto oceánicos, por lo que parece ser que la segunda hipótesis podría tener mas sentido.

Por último, la colonización Total esta claramente dominada por 2 especies: *C. flaccidum* (88.89%) y *C. membranacea* (100%), que solo se observaron en este tipo de colonización (con la excepción de un 11.11% de *C. flaccidum* en la colonización dispersa). Además es la menos frecuente para el resto de especies, aunque algunas presentaron frecuencias relativamente altas (24.24% de *O. geniculata*, 25% de *P. chelonophilus* y *P. hexastylus*, y 29.27% de *H. robusta*). Todas estas especies, principalmente las 2 primeras, son mas frecuentes en el hábitat nerítico y se las ha descrito como indicadoras del comportamiento nerítico de un determinado grupo de las tortugas que frecuentan el archipiélago Canario, por lo que este tipo de distribución puede ser un indicador directo del comportamiento nerítico de la tortuga que la presenta.

Este último tipo de colonización es, también, un indicador de fenómenos de brumación, ya que durante este comportamiento la tortuga se queda totalmente inmóvil en zonas someras, por lo que los epibiontes no se ven afectados por el hidrodinamismo y la actividad de la tortuga y aprovechan para colonizar abundantemente toda la superficie del caparazón.

Resumiendo, los datos obtenidos indican que, la colonización Dispersa puede considerarse como el inicio de la colonización del caparazón de las tortugas marinas, por lo que está dominada por colonizadores primarios; la distribución Caudal es la colonización típica de las tortugas en estadio juvenil oceánico; la distribución de Corona es característica de las tortugas en estadio juvenil transitorio, en el que las tortugas entran y salen del medio oceánico al nerítico y viceversa; la distribución Total puede considerarse como la colonización propia de tortugas que habitan el dominio nerítico, o propia del estadio juvenil nerítico o subadulto, además de indicar fenómenos de brumación.

NÚMERO DE ESPECIES POR TORTUGA

Hasta ahora se ha tratado el número total de especies que presentan los grupos de tortugas estudiados, pero otro punto importante es conocer la cantidad de especies que transporta y puede llegar a transportar un solo individuo.

En la siguiente figura se muestra el dato medio, la desviación típica, y el número mínimo y máximo de especies que transportaban las tortugas localizadas en aguas del Archipiélago Canario, tanto para el total de taxones observadas (n=29), como para las especies frecuentes y mas importantes de la colonización (n=14), y las no frecuentes (N=15), así como los principales grupos taxonómicos que presentaban varias especies (algas, cirrípedos y peracáridos).

	TOTAL ESPECIES (N=29)	ESPECIES FRECUENTES* (N=14)	ESPECIES NO FRECUENTES (N=15)	ALGAS (N=4)	CIRRIPEDOS (N=3)	PERACARIDOS (N=4)
N (tortugas)	167	167	76	151	160	108
Media	5,30	4,53	0,77	1,40	1,21	1,40
SD	2,60	2,00	1,07	0,74	0,56	1,27
Min	1	1	0	0	0	0
Max.	14	9	5	4	3	4
nº especies	0 (0%)	0 (0%)	91 (54,49%)	16 (9,58%)	7 (4,19%)	58 (34,73%)
1	8 (4,79%)	10 (5,99%)	42 (25,15%)	76 (45,51%)	123 (73,65%)	30 (17,96%)
2	16 (9,52%)	17 (10,18%)	22 (13,17%)	70 (41,92%)	32 (19,16%)	42 (25,15%)
3	27 (16,17%)	32 (19,16%)	6 (3,59%)	3 (1,80%)	5 (2,99%)	28 (16,77%)
4	12 (7,19%)	23 (13,77%)	5 (2,99%)	2 (1,20%)	-	9 (5,39%)
5	33 (19,76%)	32 (19,16%)	1 (0,60%)			
6	19 (11,38%)	24 (14,37%)				
7	18 (10,78%)	18 (10,78%)				
8	15 (8,98%)	5 (2,99%)				
9	8 (4,79%)	6 (3,59%)				
10	6 (3,59%)	-				
11	3 (1,80%)	-				
12	1 (0,60%)	-				
13	0 (0,00%)	-				
14	1 (0,60%)	-				

Fig. 154. Estadísticos descriptivos del número de especies por tortuga observados en los caparazones de las tortugas muestreadas, para el total de especies observadas, las especies frecuentes (>3%), las no frecuentes y los principales grupos taxonómicos que presentaron varias especies (algas, cirrípedos y peracáridos); También se muestran los porcentaje de tortugas que presentaron un número determinado de especies para cada uno de los casos.

El primer punto a resaltar es que todas las tortugas muestreadas presentaban por lo menos 1 especie colonizando su caparazón. Durante la realización de los muestreos se encontraron 2 ejemplares que no presentaban ninguna especie, pero fueron descartadas del estudio debido a que no fueron capturada en Gran Canaria, sino que procedían de otra de las islas del archipiélago y existía una duda razonable de que hubieran sido lavadas.

En segundo lugar, se observa que ninguna tortuga transportaba todas las especies observadas, ni siquiera las 14 especies frecuentes, es decir, algunas especies colonizan un grupo determinado de tortugas y no otras, lo que podría darnos un indicio de que existan en Canarias tortugas que frecuentan diferentes zonas o que presentan comportamientos diferentes.

En general, las tortugas localizadas en aguas de Canarias están colonizadas por una media de 5.3 especies epibiontes (rango de 1 a 14) en donde 5 especies (19.76%) y 3 especies (16.17%) son los casos mas frecuentes teniendo en cuenta los 29 taxones observados. De este 5.3 de especies epibiontes observadas por tortuga, 4.53 son especies frecuentes (rango de 1 a 9), en donde los porcentajes mas altos se localizan también en 3 ó 5 especies frecuentes por tortuga (19.16% para ambas), mientras que un 0.77 son especies no frecuentes (rango entre 0 y 5), para las que lo mas frecuente es que no presenten ninguna (54.49%), o presenten solo 1 (25.15%) ó 2 (13.17%) especies no frecuentes.

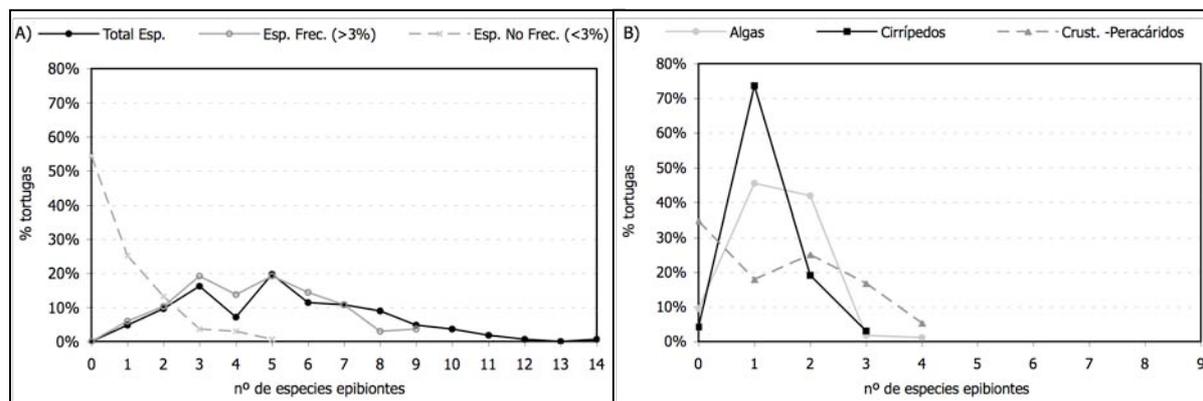


Fig. 155. Gráfico del porcentaje de tortugas que presentaron un número determinado de especies epibiontes: A) Considerando el total de especies observadas (línea negra), las especies frecuentes (línea gris) y las no frecuentes (línea discontinua). B) Considerando los grupos taxonómicos más importantes y que presentaron más de 1 especie: algas (línea gris), cirrípedos (línea negra), y peracáridos (línea discontinua).

Centrándonos en los grupos taxonómicos más importantes, las tortugas transportan sobre sus caparazones 1.40 ± 0.74 especies de algas (rango de 0 a 4), de las que abundan principalmente 1 (45.51%) ó 2 (41.92%) especies; 1.21 ± 0.56 especies de cirrípedos (rango de 0 a 3) de las que abunda realmente la presencia de 1 sola especie (73.65%); y 1.40 ± 1.27 especies de crustáceos peracáridos (rango de 0 a 4), donde lo más frecuente es que no presenten ninguna (34.73%), ó que presenten 2 especies (25.15%).

Por lo tanto, los datos obtenidos nos indican que la colonización típica de las tortugas *Caretta caretta* localizadas en aguas del Archipiélago Canario, se basa en:

1 ó 2 ALGAS* + 1 CIRRÍPEDO + 0 ó 2 PERACÁRIDOS*** + 1 ESP. FREC.**** + 0 ó 1 ESP. NO FREC.**

* Representada por *P. caretta* combinada con *H. mitchelliae*, y en algunos casos con *C. flaccidum*. Un pequeño grupo de tortugas, generalmente de gran tamaño, presentaban *C. flaccidum* y *C. membranacea* en ausencia de las otras dos.

** Representado en la gran mayoría de los casos por *L. anatifera*.

*** Cuando se trata de 2 especies suelen aparecer juntas *C. andreae* con *H. grimaldii*, o, por otro lado *P. chelonophilus* con *H. robusta*.

**** Cnidaria, Mollusca o Crustáceo Brachyura.

(ESP. = especie; FREC. = frecuente).

En resumen, el número de especies que presenta cada individuo es bastante bajo (5.3 esp./individ.), en comparación con las 18.2 esp./individ. presentado por Frick et al. (2000) en tortugas adultas de las costas de Georgia, EE.UU, pero muy cercano al 4.7 esp./individ. observado por Badillo (2007) en juveniles varadas en las costas de Valencia. Estos datos confirman que las tortugas adultas son colonizadas por mayor número de especies epibiontes (más del triple) que los individuos juveniles, debido a que los juveniles frecuentan hábitats oceánicos, mucho más pobre, mientras que las adultas generalmente habitan zonas neríticas mucho más ricas en especies. De nuevo los epibiontes nos indican claramente la diferencia de comportamiento entre unas tortugas y otras, o mejor dicho, entre tortugas en distintos estadios.

Otro punto importante es que podríamos pensar que un animal muerto, al dejarse llevar por las corrientes, a la deriva como si de un objeto flotante se tratara, debería presentar un mayor número de especies epibiontes, ya que en este caso no existen las perturbaciones producidas por la propia tortuga al moverse, aumento del rozamiento con el agua, cambios de hábitats, etc., pero parece ser que las diferencias no son tan grandes, ya que las tortugas muestreadas por Badillo (2007), tortugas muertas varadas, y las de este estudio, tortugas vivas varadas o lesionadas, no presentan grandes diferencias (4.7 y 5.3 esp./individ. respectivamente), confirmando a su vez la teoría de Badillo (2007) en la que expone que el hecho de trabajar con tortugas muertas varadas no afecta a la presencia /ausencia de especies, sino a su abundancia.

En todo caso, como en este estudio se muestrearon tortugas de tallas diversas (de 22 a 81cm de LCC_{min}), con distintos niveles e gravedad en las lesiones, (desde sanas a tortugas tan graves que murieron al ingresar al centro), a lo largo del año y en las distintas islas del archipiélago, podemos indagar un poco mas en si estas variables afectan mas o menos al número de especies que colonizan las tortugas estudiadas.

	N	ESP. FREC. (>3%) (N=14)			ESP. NO FREC (<3%) (N=15)			TOTAL TAXONES (N = 29)			
		M	SD	Rango	M	SD	Rango	M	SD	Rango	
ESTACIÓN	INVIERNO	21	4,68	1,98	(1-8)	1,10	1,30	(0-4)	5,95	2,64	(1-10)
	PRIMAVERA	57	4,82	2,14	(1-9)	0,84	1,08	(0-4)	5,67	2,79	(1-11)
	OTOÑO	57	4,37	1,95	(1-9)	0,67	1,01	(0-5)	5,04	2,47	(1-14)
	VERANO	32	4,06	1,79	(1-9)	0,63	0,98	(0-4)	4,69	2,35	(1-12)
ISLA	LZ	2	5,00	2,38	(3-7)	1,00	1,41	(0-2)	6,00	4,24	(3-9)
	FV	16	4,38	1,89	(2-9)	0,63	1,09	(0-4)	5,00	2,28	(2-9)
	GC	101	4,84	2,04	(1-9)	0,86	1,13	(0-5)	5,70	2,66	(1-14)
	TF	29	3,66	1,80	(1-8)	0,66	0,86	(0-3)	4,31	2,42	(1-11)
	GO	4	5,25	2,36	(2-7)	0,00	0,00	(0-0)	5,25	2,36	(2-7)
	PA	8	4,13	1,46	(2-6)	0,25	0,46	(0-1)	4,38	1,69	(2-7)
	HI	6	4,00	2,10	(2-7)	1,33	1,51	(0-4)	5,33	3,39	(3-11)
GRAVEDAD	SANA	19	4,11	1,76	(1-6)	0,74	1,41	(0-4)	4,84	2,29	(1-9)
	LEVE	44	4,45	1,74	(1-8)	0,68	0,88	(0-3)	5,14	2,33	(1-10)
	MODERADA	40	4,68	2,27	(1-9)	0,90	1,32	(0-5)	5,58	3,11	(2-14)
	GRAVE	34	4,82	2,12	(1-9)	0,85	0,99	(0-4)	5,68	2,52	(1-10)
	MUY GRAVE	28	4,39	2,08	(1-8)	0,64	0,83	(0-3)	5,04	2,63	(1-11)
ESTADIO	OCEÁNICO (pasivo)	47	3,77	1,84	(1-8)	0,45	0,72	(0-2)	4,21	2,25	(1-10)
	OCEÁNICO (activo)	55	4,71	1,98	(1-9)	0,62	0,83	(0-3)	5,33	2,32	(1-10)
	TRANSICIÓN	32	5,10	2,18	(1-9)	1,11	1,33	(0-5)	6,24	3,12	(1-14)
	SUBADULTA	9	4,78	1,72	(3-7)	2,67	1,66	(0-4)	7,44	2,74	(3-11)

Fig. 156. Número de especies por tortuga, media (M), desviación típica (SD) y rango, de especies totales, frecuentes y no frecuentes, en función de las variables de estudio.

El número de especies por individuo observado en las tortugas muestreadas en este estudio no presenta variaciones importantes ni en función de época del año ni de la gravedad de las lesiones presentadas por las tortugas. Según la época del año, el mayor número de especies frecuentes por tortuga se produce en primavera (4.82 ± 2.14), mientras que el de las no frecuentes se da en invierno (1.10 ± 1.30), aunque las diferencias no son muy grandes, llegando a diferir en 1 sola especie en el total de especies observadas por individuo entre invierno (5.95 ± 2.64) y verano ($4.69 \pm 2,35$).

En función de la gravedad de las lesiones se aprecia que va aumentando el número de especies por individuo al aumentar la gravedad de las lesiones de las tortugas, aunque las tortugas mas graves no presentan el mayor número de especies por individuo (5.04 ± 2.63), y ni siquiera hay una diferencia de 1 especie entre las que presentaron el valor mas alto, las tortugas graves (5.68 ± 2.52) y las de valor mas bajo, las tortugas sanas (4.84 ± 2.29).

Por otro lado, existe una irregularidad importante en función de la isla en la que se encuentra a las tortugas, siendo las localizadas en Lanzarote las que presentaron mayor número de especies por individuo (6.0 ± 4.24) y Tenerife la que menos (4.31 ± 2.42). Llama la atención que las tortugas localizadas en La Gomera presentaron el mayor número de especies frecuentes por tortuga (5.25 ± 2.36) pero ninguna de las tortugas presentaba especies no frecuentes. Las especies no frecuentes fueron principalmente abundantes en los extremos del Archipiélago, las islas de Lanzarote (1.0 ± 1.41) y El Hierro (1.33 ± 1.51), en las cuales, curiosamente, ingresan generalmente tortugas de tallas considerables ($>50\text{cm}$ de LCC_{min}), lo que seguramente está influenciando los valores obtenidos en función de la isla de procedencia, como se describe a continuación.

Como ya se ha mencionado en otros análisis de esta tesis, así como observado y descrito en cada capítulo, las variaciones en función de las tallas y estadios de las tortugas son realmente interesantes.

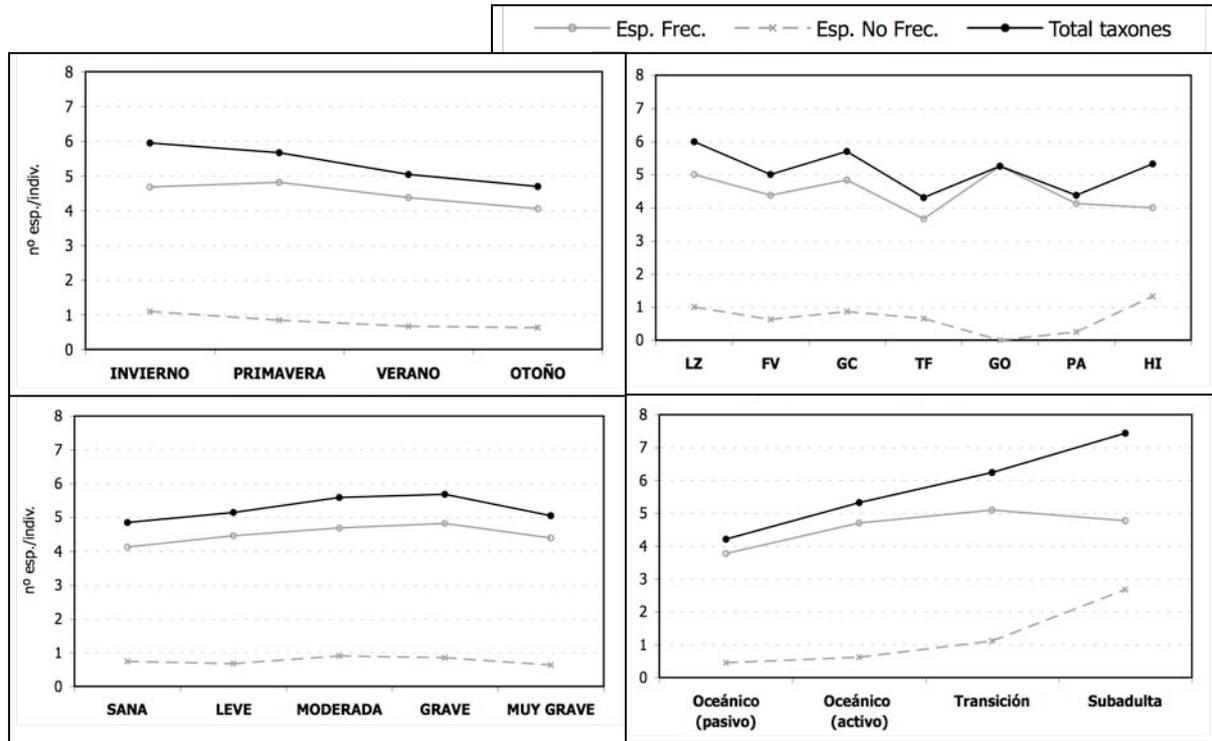


Fig. 157. Número de especies por tortuga, de especies totales, frecuentes y no frecuentes, en función de las variables de estudio.

Algunos autores han sugerido y otros confirmado que las tortugas de mayor tamaño y/o edad tienden a presentar una colonización epibionte mas densa y rica en especies (Scaravelli et al. 2001; Badillo, 2007).

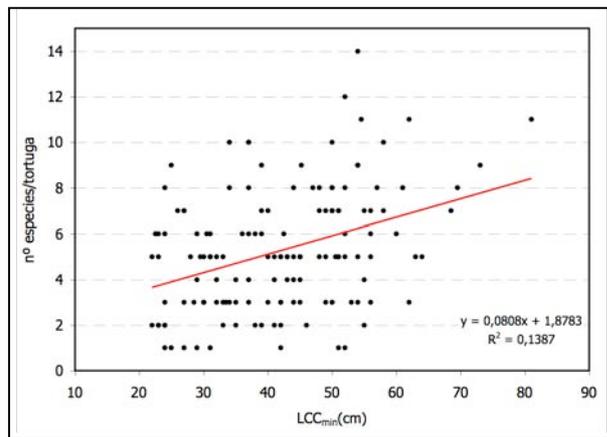


Fig. 158. Relación entre el número de especies por individuo y la talla de las tortugas muestreadas en aguas de Canarias (LCC_{min} en cm).

En el apartado anterior se vió claramente que las tortugas adultas, por lo general, presentan un mayor número de especies que las juveniles, e incluso un mayor número de especies por individuo, 18.2 esp./indiv. (Fick et al., 2000) en adultas, frente a 4.7 esp./indiv. (Badillo, 2007) o 5.3 esp./indiv. del presente estudio, en juveniles, y se comentó que podía deberse a una diferencia en el riqueza del hábitat que frecuentan.

En el gráfico adjunto se aprecia claramente como, en las tortugas muestreadas para este estudio, aumenta el número de especies por individuo en función de la talla de la tortuga ($n^{\circ}esp./indiv. = 0.08LCC_{min} + 1.88; R^2 = 0.1387$).

Este hecho puede deberse a causas físicas, debido a que las tortugas de mayor tamaño ofrecen mayor superficie para ser colonizada y por lo tanto mas espacio para el asentamiento de especies (Peake & Quinn, 1993 hipótesis del "Muestreo Pasivo"; Frick et al., 2000b; Badillo, 2007); o, a causas temporales, ya que las tortugas de mayor talla tienen mas edad y por lo tanto presentan mas posibilidades de sufrir o de haber sufrido un mayor número de colonizaciones primarias y secundarias (Frick et al., 2000b); o, por último, a cambios ontogénicos de hábitat que pueden conllevar cambios en las faunas potenciales de epibiontes a las que se exponen las tortugas (Badillo, 2007).

Según este último autor, las especies que constituyen el núcleo de la diversidad de la colonización epibionte de tortugas marinas esta formada por especies específicas y por especies cosmopolitas ecológicamente ubicuas, por lo que los cambios ontogénicos de hábitat no influyen en las especies epibiontes potenciales disponibles y por lo tanto, en la colonización. Por el contrario, el gráfico D de la figura 157 muestra claramente que las diferencias en el número de especies por individuo entre los estadios oceánicos (<50cm de LCC_{min}) y transitorio (de 50 a 60cm de LCC_{min}), con respecto al estadio subadulto (>60cm de LCC_{min}), se centra principalmente en un fuerte aumento de las especies no frecuentes, pasando de 0.45 ± 0.72 / 0.62 ± 0.83 del estadio oceánico pasivo/activo a 2.67 ± 1.66 especies no frecuentes por tortuga en el estadio subadulto. Sin embargo, el número de especies frecuentes, constituida principalmente por las especies descritas por Badillo (2007), es decir, específicas y cosmopolitas, sufre un leve descenso en las tortugas de este último estadio. No obstante en conjunto, existe una fuerte diferencia en el número de especies totales entre las tortugas oceánicas (4.21 ± 2.25) y las subadultas (7.44 ± 2.74), llegando a ser de mas de 3 especies.

Por consiguiente, en el caso de las tortugas *C. caretta* localizadas en aguas del Archipiélago Canario, si existe una clara diferencia en la colonización de epibiontes en función de la talla, cuya divisoria se sitúa en los 60cm de LCC_{min}, y causada por un aporte de especies nuevas, no frecuentes como epibiontes de tortugas marinas y generalmente de hábitos neríticos, en aquellas tortugas de mayor talla, lo que indica una diferencia de comportamiento entre ambos grupos de tortugas y un posible cambio ontogénico de hábitats del oceánico en las primeras, al nerítico en las subadultas.

El estadio transitorio se sitúa, como siempre, en un punto intermedio entre los estadios oceánicos y el subadulto, confirmando la teoría descrita por Laurent et al. (1998), Tiwari et al. (2002) y Bolten (2003b) entre otros, de que estas tortugas se mueven por ambos hábitats, tanto oceánico como nerítico, entrando y saliendo de uno a otro.

INTERACCIONES ENTRE LAS DISTINTAS ESPECIES EPIBIONTES

Para poder analizar si unas especies dependen de otras (interacciones positivas), o por el contrario, son independientes, o incluso, nunca se localizan juntas sobre una misma tortuga (interacciones negativas), en la colonización epibionte de las tortugas *Caretta caretta* de Canarias, se estudian las frecuencias en la que se observaron pares de especies sobre una misma tortuga, analizando las 14 especies principales, de dos en dos.

La figura 159 muestra el porcentaje de tortugas que transportaban simultáneamente las 2 especies de las que se estudia su interacción, con respecto a las posibilidades existentes de observarlas juntas.

		<i>P. caretta</i>	<i>H. mitchelliae</i>	<i>C. flaccidum</i>	<i>C. membranacea</i>	<i>O. geniculata</i>	<i>F. pinnata</i>	<i>L. anatifera</i>	<i>C. virgatum</i>	<i>P. hexastylus</i>	<i>H. grimaldii</i>	<i>P. chelonophylus</i>	<i>C. andreae</i>	<i>H. robusta</i>	<i>P. minutus</i>
	N	136	82	11	6	44	23	157	29	17	78	34	77	49	20
<i>P. caretta</i>	136		81,7%	72,7%	66,7%	79,5%	91,3%	97,1%	69,0%	82,4%	89,7%	73,5%	88,3%	95,9%	60,0%
<i>H. mitchelliae</i>	82			36,4%	33,3%	47,7%	78,3%	98,8%	48,3%	41,2%	55,1%	47,1%	59,7%	51,0%	45,0%
<i>C. flaccidum</i>	11				100%	63,6%	0%	81,8%	0%	18,2%	36,4%	36,4%	27,3%	45,5%	0%
<i>C. membranacea</i>	6					83,3%	0%	83,3%	0%	16,7%	33,3%	66,7%	16,7%	66,7%	0%
<i>O. geniculata</i>	44						21,7%	95,5%	17,2%	11,8%	47,7%	38,2%	45,5%	45,5%	20,0%
<i>F. pinnata</i>	23							100%	17,4%	17,6%	78,3%	34,8%	56,5%	39,1%	40,0%
<i>L. anatifera</i>	157								89,7%	94,1%	97,4%	91,2%	100%	98,0%	75,0%
<i>C. virgatum</i>	29									29,4%	48,3%	27,6%	48,3%	24,1%	20,0%
<i>P. hexastylus</i>	17										35,3%	17,6%	64,7%	35,3%	0%
<i>H. grimaldii</i>	78											64,7%	76,6%	69,4%	45,0%
<i>P. chelonophylus</i>	34												58,8%	47,1%	40,0%
<i>C. andreae</i>	77													61,2%	35,0%
<i>H. robusta</i>	49														30,0%
<i>P. minutus</i>	20														

Fig. 159. Tabla de Interacciones entre pares de especies. Calculado mediante el número de tortugas que presentaban ambas especies a la vez, con respecto a las posibilidades de observarlas juntas.

En primer lugar destacar la importancia de las dos especies más frecuentes en la colonización epibionte de tortuga boba de Canarias: el cirrípedo pedunculado *L. anatifera* y el alga roja específica de la tortuga boba, *P. caretta*.

El cirrípedo *L. anatifera*, presenta relaciones muy elevadas (>75%) con todas las demás especies epibiontes, debido principalmente a que estuvo presente en el 94,1% de las tortugas muestreadas, lo que demuestra la elevada preferencia de este cirrípedo por las tortugas *C. caretta* de Canarias, y su independencia total con el resto de especies para asentarse sobre el caparazón de estas tortugas, lo que lo sitúa como uno de los colonizadores primarios de esta epibiosis.

El alga roja *P. caretta*, es específica de la tortuga boba, por lo que su abundancia (80,5%) era de esperar. Para esta alga, existe una fuerte relación con la mayor parte de las especies observadas, a excepción de 3 especies, con las que presenta relaciones ligeramente inferiores (entre 60 y 69%): 1. *C. membranacea*, con la que compartió el 67% de las tortugas que presentaron esta alga, debido a que, como ya se dijo en el capítulo 1, esta especie coloniza tortugas de mayor tamaño (>50cm de LCC_{min}), mientras que *P. caretta* es realmente abundante en las de tallas inferiores, de lo que se deduce que *P. caretta* es capaz de colonizar tortugas que frecuentan diferentes hábitats, aunque con preferencia por las que frecuentan el dominio oceánico, mientras que *C. membranacea* solo coloniza ejemplares que frecuentan hábitats neríticos; 2. El cirrípedo *C. virgatum*, con el que comparte el 69% de las tortugas que presentaron este cirrípedo, debido seguramente a que éste coloniza principalmente la zona ventral de la tortuga, a causa de su preferencia por las zonas de menor irradiación, por lo que su asentamiento sobre la tortuga es independiente de la presencia o no de *P. caretta*; 3. Por último, esta alga se observó en el 60% de las tortugas que presentaban el brachyura *P. minutus*, que es un crustáceo de gran tamaño en comparación con los demás epibiontes, y que

también coloniza una zona concreta de la tortuga, alrededor de la cola, por lo que su colonización también es independiente de la presencia o no de *P. caretta*. Además, este curioso cangrejo se alimenta principalmente de larvas de cirrípedos como *L. anatifera*, con el que si presenta una mayor relación (75%).

Por otro lado, los crustáceos peracáridos están fuertemente relacionados con el alga roja específica de la tortuga boba, *P. caretta*, con observaciones sobre la misma tortuga mayores del 85%. Este dato concuerda con las hipótesis de autores como Gramentz (1988) que denominó a estos crustáceos como "La comunidad de la *Polysiphonia*", o Badillo (2007) que encontró una relación significativa entre estos crustáceos y el alga roja *P. caretta*. El crustáceo *P. chelonophilus* es el único que presenta una frecuencia mas baja en su interacción con esta alga (74%), debido a la capacidad de este crustáceo de asentarse directamente sobre el caparazón de la tortuga.

El segundo punto importante son las interacciones positivas, que son aquellas especies que se localizaron siempre que en la colonia se encontraba otra especie concreta y que por lo tanto existe una relación de dependencia entre ambas. Este caso se observó en 3 ocasiones: 1. Todas la tortugas que portaban *C. membranacea*, presentaban a su vez *C. flaccidum*, por lo que suponemos que para el asentamiento de *C. membranacea* es necesaria la presencia de *C. flaccidum* y/o que ambas especies habitan comúnmente zonas concretas frecuentadas por determinadas tortugas, y que, como se comento en el capítulo 1, son principalmente las tortugas de talla superior a 65cm de LCC_{min}, que frecuentan hábitats neríticos. 2. El nudibranquio *F. pinnata* solo estuvo presente en tortugas que presentaban el cirrípedo *L. anatifera*, hecho totalmente lógico ya que este cirrípedo es la base de su alimentación. El hidroideo *O. geniculata* se ha citado comúnmente como alimento de un gran número de nudibranquios (Clark, 1975; Lambert, 1991a), por lo que podríamos pensar que *F. pinnata* puede alimentarse a su vez de este hidroideo, aunque la relación existente entre ambas especies, solo se observaron juntas en el 22% de las tortugas que portaban *F. pinnata*, en comparación con el 100% de coincidencias con *L. anatifera*, deja claro que este nudibranquio se alimenta principal, y podríamos llegar a decir exclusivamente, del cirrípedo pedúnculado *L. anatifera*, como describen otros autores (Bayer, 1963; Picton & Morrow, 1994; Scarabino, 2004). 3. La relación entre el caprélido *C. andreae* y el cirrípedo *L. anatifera* se debe a que este crustáceo usa habitualmente a cirrípedos del género *Lepas* como sustrato (Williams, 1984; Foster et al., 2004), por lo estos datos indican que este caprélido coloniza mayoritariamente los ejemplares de *L. anatifera* mas que a la propia tortuga.

El tercer punto interesante son las interacciones negativas, o aquellas especies que nunca se observaron juntas sobre una misma tortuga (0%). Resulta que este hecho se observó entre aquellas especies que denominamos como puramente oceánicas: el nudibranquio *F. pinnata*; el cirrípedo *C. virgatum* y el brachyura *P. minutus*, con respecto a las 2 algas que se han establecido como indicadoras de hábitats neríticos: *C. flaccidum* y *C. membranacea*, corroborando la teoría de que las 3 primeras especies indican el comportamiento puramente oceánico de las tortugas que las presentan, mientras que las 2 algas son indicadoras de que la tortugas que las transportan han pasado una temporada en el medio nerítico. Estos datos corroboran, de nuevo, que en las tortugas que frecuentan el archipiélago canario se observan dos comportamientos distintos.

El brachyura *P. minutus* también mostró una relación negativa con el balanomorfo *P. hexastylus*, lo que indica que las tortugas que presentan este último epibionte no frecuentan los hábitats oceánicos propio de el cangrejo de colón, corroborando la idea de que esta especie puede indicar que la tortuga ha visitado zonas concretas de mezcla de masas de agua como el estrecho de Gibraltar o zonas de afloramientos cercanas a la costa. Además, este balano es la especie que presenta interacciones mas bajas con todo el resto de especies, debido seguramente a que su asentamiento en el plastrón no se ve influenciado por la presencia/ausencia de otras especies en el caparazón de la tortuga.

Otros datos destacables de las interacciones entre especies son, la elevada interacción observada entre los anfípodos *C. andreae* y *H. grimaldii* (77%), debida seguramente a que ambas especies habitan comúnmente objetos flotantes, con los cuales las tortugas oceánicas tienen una fuerte relación y que constituyen auténticos vectores de nuevos colonizadores, entre éstos y las tortugas marinas. Otra interacción importante es la del hidroideo *O. geniculata*, presente en el 83% de las tortugas que presentaban *C. membranacea*. Ambas especies presentan preferencia por las aguas someras y se han localizado principalmente en tortugas de tallas superiores a 65cm de LCC_{min}, por lo que se consideran indicadoras de tortuga que frecuentan hábitos neríticos.

CARACTERÍSTICAS DE LAS ESPECIES EPIBIONTES DE TORTUGA BOBA DE CANARIAS

1. Todas las especies localizadas como epibiontes de las tortugas *Caretta caretta* muestreadas en Canarias son grandes COSMOPOLITAS, con rangos de tolerancia realmente elevados, por lo que son capaces de soportar condiciones muy diversas. Este hecho indica que este basibionte no se mantiene en condiciones estables o constantes a lo largo del tiempo, sino que se mueve activamente entre zonas o áreas de condiciones dispares.

2. La mayor parte de las especies epibiontes de las tortugas *Caretta caretta* de Canarias son habitantes habituales de OBJETOS FLOTANTES, como por ejemplo: *Lepas anatifera*, *Conchoderma virgatum*, *Caprella andreae*, *Hyale Grimaldii*, *Planes minutus*, *Obelia geniculata*, *Fiona pinnata*. Este hecho indica una fuerte relación entre las tortugas que frecuentan el archipiélago canario y los objetos flotantes que se mueven a la deriva en los grandes sistemas de corrientes, y por lo tanto, con dichos sistemas de corrientes. Por otro lado, sugieren que la vida sobre una tortuga marina no es sencilla, sino que solo aquellas especies que ya estaban adaptadas a vivir sobre un objeto en movimiento por el océano, han sido capaces de dar un paso más y colonizar grandes vertebrados como las tortugas.

3. Cada una de las especies epibiontes de las tortugas *C. caretta* de Canarias presenta sus propios medios de DISPERSIÓN característicos de la especie, como esporas o medusas libres en la columna de agua de algas e hidrozooos, o lavas planctotróficas o lecitotróficas de nudibranchios y crustáceos. Pero, todas estas especies presentan, además, un segundo medio de dispersión, constituido por los movimientos del basibionte sobre el que viven, y que gracias a las grandes migraciones que realizan las tortugas puede llegar a ser mucho más efectivo que los sistemas de dispersión propios de cada una de ellas. La dispersión "pasiva" de estas especies sobre el caparazón de las tortugas puede ser la causa de su propagación a ambos lados del Océano Atlántico e incluso de su entrada en el mar Mediterráneo, como citaron algunos autores para el balano *Chelonibia testudinaria* (Zardus & Hadfield, 2004).

Las tortugas pueden jugar un papel fundamental en el mantenimiento de ciertas especies epibiontes (Badillo, 2007), como las especies específicas de tortugas marinas, para las cuales la densidad poblacional del basibionte es realmente importante, ya que cada individuo representa un hábitat adecuado para su desarrollo, rodeado de una vasta extensión de hábitat inhóspito, por lo que el aumento o el declive de las poblaciones del basibionte afecta de tal forma al epibionte que puede llevarlo tanto a la expansión de sus poblaciones como a su extinción (Zardus & Hadfield, 2004).

4. En los primeros estudios sobre epibiontes de tortugas marinas se tachaba a estas especies como PARASITOS, suponiéndose que les causaban algún daño o perjuicio. No obstante, todos los autores que han profundizado un poco más en el tema, establecen una relación de comensalismo o simbiosis, pero muy pocas especies se han llegado a considerar como parásitos. En un principio se pensaba que los balanos profundizaban fuertemente en el caparazón de la tortuga causándole lesiones graves, pero actualmente se conoce que el balano que más profundiza en el tejido de su hospedador es *Platylepas hexastylus*, el cual no llega nunca a causar lesiones tan graves.

Los estudios de contenido estomacal de las principales especies epibiontes de tortugas marinas (Frick et al. 2004; Badillo, 2007; entre otros) han demostrado que la mayoría de ellos se alimenta de otras especies epibiontes o de organismos del plancton, por lo que su relación con la tortuga se considera realmente como Simbiosis o Comensalismo.

En la actualidad solo se describen como posibles parásitos de tortugas marinas a ciertas especies de copépodos como *Balaenophilus umigameculus* (Ogawa et al., 1997; Badillo et al., 2007) y *Balaenophilus manatorum* (Lazo-Warsem et al., 2007), de los que se considera que puede causar daños en la piel de las tortugas llegando a tener consecuencias en la salud de estos reptiles, ya que se alimenta en los tejidos del hospedador (Badillo et al., 2007). El copépodo encontrado en este trabajo, pero que no ha sido identificado, podría ser el único parásito localizado en este estudio.

5. ADAPTACIONES DE LOS EPIBIONTES: A lo largo del estudio se han observado una serie de diferencias entre los organismos observados y los datos descritos en la bibliografía sobre las mismas especies localizadas en otros hábitats, de lo que se deduce que las especies localizadas en las

tortugas *Caretta caretta* de Canarias han sufrido una serie de adaptaciones importantes a este medio de vida tan peculiar:

a) Reducción de talla: Varias de las especies han presentado tallas inferiores a las descritas en la bibliografía: *Lepas anatifera*, *Conchoderma virgatum*, *Obelia geniculata* y *Fiona pinnata*. Badillo (2007) sugiere que el pequeño tamaño observado en las especies de cirrípedos epibiontes de tortuga boba puede deberse a una colonización *postmortem* de la tortuga. Sin embargo, en este estudio se han localizado tallas similares o inferiores a las observadas por Badillo, en tortugas vivas e incluso en tortugas sanas, por lo que seguramente la reducción de talla sea una adaptación morfológica al sustrato móvil e inestable sobre el que viven, la tortuga, al igual que han descrito otros autores para otras especies (Lambert, 1991a).

b) Predominancia de la reproducción asexual: La mayoría de especies observadas que pueden llevar a cabo reproducción asexual, ha presentado una clara preferencia por este tipo de reproducción. Incluso, hay varias especies que nunca se observaron portando estructuras reproductoras propias de la reproducción sexual, como en el hidroideo *O. geniculata* que nunca presentó gonozooides, o las algas *C. fraccidum* y *C. membranacea* que nunca presentaron estructuras reproductoras, pero se observaron fuertes desarrollos llevados a cabo mediante reproducción asexual. Las únicas algas que presentaron reproducción sexual fueron el alga específica de tortuga boba, *P. caretta*, que esta completamente adaptada a este medio de vida, y el alga parda *H. mitchelliae*, en la que se observaron estructuras reproductoras en la mitad de las tortugas muestreadas. Este dato corrobora que la tortuga supone un medio de vida inestables para algunas de las especies epibiontes.

c) Adelantar la talla de madurez sexual: En varias ocasiones se han observado signos de madurez sexual en ejemplares de tallas inferiores a las descritas en la bibliografía para dichas especies, como por ejemplo *L. anatifera*, *Conchoderma virgatum* y *Fiona pinnata*, lo que, también identifica a la tortuga como un medio muy inestable para los organismos epibiontes.

d) Adaptaciones en la fijación: El cirrípedo *C. virgatum* no presenta placas calcáreas como otros cirrípedos (*L. anatifera*, *L. hilli*, *L. anserifera*, etc.), por lo que su protección ante la exposición aérea y la elevada irradiación es mas baja (Eckert & Eckert, 1987), por ello, este cirrípedo suele tender a adherirse a partes mas profundas del objeto en el que vive, como observaron Ill'in et al. (1978) en cables de boyas de arrastre. Este cirrípedo se ha citado como epibionte común de otras especies marinas, como ballenas, delfines o tortuga laúd, todos ellos grandes buceadores que realizan inmersiones profundas, y la mayoría de ellos habitan a mayor profundidad que la tortuga boba. En el caso de las tortugas *Caretta caretta*, que pasa la mayor parte del tiempo en los primeros 5 metros de la superficie, este cirrípedo se ha adaptado adhiriéndose a las partes ventrales de la tortuga.

Por otro lado, el cangrejo *P. minutus* ha encontrado la zona de menor hidrodinamismo de la tortuga, el hueco que queda entre el caparazón de la tortuga y la cola, en donde se localiza habitualmente, así como los cirrípedos pedunculados han adaptado su forma de fijación al hidrodinamismo que genera la tortuga al moverse acortando su pedúnculo en busca de una mayor estabilidad.

APORTACIONES DE ESTA TESIS DOCTORAL

Los datos obtenidos en el presente trabajo han supuesto una serie de aportaciones a la fauna flora epibionte de tortugas marinas y a la fauna y flora del Archipiélago Canario, que se detallan a continuación:

ESPECIE	APORTACIÓN
<i>Cladophoropsis membranacea</i>	1ª cita como epibionte de tortugas marinas.
<i>Fiona pinnata</i>	1ª cita como epibionte e tortugas marinas.
<i>Ceramium flacidum</i>	1ª cita como epibionte de <i>C. caretta</i> juvenil.
<i>Obelia geniculata</i>	1ª cita como epibionte de <i>C. caretta</i> juvenil del Atlántico.
<i>Hexapleomera robusta</i>	1ª cita como epibionte de <i>C. caretta</i> juvenil del Atlántico.
<i>Caprella andreae</i>	1ª cita para el Archipiélago Canario, ampliando el número de especies de Caprélidos del Archipiélago de 10 a 11 especies.
<i>Polysiphonia caretta</i>	Ampliación de su distribución a todas las islas del Archipiélago Canario.

COMPORTAMIENTO DE LOS EPIBIONTES EN FUNCIÓN DE LA TALLA DE LAS TORTUGAS

Casi todas las especies epibiontes estudiadas, así como los distintos análisis realizados hasta ahora (número de especies por individuo, relaciones entre especies, etc), han resaltado diferencias importantes entre las tortugas según su talla, y sobretodo, en función del estadio del ciclo de vida de la tortuga (en relación a su talla), por lo que parece interesante profundizar un poco mas.

La tabla de la figura 160 muestra las frecuencias observadas de cada especie epibionte (especies frecuentes) en función de los distintos estadios del ciclo de vida de la tortuga boba en el Atlántico Norte descrito en la introducción de esta tesis (Pág. 30-31).

		Frecuencia Total n = 167 -	Oceánica (pasiva) n = 47 (<35cm)	Oceánica (activa) n = 55 (35-50cm)	Transición n = 32 (50-60cm)	Subadulta n = 9 (>60cm)
FLORA	<i>P. carettia</i>	80,50%	68,90%	87,27%	90,63%	66,67%
	<i>H. mitchelliae</i>	48,50%	44,68%	41,82%	50,00%	33,33%
	<i>C. flaccidum</i>	6,50%	0,00%	1,82%	12,50%	77,78%
	<i>C. membranacea</i>	3,60%	0,00%	0,00%	9,38%	44,44%
CNIDARIA	<i>O. geniculata</i>	26,00%	8,51%	23,64%	31,25%	55,56%
MOLLUSCA	<i>F. pinnata</i>	13,60%	14,89%	14,55%	12,50%	0,00%
CRUSTACEA: Cirripedia	<i>L. anatifera</i>	94,10%	91,49%	98,18%	90,63%	77,78%
	<i>C. virgatum</i>	17,20%	23,40%	10,91%	25,00%	0,00%
	<i>P. hexastylus</i>	10,10%	19,15%	3,64%	9,38%	22,22%
CRUSTACEA: Malacostraca	<i>C. andreae</i>	45,60%	40,43%	52,73%	43,75%	11,11%
	<i>H. grimaldii</i>	46,20%	31,91%	58,18%	53,13%	11,11%
	<i>P. chelonophilus</i>	20,10%	14,89%	23,64%	21,88%	33,33%
	<i>H. robusta</i>	29,00%	6,38%	40,00%	40,63%	44,44%
	<i>P. minutus</i>	11,80%	12,77%	14,55%	9,38%	0,00%

Fig. 160. Tabla de frecuencias de las principales especies observadas en función de los respectivos estadios del ciclo de vida de las tortugas muestreadas.

Según los datos dispuestos en la tabla se pueden establecer cuatro grupos de especies epibiontes:

1. Especies presentes en todos los estadios: (Fig. 161.A), compuesto por tres de las cuatro especies mas frecuentes de todo el estudio, el cirripedo lepadomorfo *L. anatifera*, que se localizó en casi todas las tortugas (94.1%), el alga roja específica de tortuga boba, *P. carettia* (80.5%), y la única alga parda observada en este estudio y que se localizó en casi la mitad de las tortugas muestreadas, *H. mitchelliae* (48.5%). Es importante destacar que aunque estas 3 especies colonizaron tortugas de todos los estadios, presentan una mayor preferencia por los estadios oceánicos y de transición, que por el estadio subadulto.

2. Especies colonizadoras de tortugas oceánicas: (Fig. 161.B), ya que se localizaron en frecuencias mucho mas altas en los estadios oceánicos o de transición que en el estadio subadulto, como *C. andreae* y *H. grimaldii*, o incluso aquellas que no se observaron nunca en tortugas subadultas, como el nudibranchio *F. pinnata*, el cirripedo *C. virgatum*, y el brachyura *P. minutus*. Las tres últimas son especies que solo están presentes en hábitats oceánicos.

3. Especies que colonizan mayoritariamente tortugas subadultas: (Fig. 161.C), ya que se localizaron en frecuencias mucho mayores en tortugas subadultas que en juveniles oceánicas, como el gammárido específico de tortugas marinas *P. chelonophilus* y el hidroideo *O. geniculata*, así como aquellas que no colonizaron nunca o casi nunca tortugas en estadios oceánicos, como las algas *C. flaccidum* y *C. membranacea*. Las 3 últimas son especies que frecuentan comúnmente hábitats neríticos.

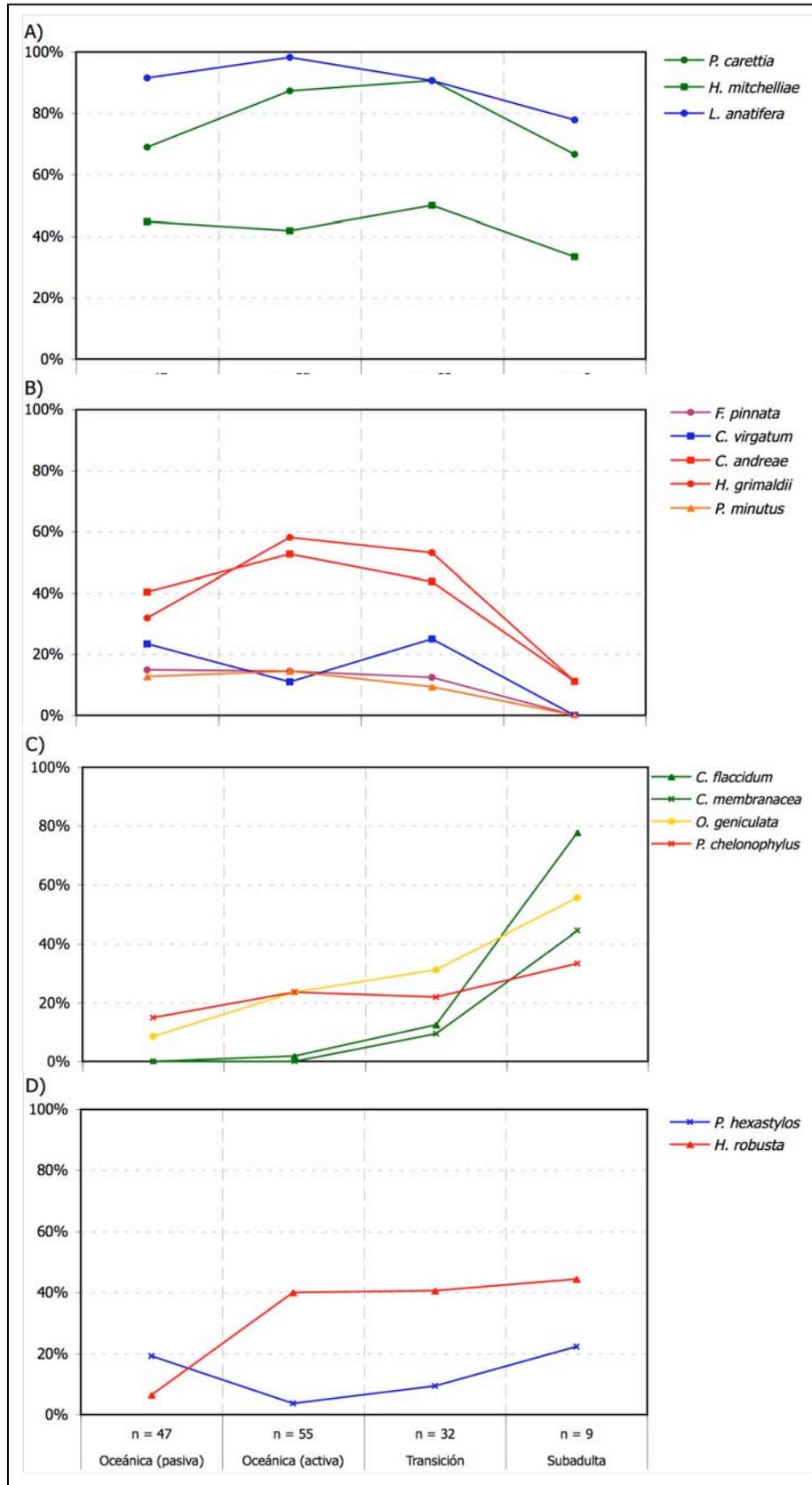


Fig. 161. Gráficos de frecuencias de las principales especies observadas en función de los respectivos estadios del ciclo de vida de las tortugas muestreadas. A) Especies que colonizan todos los estadios; B) Especies puramente pelágicas; C) Especies que colonizan mayoritariamente tortugas subadultas. D) especies que presentaron un patrón diferente. (Flora = líneas verdes; Cirripedos = líneas azules; Malacostráceos = líneas rojas; Cnidario = línea amarilla; Nudibranquio = línea morada).

4. Especies que presentaron un patrón diferente: (Fig. 161.D) como el balano *P. hexastylus*, que presentó frecuencias mayores en tortugas oceánicas pasivas y en tortugas subadultas, y el tanaidáceo *H. robusta* que presentó frecuencias similares en todos los estadios a excepción del oceánico pasivo.

La clara preferencia de determinadas especies por colonizar tortugas en un estadio concreto, y de otras especies por colonizar otros estadios, indica que existe una diferencia, ya sea de comportamiento o en el hábitat que frecuentan, entre las tortugas en función del estadio de su ciclo de vida en el que se encuentran. El hecho de que las especies que colonizan mayoritariamente los estadios oceánicos de la tortuga boba sean especies que habitan general o únicamente el hábitat oceánico, así como que las especies que colonizan las tortugas en estadio subadulto, sean especies con preferencia por los hábitats neríticos, confirma, sin dejar lugar a dudas, que existe un cambio ontogénico de hábitat en las tortugas que frecuentan el archipiélago Canario, al pasar del estadio juvenil oceánico al estadio subadulto, y con un límite muy claro alrededor de los 60cm de LCC_{min}. Estos datos corroboran las teorías expuestas por Bolten (2003a,b) y Bjorndal et al. (2000, 2003), entre otros, sobre el ciclo de vida de la tortuga boba, y señalan que en Canarias existen, no solo tortugas juveniles, sino que hay un pequeño porcentaje de tortuga subadultas.

Además, el hecho de que las tortugas localizadas en Canarias de entre 50 y 60cm de LCC_{min}, presenten en sus caparazones frecuencias importantes de especies pertenecientes a los cuatro grupos descritos anteriormente, confirman las teorías descritas por Laurent et al. (1998) y Bolten (2003a,b), entre otros, sobre la existencia de un estadio de transición en el que dichas tortugas se mueven entre ambos hábitats, oceánico y nerítico, entrando y saliendo de uno a otro. Mas concretamente, corrobora la hipótesis de Tiwari et al. (2002), que sugiere la existencia de este estadio de transición en las costas noroccidentales del continente Africano.

Es importante tener en cuenta que el ciclo de vida de la tortuga boba establecido actualmente, y descrito en la introducción de esta tesis (Pág.30-31), se basa en los datos obtenidos de las poblaciones mas intensamente estudiadas hasta la fecha en el océano Atlántico, que son las poblaciones americanas, y concretamente las que nidifican en la costa este de EE.UU. Hasta hace bien poco se desconocía por completo la existencia de poblaciones nidificantes de esta especie en la parte oriental del Océano Atlántico, pero en 1997, López-Jurado et al. (2000), descubrieron, en el archipiélago de Cabo Verde, la segunda población mas importante de tortuga boba del Atlántico. Monzón-Argüello (2010) comprobó mediante estudios genéticos, que los ejemplares juveniles de las poblaciones americanas, mexicana y una parte de la caboverdiana, se agrupaban en determinadas zonas de alimentación del Atlántico norte, en proporciones similares a las estimas de nidos y hembras dadas para cada una de estas poblaciones.

Para las poblaciones americanas, las tortugas desaparecen de sus costas nada mas nacer, para adentrarse en los grandes sistemas de corrientes del Atlántico norte, en donde pasan su etapa juvenil oceánica, hasta alcanzar una talla adecuada (Snover et al., 2005, la establecieron en 54cm de LCC_{min}), a partir de la cual comienzan a reclutarse en las costas de EE.UU ejemplares juveniles que se adentran en hábitats neríticos, mas ricos y variados en alimento, hasta conseguir la energía suficiente para alcanzar la madurez sexual y comenzar su etapa reproductiva.

En EE.UU la talla media aproximada de las tortugas que nidifican en sus costas es de 92.5cm, con una talla mínima de unos 80cm y un máximo de 110cm de LCC_{min} (Kamezaki, 2003). Por el contrario, la población de tortuga boba nidificante en Cabo Verde es bastante mas pequeña, con una talla media de 81.8cm, una mínima de 67cm y una máxima de 106cm de LCC_{min} (Varo-Cruz, 2007). Existen mas de 10cm de diferencia entre una población y otra, tanto en la talla media como en el tamaño mínimo a partir del cual comienzan su vida reproductiva. Además de la diferencia de talla, la población de tortuga boba nidificante en Cabo verde presenta otras dos características que la diferencian de las poblaciones americanas: la primera, es que se trata de una población que nidifica en un archipiélago oceánico y no en una región continental; y la segunda es que los adultos de esta población presentan dos comportamientos alimenticios diferentes, la mayoría de ellos se alimenta pelágicamente en zonas oceánicas frente a las costas de Senegal y Gambia, principalmente, y otros se alimentan bentónicamente en regiones neríticas de las costas de Guinea y Sierra Leona (Hawkes et al., 2006).

Estas grandes diferencias podrían marcar el ciclo de vida de las tortugas pertenecientes a la población de Cabo Verde, modificando el patrón establecido por los investigadores americanos. En primer lugar, si las tortugas adultas caboverdianas son mas pequeñas, las fases del ciclo de vida, las tallas establecidas para estas, y el tiempo estimado para cada fase podría también ser menor. En segundo

lugar, si las tortugas adultas de Cabo Verde se alimentan pelágicamente en zonas oceánicas, ¿presentan estas tortugas un estadio juvenil nerítico?. Y por último, si estas tortugas presentan un estadio juvenil nerítico, ¿dónde lo llevan a cabo?, y ¿a partir de qué talla pasan del medio oceánico al nerítico?.

Contestar a estas preguntas es realmente complicado, ya que el comportamiento oceánico de las tortugas adultas caboverdianas parece indicar que las tortugas de esta población podrían no presentar estadio juvenil nerítico como las de las poblaciones americanas, sino que todos sus estadios podrían producirse en áreas oceánicas. Sin embargo, los estudios genéticos realizados por Tiwari et al. (2002) con las tortugas localizadas en las costas de Marruecos, y por Monzón-Argüello con las tortugas de las costas Atlánticas de Francia (datos no publicados) y por Carreras et al. (2006) en España (Andalucía), indican un alto porcentaje de tortugas caboverdianas, lo que podría indicar la existencia de un estadio juvenil nerítico de las tortugas caboverdianas en las costas europeas y africanas.

En todo caso, los datos obtenidos a través de los epibiontes estudiados en esta tesis, indican claramente que en Canarias (situada entre Cabo Verde y Europa, y frente a las costas de Marruecos) se localizan tortugas juveniles en su estadio oceánico ($LCC_{min} < 50\text{cm}$) (que son las mas abundantes); tortugas con un comportamiento claramente nerítico ($LCC_{min} > 60\text{cm}$); y un grupo de tortugas con un comportamiento oceánico y nerítico al mismo tiempo (LCC_{min} entre 50cm y 60cm). Si las tortugas de poblaciones americanas (mas grandes) comienzan su estadio juvenil nerítico a partir de los 54cm de LCC_{min} , las tortugas pertenecientes a la población de Cabo Verde podrían comenzar con tallas inferiores, ajustándose completamente al estadio de transición descritos para las poblaciones americanas (Fig. 162). Por consiguiente, ¿podría ser que el estadio de transición descrito por Tiwari et al. (2002) en la costa occidental africana, fuese en realidad el estadio juvenil nerítico de las tortugas de la población caboverdiana?

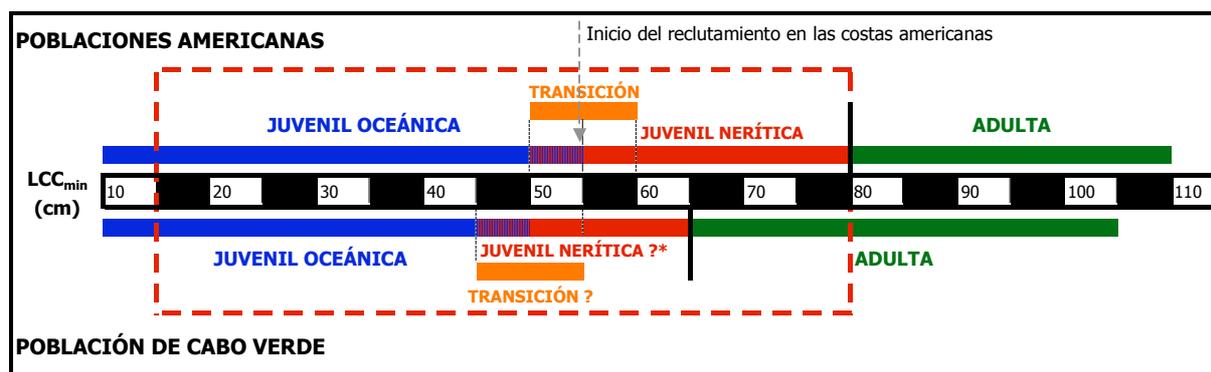


Fig. 162. Hipótesis del ciclo de vida de las tortugas *Caretta caretta* de las poblaciones americanas (EE.UU), según Bolten (2003b) y la población nidificante en Cabo Verde. El recuadro rojo (línea discontinua) marca el rango de tallas de las tortugas que pueden observarse en las aguas del archipiélago canario.

Es importante tener en cuenta que la población caboverdiana nidifica en un archipiélago oceánico y la mayor parte de ella se alimenta en hábitats oceánicos, por lo que suponer que la fase juvenil nerítica de estas tortugas pueda ser realmente una fase oceánica-nerítica, no suena tan descabellado.

Si esto fuera así, en el archipiélago Canario se agruparían, por un lado, tortugas procedente de distintas poblaciones de las costas americanas (EE.UU y México) y del archipiélago de Cabo Verde (como confirmó Monzón-Argüello, 2010, mediante estudios genéticos), y por otro lado, tortugas en diferentes fases de dos ciclos de vida, similares, pero descompensados temporalmente (Fig. 162).

Los estudios de seguimiento por satélite llevados a cabo con ejemplares de tortuga boba del archipiélago canario por Varo-Cruz (datos no publicados), revelan una amplia diversidad de movimientos: tanto tortugas que permanecen en las islas del archipiélago canario largas temporadas (Mapas 4 y 5, Anexo 5); como tortugas que se desplazan hasta las costas europeas de Portugal y España (Mapas 2 y 7, Anexo 5); o tortugas que se dirigen a las zonas de afloramiento del continente africano, e incluso que van bajando por la costa, parece ser que en dirección a Cabo Verde (Mapa 6, Anexo 5); hasta tortugas que atraviesan el océano atlántico alcanzando las costas americanas (Mapas

3, Anexo 5) o dirigiéndose hacia ellas (Mapa 1, Anexo 5). Esta disparidad de movimientos podría ser el resultado del agrupamiento de varias poblaciones (dato ya confirmado), junto con el solapamiento de dos ciclos de vida diferentes en función de la talla y del origen de las tortugas.

Es importante tener en cuenta que la tortuga boba en su etapa juvenil presenta crecimiento compensatorio (Bjorndal et al., 2003), por lo que tortugas de la misma talla pueden tener edades muy diferentes, e incluso encontrarse en fases distintas del ciclo de vida, lo que complica aún más la interpretación de su comportamiento en función de la talla. Sin embargo, el estudio de epibiontes de las tortugas localizadas en Canarias no deja lugar a dudas en que las tortugas con tallas superiores a 60cm (LCC_{min}) presentan un comportamiento preferentemente nerítico, que pueden realizar en las costas de las islas del archipiélago, o en las costas africanas o del sur de Europa, y que existe un grupo de tortugas intermedio, con un comportamiento oceánico-nerítico (el denominado por Bolten, Tiwari y otros autores como estadio de transición).

Otro dato interesante es el hecho de que en Canarias también se encuentren tortugas originarias de poblaciones mexicanas (Monzón-Argüello, 2010), y además, en mayores proporciones que en los archipiélagos macaronésicos de Azores y Madeira (Monzón-Argüello, 2010), posiblemente causado por una distribución selectiva de las tortugas en función de la latitud magnética como teorizó Monzón-Argüello (2010) gracias a estudios genéticos. Este hecho añade una nueva posibilidad, que consiste en que las tortugas de mayor tamaño, con comportamiento claramente nerítico, localizadas en Canarias, puedan ser tortugas de las poblaciones mexicanas que realizan en Canarias y sus alrededores su etapa juvenil nerítica, pero, los estudios genéticos antes mencionado de las costas europeas y africanas no corroboran esta hipótesis.

Por ahora, este estudio de epibiontes no nos permite confirmar ninguna de las teorías expuestas en este apartado, pero, nos abren nuevas posibilidades para la interpretación del comportamiento de las tortugas *Caretta caretta* localizadas en la parte oriental del Atlántico norte.

La combinación de estudios de disciplinas diferentes puede ser realmente útil, como por ejemplo, la combinación de: 1. Estudios genéticos, para conocer con exactitud el origen de las tortugas; 2. Estudios de epibiontes, para conocer el comportamiento de la tortuga justo antes de su captura; y 3. Estudios de seguimiento por satélite, para conocer sus movimientos durante un período de tiempo determinado tras su captura, podrían ser la herramienta fundamental para poder descifrar el intrincado mundo de las tortugas del Atlántico norte.



C.C. Forde

*Que es mi barco mi tesoro,
que es mi dios la libertad,
mi ley, la fuerza y el viento,
mi única patria, la mar.*

*Son mi música mejor
aquilones,
el estrépito y temblor
de los cables sacudidos,
del negro mar los bramidos
y el rugir de mis cañones.*

J. Espronceda (fragmento)

CONCLUSIONES GENERALES

1. Las tortugas marinas constituyen auténticos ecosistemas marinos en movimiento, ya que proporcionan el medio físico para el asentamiento de un conjunto de especies que se interrelacionan entre si y con la propia tortuga.
2. Las especies epibiontes observadas interactúan unas con otras de diversas maneras y en diversos grados, localizándose, tanto interacciones de comensalismo, como la que se produce entre las algas epibiontes y las cuatro especies de crustáceos malacostráceos observadas, en el que las primeras proporcionan el ambiente idóneo para el desarrollo de las segundas, hasta tal punto que tres de ellas llegan a realizar cuidados parentales prolongados; interacciones de predador-presa, como el nudibranquio *F. pinnata* que se alimentan activamente del cirrípedo *L. anatifera*, o el cangrejo *P. minutus* que también se alimenta de este cirrípedo y de su congénere *C. virgatum* o del crustáceo *C. andreae*; o interacciones negativas, mostradas por especies que nunca se localizaron juntas sobre una misma tortuga, como las tres especies puramente oceánicas (*F. pinnata*, *C. virgatum* y *P. minutus*) con las dos algas preferentemente neríticas (*C. flaccidum* y *C. membranacea*).
3. Las especies epibiontes observadas interactúan con el medio en el que viven, la tortuga, estableciendo una serie de beneficios y perjuicios correspondientes a la propia interacción. Los epibiontes se benefician al encontrar una menor competencia por el espacio, ya que pocas especies son capaces de soportar estas condiciones; del elevado aporte de nutrientes provocado por las turbulencias que genera la tortuga al moverse; de la elevada irradiación debida a que la tortuga habita principalmente los 5 primeros metros de la superficie marina; y de un medio de dispersión "pasivo" formidable; aunque también son víctimas del estrés fisiológico provocado por los bruscos cambios de hábitat que realiza la tortuga y de la inestabilidad que supone vivir sobre un organismo vivo que realiza grandes movimientos oceánicos. Por otro lado, la tortuga se beneficia de la protección ante la desecación que le proporcionan los epibiontes cuando salen a realizar las puestas; se aprovechan las defensas mecánicas de los propios epibiontes, (por ejemplo, las células urticantes de los hidroideos); se sirven de ellos a modo de camuflaje (tanto visual como químico); y aprovechan el "servicio de limpieza" de los propios epibiontes entre ellos, e incluso la limpieza de sus heridas, como en es el caso del gammárido específico de tortugas marinas *P. chelonophilus*.
4. El estudio de los epibiontes de un organismo nos permite conocer características del basibionte a través de las características propias de las especies que lo colonizan. Por ejemplo: la presencia de especies exclusivas de hábitats oceánicos como *F. pinnata*, *C. virgatum* y *P. minutus* indican que la tortuga proviene directamente de estos hábitats, o por el contrario, la presencia de especies con preferencias neríticas como las algas *C. flaccidum* y *C. membranacea*, o el hidroideo *O. geniculata* indican que dicha tortuga ha frecuentado el dominio nerítico; la presencia de cantidades importantes de larvas *cipris* de cirrípedos pedunculados como *L. anatifera* y *C. virgatum*, indican que la tortuga ha frecuentado zonas de afloramientos importantes como el afloramiento sahariano; o la presencia del balano *P. hexastylus* indica

- que la tortuga procede de una zona de intercambio de masas de agua tales como el afloramiento sahariano, o la región del Estrecho de Gibraltar.
5. El estudio de epibiontes de grandes vertebrados marinos como las tortugas marinas presenta una enorme complejidad causada, en primer lugar, porque desconocemos completamente las condiciones ambientales a las que estaba sometido el ecosistema completo, es decir, tanto el basibionte como sus epibiontes; en segundo lugar, por la imposibilidad de realizar muestreos periódicos que puedan mostrar la evolución del proceso de epibiosis; y por último, por la gran disparidad de metodologías de muestreo utilizadas por los distintos grupos, que hacen muy difícil discernir si las diferencias/similitudes se deben a sesgos metodológicos o a factores geográficos o característicos de cada grupo de tortugas.
 6. Esta tesis doctoral es el primer estudio detallado de los organismos epibiontes de la tortuga boba, *Caretta caretta*, del archipiélago canario, localizándose un total de 29 taxones pertenecientes a las tres grandes divisiones de vegetales marinos (7 especies), y a 6 grandes filos de fauna marina (22 taxones), siendo los componentes principales el cirrípedo pedunculado *Lepas anatifera* y el alga roja específica de la tortuga boba, *Polysiphonia caretta* (localizados en el 94.1% y el 80.5% de las tortugas muestreadas respectivamente), y citándose por primera vez dos nuevas especies, *Fiona pinnata* y *Cladophoropsis membranacea*, como epibiontes de tortugas marinas.
 7. De los 29 taxones localizados sobre los caparazones de las tortugas *Caretta caretta* de Canarias, las especies más relevantes, denominadas especies frecuentes ya que se observaron en más del 3% de las tortugas muestreadas, son: 4 especies de algas, *Polysiphonia caretta* (específica de tortugas marinas y con elevado peso en esta colonización), *Hincksia mitchelliae*; *Ceramium flaccidum*, y *Cladophoropsis membranacea* (primera cita como epibionte de tortugas marinas); 1 cnidario hidroideo, *Obelia geniculata*; 1 molusco nudibranquio, *Fiona pinnata* (que constituye la primera cita de esta especie como epibionte de tortugas marinas y de un nudibranquio en estadios juveniles de tortugas marinas); 3 especies de crustáceos cirrípedos, *L. anatifera* (que es la especie dominante de la colonización de estas tortugas), *Conchoderma virgatum* y *Platylepas hexastylus*; y 4 especies de crustáceos peracáridos, *Hyale grimaldii*; *Caprella andreae*, *Hexapleomera robusta* y *Podocerus chelonophilus* (especies específicas de tortugas marinas); y 1 crustáceo decápodo, *Planes minutus*.
 8. Cada individuo de *C. caretta* localizado en Canarias transportaba una media de 5.3 especies por tortuga (con rangos de entre 1 y 14 especies), un número relativamente bajo, cuya estructura básica está constituida por: 1 ó 2 algas; 1 crustáceo cirrípedo (generalmente *L. anatifera*); 0 ó 2 crustáceos malacostráceos; 1 de las especies frecuentes restantes; y 0 ó 1 especies poco frecuentes o accidentales.
 9. El número de especies por individuo aumenta proporcionalmente a la talla de la tortuga, reflejándose en un aumento en el número de especies poco frecuentes que colonizan el caparazón, debido principalmente a que las tortugas conforme

van creciendo se van desplazando cada vez con mas frecuencia hacia ambientes neríticos.

10. Todas las especies epibiontes localizadas sobre los caparazones de las tortugas muestreadas han mostrado una fuerte homogeneidad en sus frecuencias para los 3 años de estudio, lo que demuestra que la relación entre estas especies y las tortugas *Caretta caretta* de Canarias no es algo puntual u ocasional, sino que es estable y constante en el tiempo.
11. La distribución de los epibiontes sobre el caparazón de la tortuga boba de Canarias no es aleatoria, sino que constituye la respuesta al comportamiento de la propia tortuga, lo que nos permite interpretar diferentes comportamientos de un solo golpe de vista. Así pues, en las tortugas localizadas en aguas de Canarias, una distribución *Dispersa* de los epibiontes indica colonizaciones primarias, de lo que se deduce que dicha tortuga acaba de realizar un cambio brusco de hábitat donde las anteriores colonias han sido eliminadas; la colonización del tercio posterior del caparazón (*Caudal*) indica comportamientos claramente oceánicos; la colonización circular que cubre los bordes del caparazón (*Corona*) es característica de tortugas en estadio de transición, o que salen de hábitats neríticos hacia hábitats oceánicos; por ultimo, una colonización que cubre densamente la totalidad del caparazón (*Total*) indica un claro comportamiento nerítico, además de indicar fenómenos de brumación.
12. Una gran parte de las especies epibiontes observadas han sufrido adaptaciones morfológicas y fisiológicas de mayor o menor grado, tales como: reducción de la talla, predominancia de la reproducción asexual, adelanto de la edad/talla de madurez sexual, aumento de la tasa de crecimiento, reproducción continua, etc., todas ellas características propias de una adaptación a un medio de vida inestable.
13. Las similitudes observadas entre la colonización de epibiontes de las tortugas localizadas en Canarias y las tortugas muestreadas en los archipiélagos macaronésicos de Azores y Madeira, indica una fuerte relación entre las tortugas que circundan estos 3 archipiélagos macaronésicos como ya indicaron otros autores.
14. Las grandes similitudes observadas entre la colonización de epibiontes de las tortugas localizadas en Canarias con las tortugas que frecuentan las aguas del Mediterráneo occidental indican una fuerte relación entre ambos grupos de tortugas, corroborando las teorías de entrada y salida de individuos atlánticos al Mediterráneo occidental a través del Estrecho e Gibraltar.
15. Todas las especies epibiontes observadas son grandes cosmopolitas, lo que indica que las tortugas *C. caretta* se desplazan activamente entre diferentes hábitats. Además, la asincronía observada en la estacionalidad reproductiva de algunas especies epibiontes indica que las tortuga localizadas en Canarias no pasan largas temporadas en estas aguas sino que se desplazan entrando y saliendo de estas, como se ha observado gracias a estudios de seguimiento por satélite.
16. Todas las especies epibiontes localizadas en las tortugas *C. caretta* de Canarias han presentado fuertes diferencias en la frecuencia de colonización de las

tortugas en función de su talla y del estadio del ciclo de vida, indicando claramente que en Canarias existen tortugas con comportamientos diferentes en función de la talla, y estableciendo un límite claro alrededor de los 60cm de LCC_{min} .

17. La presencia de tortugas de hábitos claramente neríticos en el archipiélago canario indica que en Canarias se agrupan tortugas no solo de diferentes poblaciones, sino que se encuentran en diferentes fases de su ciclo de vida.
18. El estadio nerítico observado en tortugas localizadas en Canarias plantea la posibilidad de que el estadio Transitorio descrito para el ciclo de vida de la tortuga boba por varios autores, pueda ser realmente el estadio juvenil nerítico de las tortugas de la población nidificante en Cabo Verde, con características especiales debidas a que se trata de una población que nidifica en un archipiélago y a que la alimentación de sus ejemplares adultos es mayoritariamente pelágica en lugar de bentónica.
19. La conjunción de diversas disciplinas, como: estudios Genéticos, que nos permiten conocer el origen la tortuga; de Epibiontes, para conocer el comportamiento de la tortuga justo antes de ser capturada, y de Seguimiento por Satélite, para conocer sus movimientos y comportamientos post-captura, podrían constituir la herramienta adecuada para descifrar de una vez por todas el misterioso ciclo de vida de la tortuga boba en el Atlántico Norte y sus "*años perdidos*".



C.C. FORDE

*Y del trueno
al son violento,
y del viento
al rebramar,
yo me duermo
sosegado,
arrullado
por el mar.*

*Que es mi barco mi tesoro,
que es mi dios la libertad,
mi ley, la fuerza y el viento,
mi única patria, la mar.*

J. Espronceda (fragmento)

REFERENCIAS
BIBLIOGRÁFICAS

- Abelló P. & Macpherson E. 1992. Epibiosis and rhizocephalan infestation patterns in relation to the reproductive biology of *Lithodes ferox* (Filhol, 1885) (Anomura: Lithodidae). *J. Crust. Biol.*, 2 (4): 561-570
- Adema J.P.H.M. 1991. De krabben van Nederland en België (Crustacea, Decapoda, Brachyura). Nationaal Natuurhistorisch Museum, Leiden: I-XII + 1-244 + pl- 1-2.
- Afonso-Carrillo & Gil-Rodríguez M.C. 1982. Aspectos biogeográficos de la flora ficológica de las Islas Canarias. *Actas II Simposio Ibérico de Estudios del Bentos Marino*, 3: 41-48.
- Afonso-Carrillo J. & Sansón M. 1989. Clave ilustrada para la determinación de los macrófitos marinos bentónicos de las Islas Canarias. *Dept. Biología Vegetal. Univ. La Laguna*. 55pp.
- Afonso-Carrillo J. & Sansón M. 1999. Algas, hongos y fanerógamas marinas de las Islas Canarias. Clave analítica. Servicio de Publicaciones de la Universidad de La Laguna. 254pp.
- Afonso-Carrillo J., Pinedo S. & Elejabeitia Y. 1992. Notes on the benthic marine algae of the Canary Islands. *Cryptogamie Algol.*, 13: 281-290.
- Albert the First. 1989. Sur le development des tortues *T. caretta*. *Societe de Biologie*, 50: 10-11.
- Alonso L. 2007. Epibiontes asociados a la tortuga verde juvenil (*Chelonia mydas*) en el área de alimentación y desarrollo de Cerro Verde, Uruguay. Tesina para obtención de Licenciatura Biología, Univ. Buenos Aires. 60pp.
- Alonso L., Estrades A., Scarabino F. & Calcagno J. 2010. *Conchoderma virgatum* (Spengler, 1790) (Cirripedia: Pedunculata) associated with sea turtles in Uruguayan shallow coastal water. *Pan-American Journal of Aquatic Sciences*, 5 (1): 166-168.
- Altuna A. 2003. Bibliografía de los Cnidarios de la Península Ibérica e Islas Baleares. Proyecto Fauna Ibérica, Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid. <http://www.fauna-iberica.mncn.csic.es/htmlfauna/CV/Altuna.pdf>
- Anderson M.J. & Underwood A.J. 1994. Effects of substratum on the recruitment and development of an intertidal estuarine fouling assemblage. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 184: 217-236.
- Anil A.C., Desai D. & Khandeparker L. 2001. Larval development and metamorphosis in *Balanus amphitrite* Darwin (Cirripedia; Thoracica): significance of food concentration, temperatura and nucleid acids. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 263: 125-141.
- Arístegui J., Hernández-León S., Montero M.F. & Gómez M. 2001. The seasonal planktonic cycle in coastal waters of the Canary Islands. *Sci. Mar.* (in press).
- Arístegui J., Sangrá P., Hernández-León S., Cantón M., Hernández-Guerra A. & Kerling J.L. 1994. Island-induced eddies in the Canary Islands. *Deep-Sea Res.I.*, 41: 1509-1525.
- Arístegui J., Tett P., Hernández-Guerra A., Basterretxea G., Montero M.F., Wild K., Sangrá P., Hernández-León S., Cantón M., García-Braun J.A., Pacheco M. & Barton E.D. 1997. The influence of island-generated eddies on chlorophyll distribution: A study of mesoscale variation around Gran Canaria. *Deep-Sea Res.I.*, 44: 71-96.
- Ayre D.J. 1990. Population subdivision in Australian temperate marine invertebrates: larval connections versus historical factors. *Aust. J. Ecol.*, 15: 403-411.
- Bacallado J.J. 1984. Fauna (marina y terrestre) del Archipiélago Canario. Ed. Edirca. 356pp.
- Badillo F.J. 2007. Epizoitos y parásitos de la tortuga boba (*Caretta caretta*) en el Mediterráneo occidental. PhD Thesis. Facultad de Ciencias Biologiques. Universitat de Valencia. 262pp.
- Badillo F.J., Puig L., Montero F.E., Raga J.A., & Aznar L. 2007. Diet of *Balanophilus* spp. (Copepoda: Harpacticoida): feeding on keratin at sea?. *Marine Biologoy*, 115: 751-758.
- Báez J.C., Camiñas J.A. & Flores-Moya A. 2005. La Tortuga Boba: Todo un ecosistema marino. *Spin Cero*, 2005: 39-41.
- Báez J.C., Camiñas J.A., Valeiras J. & Flores-Moya A. 2004. Catálogo Florístico de las macroalgas epizocicas de tortuga boba *Caretta Caretta* (Linnaeus 1758) y tortuga verde *Chelonia mydas* (Linnaeus 1758) en el Mediterráneo Occidental y aguas adyacentes. Poster. Congreso Español de Herpetología. Julio 2004.
- Báez J.C., Camiñas J.A., Valeiras J., Conde F. & Flores-Moya A. 2001. First record of the epizoic red seaweed *Polysiphonia caretta* Holleberg in the Mediterranean sea. *Acta Botanica Malacitana*, 26: 197-201.

- Báez J.C., Camiñas J.A., Valeiras J., Conde F. & Flores-Moya A. 2002. Lista preliminar de las Macroalgas Epizoóticas que crecen sobre las tortugas Caguamas en el Mar Mediterráneo Occidental. *Marine Turtle Newsletter*, 98: 3-4.
- Báez M. & Sánchez-Pinto L. 1983. *Islas de fuego y agua. Canarias, Azores, Madeira, Salvajes, Cabo Verde*. Ed. Edirca. 184pp.
- Baier R.E. 1981. Early events of micro-biofouling of all heat transfer equipment. In: Somerscales E.F.C. & Knudsen J.G. (eds): *Fouling of heat transfer equipment*. Hemisphere Publ. Corp., Washington: 293-304.
- Baier R.E. 1984. Initial events in microbial film formation. In: Costlow J.D. & Tipper R.C. (eds): *Marine biodetermination: an interdisciplinary study*. E. & F.N. Spon Ltd., London: 57-62.
- Baier R.E. 1999. *Biofilms & Biodiversity: The sequence of Fouling and Engineering Materials in the sea*. Ph.D. Univ. of Buffalo. <http://www.mdsg.umd.edu/Education/biofilm/baier.htm>
- Baker J.H. & Orr D.R. 1986. Distribution of epiphytic bacteria on freshwater plants. *J. Ecol.*, 74: 155-165.
- Bakus G.J., Targett N.M. & Schulte B. 1986. Chemical ecology of marine organism: an overview. *J. Chem. Ecol.*, 12 (5): 951-987.
- Balazs G.H. & Ross E. 1974. Observations on the basking habit in the captive juvenile Pacific green turtle. *Copeia* 1974(2): 542-544.
- Balazs G.H. 1985. Impact of oceans debris on marine turtles: entanglement and ingestion. In: Shomura R.S. & Yoshida H.O. (eds.): *Proceedings of the Workshop on the Fate and Impact of Marine Debris*, 27-29 nov 1984, Honolulu, Hawaii. US Dept. Commerce, NOAA Tech. Memo. NMFS: 387-429.
- Barcia-Leal C., Guillerme M.I., Fernández-Pulpeiro E. & Cremades J. 1995. Efectividad de las pinturas antifouling en el Puerto de Vigo (Galicia, N.O. de la Península Ibérica). *Nova Acta Científica Compostelana (Biología)*, 5: 251-266.
- Barkai A. & McQuaid C. 1988. Predator-prey role reversal in a marine benthic ecosystem. *Science N.Y.*, 242: 62-64.
- Barnard, J.L. 1966. A new genus of Galapagan amphipod inhabiting the bucal cavity of the seaturtle, *Chelonia mydas*. *Proceedings of the Symposium on Crustacea held at Ernakulam from January 12 to 15, 1965*, part 1. Marine Biological Association of India, Symposium series 2: 119-125.
- Barnard J.L., Thomas J.D. & Sandved K.B. 1988. Behaviour of gammaridean Amphipoda: *Corophium*, *Grandidierella*, *Podocerus* and *Gibberosus* (American *Megaluropus*) in Florida. *Crustaceana*, suppl. 13: 234-244.
- Barnard K.H. 1950. Descriptive catalogue of South African decapod Crustacea (crab and shrimps). *Ann. South African Mus.*, 38: 1-837.
- Barnes D.K.A. 2001. Ancient homes for hard-up hermit crabs. *Nature* 412, 785-786.
- Barton E.D. 1985. Structure and variability of the central water mass front off Cabo Blanco. *Int. Symp. Vpw. W.Afr. Inst. Inv. Pesq. Barcelona*, I: 49-61.
- Bassindale R. 1936. The developmental stages of three English barnacles, *Balanus balanoides* (Linn.), *Chthamalus stellatus* (Poli) and *Verruga stroemia* (O.F. Müller). *Proceedings of the Zoological Society of London* 106: 57-74.
- Bayer F.M. 1963. Observations on pelagic Mollusks associated with the siphonophores *Velella* and *Physalia*. *Bull. Mar. Sci. Gulf Caribb.*, 13 (3): 454-466.
- Bazzaz F.A., Chiariello N.R., Coley P.D. & Pitelka L.F. 1987. Allocating resources to reproduction and defense. *BioSci.*, 37 (1): 58-67.
- Beckett J.S. 1968. New records of the barnacle, *Conchoderma virgatum*, in the northwest Atlantic. *Journal of Fisheries Research Board of Canada*, 25: 1207-1210.
- Beeman R.D. & Williams G.C. 1980. Opisthobranchia and Pulmonada: the sea slug and allies. In: Morris R.H., Abbott D.P. & Haderlie E.C. (Eds): *Intertidal invertebrates of California*. Stanford University. Chapter 14: 308-354.
- Bellan-Santini D. 1964. Influence de la pollution sur quelques peuplements superficiels de substrat rocheux. *Comm. Int. Explor. Sci. Mer. Medit. Symp. Pollut. Mar. Par. Microorgan. Prod. Petrol.*, 127-131.
- Bellan-Santini D. 1969. Contribution a l'étude de peuplements infralittoraux sur substrats rocheux (étude qualitative et quantitative de la frange supérieure). *Recl. Travail Station marine d'Endoume*, 47 (63): 5-294.
- Bentivegna F., Cirino P. & Toscano A. 1993. Care and Treatment of Loggerhead Sea Turtles from the Gulf of Naples, Italy. *Marine Turtle Newsletter*, 61: 6-7.
- Benzie J.A.H. 1994. Patterns of gen flow in the Great Barrier Reef and Coral Sea. In: Beaumont A.R. (Ed.): *Genetics and Evolution of Aquatic Organisms*. Chapman and Hall, 67-79.

- Bjorndal K.A. 1997. Foraging ecology and nutrition in sea turtles. In: Lutz P.L. & Musick J.A. (eds.): The Biology of sea turtles. CRC Press, Boca Ratón: 199-232.
- Bjorndal K.A., Bolten A.B. & Martins H.R. 2000. Somatic growth model of juvenil loggerhead sea turtles *Caretta caretta*: duration of pelagic stage. *Mar Ecol Prog Ser*, 202: 265-272.
- Bjorndal K.A., Bolten A.B., Dellinger T., Delgado C. & Martins H.R. 2003. Compensatory growth in oceanic loggerhead sea turtles: response to a stochastic environment. *Ecology*, 84(5): 1237-1249.
- Bjorndal K.A., Bolten A.B., Gordon J. & Camiñas J.A. 1994. *Caretta Caretta* (loggerhead) growth and pelagic movements. *Herpetol Rev.*, 25: 203-204.
- Boero F. 1981. Systematics and ecology of the hydromedusae: some cases of difficult interpretation. *Mem. Biol. Mar. Oceanogr. Suppl.*, 10: 141-147.
- Boero F. 1984. The ecology of marine hydroids and effects of environmental factors: A review. *P.S.Z.N. I: Mar. Ecol.*, 5 (2): 93-118.
- Boero F., Chessa L., Chimenz C. & Fresi E. 1985. The zonation of epiphytic hydroids on the leaves of some *Posidonia oceanica* (L.) Delile beds in the central Mediterranean. *P.S.Z.N.I. Mar. Ecol.*, 6(1): 27-33.
- Bolten A.B. & Witherington B.E. (eds.). 2003. *Loggerhead Sea Turtles*. Smithsonian Books, Washington. 319pp.
- Bolten A.B. 2003a. Variation in sea turtle life history patterns: neritic vs. oceanic developmental stages. In: Lutz P.L., Musick J.A. & Wyneken J. (Eds.): *The biology of sea turtles*, vol. II. CRC Press, Boca Raton: 243-257.
- Bolten A.B. 2003b. Active swimmers – passive drifters: the oceanic juvenile stage of loggerheads in the Atlantic system. In: Bolten A.B. & Witherington B.E. (eds.): *Loggerhead Sea Turtles*. Smithsonian Institution Press, Washington: 63-78.
- Bolten A.B., Bjorndal K.A. & Martins H.R. 1994. Life history model for the loggerhead sea turtle (*Caretta caretta*) population in the Atlantic: potential impacts of a longline fishery. *NOAA Natn. Mar. Fish. Serv. Tech. Mem. US Dep Commerce SWFSC*, 201:48-54.
- Bolten A.B., Bjorndal K.A. & Martins H.R. 1995. Life History of the Loggerhead sea turtle, *Caretta caretta* (Reptilia: Cheloniidae), in the Atlantic. *Bol.Mus.Mun.Funchal*, 115-122.
- Bolten A.B., Bjorndal K.A., Martins H.R., Dellinger T., Biscoito M.J., Encalada S.E. & Bowen B. 1998. Transatlantic developmental migrations on Loggerhead sea turtles demonstrated by mtDNA sequence analysis. *Ecological Applications*, 8: 1-7.
- Bolten A.B., Martins H.R., Bjorndal K.A., Cocco M. & Gerosa G. 1992. *Caretta caretta* (loggerhead) pelagic movement and growth. *Herpetol. Rev.*, 23:116.
- Bolten A.B., Martins H.R., Bjorndal K.A. & Gordon J. 1993. Size distribution of Pelagic-stage loggerhead sea turtles (*Caretta caretta*) in the waters around the Azores and Madeira. *Archipiélago*, 11: 49-54.
- Borsa P., Jarne P., Belkhir K. & Bonhomme F. 1994. Genetic structure of the palourde *Ruditapes decussatus* L. in the Mediterranean. In: Beaumont A.R. (Ed.). *Genetic and Evolution of Aquatic Organisms*. Chapman and Hall, pp. 103-113.
- Bouchet P. & Rocroi J.P. 2005. Classification and nomenclator of gastropod familias. In: Frýda J., Hausdorf B., Ponder W., Valdés Á. & Warén A. (Ed.): *Malacologia*. International Journal of Malacology, 47(1-2). ConchBooks: Hackenheim, Germany.
- Boudreau B., Bourget E. & Simard Y. 1990. Benthic invertebrate larvae responses to substrate charecteristics at settlement shelter preferente of the American lobster *Homarus americanus*. *Mar. Biol.*, 106: 191-198.
- Bouillon J. & Boero F. 2000a. Phylogeny and classification of Hydroidomedusae. The Hydrozoa: a new classification in the light of old knowledge. *Thalassia Salentina*, 24: 1-46.
- Bouillon J. & Boero F. 2000b. Phylogeny and classification of Hydroidomedusae. Synopses of the familias and genera of hydromedusae of the world, with a list of the worldwide species. *Thalassia Salentina*, 24: 47-296.
- Bowen B., Avise J.C., Richardson J.I., Meylan A.B., Margaritoulis D. & Hopkins-Murphy S.R. 1993. Population structure of Loggerhead Turtles (*Caretta caretta*) in the Northwestern Atlantic Ocean and Mediterranean sea. *Conservation Biology*, 7: 834-844.
- Bowen B.W. & Karl S.A. 1996. Population structure, phylogeography, and molecular evolution. In: Lutz P.L. & Musick J.A. (eds): *The biology of sea turtles*. CRC Press, Boca Raton, Florida: 29-50.
- Bowen B.W. 2003. What is a loggerhead turtle? The genetic perspective. In: Bolten A.B. & Witherington B.E. (eds): *Loggerhead sea turtles*. Smithsonian Institution Press, Washington DC: 7-27.
- Bowen B.W., Abreu-Grobois F.A., Balazs G.H., Kamezaki N., Limpus C.J. & Ferl R.J. 1995. Trans-Pacific migration of the loggerhead turtle (*Caretta caretta*) demonstrated with mitochondrial DNA markers. *Proc. Natl Acad. Sci.*, 92: 3731-3734.

- Bowen B.W., Bass A.L., Soares L. & Toonen R.J. 2005. Conservation implications of complex population structure: lessons from the loggerhead turtle (*Caretta caretta*). *Molecular Ecology*, 14: 2389-2402.
- Bowen B.W., Kamezaki N., Limpus C.J., Hughes G.H., Meylan A.B. & Avise J.C. 1994. Global phylogeography of the loggerhead turtle (*Caretta Caretta*) as indicated by mitochondrial DNA haplotypes. *Evolution*, 48: 1820-1828.
- Bowen B.W., Meylan A.B. & Avise J.C. 1991. Evolutionary distinctiveness of the endangered Kemp's ridley sea turtle. *Nature*, 352: 709-711.
- Braun J. & Molina R. 1988. El mar: el Atlántico en el área de Canarias. En: (varios autores), Geografía Física de Canarias. Editorial Interinsular Canaria. Santa Cruz de Tenerife. Vol I (2): 18-28.
- Brito A., Cruz T., Moreno E. & Pérez J.M. 1984. Fauna marina de las Islas Canarias. En: Bacallado J.J. (ed.): Fauna (marina y terrestre) del Archipiélago Canario. Ed. Edirca. Las Palmas de Gran Canaria: 66-85.
- Brito M. C & Núñez J. 2001. Crustáceos intersticiales asociados a praderas de *Cymodocea nodosa* en Canarias, variación temporal y distribución vertical. *Rev. Acad. Canar. Cienc.* 13 (4): 187-197.
- Brongersma L.D. 1995. Marine turtles of the eastern Atlantic Ocean. In: Bjorndal, K.A. (Ed.). *Biology and Conservation of Sea Turtles, Revised Edition*. Smithsonian Institution Press, Washington, DC.: 407-416.
- Brongersma L.D. 1972. European Atlantic turtles. *Zool. Verhand.*, 121: 318 pp.
- Brouns J.J.W.M. & Heijs F.M.L. 1986. Production and biomass of the seagrass *Anhalus acovoides* (Lf) Royle and its epiphytes. *Aquat. Bot.*, 25: 21-45.
- Brusca R. & Brusca G. 2005. Invertebrados. (2ª ed. en español). McGraw-Hill/ Interamericana de España, S.A.U. 1005pp.
- Bruteig I.E. 1994. Distribution, ecology and biomonitoring studies of epiphytic lichens on conifers. *Gunneria*, 68: 1-24.
- Bugoni L., Krause L., Almeida A. O. & Pádua-Bueno A. A. 2001. Comensal Barnacles of Sea Turtles in Brazil. *Marine Turtle Newsletter* 94: 7-9.
- Butle J.N., Morris B.F., Cadwallader J. & Stoner A.W. 1983. Studies of Sargassum and the Sargassum community. (Special publication 22) Bermuda Biological Station, St. Georges West, Bermuda.
- Butman C.A. 1987. Larval settlement of soft-sediment invertebrates: the spatial scales of pattern explained by active habitat selection and the emerging rôle of hydrodynamical processes. *Oceanogr. Mar. Biol. A. Rev.*, 25: 113-165.
- Bynum K.H. 1978. Reproductive biology of *Caprella penaltis* Leach, 1814 (Amphipoda: Caprellidae) in North Carolina, U.S.A. *Estuarine Coastal Marine Science* 7: 473-485.
- Cabrera I., Cejudo D. & Lopez-Jurado L.F. 2000. Human Predation on Marine Turtles in the Archipelago of Cape Verde, Western Africa. *NOAA Tech. Mem. NMFS SEFSC*, 443: 217.
- Caine E.A. 1979. Population structures of two species of caprellid amphipods (Crustacea). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 40: 103-114.
- Caine E.A. 1986. Carapace epibionts of nesting loggerhead sea turtles: Atlantic coast of USA. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 95: 15-26.
- Caine E.A. 1991. Reproductive behavior and sexual dimorphism of a Caprellid amphipod. *Journal of crustacean biology*, 11 (1): 56-63.
- Caine E.A. 1998. First case of caprellid amphipod – hydrozoan mutualism. *Journal of Crustacean Biology*, 18 (2): 317-320.
- Camiñas J.A. 1997. Relación entre las poblaciones de la tortuga boba (*Caretta caretta* Linnaeus 1758) procedentes del Atlántico y del Mediterráneo en la región del Estrecho de Gibraltar y áreas adyacentes. *Rev.Esp.Herp.*, 11: 91-98.
- Cano N. & Gil J. 1984. Campaña hidrológica Alborán 78. *Bol. Inst. Esp. Oceanogr.*, 1 (2): 114-125.
- Cano N., García-Lafuente J., Hernández-Guerra A., Blanco J. M. & Escánez J. 1997. Hidrología del mar de Alborán en julio de 1993. *Publ. Espec. Inst. Esp. Oceanogr.* 24: 9-26.
- Cantor M., Gomes S., Torres G. & Pereira F. 2009. Occurrence of the amphipod *Leucothoe spinacarpa* (Abildgaard, 1789) (Amphipoda) in the ascidias *Phallusia nigra* (Urochordata, Ascidiacea) in Southeastern Brazil. *Nauplius*, 17 (1): 13-17.
- Carballo J.L., Naranjo S. & García-Gómez J.C. 1997. Where does the Mediterranean Sea Begin? Zoogeographical affinities of the littoral sponges of the Strait of Gibraltar. *J. Biogeogr.*, 24: 223-232.
- Carnero H. 1975. Estudio comparado de las poblaciones de *Temora stylifera* (Dana) de la costa del Sahara Español (Cabo Jubi) y el archipiélago Canario (Fuerteventura y Tenerife). *C. de Biol. Mar.*, 32pp.
- Carr A.F. 1986. Rips, FADS, and little loggerheads. *Bioscience*, 36: 92-100.
- Carr A.F. 1987a. New perspectives on the pelagic stage of sea turtle development. *Conserv. Biol.*, 1(2): 103-121.

- Carr A.F. 1987b. The impact of nondegradable marine debris on the ecology and survival outlook of sea turtles. *Mar. Pollut. Bull.*, 18: 352-356.
- Carr A.F., Ogren L. & Veja Mc. 1980. Apparent hibernation by Atlantic loggerhead turtle off Cape Cañaveral, Florida. *Biological Conservation*, 19: 7-14.
- Carreras C., Pont S., Maffucci F., Pascual M., Barcelo A., Bentivegna F., Cardona L., Alegre F., SanFelix M., Fernandez G. & Aguilar A. 2006. Genetic structuring of immature loggerhead sea turtles (*Caretta caretta*) in the Mediterranean Sea reflects water circulation patterns. *Marine Biology*, 149: 1269-1279.
- Casale P., Freggi D., Basso R. & Argano R. 2004. Epibiotic barnacles and crabs as indicators of *Caretta caretta* distribution and movements in the Mediterranean Sea. *J. Mar. Biol. Ass. UK.*, 84: 1005-1006.
- Casale P., Laurent L., Gerosa G. & Argano R. 2002. Molecular evidence of male-biased dispersal in loggerhead turtle juveniles. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 267: 139-145.
- Casanova J.P. & Judkins D.C. 1977. Les décapodes pelagiques en Méditerranée. Répartition et secteurs faunistiques. *Rapp. Comm. intern. Mer Medit.*, 24(10): 125-127.
- Castillo J. J. 2002. <http://tortugasmarinas.iespana.es/descripcionpatologia.htm>
- Castro J., Laporta M., Scarabino F., Lopez-Mendilaharsu M., Fallabrino A. & Riestra G. 2004. Presence of unusual epibionts on juvenile Green Turtle (*Chelonia mydas*): ¿Are they evidence of Brumation in Uruguayan waters?. *Proceedings of the 24th Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation*, Costa Rica.
- Cejas J. & Brito A. 1984. Lista preliminar de anfípodos bentónicos marinos de las Islas Canarias. *An. Fac. Ciencias*, 10 (1/2): 51-60.
- Cervera J.L., Calado G., Gavaia C., Malaquias M.A.E., Templado J., Ballesteros M., García-Gómez J.C. & Megina C. 2004. An annotated and update checklist of the opisthobranchs (Mollusca: Gastropoda) from Spain and Portugal (including island and archipelagos). *Bol. Inst. Esp. Oceanogr.*, 20 (1-4): 5-111.
- Chace F.A. 1951. The Oceanic crabs of the genera *Planes* and *Pachygrapsus*. *Proc.U.S.Natn.Musc.*, 101: 65-101.
- Characklis W.G. 1981. Fouling biofilm development: a process analysis. *Biotechnol. bioengng.*, 23: 1923-1960.
- Chen B.Y., Mao S.H. & Ling Y. 1980. Evolutionary relationships of turtles suggested by immunological cross-reactivity of albumins. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 66B: 421-425.
- Chevreaux E. & De Guerne J. 1888. Sur un amphipode nouveau (*Cyrtophium chelonophilium*), comensal de *Thalassachelys caretta* L. *Comptes Rendus Acad. Sci.*, 88: 1-4.
- Chevreaux E. & De Guerne J. 1893. Crustacés et Cirripèdes commensaux des Tortues marines de la Méditerranée. *Compt. Rendu Seances l'Academie Sci.*, 116: 443-445.
- Chevreaux E. & Fage L. 1925. Amphipodes. *Faune de France*, 9: 1-488.
- Chevreaux E. 1900. Amphipodes provenant des campagnes de l'Hirondelle (1885-1888). *Bull. Soc. zool. France*, 16: 1-196.
- Chiavelli D.A., Mills E.L. & Threlkeld S.T. 1993. Host preference, seasonality, and community interactions of zooplankton epibionts. *Limn.Oceanogr.*, 38 (3): 574-583.
- Christopherson R.W. 1996. *Geosystems: An Introduction to Physical Geography*. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall Inc.
- Cintrón-De Jesús J. 2001. Barnacles Associated with Marine Vertebrates in Puerto Rico and Florida. Thesis of Master of Marine Sciences. University of Puerto Rico. 36pp.
- Clark K. B. & Goetzfried A. 1978. Zoogeographic influences on development patterns of north Atlantic Ascoglossa and Nudibranchia, with a discusión of factors affecting egg size and number. *Journal of Molluscan Studies*, 44: 283-294.
- Clark, K. B. 1975. Nudibranch life cycle in the Northwest Atlantic and their relationship to the ecology of fouling communities. *Helgol. Meeresunters*, 27: 28-69.
- Coma R., Ribes M., Gili J.M. & Zabala M. 2000. Seasonality in coastal benthic ecosystems. *Trends in Ecology and Evolution*, 15: 448-453.
- Conradi M. 1995. Distribución espaciotemporal de los Peracáridos (Crustácea) asociados a *Bugula neritina* (L., 1758) en la Bahía de Algeciras. Aspectos faunísticos y zoogeográficos. Doctoral Thesis. University of Cádiz, 210pp.
- Cooksey B., Cooksey K.E., Millar C.A., Paul J.H., Rubin R. & Webster D. 1984. The attachment of microfouling diatoms. In: Costlow J.D. & Tipper R.C. (eds.): *Marine biodetermination: an interdisciplinary study*. E. & F.N. Spon Ltd., London: 167-172.
- Cornelius P.F.S. & Östman C. 1987. Redescription of *Laomedea exigua* M. Sars, a hydroid new to Scandinavia, with comments on its nematocysts, life cycle and feeding movements. *Zoologica Scripta*, 16: 1-8.
- Cornelius P.F.S. 1979. A revision of the species of Sertulariidae (Coelenterata: Hydroida) recorded from Britam and nearby seas. *Bull. B1: Mus. Nat. Hist. Zool.* 34: 243-321.

- Cornelius P.F.S. 1982. Hydroids and medusae of the family Campanulariidae recorded from the eastern North Atlantic, with world synopsis of genera. *Bulletin of British Museum (Natural History). Zoology*, 42: 37-148.
- Cornelius P.F.S. 1992. Medusa loss in leptolid Hydrozoa (Cnidaria), hydroid rafting, and abbreviated life-cycles among their remote island faunas: an interim review. *Scientia Mar.*, 56 (2-3): 245-261.
- Cornelius P.F.S. 1995. North-West European Thecate Hydroids and their Medusae. Part.2. Sertulariidae to Campanulariidae. In: Barnes R.S.K. & Crothers J.H. (eds.): *Synopses of the British Fauna (New Series)*, 50 (i-vii): 1-386.
- Corpe W.A. 1982a. Microfouling: the role of primary film forming marine bacteria. *Proc. 3rd. int. Cong. Mar. Corr. Foul. National Bureau Standards, Gaithersburg, USA*: 598-609.
- Corpe W.A. 1982b. Microbial attachment and growth on solid surfaces. *Conf. Progr. Chem. Disinfect. New concepts and materials, 1982, New York*: 35-43.
- Costello M.J. & Myers A.A. 1987. Amphipoda fauna of the sponges *Halichondria panicea* and *Hymeniacidon perleve* in Lough Hyne, Ireland. *Marine Ecology Progress Series*, 41: 115-211.
- Costello J.H. & Colin S.P. 2002. Prey resource use by coexistent hydromedusae from Friday Harbor, Washington. *Limnology and Oceanography* 47: 934-942.
- Costerton J.W., Geesey G.G. & Cheng K.J. 1978. How bacteria stick. *Sci. Am.*, 238: 86-95.
- Coston-Clements L., Settle L.R., Hoss D.E. & Cross F.A. 1991. Utilization of the Sargassum habitat by marine invertebrates and vertebrates – a review. NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFSC-296: 32pp.
- Crane J. 1937. The Templeton Crocker expedition. III. Brachygnathous crabs from the Gulf of California and the west coast of lower California. *Zoologica*, 22: 47-78. New York
- Crisp D.J. 1984. Overview of research on marine invertebrate larvae, 1940-1980. In: Costlow J.D. & Tipper R.C. (eds.): *Marine biodetermination: an interdisciplinary study*. E & F.N. Spon. Ltd., London: 103-126.
- Crozier W.J. 1918. Note on the coloration and color changes of *Planes minutus*. *Am. Nat.*, 52: 262-263.
- Cuadras J. & Pereira F. 1977. Invertebrates associated with *Dardanus arrosor* (Anomura, Diogenidae). *Vie Milieu*, 27 (3-A): 301-310.
- Cuba T.R. & Blake N.J. 1983. The initial development of a marine fouling assemblage on a natural substrate in a subtropical estuary. *Botanica Mar.*, 26: 259-264.
- Cuomo Y., Vanzanella F., Fresi E., Cinelli F. & Mazella L. 1985. Fungal flora of *Posidonia oceanica* and its ecological significance. *Trans. Br. mycol. Soc.*, 84(1): 35-40.
- D'Antonio C. 1985. Epiphytes on the Rocky Intertidal Red Alga *Rhodomela larix* (Turner) C.Agardh: Negative Effects on the Host and Food for Herbivores?. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 86: 197-218.
- D'Udekem d'Acoz C. 1986. Étude sur la faune de Knokke-Heist, III: présence de *Styela clava* Herdman, 1882, en Belgique. *De Strandvlo*, 6: 86.
- Darnell R. 1970. Evolution and the ecosystem. *Am. Zool.*, 10: 9-15.
- Darwin C. 1852. A monograph on the subclass Cirripedia, with figures of all the species. The Lepadidae (or pedunculated cirripedes). Ray Society, London. 400pp.
- Darwin C. 1854. A monograph on the subclass Cirripedia, with figures of all the species. The Balanidae (or sessile cirripedes); the Verrucidae, etc., etc.. Ray Society, London. 684pp.
- Dauvin J.C. & Bellan-Santini D. 2002. Les Crustacés amphipodes gammaridea benthiques des Côtes Françaises métropolitaines: Bilan des connaissances. *Crustaceana*, 75 (3-4): 299-340.
- Davenport J. 1992. Observations on the ecology, behaviour, swimming mechanism and energetics of the neustonic grapsid crab, *Planes minutus*. *J.Mar.Biol.Ass.UK*, 72: 611-620.
- Davenport J. 1994. A cleaning association between the oceanic crab *Planes minutus* and the loggerhead sea turtle *Caretta caretta*. *J.Mar.Biol.Ass.UK*, 74: 735-737.
- Davis A. & Williamson P. 1995. Marine Biofouling: a sticky problem. *NERC News*, April 1995.
- Davis A.R., Tarjeta N.M., Mcconnell O.J. & Young C.M. 1989. Epibiosis of marine algae and benthic invertebrates: natural products chemistry and other mechanisms inhibiting settlement and overgrowth. In: Scheuer P.J. (ed.): *Bioorganic marine chemistry*, 3: 86-114.
- Dellinger T. 2007. Behavioural ecology and conservation of oceanic-stage sea turtles: the Madeira Island loggerhead sea turtle project. In: López-Jurado L.F. & Liria-Loza A. (eds.): *Marine Turtles: Recovery of Extinct Populations. Monografías del Instituto Canario de Ciencias Marinas*, 5: 97-109.
- Dellinger T., & Freitas C. 2000. Movements and diving behavior of pelagic stage loggerhead sea turtles in the North Atlantic: preliminary results obtained through satellite telemetry. US Department of Commerce, National NOAA Technical Memorandum. NMFS-SEFSC-443: 155-157.
- Dellinger T., Davenport J. & Wirtz P. 1997. Comparison of social structure of Columbus crabs living on loggerhead sea turtle and inanimate flotsam. *J.Mar.Biol.Ass.UK*, 77: 185-194.

- Deraniyagala P.E.P. 1943. Subspecies formation in loggerhead turtles (Carettidae). *Spolia Zeylanica*, 23: 79-92.
- Deraniyagala P.E.P. 1945. Some subspecies characters of the loggerhead *Caretta caretta*. *Spolia Zeylanica*, 24: 95-98.
- Dexter S.C. 1976. Influence of substrate wettability on the formation of bacterial slime film on solid surfaces immersed in natural sea water. Proc. 4th int. Cong. Mar. Corr. Foul., Boulogne, France, 1977: 137-144.
- Diaz M, Gutiérrez B., Jasso D., López C., Sarti L. & Vallejo C. 1992. Epibiontes y estado físico de las tortugas *Lepidochelys olivacea* y *Dermochelys coeriacea* en el playón de Mexiquillo, Michoacán, durante la temporada de anidación 1988-1989. *Publ. Soc. Herpetol. Mex.*, 1: 19-25.
- Dick J.T.A., Bailey R.B.J. & Elwood R.W. 2002. Maternal care in the rockpool amphipod *Apherusa jurinei*: developmental and environmental cues. *Animal Behaviour*, 63: 707-713.
- Dixon J., Schroeter S.C. & Kastendiek J. 1981. Effects of Encrusting Bryozoan, *Membranipora membranacea*, on the Loss of Blades and Fronds by the Giant Kelp, *Macrocystis pyrifera* (Laminariales). *J. Phycol.*, 17: 341-345.
- Dodd C.K. 1988. Synopsis of the biological data on the loggerhead sea turtle *Caretta Caretta* (Linnaeus, 1758). United States Fish and Wildlife Service, Biological Report, 88 (14): 110pp.
- Dogiel V.A. 1963. Allgemeine Parasitologie. *Parasitol Schriftenr*, 16: 1-523.
- Douglas L.J. 1985. Adhesion of pathogenic *Candida* species to host surfaces. *Microbiol. Sci.*, 2(8): 243-247.
- Durante K.M. & Chia F.S. 1991. Epiphytism on *Agarum fimbriatum*: can herbivore preferences explain distribution of epiphytic bryozoans?. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 77: 279-287.
- Dutton P.H., Davis S.K., Guerra T. & Owens D. 1996. Molecular phylogeny for marine turtles based on sequences of the ND4-leucine tRNA and control regions of mitochondrial DNA. *Molecular phylogenetics and Evolution*, 5: 511-521.
- Dyrynda P.E.J. 1986. Defensive strategies of modular organisms. *Phil. Trans. R. Soc. (Ser. B)*, 313: 227-243.
- Eckert K.L. & Eckert S.A. 1987. Growth rate and reproductive condition of the barnacle *Conchoderma virgatum* on gravid Leatherback sea turtles in Caribbean waters. *Journal of Crustacean Biology*, 7: 682-690.
- Eckert K.L. & Eckert S.A. 1988. Pre-reproductive movements of leatherback sea turtles (*Dermochelys coriacea*) nesting in the Caribbean. *Copeia*, 1988: 400-406.
- Eckert S.A. & Martins H.R. 1989. Transatlantic travel by juvenile loggerhead turtle. *Mar. Turtle Newsl*, 45:15.
- Emlen J.M. 1973. *Ecology: an evolutionary approach*. Addison-Wesley, Reading, Mass., 493pp.
- Encalada S.E., Bjørndal K.A., Bolten A.B., Zurita J.C., Schroeder B., Possardt E., Sears C.J. & Bowen B. 1997. Population structure of loggerhead turtle (*Caretta caretta*) nesting colonies in the Atlantic and Mediterranean as inferred from mitochondrial DNA control region sequences. *Marine Biology*, 227: 1-9.
- ERC (Epibiont Research Cooperative). 2007. A synopsis of the literature on the turtle barnacles (Cirripedia: Balanomorpha: Coronuloidea) 1758-2007. ERC Tech Report, 162pp
- Escobar-Briones E. & Spears T. 1995. Peracarida: In: Llorente Bousquets J., González Soriano E. & Papavero N. (eds.): *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: hacia una síntesis de su conocimiento*, 2: 191-211. (Facultad de Ciencias, Conabio & Bayer, México).
- Espino F., Boyra A., Tuya F. & Haroun R. 2006. *Guía Visual de Especies Marinas de Canarias*. Ed. Oceanográfica: Divulgación, Educación y Ciencia S.L. 482pp.
- Fedoseev A. 1970. Geostrophic circulation of surface waters on the shelf of north-west Africa. *Rapp. Process-Verbaux Reunions CIEM*, 159: 32-37.
- Feldmann J. 1937a. Les algues marines de la cote des Albères: Cyanophycees, Chloophycées, Pheophycées. *Rev. Algol.*, 9: 1-189.
- Feldmann J. 1937b. Recherchers sur la végétation marine de la Mediterranée. La côte del Albères. *Rev. Algol.*, 10: 1-339.
- Felger R.S., Clifton K. & Regal P.J. 1976. Winter dormancy in sea turtles: Independent discovery and exploitation in the Gulf of California by two local cultures. *Science*, 191: 283-285.
- Fernández E., Fernández C. & Anadon R. 1989. Biología de *Hyale schimidti* (Heller) (Amphipoda, Gammaridea) en el horizonte de *Gelidium latifolium*. *Rev. Biol. Univ. Oviedo*, 7: 67-76.
- Fernández L., Parapar J., González-Gurriarán E. & Muiño R. 1998. Epibiosis and ornamental cover patterns of the spider crab *Maja squinado* on the Galicians coast, Northwestern Spain: Influence of behavioral and ecological characteristics of the host. *J. Crust. Biol.*, 18(4): 728-737.
- Ferreira S. & Seeliger U. 1985. The colonization process of algal epiphytes on *Ruppia maritime* L. *Botanica mar.*, 28: 245-249.

- Fletcher M. & McEldowney S. 1984. Microbial attachment to nonbiological surfaces. In: Klug M.J. & Reddy C.A. (eds.): Current perspectives in microbial ecology. Proc. 3rd int. Symp. Microb. Ecol., Mich. State Univ., 1983: 124-129.
- Fletcher R.L. & Baier R.E. 1984. Influence of surface energy on the development of the green alga *Enteromorpha*. Mar. Biol. Lett., 5: 251-254.
- Foster B.A. & Willan R.C. 1979. Foreign barnacles transported to New Zealand on an oil platform. New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research, 13: 143-149.
- Foster J.M., Thoma B.P. & Heard R.W. 2004. Range extensions and review of the caprellids amphipods (Crustacea: Amphipoda: Caprellidae) from the shallow, coastal waters from the Suwannee River, Florida, to Port Aransas, Texas, with an illustrated key. Gulf Caribb Res., 16: 161-175.
- Frair W. 1979. Taxonomic relations among sea turtles elucidated with serological tests. Herpetologica, 35: 239-244.
- Fraizer J., Margaritoulis D., Muldoon K., Potter C. W. & Rosewater J. 1985. Epizoan communities on marine turtles: I. Bivalve and Gastropod mollusks. Mar Ecol Prog Ser, 6: 127-140.
- Fraizer J.G., Goodbody I. & Ruckdeschel C.A. 1991. Epizoan communities of marine turtles: II. Tunicates. Bulletin of Marine Sciences, 48: 763-765.
- Fraizer J.G., Winston J.E. & Ruckdeschel C.A. 1992. Epizoan communities on marine turtles: III. Bryozoa. Bulletin of Marine Sciences, 51: 1-8.
- Franz D.R. 1970. Zoogeography of northwest Atlantic opisthobranch molluscs. Mar. Biol., 7: 171-180.
- Fraser C.M. 1913. Hydroids from Nova Scotia. Bull. Victoria meml Mus., 1: 157-186.
- Fraser C.M. 1918. Hydroids of eastern Canada. Rep. Dept. Naval Serv. Ottawa, 7 (suppl.): 329-367.
- Fretey J. 2001. Biogeography and conservation of marine turtles of the Atlantic coast of Africa. CMS Technical Series Publication 6, UNEP/CMS Secretariat, Bonn. 429 pp.
- Frick M.G. & Ross A. 2001. Hill the real *Chelonibia testudinaria* please come forward: An Appeal. Marine Turtle Newsletter, 94: 16-17.
- Frick M.G., Quinn C.A. & Slay C.K. 1999. *Dermochelys coriacea* (leatherback sea turtle), *Lepidochelys kempi* (Kemp's ridley sea turtle), and *Caretta caretta* (loggerhead sea turtle) pelagic feeding. Herpetological Review, 30: 165.
- Frick M.G., Ross A., Williams K.L., Bolten A.B., Bjorndal K.A. & Martins H.R. 2003. Epibiotic Associates of Oceanic-stage Loggerhead turtles from the Southeastern North Atlantic. Marine Turtle Newsletter, 101: 18-20.
- Frick M.G., Williams K.L. & Pierrard L. 2001. Summertime foraging and feeding by immature loggerhead sea turtles (*Caretta caretta*) from Georgia. Chelonian Conservation and Biology, 4(1): 178-181.
- Frick M.G., Williams K.L. & Robinson M. 1998. Epibionts Associated with Nesting Loggerhead Sea Turtles (*Caretta caretta*) in Georgia, USA. Herpetological Review, 29 (4): 211-214.
- Frick M.G., Williams K.L. & Veljacic D.C. 2002a. New records of epibionts from loggerhead sea turtles *Caretta caretta* L. Bulletin of Marine Science, 70 (3): 953-956.
- Frick M.G., Williams K.L., Bolten A.B., Bjorndal K.A. & Martins H.R. 2009. Foraging ecology of oceanic-stage loggerhead turtles *Caretta caretta*. Endang Species Res., 9: 91-97.
- Frick M.G., Williams K.L., Bolten A.B., Bjorndal K.A. & Martins H.R. 2004b. Diet and fecundity of Columbus Crabs, *Planes minutus*, associated with oceanic-stage loggerhead sea turtles, *Caretta caretta*, and inanimate flotsam. Journal of Crustacean Biology, 24(2): 350-355.
- Frick M.G., Williams K.L., Bresette M., Singewald D.A. & Herren R.M. 2006. On the occurrence of Columbus Crabs (*Planes minutus*) from loggerhead Turtles in Florida, USA. Marine Turtle Newsletter, 114: 12-14.
- Frick M.G., Williams K.L., Markesteyn E.J., Pfaller J.B. & Frick R.E. 2004a. New records and observations of epibionts from loggerhead sea turtles. Southeastern naturalist, 3(4): 613-620.
- Frick M.G., Williams K.L., Veljacic D., Pierrard L., Jackson J.A. & Knight S.E. 2000. Newly documented epibiont species from nesting loggerhead sea turtles (*Caretta caretta*) in Georgia, USA. Marine Turtle Newsletter, 88: 3-5.
- Frick M.G., Williams K.L., Veljacic D.X., Jackson J.A. & Knight S.E. 2002b. Epibiont community sucesión on nesting loggerhead sea turtle, *Caretta caretta*, from Georgia, USA. *Proceedings of the Twentieth Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation*. NOAA Technical Memorandum NMFS-SefsC-477: 281-282.
- Fritts T.H. 1981. Marine turtles of the Galapagos Islands and adjacent areas of the Eastern Pacific on the basis of observations made by J.R. Slevin 1905-1906. Journal of Herpetology, 15(3): 293-301.
- Fuller W.J., Broderick A.C., Enever R., Thorne P. & Godley B.J. 2010. Motile homes: a comparison of the spatial distribution of epibiont communities on Mediterranean sea turtles. Journal of Natural History, 44 (25-28): 1743-1753.

- Gaffney E.S. & Meylan P.A. 1988. A phylogeny of turtles. In: Benton M.J. (ed.): The phylogeny and classification of tetrapods. Vol. 1. Amphibians, reptiles and birds. Oxford, U.K. Systematics Association Special Volume nº 35A: 157-219.
- Gaiser E.E. & Bachmann R.W. 1993. The ecology and taxonomy of epizoic diatoms on *Cladocera*. *Limnol. Oceanogr.*, 38 (3): 628-637.
- Gámez-Vivaldo S., Osorio-Sarabia D., Peñaflores-Salazar C., García Hernández A. & Ramírez-Lezama J. 2006. Identificación de parásitos y epibiontes de la tortuga Golfina (*Lepidochelys olivacea*) que arribó a playas de Michoacán y Oaxaca, México. *Vet. Méx.*, 37(4): 431-440.
- García-Madrugal M.S., Heard R.W. & Suárez-Morales E. 2005. Records of and observations on tanaidaceans (Peracarida) from shallow waters of the caribbean coast of Mexico. *Crustaceana*, 77(10): 1153-1177.
- García-Talavera F. 1999. La Macaronesia: consideraciones geológicas, biogeográficas y paleoecológicas. In: Fernández-Palacios J.M., Bacallado J.J. & Balmonte J.A. (eds.): *Ecología y cultura en Canarias*. Islas Canarias, 39-64.
- Gardiner L.F. 1975. A fresh- and brackish-water tanaidacean, *Tanais stanfordi* Richardson, 1901, from a hypersaline lake in the Galápagos Archipelago, with a report on West Indian specimens. *Crustaceana*, 29: 127-140.
- Genzano G.N. & Zamponi M.O. 1992. Los hidrozoos bentónicos de la costa del mar del Plata: 1-90. Universidad Nacional de Mar del Plata.
- Gili J.M. & Hughes R.G. 1995. The ecology of marine benthic hydroids. *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review*, 33: 351-426.
- Gil-Rodríguez M.C. & Haroun R. 1992. *Laurencia viridis* sp. nov. (Cerámiales, Rhodomelaceae) from the Macaronesian Archipelagos. *Bot. Mar.*, 35:227-237.
- Glass G. 1764. History of the Discovery and Conquest of the Canary Islands. London, 4to, 15s.
- Goering J.J. & Parker P.L. 1972. Nitrogen fixation by epiphytes on sea grasses. *Limnol. Oceanogr.*, 17(2): 320-323.
- González-Pérez J.A. 1995. Catálogo de los crustáceos decápodos de las Islas Canarias: Gambas. Langostas. Cangrejos. Publicaciones Turquesa, Sta. Cruz de Tenerife. 282pp.
- Goudet J., De Meeüs T., Day A.J. & Gliddon C.J. 1994. The different levels of population structuring of the dogwhelk, *Nucella lapillus*, along the south Devon coast. In: Beaumont A.R. (Ed.): *Genetic and Evolution of Aquatic Organisms*. Chapman and Hall: 81-95.
- Grahame J. & Hanna F.S. 1989. Factors affecting the distribution of the epiphytic fauna of *Corallina officianlis* (L.) on an exposed rocky shore. *Ophelia*, 3(2): 113-129.
- Gramentz D. 1988. Prevalent epibiont sites on *Caretta caretta* in the Mediterranean Sea. *Nat. Sicilia*, 12: 33-46.
- Grant W.S. & Utter F.M. 1988. Genetic heterogeneity on different geographic scales in *Nucella lamellosa* (Prosobranchia, Thaididae). *Malacologia*, 28: 275-287.
- Grave B.H. 1930. Natural history of *Bugula flabellata* at Woods Hole, Massachusetts. *J. Morph.*, 49: 355-383.
- Gravier N. 1970. Etude des gtdrabtes épiphytes des phanérogames marines de la région de Tuléar (Sud-Ouest de Madagascar). *Rec. Trav. Sta. mar. Endome. Fasc. hors série, suppl.*, 10: 111-161.
- Gravier-Bonnet N. 1999. *Obelia* and other campanulariids (Cnidaria, Hydrozoa) in seagrass beds of Madagascar (Indian Ocean). *Zoosystematica Rossica Suppl.*, N° 1: 77-88.
- Green A., Tyler P.A., Angel M.V. & Gage J.D. 1994. Gametogenesis in deep- and surface-dwelling oceanic stalked barnacles from the NE Atlantic Ocean. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 184: 143-158.
- Green D. 1996. Epizoites of the Galápagos Green Turtles. NOAA Tech. Mem. NMFS SEFSC nº 412.
- Gregory P.T. 1982. Reptilian hibernation. In: Gans & Pough (Eds.), *Biology of the Reptilia*, 13: 53-154. *Physiology D Physiological Ecology*. Academic Press, New York.
- Groombridge B. 1994. Marine Turtles in the Mediterranean: Distribution, Population status, Conservation. *Nature and Environment*, Vol. 48. Council Europe Press. 98 pp.
- Gruvel J.A. 1920. Cirrhipedes provenant des campagnes de S.A.S le Prince de Monaco (1885–1913). Resultants des campagnes scientifiques accomplies sur son yacht par Albert 1^{er}, Prince Souverain de Monaco. *Monaco* 53: 1-88.
- Guerra-García J.M. & García-Gómez J.C. 2001. The spatial distribution of Caprellidea (Crustacea: Amphipoda): A stress bioindicator in Ceuta (North Africa, Gibraltar area). *Marine Ecology-Pubblicazioni della Stazione Zoologica di Napoli*, 22 (4): 357-367.
- Guerra-García J.M. 2001. Habitat use of the Caprellidae (Crustacea: Amphipoda) from Ceuta, North Africa. *Ophelia*, 55: 27-38.
- Guerra-García J.M., Krapp-Schickel T. & Müller H.G. 2006a. Caprellids from the Caribbean coast of Colombia, with description of three new species and a key for species identification. *Bol. Invest. Mar. Cost.*, 35: 149-194.

- Guerra-García J.M., Redondo-Gómez S., Espina A.G., Castillo J.M., Luque T., García-Gómez J.C & Figueroa M.E. 2006b. *Caprella penantis* Leach, 1814 and *Caprella dilatata* Kroyer, 1843 (Crustacea: Amphipoda) from the Strait of Gibraltar: a molecular approach to explore intra- and interspecific variation. *Mar. Biol. Res.*, 2: 100-108.
- Gutu M. & Sieg J. 1999. Ordre tanaidacés (Tanaidacea Hansen, 1895). In: Forest J. (ed.). *Traité de Zoologie*, 7 (3A). *Mem. Inst. océanogr.*, Monaco, 19: 353-389.
- Hacker S.D. & Steneck R.S. 1990. Habitat architecture and the abundance and body-size-dependent habitat selection of a phytal amphipod. *Ecology*, 71(6): 2269-2285.
- Hale L.J. 1973. The pattern of growth of *Clytia johnstoni*. *J. Embryol. Exp. Morph.*, 29: 283-309.
- Harlin M.M. & Lindbergh J.M. 1977. Selección of substrata by seaweeds: optimal surface relief. *Mar. Biol.*, 40: 33-40.
- Haroun R.J., Gil-Rodríguez M.C., Díaz de Castro J. & Prud'homme van Reine W.E. 2002. A Checklist of the Marine Plants from the Canary Islands (Central Eastern Atlantic Ocean). *Botanica Marina*, 45: 139-169.
- Harper D.E. 1995. Fouling of towed seismic streamers off central Africa by the Lepadomorph barnacle *Conchoderma virgatum*. *Crustaceana*, 68(6): 779-781.
- Harris L.G. 1973. Nudibranch associations. In: Cheng T.C. (ed.), *Current Topics in Comparative Pathobiology*: 213-315. Academic Press, New York.
- Harris L.G. 1987. Abolid nudibranchs as predators and prey. *American Malacological Bulletin*, 5: 287-292.
- Harrison P.G. & Durance C.D. 1985. Reductions in photosynthetic-carbon uptake in epiphytic diatoms by water-soluble extracts of leaves of *Zostera marina*. *Mar. Biol.*, 90: 117-119.
- Hartman D. 1979. Ecology and behaviour of the manatee (*Trichechus manatus*) in Florida. *American Society of Mammalogists, Special publication*, 5: 1-153.
- Hartnoll R.G. 1971. The occurrence, methods and significance of swimming in the Brachyura. *Animal Behaviour*, 19(1): 34-50.
- Hastings R.W. 1972. The barnacle, *Conchoderma virgatum* (Splenger), in association with the isopod, *Nerocila acuminata* (Schioedte & Meinert), and the orange filefish, *Alutera schoepfi* (Walbaum). *Crustaceana*, 22: 274-277.
- Hawkes L.A., Broderick A.C., Coyne M.S., Godfrey M.H., Lopez-Jurado L.F., Lopez-Suarez P., Merino S.E., Varo-Cruz N. & Godley B.J. 2006. Phenotypically Linked Dichotomy in Sea Turtle Foraging Requires Multiple Conservation Approaches. *Current Biology*, 16: 990-995.
- Hay M.E. 1986. Associational plant defenses and the maintenance of species diversity: turning competitors into accomplices. *Am. Nat.*, 128(5): 617-641.
- Hernández-Guerra A., Arístegui J., Cantón M. & Nykjaer L. 1993. Phytoplankton pigment patterns in the Canary Islands areas as determined using coastal zone colour scanner data. *Int. J. Remote Sens.*, 14: 1431-1437.
- Hernández-Hernández P. 2003. *Natura y Cultura de las Islas Canarias*. Ed. Tafor. 704pp.
- Hernández-León S. 1998. Annual cycle of epiplanktonic copepods in Canary Island waters. *Fisheries Oceanogr.*, 7: 252-257.
- Hernández-León S., Gómez M., Arístegui J. & Almeida C. 2002. El Sistema de la Corriente de Canarias. In: *Atlas del Zooplancton de Canarias*. Ed. Museo de Ciencias Naturales de Tenerife: 27-64.
- Highsmith R.C. 1985. Floating and algal rafting as potential dispersal mechanisms in brooding invertebrates. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 25: 169-179.
- Hiro F. 1939. Notes on the animals found on *Macrocheira kaempferi* de Haan. III, Hydroids. *Annot. Zool. Japan*, 18: 167-176
- Hitchcock H.B. 1941. The Coloration and color changes of the Gulf-weed crac, *Planes minutus*. *Biol. Bull. Woods Hole*, 80 (1): 26-30.
- Holgersen H. 1960. Laerskilpadde sed Karmoy. *Stavanger Mus. Arb.*, 1959: 131-138.
- Hollenberg G.J. & Norris J.N. 1977. The red alga *Polysiphonia* (Rhodomelaceae) in the Northern Gulf of California. *Smith. Contrib. Mar. Sci.*, 1: 1-21.
- Hollenberg G.J. 1971. Phycological notes. V. New species of marine algae from California. *Phycologia*, 10: 11-16
- Huang R. & Boney A.D. 1985. Individual and combined interactions between littoral diatoms and sporeling of red algae. *J. exp. Mar. biol. Ecol.*, 85: 101-111.
- Hughes G.R. 1974. The sea turtles of Southeast Africa, II. Investigational Report nº 36 of the Oceanographic Research Institute, Durban, South Africa.
- Huisman J.M. & Borowitzka M.A. 2003. Marine benthic flora of the Dampier Archipelago, Western Australia. In: Wells F.E., Walker D.J. & Jones D.S. (eds.): *The Marine Flora and Fauna of Dampier, Western Australia*. Western Australian Museum: 295-344.

- Hunt A. & Ayre D.J. 1989. Population structure in the sexually reproducing sea anemone *Oulactis muscosa*. Mar. Biol., 102: 537-544.
- Hunt A. 1993. Effects of contrasting patterns of larval dispersal on the genetic connectedness of local populations of two intertidal starfish, *Patiriella calcar* and *P. exigua*. Mar. Ecol. Prog. Ser., 92: 179-186.
- Hunter T. 1989. Suspensión feeding in oscillating flor: the effect of colony morphology and flor regime on plankton capture by the hydroid *Obelia longissima*. Biological Bulletin (Woods Hole), 176: 41-49.
- Ill'in I.I., Kuznetsova I.A. & Starostin I.V. 1978. Oceanic fouling in the equatorial Atlantic. Oceanology, 18: 597-599.
- Inatsuchi A., Yamato S. & Yusa Y. 2010. Effects of temperature and food availability on growth and reproduction in the neustonic pedunculate barnacle *Lepas anserifera*. Mar. Biol., 157: 899-905.
- James M.C., Sherrill-Mix S.A., Martin K.E. & Myers R.A. 2006. Canadian waters provide critical foraging habitat for leatherback turtles. Biol. Conserv., 133: 347-357.
- Jeffries W.B., Voris H.K. & Yang C.M. 1985. Growth of *Octolasmis cor* (Aurivillius, 1892) on the gills of *Silla serrata* (Forsk., 1755). Biol. Bull., 169: 291-296.
- Johnson C.R., Muir D.G. & Reysenbach A.L. 1991. Characteristic bacteria associated with surfaces of coralline algae: a hypothesis for bacterial induction of marine invertebrate larvae. Mar. Ecol. Prog. Ser., 74: 281-294.
- Jokiel P.L. 1990. Transport of reef corals into the Great Barrier Reef. Nature, 347: 665-667.
- Jonsson P.R., Berntsson K.M. & Larsson A.I. 2004. Linking larval supply to recruitment: Flor-mediated control of initial adhesion of barnacle larvae. Ecology, 85(10): 2850-2859.
- Kamezaki N. & Matsui M. 1997. Allometry in the loggerhead turtle, *Caretta caretta*. Chelonian Conservation and Biology, 2: 421-425.
- Kamezaki N. 2003. What is a loggerhead Turtle? The morphological perspective. In: Bolten A.B. & Witherington B.E. (eds.): Loggerhead sea turtles. Smithsonian Books, Washington: 28-43.
- Kato M., Nakamura K., Hirai E. & Kakinuma Y. 1961. The distribution pattern of hydrozoa species on seaweed with some notes on the so-called coaction among hydrozoan species. Bull. Biol. Stn. Asamushi. Tohoku Univ., 10: 195-202.
- Kelley J.L. & Williams H.N. 1992. Bdellovibrios in *Callinectes sapidus*, the blue crab. Appl. Environ Microbiol., 58 (4): 1408-1410.
- Kilgallen N.M. 2009. Podoceridae. In: Lowry J.K. & Myers A.A. (Eds.): Benthic Amphipoda (Crustacea: Peracarida) of the Great Barrier Reef, Australia. Zootaxa, 2260: 1-930.
- Kirchman D. & Mitchell R. 1981. A biochemical mechanism for marine Biofouling. Oceans, 7: 637-641.
- Kirchman D., Graham S., Reish D. & Mitchell R. 1982. Lectins may mediate in the settlement and metamorphosis of *Janua* (Dexiospira) *brasiliensis* Grube (Polychaeta: Spirorbidae). Mar. Biol. Lett., 3: 131-142.
- Kitsos M.S., Christodoulou M., Arvanitidis C., Mavidis M., Kirmitzoglou I. & Koukouras A. 2005. Composition of the organismic assemblage associated with *Caretta caretta*. J.Mar.Biol.Ass.UK, 85: 257-261.
- Kjelleberg S.K. & Holmstrom C. 1994. Antifoulants from bacteria. In: Kjelleberg S. & Steinberg P. (eds.): Biofouling problems and solutions. Univ. New South Wales, Sydney: 65-69.
- Kohlmeyer J. 1971. Fungi from the Sargasso sea. Mar. Biol., 8: 344-350.
- Konstantinov K. 1965. Turtle in Barents Sea. Priroda, 3: 111.
- Koukouras A. & Matse A. 1998. The Thoracican cirriped fauna of the Aegean Sea: new information, checklist of the Mediterranean species, faunal comparisons. Sendenberg. Maritima, 28: 133-142.
- Krapp-Schickel T. & Rufo S. 1990. Marine amphipodes of the Canary Islands with description of a new species of *Elasmopus*. Miscellanea Zoológica, 14: 53-58.
- Krauss, W. (1996). The Warmwatersphere of the North Atlantic Ocean. Berlin; Stuttgart: Borntraeger.
- Kropp B. 1931. The pigment of *Veleva spirans* and *Fiona marina*. Biol. Bull. Woods Hole, 60: 120-123.
- Laihonen P. & Furman E.R. 1986. The site of settlement indicates commensalisms between bluemussel and its epibiont. Oecologia (Berl.), 71: 38-40.
- Lambert W.J. 1985. The influence of predators on early colonists in a fouling community. MS Thesis, University of New Hampshire, Durham. 72pp.
- Lambert W.J. 1991a. Coexistence of hydroid eating nudibranchs: recruitment and non-equilibrium patterns of occurrence. J. Moll. Stud., 57: in press.
- Lambert W.J. 1991b. Coexistence of Hydroid eating nudibranchs: Do Feeding Biology and Habitat use Matter?. Biol. Bull., 188: 248-260.
- Larsen K. 2005. Deep-sea Tanaidacea (Peracarida) from the Gulf of Mexico. Crustaceana Monographs, 5: 1-381.

- Larsson S., Wiren A., Lundgren L. & Ericson T. 1986. Effects of light and nutrients stress on leaf phenolic chemistry in *Salix dasyclados* and susceptibility to *Galerucella lineola* (Coleoptera). *Oikos*, 47: 205-210.
- Laurent L. & Lescure J. 1994. L'hivernage des tortues Caouannes *Caretta caretta* dans le sud Tunisien. *Revue d'Ecologie (Terre et Vie)*, 49: 63-68.
- Laurent L. 1988. Observations pélagiques de la Caouanne, *Caretta caretta* Linnaeus, (Chelonii, Cheloniidae) en Méditerranée occidentale. *Bull.Soc.Herp.Fr.*, 45: 9-16.
- Laurent L., Casale P., Bradai M.N., Godley B.J., Gerosa G., Broderick A.C., Schroth W., Schierwater B., Levy A.M., Freggi D., Abd El-Mawla E.M., Hadoud D.A., Gomati H.E., Domingo M., Hadjichristophorou M., Kornaraki L., Demirarayak F. & Gautier Ch. 1998. Molecular resolution of marine turtle stock composition in fishery bycatch: a case study in the Mediterranean. *Mol. Ecol.*, 7: 1529-1542.
- Laurent L., Lescure J., Excoffier L., Bowen B., Domingo M., Hadjichristophorou M., Kornaraki L. & Trabuchet G. 1993. Etude génétique des relations entre les populations méditerranéenne et atlantique d'une tortue marine (*Caretta caretta*) à l'aide d'un marqueur mitochondrial. *C. R. Acad. Sci. Paris*, 316: 1233-1239.
- Lavenda B.H. 1985. Brownian motion. *Am. Scient.*, 252(2): 56-67.
- Lazo-Wasem E.A., Pinou T., Peña De Niz A., Salgado M. & Schenker E. 2007. New records of the marine turtle epibiont *Balaenophilus umigameculus* (Copepoda: Harpacticoida: Balaenophilidae): new host records and possible implications for marine turtle health. *Bulletin of the Peabody Museum of Natural History, Yale University*, 48: 153-156.
- Lemche H. 1941. Gastropoda Opisthobranchiata. The Godthaab expedition 1928. *Meddr. Gronland*, 121 (7): 1-65.
- Leslie H.M., Breck E.N., Chan F., Lubchenco J. & Menge B.A. 2005. Barnacle reproductive hotspots linked to nearshore ocean conditions. *PNAS*, 102 (30): 10534-10539.
- Letunov V.N. & Stepanjants S.D. 1986. A study of *Obelia longissima* (Pallas, 1766) (Hydrozoa, Thecaphora Campanulariidae) and characteristics of autoecology of this species in the White Sea. In: Lukanin V.V. & Fedjakov V.V. (eds): *Ecological investigations of the benthic organisms of the White Sea*. USSR Acad. Sci.: 17-29.
- Lewis C.A. & Chia F.S. 1981. Growth, fecundity and reproductive biology in the pedunculote cirripede *Pollicipes polymerus* at San Juan Island, Washington. *Can. J. Zool.*, 59: 893-901.
- Lim S.T.A. & Alexander C.G. 1986. Reproductive behavior of the caprellid amphipod, *Caprella scaura typica* Mayer, 1890. *Marine Behavior and Physiology*, 12: 217-230.
- Lining T. & Garbary D.J. 1992. The *Ascophyllum/Polysiphonia/Mycosphaerellas* symbiosis. *Bot. Mar.*, 35: 341-349.
- Linnaeus C. 1758. *Systema Naturae Per Regna Tria Naturae, Secundum Classes, Ordines, Genera, Species, Cum Characteribus, Differentiis, Synonymis, Locis*. Holmiae ed. 10. Vol. I: 1-824.
- Llinás O., Rueda M.J., Pérez-Marrero J., Villagarcía M., Barrera C., Cianca A., Godoy J., Maroto L., Cardona L., González-Roncero E. & Llerandi C. 2007. Oceanographic conditions of the Macaronesian Marine Space. Relationships with the distribution and behaviour of the sea turtle *Caretta caretta*. In: López-Jurado L.F. & Liria-Loza A. (Eds): *Marine Turtles: Recovery of Extinct Populations*. Monografías del Instituto Canario de Ciencias Marinas, 5: 35-49.
- Llobet I., Gili J.M. & Barangé M. 1986. Estudio de la población de hidropólipos epibiontes de *Halimeda tuna*. *Misc. Zool.*, 10: 33-43.
- Lo Bianco S. 1909. Notizie biologiche riguardanti specialmente il periodo di maturita sessuale degli animali del golfo di Napoli. *Mitt. 2001. Stat. Neapell*, 9: 513-763.
- Longhurst A.R. 1998. *Ecological geography of the sea*. Academia Press. San Diego. 358pp.
- Lopes M.F., Marques J.C. & Bellan-Santini D. 1992. The Benthic amphipod fauna of the Azores (Portugal): an up-to-date annotated list of species, and some biogeographic considerations. *Proceedings of the First European Crustacean Conference. Crustaceana*, 65 (2): 204-217.
- Lopes-Ferreira R.N. 2005. Caracterização das capturas de tartaruga careta (*Caretta caretta*) e influencia de parâmetros ambientais e pesqueiros, na pesca dirigida ao espadarte (*Xiphias gladius*) nos Açores. M.S. Thesis, Universidade do Algarve, Faro, Portugal. 100 pp.
- López de la Cuadra C.M. & García-Gómez J.C. 1992. Zoogeographical study of the Cheilostomatida from the Straits of Gibraltar. In: Hayward P.J. & Ryland J.S. (eds.): *Biology and Paleobiology of Bryozoans*. Olsen & Olsen. Denmark: 107-112.
- López-González P.J. 1993. Taxonomía y zoogeografía de los antozoos del Estrecho de Gibraltar y áreas próximas. Ph. D. Thesis, University of Sevilla. 569pp.
- López-Jurado L.F., Cabrera I., Cejudo D., Evora C. & Alfama P. 2000a. Distribution of Marine Turtles in the Archipelago of Cape Verde, Western Africa. *NOAA Tech. Mem. NMFS SEFSC*, 443: 245.
- López-Jurado L.F., Evora C., Cabrera I., Cejudo D. & Alfama P. 2000b. Proposals for the Conservation of Marine Turtles on the Island of Boavista (Republic of Cabo Verde, Western África). *NOAA Tech. Mem. NMFS SEFSC*, 443: 204.

- López-Jurado, L.F. 1992. Synopsis of the Canarian herpetofauna. *Rev. Esp. Herp.*, 6: 107-118.
- López-Mendilaharsu M., Estrades A., Caraccio M.N., Calvo V., Hernández M. & Quirici V. 2006. Biología, Ecología y Ecología de las Tortugas Marinas en la Zona Costera Uruguaya. En: Menafra R., Rodríguez-Gallego L., Scarabino F. & Conde D. (eds): Bases para la Conservación y Manejo de la Costa Uruguaya: 247-258. Vida Silvestre Uruguay, Montevideo. 668pp.
- Lupton F.S. & Marshall K.C. 1984. Mechanisms of specific bacterial adhesion to cyanobacterial heterocysts. In: Klug M.J. & Reddy C.A. (Eds.): Current perspectives in microbial ecology. Proc. 3rd int. Symp. Microb. Ecol., Mich. State Univ., 1983: 144-150.
- Lutz P.L. & Musick J.A. 1996. The Biology of Sea Turtles. CRC Press Marine Science Series. Washington DC. 432 pp.
- Lutz P.L. & Bentley T.B. 1985. Respiratory physiology of diving in the sea turtle. *Copeia*, 1985: 671-679.
- Luyten J.R., Pedlosky J. & Stommel H. 1983. The Ventilated Thermocline. *Journal of Physical Oceanography*, 13: 292-309.
- Lynch J.M., Fletcher M. & Latham M.J. 1979. Biological interactions. In: Lynch J.M. & Poole N.J. (eds.): Microbial ecology: a conceptual approach. Blackwell Scientific Publishing, Oxford: 171-187.
- MacArthur R. 1955. Fluctuations of animal populations, and a measure of community stability. *Ecology*, 36: 533-536.
- MacDougall K.D. 1943. Sessile marine invertebrates of Beaufort, North Carolina. *Ecol. Monogr.*, 13: 323-374.
- Machado A. 1998. Biodiversidad. Un paseo por el concepto y las islas Canarias. Cabildo de Tenerife. 67pp.
- Macintyre R.J. 1966. Rapad growth in stalked barnacles. *Nature*, 212: 637-638.
- Maki J.S., Rittschot D., Costlow J.D. & Mitchell R. 1988. Inhibition of attachment of larval barnacles *Balanus amphitrite*, by bacterial films. *Mar. Biol.*, 97: 199-206.
- Manning R.B. & Holthuis L.B. 1981. West African Brachyura crabs (Crustacea: Decapoda). *Smithsonian Contributions to Zoology*, 306: 379pp.
- Manriquez M. & Fraga F. 1982. The distribution of water masses in the upwelling region of northwest Africa in November. *Repp. P.V. Reun. Cons. Int. Explor. Mer*, 180: 39-47.
- Márquez R. 1996. Las tortugas marinas y nuestro tiempo. La Ciencia desde México. 198pp.
- Marshall K.C. 1972. Mechanisms of adhesion of marine bacteria to surfaces. Proc. 3rd int. Cong. Mar. Corr. Foul. National Bureau Standards, Gaithersburg, USA: 625-632.
- Marshall K.C., Stout R. & Mitchell R. 1971. Mechanisms of the initial events in the sorption of marine bacteria to surfaces. *J. Gen. Microbiol.*, 68: 337-348.
- Martin J.W. & Davis G.E. 2001. An Updated Classification of the Recent Crustacea. Natural History Museum of Los Angeles County. 132pp.
- Martinez J. & Adarraga I. 2001. Distribución batirétrica de comunidades macrobentónicas de sustrato blando en la plataforma continental de Guipúzcoa (Golfo de Vizcaya). *Bol. Inst. Esp. Oceanogr.*, 17 (1 y 2): 33-48.
- Martinez J. & Adarraga I. Vida marina en la costa de Ulía. (San Sebastián, Guipúzcoa). In: www.altza.net.
- Mascareño D. 1972. Algunas consideraciones oceanográficas de las aguas del Archipiélago Canario. *Biol. Inst. Esp. Oceanogr.*, 158: 1-79.
- Maurin C. 1968. Ecologie ichthyologique des fonds chalutables atlantiques (de la baie ibéro-marocaine à la Mauritanie) et de la Méditerranée occidentale. Thèse. Sc. Nat. Nancy. Inst. scient. et techn. des pêches maritimes, Paris.
- McDonald G.R. & Nybakken J.W. 2009. "A list of the worldwide Food Habits of Nudibranchs". In: http://www.theveliger.org/nudibranch_food.html
- Meadows P.S. & Williams G.B. 1963. Settlement of *Spirorbis borealis* Daudin larvae on surfaces bearing films of microorganisms. *Nature, Lond.*, 198: 610-611.
- Medel M.D. & López-González P.J. 1998. Distribution patterns in Atlantic hydroids. *Zool. Verh. Leiden* 323, 31 XII: 155-168.
- Medel M.D. & Vervoort W. 2000. Atlantic Haleciidae and Campanulariidae (Hydrozoa, Cnidaria) collected during the CANCAP and Mauritania-II expeditions of the National Museum of Natural History, Leiden, The Netherlands. *Zool. Verh. Leiden*, 330 (31.iii): 1-68.
- Menzel D.W. & Ryther J.H. 1961. Zooplankton in the Sargasso sea off Bermuda and the relation to organic production. *J. Cons. Int. Explor. Mer.*, 26: 250-258.
- Mihm J.W., Banta W.C. & Loeb G.I. 1981. Effects of adsorbed organic and primary fouling films on bryozoan settlement. *J. exp. Mar. Biol. Ecol.*, 54: 167-179.
- Mileikovsky S.A. 1960. About the range of dispersal of pelagic larvae of bottom invertebrates with marine currents. *Dokl. Akad. Nauk. SSSR*, 135.

- Mileikovsky S.A. 1971. Types of larval development in marine bottom invertebrates, their distribution and ecological significance: a re-evaluation. *Marine Biology*, 10: 193-213.
- Millar R.H. 1971. The biology of ascidians. *Adv. Mar. Biol.*, 9: 1-101.
- Millard N.A.H. 1975. Monograph on the Hydroidea of southern Africa. *Ann. S. Afr. Mus.*, 68: 1-513
- Miller J.D. 1997. Reproduction in sea turtles. In: Lutz P.L. & Musick J.A. (eds.): *The Biology of Sea Turtles*. CRC Press, Boca Raton, Florida: 51-81.
- Miller M.C. 1962. Annual cycles of some Manx nudibranchs, with a discusión of the problem of migration. *J. Anim. Ecol.*, 31: 545-569.
- Milne-Edwards A. & Bouvier E.L. 1899. Crustaces decapodes provenant de campagnes l' Hirondelle (supplement) et de la Princesa-Alice (1891-1897). *Res. Camp. Sci. Monaco*, 13:1-106.
- Minamikawa S., Naito Y., Sato K., Matsuzawa Y., Bando T. & Sakamoto W. 2000. Maintenance of Neutral Buoyancy by depth Selection in the Loggerhead Turtle *Caretta caretta*. *J. Exp. Biol.*, 203: 2967-2975.
- Miranda L. & Moreno R.A. 2002. Epibiontes de *Lepidochelys olivacea* (Eschscholtz, 1829) (Reptilia: Testudinata: Cheloniidae) en la región centro sur de Chile. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 37 (2): 145-146.
- Mogelberg D.D., Morris B.F. & Cadwallar J. 1983. Sessile fauna and flora. *Bermuda Biol. Sta. Spec. Publ.*, 22: 225-234.
- Monod T. 1956. Hippidea et Brachyura ouest-africains. *Mém. Inst. Français d'Afrique Noire*, 45: 1-674.
- Monroe R. & Limpus C. 1979. Barnacles on turtles in Queensland waters with description of three new species. *Memoirs Queensland Museum*, 19: 197-223.
- Monzón-Argüello C. 2010. Estructura genética Poblacional de las tortugas marinas en la Macaronesia. Tesis Doctoral, Univ. Las Palmas de Gran Canaria (ULPGC). 208pp.
- Moore H.F. 1894. *Tanais robustus*, a new species of Anisopoda. *Proceeding of the Academy of Natural Sciences, Philadelphia*, 46: 90-94.
- Moore P.G. 1972. The kelp fauna of Northeast Britain. I. Introduction and the physical environment. *J. Esp. Mar. Biol. Ecol.*, 13: 97-125.
- Moore P.G. 1986. Levels of heterogeneity and the amphipod fauna of kelp holfasts. In: Moore P.G. & Seed (eds.), *The ecology of Rocky Coasts*, cap. XX: 274-298.
- Moore P.G. 1995. *Podocerus chelonophilus* (Amphipoda: Podoceridae) associated with epidermal lesions of the loggerhead turtle, *Caretta caretta* (Chelonia). *J. Mar. Biol. Ass. UK*, 75: 253-255.
- Morales-Matos G. 2001. Las Islas Canarias ¿una región aislada?. *Boletín de la AGE*, 32: 155-175.
- Morales-Vela B., Suárez-Morales E., Padilla-Saldívar J. & Heard R.W. 2008. The tanaid *Hexapleomera robusta* (Crustacea: Peracarida) from the Caribbean manatee, with comments on other crustacean epibionts. *J. Mar. Biol. Ass. UK*, 88(3): 591-596.
- Moro-Abad L., Ortega-Rato J., Bacallado-Aránega J.J., Caballer M. & Acevedo I. 2003. Anaspidea, Cephalaspidea, Gymnosomata, Notaspidea, Nudibranchia, Sacoglossa y Thecosomata. In: Moro-Abad L., Martín J. L., Garrido M. J. & Izquierdo I. (eds.): *Lista de especies marinas de Canarias (algas, hongos, plantas y animales)*, 93-98. Consejería de Política Territorial y Medio Ambiente del Gobierno de Canarias. Santa Cruz de Tenerife, Spain.
- Moro-Abad L., Ortega-Rato J., Bacallado-Aránega J.J., Valdés-Gallego A. & Pérez-Sánchez J.M. 1995. Nuevos Aeolidaceos (Gastropoda, Nudibranchia) para la fauna de Canarias. *Revista de la Academia Canaria de Ciencias (Folia Canariaensis Academiae Scientiarum)*, 7 (2-4): 63-75.
- Moyse J. 1987. Larvae of lepadomorph barnacles. In: Southward A.J. (ed.), *Barnacle Biology. Crustacean Issues*, Vol. 5: 329-362.
- Murray J. 1895. A summary of the scientific results obtained at the sounding, dredging, and trawling stations of H.M.S. Challenger. First part. In: *Report on the scientific results of the voyage of H.M.S. Challenger during the years 1872-76. Vol. I: 796pp.*
- Musick J.A. & Limpus C.J. 1997. Habitat utilization and migration in juvenile sea turtles. In: Lutz P.L. & Mucick J.A. (eds): *Biology of Sea Turtles*, 1: 137-163. CRP Press.
- Myers A.A. & Lowry J.K. 2003. A phylogeny and a new classification of the Corophiidea Leach, 1814 (Amphipoda). *Journal of Crustacean Biology*, 23: 443-485.
- Naranjo S.A., Carballo J.L. & García-Gómez J.C. 1998. Towards a knowledge of marine boundaries using ascidians as indicators: characterising transition zones for species distribution along Atlantic-Mediterranean shores. *Bio. J. Linn. Soc.*, 64: 151-177.
- Nelson W.G. 1979. Experimental studies of selective predation on amphipods: consequences for amphipod distribution and abundance. *J. Exp. Mar. Bio. Ecol.*, 38: 225-245.
- Newman W.A. & Ross A. 1971. Antarctic Cirripedia. *American Geophysical Union, Antarctic Research Series*, 14: 1-257.

- Newman W.A. & Ross A. 1977. A living *Tesseropora* (Cirripedia: Balanomorpha) from Bermuda and the Azores; first records from the Atlantic since the Oligocene. *Transactions of the San Diego Society of Natural History*, 18: 207-216.
- Nishihira M. 1964. The association between Hydrozoa and their attachment substrata with special reference to algal substrata. *Bull. Mar. Biol. Sta. Asamushi*, 12(2-3): 75-92.
- Nishihira M. 1973. Ecological distribution of epiphytic hydrozoa with special reference to *Setularella miurensis*. *Publ. Seto Mar. Biol. Lab.*, 20: 401-418.
- Novak R. 1984. A Study in Ultra-Ecology: Microorganisms on the Seagrass *Posidonia oceanica* (L.) Delile. *Mar.Ecol.*, 5(2): 143-190
- Odhner N.H. 1931. Beiträge zur Malakozologie der Kanarischen Inseln. Lamellibranchien, Cephalopoden, Gastropoden, *Arkiv för Zoologi*, 23 A (14): 1-116.
- Ogawa M., Matsuzaki K. & Misaki H. 1997. A new species of *Balaenophilus* (Copepoda: Haspacticoida), an ectoparasite of sea turtle in Japan. *Zoological Science*, 14: 691-700.
- Oliveira De Loreto B. & Vigliar Bondioli A.C. 2008. Epibionts associated with Green Sea Turtles (*Chelonia mydas*) from Cananéia, Southeast Brazil. *Marine Turtle Newsletter*, 122: 5-8.
- Ortea J., Moro L., Bacallado J.J & Herrera R. 2001. Catálogo actualizado de los Moluscos Opisthobranchios de las Islas Canarias. *Revista de la Academia Canaria de Ciencias*, 12(3-4): 105-136.
- Orton J.H. 1914. Preliminary account of a contribution to an evaluation of the sea: the life history of *Galvina picta*. *J. Mar. Biol. Ass. UK.*, 10: 323-324.
- Orton J.H. 1920. Sea-temperature, breeding and distribution in marine animals. *J. Mar. Biol. Ass. UK.*, 12: 339-366.
- Osman R.W. 1977. The establishment and development of a marine epifaunal community. *Ecol. Monogr.*, 47: 37-63.
- Oswald R.C. & Seed R. 1986. Organisation and Seasonal Progression within the Epifaunal Communities of Coastal Macroalgae. *Cah. Biol. Mar.*, 27: 29-40
- Oswald R.C., Telford N., Seed R. & Happey-Wood C.M. 1984. The effect of encrusting bryozoans on the photosynthetic activity of *Fucus serratus* L. *Estuar. Cstl. Shelf Sci.*, 19: 697-702.
- Ouriques L.C. & Bouzon Z.L. 2008. Organização estrutural e ultra-estrutural das células vegetativas e da estrutura plurilobular de *Hincksia Mitchelliae* (Harvey) P.C. Silva (Ectocarpales, Phaeophyceae). *Rodriguésia*, 59 (4): 673-685.
- Pacheco A. & Garate A. 2005. Bioincrustantes en estructuras de cultivo de *Argopecten purpuratus* en Bahía Samanco, Perú. *Ecología Aplicada*, 4 (1): 149-152.
- Parr A.D. 1939. Quantitative observations on the pelagic *Sargassum* vegetation of the western North Atlantic. *Bull. Bingham Oceanogr. Coll.*, 6(7): 1-94. Yale Univ.
- Parrilla G. & Zinder T. 1987. Oceanografía física del mar de Alborán. *Bol. Inst. Esp. Oceanogr.*, 4 (1): 133-165.
- Parsons K.E. 1996. The genetic effects of larval dispersal depend upon spatial scale and habitat characteristics. *Mar. Biol.*, 126: 403-414.
- Parsons T.R & Lalli C.M. 2003. Jellyfish populations explosions: revisiting a hypothesis of possible causes. *La Mer*, 40: 111-121.
- Patel B. 1959. The influence of temperature on the reproduction and moulting of *Lepas anatifera* L. under laboratory conditions. *J. Mar. Biol. Assoc. UK.*, 38: 589-597.
- Patrioti G. 1970. Catalogue des Cnidaires et Ctenaires des côtes Atlantiques marocaines. *Travaux de l'Institut scientifique Cherifien*, 35: 1-144.
- Peake A.J. & Quinn G.P. 1993. Temporal variation in species-area curves for invertebrates in clumps of an intertidal mussel. *Ecography*, 16: 269-277.
- Penhale P.A. & Smith W.O. 1977. Excretion of dissolved organic carbon by eelgrass (*Zostera marina*) and its epiphytes. *Limnol. Oceanogr.*, 22 (3): 400-407.
- Pérez Sánchez J.M. & Moreno E. 1990. Invertebrados Marinos de Canarias. Ediciones del Cabildo Insular de Gran Canaria. Las Palmas de Gran Canaria, Spain: 335pp.
- Pérez Sánchez J.M., Bacallado J.J. & Ortea J. 1991. Doridáceos, Dendronotáceos y Aeolidáceos (Mollusca: Opisthobranchia) del Archipiélago Canario. *Actas del V Simposio Ibérico de Estudios del Bentos Marino*, 1: 199- 252.
- Pérez Sánchez J.M., Ortea J. & Bacallado J.J. 1990. Doridáceos, Dendronotáceos y Aeolidáceos del Archipiélago Canario. *Lavori della Società Italiana di Malacologia*, 23: 287-293.
- Perez-Marrero J., López-Jurado L.F., Cejudo D., Maroto L. & Llinás O. 2004. Selección del gradiente térmico por ejemplares juveniles de *Caretta caretta* visualizado mediante técnicas de seguimiento por satélite. *Revista De Teledetección*, 21: 25-28.

- Pfaller J.B., Bjorndal K.A., Reich K.J., Williams K.L. & Frick M.G. 2006. Distribution patterns of epibionts on the carapace of loggerhead turtles, *Caretta caretta*. JMBA2 – Biodiversity records, 1-4.
- Pfaller J.B., Frick M.G., Reich K.J., Williams K.L. & Bjorndal K.A. 2008. Carapace epibionts of loggerhead turtles (*Caretta caretta*) nesting at Canaveral National Seashore, Florida. Journal of Natural History, 42 (13-14): 1095-1102.
- Picton B.E. & Morrow C.C. 1994. A field Guide to the Nudibranchs of the British Isles. Inmmel Publishing Ltd., 20 Berkeley Street, Berkeley, London. On-line guide.
- Pilsbry H.A. 1916. The sessile barnacles (Cirripedia) container in the collections of the U.S. National Museum; including a monograph of the American species. United Status National Museum Bulletin, 93: 1-366.
- Plotkin P.T. 1996. Ocurrente and diet of juvenile loggerhead ses turtles, *Caretta caretta*, in the Northwestern Gulf of Mexico. Chelonian Conservation and Biology, 2: 78-80.
- Polovina J.J., Balazs G.H., Howell E.A., Parker D.M., Seki M.P. & Dutton P.H. 2004. Forage and migration habitat of loggerhead (*Caretta caretta*) and olive ridley (*Lepidochelys olivacia*) sea turtles in the central North Pacific Ocean. Fisheries Oceanography, 13(1): 36-51.
- Polovina J.J., Kobayashi D.R., Parker D.M., Seki M.P. & Balazs G.H. 2000. Turtles on the edge: movement of loggerhead turtles (*Caretta caretta*) along oceanic fronts, spanning longline fishing grounds in the central North Pacific, 1997-1998. Fisheries Oceanography, 9: 71-82.
- Pomerat C.M. & Reiner E.R. 1942. The influence of surface angle and of light on the attachment of barnacles and other sedentary organisms. Biol. Bull., 82: 14-25.
- Pomerat C.M. & Weiss C.M. 1946. The influence of texture and composition of surface on the attachment of sedentary marine organisms. Biol. Bull., 91: 57-65.
- Pons M. 2006. El cangrejo *Planes cyaneus* (Dana, 1851) (Brachyura, Grapsidae) y su relación con la tortuga cabezona *Caretta caretta* (Linnaeus, 1758). Pasantía de Grado en la Licenciatura en Ciencias Biológicas. Universidad de la República, Uruguay.
- Poore A.G.B. 1994. Selective herbivory by amphipods inhabiting the brown alga *Zonaria angustata*. Marine Ecology Progress Series, 107: 113-123.
- Price J.H., John D.M. & Lawson G.W. 1978. Seaweeds of the western coast of tropical Africa and adjacent islands: a critical assessment. II. Phaeophyta. Bulletin of the British Museum (Natural History) Botany, 6: 87-182.
- Pritchard P.C.H. & Trebbau P. 1984. The turtles of Venezuela. Contributions to Herpetology 2. Caracas, Venezuela: Society for the Study of Amphibians and Reptiles.
- Prud'homme van Reine W.F. & Hoek C. 1990. Biogeography of Macaronesian Seaweeds. Courier Forsch.-Inst. Senckenberg, 129: 55-73.
- Pruvot-Fol A. 1954. Opisthobranchia. Faune de France, 58: 460pp.
- Purcell J.E. & Aria M.N. 2001. Interactions of pelagic cnidarians and ctenophores with fish: a review. Hydrobiologica, 451: 27-44.
- Rajaguru A. & Shanta G. 1992. Association between the sessile barnacle *Xenobalanus globicipitis* (Coronulidae) and the bottlenose dolphin *Tursiops truncatus* (Delphinidae) from the Bay of Bengal, India, with a summary of previous records from cetaceans. Fish.-Bull., 90 (1): 197-202.
- Ralph P.M. & Thomson H.G. 1968. Seasonal changes in growth in the erect stem of *Obelia geniculata* in Wellington Harbour, New Zealand. Zool. Publs Victoria Univ. Wellington, 44: 1-21.
- Ralph P.M. 1956. Variation in *Obelia geniculata* (Linnaeus, 1758) and *Silicularia bilabiata* (Coughtrey, 1875) (Hydroida, F. Campanulariidae). Trans. R. Soc. N.Z., 84: 279-296.
- Rao K.V. 1937. Structure, habits, and early development of a new species of *Stiliger* Ehrenberg. Rec. Indian Mus., 39: 435-464.
- Rasmussen E. 1944. Faunistic and biological notes on marine invertebrates I. Vidensk. Meddr dansk natura. Foren., 107: 207-233.
- Rawson P.D., Macnamee R., Frick M.G. & Williams K.L. 2003. Phylogeography of the coronulid barnacle, *Chelonibia testudinaria*, from loggerhead sea turtles, *Caretta caretta*. Molecular Ecology, 12: 2697-2706.
- Reidy S.P., Kerr S.R. & Nelson J.A. 2000. Aerobic and anaerobic swimming performance of individual Atlantic Cod. Journal of Experimental Biology, 203: 347-357.
- Revelles M., Carreras C., Cardona L., Marco A., Bentivegna F., Castillo J.J., De Martino G., Mons J.L., Smith M.B., Rico C., Pascual M. & Aguilar A. 2007. Evidence for an asymmetrical size Exchange of loggerhead sea turtles between the Mediterranean and the Atlantic through the Straits of Gibraltar. J. Exp. Mar. Biol. Ecol., 349: 261-271.
- Riera R., Guerra-García J.M., Brito M.C. & Núñez J. 2003. Estudio de los caprelídidos de Lanzarote, islas Canarias (Crustacea: Amphipoda: Caprellidea). Vieraea, 31: 157-166.
- Ripple J. 1996. Sea Turtles. World Life Library, Voyageur Press, U.S.A. 84pp.

- Roca I. & Moreno I. 1985. Distribución de los cnidarios bentónicos litorales en tres localidades de la margen W de la Bahía de Mallorca. Bol. Soc. Hist. Nat. Baleares, 29: 19-30.
- Rodríguez J.M., Hernández-León S. & Barton E.D. 1999. Mesoscale distribution of fish larvae in relation to an upwelling filament off Northwest Africa. Deep-sea Res. I., 46: 1969-1984.
- Rojas-González B. 1997. Estudio de las especies de la Familia Rhodomelaceae (Rhodophyta), con exclusion de las Tribus Chondriaceae y Laurenciae, en las Islas Canarias. Ph. D. Thesis. Univ. La Laguna. Canary Islands.
- Rojas-Gonzalez B., Alfonso-Carrillo J. & Ibeas C. 1994. New records of Rhodomelaceae (Rhodophyta) from the Canary Islands. Bot. Mar., 37: 133-138.
- Roskell J. 1969. A note on the ecology of *Conchorderma virgatum* (Spengler, 1790) (Cirriped Lepadomorpha). Crustaceana, 16: 103-104.
- Ross A. & Newman W. 1967. Eocene balanidae of Florida, including a new genus and species with a unique plan of "Turtle-Barnacle" organization. American Museum Novitates, 2288: 1-21.
- Ruppert E.E. & Barnes R.D. 1996. Zoología de los Invertebrados. 6ª edn. McGraw-Hill Interamericana Editores. 1114pp.
- Russell F.S. 1953. The medusae of the British Isles. Anthomedusae, Leptomedusae, Limnomedusae, Trachymedusae and Narcomedusae. Cambridge.
- Russo A.R. 1989. Fluctuations of epiphytal gammaridean amphipods and their seaweed hosts on an hawaiian algal reef. Crustaceana, 57 (1): 25-37.
- Saint-Marie B. 1991. A review of the reproductive bionomics of aquatic gammaridean amphipods: variation of life history traits with latitude, depth, salinity and superfamily. Hidrobiología, 189: 189-227.
- Sánchez-Moyano, J.E. & García-Gómez J.C. 1998. The Arthropod Community, Especially Crustacea, as a Bioindicador in Algeciras Bay (Southern Spain) Based on a Spatial Distribution. Journal of Coastal Research, 14 (3): 1119-1133.
- Sand-Jensen K & Revsbech N.P. 1987. Photosynthesis and light adaptation in epiphyte-macrophyte associations measured by oxygen microelectrodes. Limnol. Oceanogr., 32 (2): 452-457.
- Sangil C., Sansón M. & Afonso-Carrillo J. 2003. Algas marinas de La Palma (islas Canarias): novedades florísticas y catálogo insular. Vieraea, 31: 83-119.
- Sangrá P., Ananda P., Rodríguez-Santana A., Machín F., Mason E., McWilliams J.C., Pelegrí J.L., Dong C., Rubio A., Martínez-Marrero A. & Auladell M. 2009. The Canary Eddy Corridor: A major pathway for long-lived eddies in the subtropical North Atlantic. Deep-sea Research, I (56): 2100-2114.
- Scarabino F. 2004. Lista sistemática de los Gastropoda marinos y estuarinos vivientes de Uruguay. Comunicaciones de la Sociedad Malacológica del Uruguay, 8 (84/85-86/87):305-346.
- Schämer M.T. 2005. A Survey of the Epibiota of Hawksbill Sea Turtle (*Eretmochelys imbricata*) of Mona Island, Puerto Rico. Tesis Master of Science in Biology. UMI. Universidad de Puerto Rico, Mayaguez. 82pp.
- Schwartz F.J. 1978. Behavioral and tolerance responses to cold water temperatures by three species of sea turtles (Reptilia, Cheloniidae) in North Carolina. Fla. Mar. res. Publ., 33: 16-18.
- Sedlak-Weinstein E. 1992. The occurrence of a new species of *Isocyamus* (Crustacea, Amphipoda) from Australian and Japanese Pilot Whales, with a key to species of *Isocyamus*. Journal of Natural History, 26: 937-946.
- Seigel R.A. 1983. Occurrence and effects of barnacle infestations on diamondback terrapins (*Malacemys terrapin*). American Midland Naturalist, 109: 34-39.
- Senties A., Espinoza-Avalos J. & Zurita J.C. 1999. Epizoic algae of nesting sea turtles *Caretta caretta* (L.) and *Chelonia mydas* (L.) from the Mexican caribbean. Bulletin of Marine Sciences, 64: 185-188.
- Sezgin M., Ates A.S., Katagan T., Bakir K. & Yalçin-Ozdilek S. 2009. Notes on amphipods *Caprella andreae* Mayer, 1890, and *Podocerus chelonophilus* (Chevreux & De Guerne, 1888), collected from the loggerhead sea turtle, *Caretta caretta*, off the Mediterranean and the Aegean coasts of Turkey. Turk J. Zool., 33: 433-437.
- Sherman K. & Alexander L.M. 1989. Biomasa yields and geography of large marine ecosystems. AAAS Selected Symposia Series. Westview Press, Inc., Colorado. 493pp.
- Sherman K. 1993. Large marine ecosystems as global units for marine resources management – An ecological perspective. In: Sherman K., Alexander L.M. & Gold B.D. (eds.): Large Marine Ecosystems. Stress, Mitigation and Sustainability. AAAS Publications, Washington: 3-14.
- Sherman R.A. & Pechter E.A. 1988. Maggot therapy: a review of the therapeutic applications of fly larvae in human medicine, especially for treating osteomyelitis. Medical and Veterinary entomology, 2: 225-230.
- Siedler G. & Onken R. 1996. Eastern Recirculation. Berlin: Gebrüder Borntraeger: 339-364. W. Krauss.
- Sieg J. 1983a. Tanaidacea. In: Gruner H.E. and Holthuis L.B. (eds): Crustaceorum catalogus Pars 6. W. Junk Publishers. The Hague. 552pp.
- Sieg. J. 1983b. Tanaidacea (Crustacea: Peracarida) of the Gulf of Mexico. 3. On the occurrence of *Teleotanais gerlachi* Lang, 1956 (Nototanidae) in the eastern Gulf. Gulf Res. Rep., 7: 267-271.

- Sisson C.G. 2005. Life history dynamics and biogeography of a nudibranch with contrasting developmental modes: A hipótesis for the evolution of larval types. *Journal of Natural History*, 39 (20): 1719-1733.
- Snover M.L., Horn A.A. & Macko S.A. 2000. Detecting the precise time at settlement from pelagic to benthic habitats in the loggerhead sea turtle. In: Kalb H. & Wibbels T. (compilers), *Proceedings of the 19th International Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation*, 174. NOAA Tech. Memor. NMFS-SEFSC-443.
- Southward A.J. 1998. New observations on barnacles (Crustacea: Cirripedia) of the Azores region. *Arquipelago. Life and Marine Sciences*, 16A: 11-27.
- Spivak E.D. & Bas C.C. 1999. First finding of the pelagic crab *Planes marinus* (Decapada: Grapsidae) in the Southwestern Atlantic. *Journal of Crustacean Biology*, 19 (1): 72-76.
- Spotila J.R. 2004. *Sea Turtles: A complete guide to their biology, behavior, and conservation*. The Johns Hopkins University Press, Baltimore and London. 228pp.
- Standing J. 1976. Fouling community structure: effects of the hydroid *Obellia dichotoma* on larval recruitment. In: Mackie G. (Ed.): *Coelenterate Ecology and Behavior*: 155-164. Plenum Press, New York.
- Stebbing A.R.D. 1971. The epizoic fauna of *Flustra foliacea*. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, 51: 283-300.
- Stebbing A.R.D. 1973. Competition for space between the epiphytes of *Mucus serratus* L. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, 53: 247-261.
- Stechow E. 1923. Zur Kenntnis der Hydroidenfauna des Mittelnoeres, Amerikaks und anderer Gebiete. II. Teil. *Zool. Jb (System. Abt.)*, 47: 29-270.
- Stepanjants S.D. 1994. Hydrozoa of the East-Siberian Sea. In: *Ecosystems and fauna of the Chaun Bay and neighbouring waters of the East Siberian Sea. II. – Issled. Fauny morei*, 48 (56): 116-142.
- Stoner A.W. & Greening H.S. 1984. Geographic variation in the macrofaunal associates of pelagic Sargassum and some biogeographic implications. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 20: 185-192.
- Stramma L. & Siedler G. 1988. Seasonal changes in the North Atlantic Subtropical Gyre. *J. Geoph. Res.*, 93 (C7): 8111-8118.
- Stramma L. 1984. Geostrophic transport in the Warm Water Sphere of the eastern subtropical North Atlantic. *J. Mar. Res.*, 42: 537-558.
- Stubbings H.G. 1967. The cirriped fauna of tropical West Africa. *Bulletin of the British Museum (Natural History) Zoology*, 15: 229-320.
- Sturch H.H. 1926. *Chorecolax polysiphoniae* (Reinsch.). *Ann. Bot. (London)*, 40: 585-605.
- Suárez-Morales E. & Gasca R. 1996. Planktonic copepods of Bahía de la Ascensión, Caribbean coast of Mexico: a seasonal survey. *Crustaceana*, 69: 162-174.
- Subramonian J. 1981a. Sexual and reproductive endocrinology of Crustacea. *J. Sci. Indus. Res.*, 40: 396-403.
- Suter H. 1913. *Manual of the New Zealand Mollusca*. Wellington, 1120pp: 586-587.
- Sverdrup H.U., Johnson M.W., & Fleming R.H. 1942. *The Oceans: their Physics, Chemistry and General Biology*. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ.
- Swennen C. 1959. The Netherlands coastal waters as an environment for Nudibranchia. *Basteria*, 23 (Suppl.): 56-62.
- Terry L.A. & Edyvean R.G.J. 1981. Microalgae and corrosion. *Botanica mar.*, 24: 177-183.
- Terry L.A. & Picken G.B. 1986. Algal fouling in the North Sea. In: Evans L.V. & Hoagland K.D. (eds.): *Algal biofouling. Studies in Environmental Science*, 28: 179-192.
- Thiel M. & Gutow L. 2004. The ecology of rafting in the marine environment. I. The floating substrata. *Ocean Mar. Biol. Annu. Rev.*, 42: 181-264
- Thiel M. & Gutow L. 2005. The ecology of rafting in the marine environment. II. The rafting organisms and community. *Ocean Mar. Biol. Annu. Rev.*, 43: 279-418.
- Thiel M. 1997a. Another caprellid amphipod with extended parental care: *Aeginina longicornis*. *Journal of Crustacean Biology*, 17: 370-373.
- Thiel M. 1997b. Reproductive biology of an epibenthic amphipod (*Dyopedos monocanthus*) with extended parental care. *J. Mar. Biol. Ass. UK.*, 77: 1059-1072.
- Thiel M. 1999a. Duration of extended parental care in marine amphipods. *Journal of Crustacean Biology*, 19 (1): 60-71.
- Thiel M. 1999b. Host-use and population demographics of the ascidias-dwelling amphipod *Leucothoe spinacarpa*: indication for extended parental care and advanced social behaviour. *Journal of Natural History*, 33: 193-206.
- Thiel M. 2000. Population and reproductive biology of two sibling amphipod species from ascidians and sponges. *Marine Biology*, 137: 661-674.

- Thiel M. 2003. Extended parental care in crustaceans – an update. *Revista Chilena de Historia natural*, 76: 205-218.
- Thiel M., Sampson S. & Watling L. 1997. Extended parental care in two endobenthic amphipods. *Journal of Natural History*, 31: 713-725.
- Thiele G., Roether W., Schlosser P., Kuntz R., Siedler G. & Stramma L. 1986. Baroclinic Flow and Transient-Tracer Fields in the Canary-Cape Verde Basin. *Journal of Physical Oceanography*, 16: 814-826.
- Thomas J.D. & Barnard J.L. 1992. *Podocerus chelonophilus*, a testudinous amphipod newly recorded from the western Atlantic Ocean. *Bulletin of Marine Science*, 50: 108-116.
- Thompson T.E. 1964. Grazing and the life cycles of British nudibranchs. *Symp. Br. Ecol. Soc.*, 4: 275-297.
- Thorson G. 1946. Reproduction and larval development of Danish marine bottom invertebrates. *Medd. Komm. Danm. Fisk-og Havunders.*, ser. Plankton, 4: 1-523.
- Thorson G. 1950. Reproductive and larval ecology of marine bottom invertebrates. *Biological Reviews*, 25: 1-45.
- Threlkeld S.T. & Willey R.L. 1993. Colonization, interaction, and organization of cladoceran epibiont communities. *Limnol. Oceanogr.*, 38 (3): 584-591.
- Tiwari M. & Bjorndal K.A. 2000. Variation in morphology and reproduction in loggerheads, *Caretta caretta*, nesting in the United States, Brazil, and Greece. *Herpetologica*, 56: 343-356.
- Tiwari M., Aksissou M., Semmoumy S., & Ouakka K. 2006. Sea Turtle Surveys in Southern Morocco (Plage Blanche Porto Rico) in July 2006 Report to the Institut National de Recherche Halieutique. Casablanca, Kingdom of Morocco.
- Tiwari M., Bjorndal K.A., Bolten A.B. & Moumni A. 2000. Morocco and Western Sahara: Sites of an Early Neritic Stage in the Life History of Loggerheads?. NOAA Tech. Mem. NMFS SEFSC, no. 477: [np].
- Tiwari M., Bjorndal K.A., Bolten A.B. & Moumni A. 2002. Morocco and Western Sahara: sites of an early neritic stage in the life history of loggerheads?. In: Mosier A., Folley A. & Brost B. (compilers): Proceedings of the Twentieth Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation. NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFSC-477: 9.
- Tiwari M., Moumni A., Chfiri H., & El Habouz H. 2001. A report on sea turtle nesting activity in the Kingdom of Morocco and Western Sahara. *Testudo*, 5:71-77.
- Todd C.D. 1981. The ecology of nudibranch Mollusca. *Occanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.*, 19: 141-234.
- Todd C.D. 1983. Reproductive and trophic ecology of nudibranch molluscs. In: Russel-Hunter W.D. (ed.), *The Mollusca*, 6 (6): 225-259. Academic Press, New York.
- Todd C.D., Lambert W.J. & Thorpe J.P. 1998. The genetic structure of intertidal populations of two species of nudibranch molluscs with planktotrophic and pelagic lecithotrophic larval stages: are pelagic larvae "for" dispersal?. *J. Exp. Biol. Ecol.*, 228: 1-28.
- Tomás J., Mons J.L., Martín J.J., Bellido J.J. & Castillo J.J. 2002. Study of the first reported nest of loggerhead sea turtle, *Caretta caretta*, in the Spanish Mediterranean coast. *J. Mar. Biol. Ass. UK*, 82: 1005-1007.
- Tosteson T.R., Revuelta R., Zaidi B.R., Imam S.H. & Bard R.F. 1983. Aggregation-adhesion enhancing macromolecules and the specificity of marine microbial surface interactions. *J. Colloid Interface Sci.*, 104 (1): 60-71.
- Tuckey J.K. 1818. Narrative of an expedition to explore the river Zaire, usually called the Congo, in south Africa, in 1816, under the direction of Captain J.K. Tuckey, R.N. to which is added, the journal of Profesor Smith; some general observations on the country and its inhabitants; and an appendix: containing the natural history of that part of the kingdom of Congo through which the Zaire flows. John Murria, London. 498pp.
- Turner C.H., Ebert E.E. & Given R.R. 1969. Man-made reef ecology. *Fish. Bull. Calif.*, 146: 1-221.
- Valdés A. & Angulo-Campillo O. 2004. Systematics of pelagic aeolid nudibranchs of the family Glaucidae (Mollusca, Gastropoda). *Bulletin of Marine Science*, 75(3): 381-389.
- Varo-Cruz N., Cejudo D. & López-Jurado L.F. 2007. Reproductive biology of the loggerhead turtle (*Caretta caretta* L. 1758) on the island of Boavista (Cape Verde, West Africa). In: López-Jurado L.F. & Liria-Loza A. (eds.): *Marine Turtles: Recovery of Extinct Populations*. Monografías del Instituto Canario de Ciencias Marinas, 5: 127-144.
- Verrill A.E. 1908. Decapod Crustacea of Bermuda. I. Brachyura and Anomura. Their distribution, variations, and habits. *Transactions of the Connecticut Academy of Arts and Sciences*, 13: 299-474.
- Viera y Clavijo J. 1868 (1799). *Diccionario de la Historia Natural de las Islas Canarias*. Tomo 2: término "Islotes". Imp. de la Verdad, Las Palmas de Gran Canaria.
- Vives F. 1974. Le zooplancton et les masses d'eau des environs du Cap Blanc. *Tethys*, 6: 313-318.
- Vives F. 1975. Zooplancton et Hydrographie des environs du Cap Blanc (NO de l'Afrique). CIEM CM 1975/ L: 10.6
- Wahl M. & Mark O. 1999. The predominantly facultative nature of Epibiosis: experimental and observational evidence. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 187: 59-66.

- Wahl M. & Sönnichsen H. 1992. Marine Epibiosis IV. The periwinkle *Littorina littorea* lacks typical antifouling defences – why are some populations so little fouled?. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 88: 225-235.
- Wahl M. 1987. Marine Epibiosis und Antifouling. Ph. D. thesis, Univ. Kiel.
- Wahl M. 1989. Marine Epibiosis. I. Fouling and antifouling: some basic aspects. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 58: 175-189.
- Wahl M., Kröger K. & Lenz M. 1998. Non-toxic protection against epibiosis. *Biofouling*, 12 (1-3): 205-226.
- Walt D.R., Smulow J.B., Turesky S.S. & Hill R.G. 1985. The effect of gravity on initial microbial adhesion. *J. Colloid Interface Sci.*, 107(2): 334-336.
- Watson J.E. 1992. The hydroid community of Amphibolis sea grasses in south-eastern and south-western Australia. *Scientia. Mar.*, 56(2-3): 217-227.
- Wicken A.J. 1985. Bacterial cell walls and surfaces. In: Savag D.C. & Fletcher M (eds.): *Bacterial adhesion*. Plenum Publishing Corp., New York: 45-70.
- Willan R. 1979. New Zeland locality records for the aeolid nudibranch *Fiona pinnata* (Eschscholtz). *Tane*, 25: 141-147.
- Willey R.L., Willey R.B. & Threlkeld S.T. 1993. Planktivore effects on zooplankton epibiont communities: Epibiont pigmentation effects. *Limnol. Oceanogr.*, 38 (8): 1818-1822.
- Williams A.B. 1984. Shrimps, lobsters and crabs of the Atlantic coast of the eastern United States, Maine to Florida. Smithsonian Institution Press, Washington, DC.
- Williams E.H. & Williams L.B. 1986. The First association of *Conchoderma virgatum* (Spengler) (Cirripedia: Thoracica) with a euryphodid copepod in the mouth of a fish. *Galaxia*, 5: 209-211.
- Wirtz P. 1998. Opisthobranch Molluscs from the Azores. *Vita marina*, 45 (1-2): 1-16.
- Wirtz P. 1999. Opisthobranch Molluscs from the Madeira Archipelago. *Vita marina*, 46 (1-2): 1-18.
- Witham R. 1976. Evidence for ocean-current mediated dispersal in young green turtles, *Chelonia mydas* (Linnaeus). M.S. Thesis, Univ. Oklahoma. 48 pp.
- Witherington B.E. 2002. Ecology of neonate loggerhead turtles inhabiting lines of downwelling near a Gula Stream front. *Marine Biology*, 140: 843-853.
- Witman J.D. & Suchanek T.H. 1984. Mussels in Flow: Drag and Dislodgement by Epizoans. *Mar. Ecol. Progr. Ser.*, 16: 259-268.
- Witt M.J., Broderick A.C., Johns D.J., Martin C., Penrose R., Hoogmoed M.S. & Godley B.J. 2007. Prey landscapes help identify potential foraging habitats for leatherback turtles in the NE Atlantic. *Mar Ecol. Prog. Ser.*, 337: 231-243.
- Worcester S.E. 1994. Adult rafting vs. larval swimming: dispersal and recruitment of a botryllid ascidians on eelgrass. *Mar. Biol.*, 121: 309-317.
- Wyneken J. 2001. The Anatomy of sea turtles. U.S. Department of Commerce NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFSC-470, 172pp.
- Wyneken J., Salmon M. & Lohmann K.J. 1990. Orientation by hatchling loggerhead sea turtles *Caretta Caretta* L. in a wave tank. *J.Exp.Mar.Biol.Ecol.*, 139: 43-50.
- Yamato S. 1992. A new species of *Podocerus* (Amphipoda: Podoceridae) from the carapace of a loggerhead sea turtle in Japan. *Publications of the Seto Marine Biological Laboratory*, 35: 281-288.
- Young C.M. 1986. Defenses and refuges: alternative mechanisms of coexistence between a predatory gastropod and its ascidian prey. *Mar. Biol.*, 91: 513-522.
- Young P.S. 1991. The superfamily Coronuloidea Leach (Cirripedia, Balanomorpha) from the Brazilian coast, with redescription of *Stomatolepas* species. *Crustaceana*, 61: 190-212.
- Zabala M. 1982. Algunas consideraciones sobre estrategias de los organismos bentónicos filtradores. *Actar Ier Sip. Ibérico Est. bentos marino*, 2: 451-497.
- Zangerl R., Hendrickson L.P. & Hendrickson J.R. 1988. A redescription of the Australian flatback sea turtle, *Natator depressus*. *Bishop Museum Bulletin of Zoology*, 1: 1-69.
- Zann L.P. & Harker B.M. 1978. Egg Production of the Barnacles *Platylepas ophiophilus* Lanchester, *Platylepas hexastylus* (O. Fabricius), *Octolasmis warwickii* Gray and *Lepas anatifera* Linnaeus. *Crustaceana*, 35 (2): 206-214.
- Zardus J.D. & Hadfield M.G. 2004. Larval development and complemental males in *Chelonibia testudinaria*, a barnacle comensal with sea turtles. *Journal of Crustacean Biology*, 24 (3): 409-421.
- Zariquiey Alvarez R. 1968. Crustáceos Decápodos Ibéricos. *Inv. Pesq. Barcelona*, 32: 510pp.
- Zenk W., Finke M., Müller T.J. & Llinás O. 1986. The role of the Canary current in the subtropical Atlantic gyre circulation. *TERRA Cognita*, 6(N3): 375.
- Zenk W., Klein B. & Schröder M. 1991. Cape Verde Frontal Zone. *Deep-Sea Research*, 38(1): 5505-5530.

- Zirpolo G. 1939a. Caso di epibiosi di *Obelia geniculata* si *Hippocampus guttulatus*. Annuar. Mus. Zool. Univ. Napoli, 7(8): 1-8.
- Zirpolo G. 1939b. Nuevo caso di assciazione di idroidi e pesci con revisione critica dei casi gia noti. Boll. Soc. nat. Napoli (1938-1939), 50: 127-139.
- Zullo V.A. & Bleakney J.S. 1966. The cirriped *Stomatolepas elegans* (Costa) on leatherback turtles from Nova Scotian waters. Canadian Field-Nat., 80: 163-165.



*Con diez cañones por banda,
viento en popa, a toda vela,
no corta el mar, sino vuela
un velero bergantín.
Bajel pirata que llaman,
por su bravura, El Temido,
en todo mar conocido
del uno al otro confín.*

J. Espronceda (fragmento)

ANEXO

ANEXO 1: Lita Sistemática reducida (hasta superfamilia) del Subfilo CRUSTACEA Brünnich, 1772, realiza por Martin & Davis (2001), en la que se ha basado la organización taxonómica de la especies pertenecientes a este grupo en este trabajo. (Para clasificación mas detallada mirar referencia).

Referencia: Martin J. W. & Davis G. E. 2001. An Updated Classification of the Recent Crustacea. Natural History Museum of Los Angeles County, 132 pp.

SUBFILO CRUSTACEA Brünnich, 1772

Clase BRANCHIOPODA Latreille, 1817

Subclase Sarsostraca Tasch, 1969

Orden Anostraca Sars, 1867

Subclase Phyllopoda Preuss, 1951

Orden Notostraca Sars, 1867

Orden Diplostraca Gerstaecker, 1866

Suborden Laevicaudata Linder, 1945

Suborden Spinicaudata Linder, 1945

Suborden Cyclestherida Sars, 1899

Suborden Cladocera Latreille, 1829

Infraorden Ctenopoda Sars, 1865

Infraorden Anomopoda Stebbing, 1902

Infraorden Onychopoda Sars, 1865

Infraorden Haplopoda Sars, 1865

Clase REMIPEDIA Yager, 1981

Orden Nectiopoda Schram, 1986

Clase CEPHALOCARIDA Sanders, 1955

Orden Brachypoda Birshteyn, 1960

Clase MAXILLOPODA Dahl, 1956

Subclase Thecostraca Gruvel, 1905

Infraclase Facetotecta Grygier, 1985

Infraclase Ascothoracida Lacaze-Duthiers, 1880

Orden Laurida Grygier, 1987

Orden Dendrogastrida Grygier, 1987

Infraclase Cirripedia Burmeister, 1834

Superorden Acrothoracica Gruvel, 1905

Orden Pygophora Berndt, 1907

Orden Apygophora Berndt, 1907

Superorden Rhizocephala Müller, 1862

Orden Kentrogonida Delage, 1884

Orden Akentrogonida Häfele, 1911

Superorden Thoracica Darwin, 1854

Orden Pedunculata Lamarck, 1818

Suborden Heteralepadomorpha Newman, 1987

Suborden Iblomorpha Newman, 1987

Suborden Lepadomorpha Pilsbry, 1916

- Suborden Scalpellomorpha Newman, 1987
- Orden Sessilia Lamarck, 1818
 - Suborden Brachylepadomorpha Withers, 1923
 - Suborden Verrucomorpha Pilsbry, 1916
 - Suborden Balanomorpha Pilsbry, 1916
 - Superfamilia Chionelasmatoidea Buckeridge, 1983
 - Superfamilia Pachylasmatoidea Utinomi, 1968
 - Superfamilia Chthamaloidea Darwin, 1854
 - Superfamilia Coronuloidea Leach, 1817
 - Superfamilia Tetracitoidea Gruvel, 1903
 - Superfamilia Balanoidea Leach, 1817

Subclase Tantulocarida Boxshall & Lincoln, 1983

Subclase Branchiura Thorell, 1864

- Orden Arguloidea Yamaguti, 1963

Subclase Pentastomida Diesing, 1836

- Orden Cephalobaenida Heymons, 1935
- Orden Porocephalida Heymons, 1935

Subclase Mystacocarida Pennak & Zinn, 1943

- Orden Mystacocaridida Pennak & Zinn, 1943

Subclase Copepoda Milne-Edwards, 1840

- Infraclass Progyrnoplea Lang, 1948
 - Orden Platycopioidea Fosshagen, 1985
- Infraclass Neocopepoda Huys & Boxshall, 1991
 - Superorden Gymnoplea Giesbrecht, 1882
 - Orden Calanoida Sars, 1903
 - Superorden Podoplea Giesbrecht, 1882
 - Orden Misophrioida Gurney, 1933
 - Orden Cyclopoida Burmeister, 1834
 - Orden Gelyelloidea Huys, 1988
 - Orden Mormonilloidea Boxshall, 1979
 - Orden Harpacticoida Sars, 1903
 - Orden Poecilostomatoida Thorell, 1859
 - Orden Siphonostomatoida Thorell, 1859
 - Orden Monstrilloidea Sars, 1901

Clase OSTRACODA Latreille, 1802

Subclase Myodocopa Sars, 1866

- Orden Myodocopida Sars, 1866
 - Suborden Myodocopina Sars, 1866
 - Superfamilia Cypridinoidea Baird, 1850
 - Superfamilia Cylindroleberidoidea Müller, 1906
 - Superfamilia Sarsielloidea Brady & Norman, 1896
- Orden Halocyprida Dana, 1853
 - Suborden Cladocopina Sars, 1865
 - Superfamilia Polycopoidea Sars, 1865
 - Suborden Halocypridina Dana, 1853
 - Superfamilia Halocypridoidea Dana, 1853
 - Superfamilia Thaumatoocypridoidea Müller, 1906

Subclase Podocopa Müller, 1894

Orden Platycopida Sars, 1866

Orden Podocopida Sars, 1866

Suborden Bairdiocopina Sars, 1865

Superfamilia Bairdioidea Sars, 1865

Suborden Cytherocopina Baird, 1850

Superfamilia Cytheroidea Baird, 1850

Suborden Darwinulocopina Sohn, 1988

Superfamilia Darwinuloidea Brady & Norman, 1889

Suborden Cypridocopina Jones, 1901

Superfamilia Cypridoidea Baird, 1845

Superfamilia Macrocypridoidea Müller, 1912

Superfamilia Pontocypridoidea Müller, 1894

Suborden Sigilliocopina Martens, 1992

Superfamilia Sigillioidea Mandelstam, 1960

Clase MALACOSTRACA Latreille, 1802**Subclase Phyllocarida Packard, 1879**

Orden Leptostraca Claus, 1880

Subclase Hoplocarida Calman, 1904

Orden Stomatopoda Latreille, 1817

Suborden Unipeltata Latreille, 1825

Superfamilia Bathysquilloidea Manning, 1967

Superfamilia Gonodactyloidea Giesbrecht, 1910

Superfamilia Erythrosquilloidea Manning & Bruce, 1984

Superfamilia Lysiosquilloidea Giesbrecht, 1910

Superfamilia Squilloidea Latreille, 1802

Superfamilia Eurysquilloidea Ah Yong & Harling, 2000

Superfamilia Parasquilloidea Ah Yong & Harling, 2000

Subclase Eumalacostraca Grobben, 1892

Superorden Syncarida Packard, 1885

Orden Bathynellacea Chappuis, 1915

Orden Anaspidacea Calman, 1904

Superorden Peracarida Calman, 1904

Orden Spelaeogriphacea Gordon, 1957

Orden Thermosbaenacea Monod, 1927

Orden Lophogastrida Sars, 1870

Orden Mysida Haworth, 1825

Orden Mictacea Bowman, Garner, Hessler, Iliffe & Sanders, 1985

Orden Amphipoda Latreille, 1816

Suborden Gammaridea Latreille, 1802

Suborden Caprellidea Leach, 1814

Infraorden Caprellida Leach, 1814

Superfamilia Caprelloidea Leach, 1814

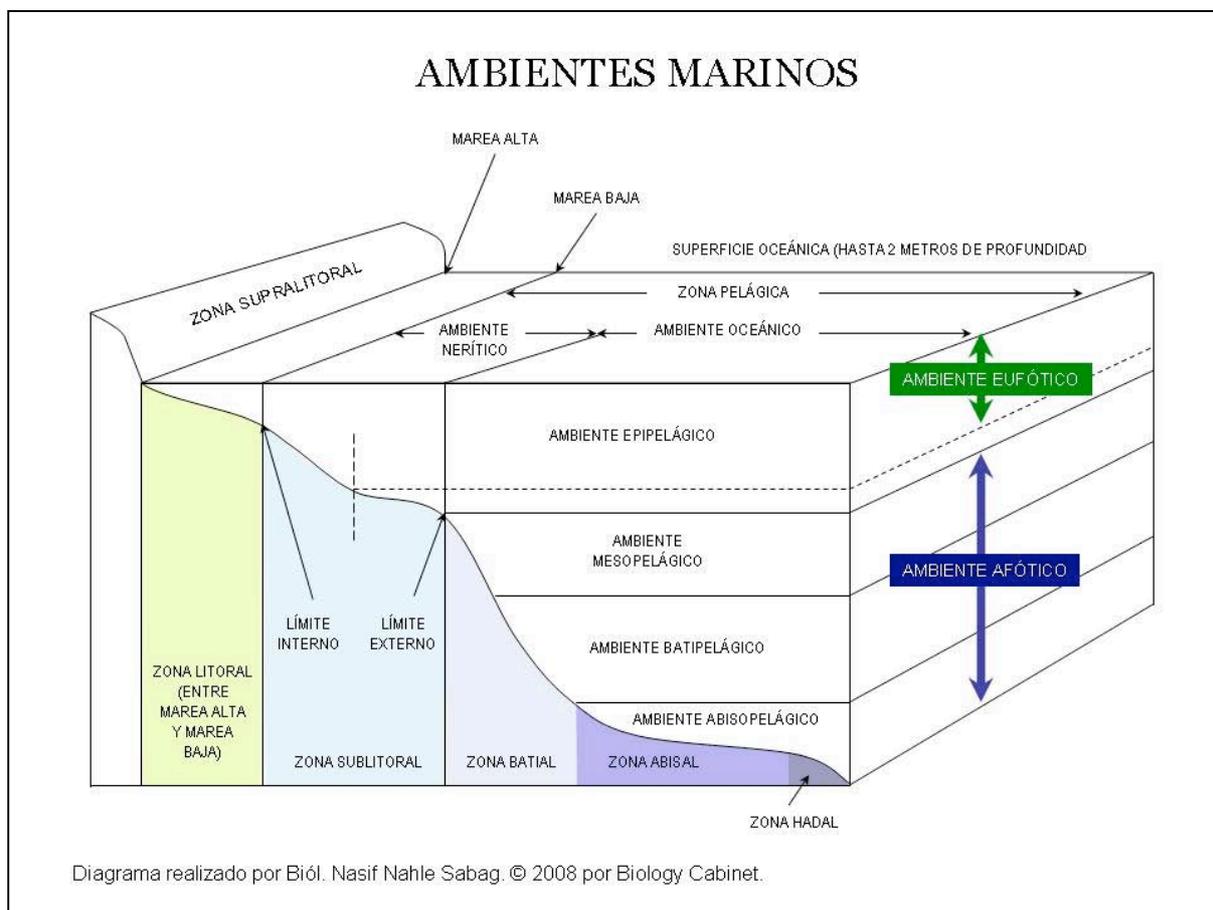
Superfamilia Phtisicoidea Vassilenko, 1968

- Infraorden Cyamida Rafinesque, 1815
- Suborden Hyperiidea Milne Edwards, 1830
 - Infraorden Physosomata Pirlot, 1929
 - Superfamilia Scinoidea Stebbing, 1888
 - Superfamilia Lanceoloidea Bovallius, 1887
 - Infraorden Physocephalata Bowman & Gruner, 1973
 - Superfamilia Vibilioidea Dana, 1853
 - Superfamilia Phronimoidea Rafinesque, 1815
 - Superfamilia Lycaeopsoidea Chevreux, 1913
 - Superfamilia Platysceloidea Bate, 1862
 - Suborden Ingolfiellidea Hansen, 1903
- Orden Isopoda Latreille, 1817
 - Suborden Phreatoicidea Stebbing, 1893
 - Suborden Anthuridea Monod, 1922
 - Suborden Microcerberidea Lang, 1961
 - Suborden Flabellifera Sars, 1882
 - Suborden Asellota Latreille, 1802
 - Superfamilia Aselloidea Latreille, 1802
 - Superfamilia Stenetrioidea Hansen, 1905
 - Superfamilia Janiroidea Sars, 1897
 - Superfamilia Gnathostenetroidoidea Kussakin, 1967
 - Suborden Calabozoida Van Lieshout, 1983
 - Suborden Valvifera Sars, 1882
 - Suborden Epicaridea Latreille, 1831
 - Superfamilia Bopyroidea Rafinesque, 1815
 - Superfamilia Cryptoniscoidea Kossmann, 1880
 - Suborden Oniscidea Latreille, 1802
 - Infraorden Tylomorpha Vandel, 1943
 - Infraorden Ligiamorpha Vandel, 1943
 - Sección Diplocheta Vandel, 1957
 - Sección Synocheta Legrand, 1946
 - Superfamilia Trichoniscoidea Sars, 1899
 - Superfamilia Styloniscoidea Vandel, 1952
 - Sección Crinocheta Legrand, 1946
 - Superfamilia Oniscoidea Latreille, 1802
 - Superfamilia Armadilloidea Brandt, 1831
- Orden Tanaidacea Dana, 1849
 - Suborden Tanaidomorpha Sieg, 1980
 - Superfamilia Tanaoidea Dana, 1849
 - Superfamilia Paratanaoidea Lang, 1949
 - Suborden Neotanaidomorpha Sieg, 1980
 - Suborden Apseudomorpha Sieg, 1980
 - Superfamilia Apseudoidea Leach, 1814
- Orden Cumacea Krøyer, 1846
- Superorden Eucarida Calman, 1904
 - Orden Euphausiacea Dana, 1852
 - Orden Amphionidacea Williamson, 1973
 - Orden Decapoda Latreille, 1802
 - Suborden Dendrobranchiata Bate, 1888
 - Superfamilia Penaeoidea Rafinesque, 1815
 - Superfamilia Sergestoidea Dana, 1852
 - Suborden Pleocyemata Burkenroad, 1963

- Infraorden Stenopodidea Claus, 1872
 Infraorden Caridea Dana, 1852
 Superfamilia Procaridoidea Chace & Manning, 1972
 Superfamilia Galatheacaridoidea Vereshchaka, 1997
 Superfamilia Pasiphaeoidea Dana, 1852
 Superfamilia Oplophoroidea Dana, 1852
 Superfamilia Atyoidea de Haan, 1849
 Superfamilia Bresilioidea Calman, 1896
 Superfamilia Nematocarcinoidea Smith, 1884
 Superfamilia Psalidopodoidea Wood-Mason & Alcock, 1892
 Superfamilia Stylodactyloidea Bate, 1888
 Superfamilia Campylonotoidea Sollaud, 1913
 Superfamilia Palaemonoidea Rafinesque, 1815
 Superfamilia Alpheoidea Rafinesque, 1815
 Superfamilia Processoidea Ortmann, 1890
 Superfamilia Pandaloidea Haworth, 1825
 Superfamilia Phyetocaridoidea Chace, 1940
 Superfamilia Crangonoidea Haworth, 1825
 Infraorden Astacidea Latreille, 1802
 Superfamilia Glypheoidea Winkler, 1883
 Superfamilia Enoplometopoidea de Saint Laurent, 1988
 Superfamilia Nephropoidea Dana, 1852
 Superfamilia Astacoidea Latreille, 1802
 Superfamilia Parastacoidea Huxley, 1879
 Infraorden Thalassinidea Latreille, 1831
 Superfamilia Thalassinoidea Latreille, 1831
 Superfamilia Callianassoidea Dana, 1852
 Superfamilia Axioidea Huxley, 1879
 Infraorden Palinura Latreille, 1802
 Superfamilia Eryonoidea de Haan, 1841
 Superfamilia Palinuroidea Latreille, 1802
 Infraorden Anomura MacLeay, 1838
 Superfamilia Lomisoidea Bouvier, 1895
 Superfamilia Galatheoidea Samouelle, 1819
 Superfamilia Hippoidea Latreille, 1825
 Superfamilia Paguroidea Latreille, 1802
 Infraorden Brachyura Latreille, 1802
 Sección Dromiacea de Haan, 1833
 Superfamilia Homolodromioidea Alcock, 1900
 Superfamilia Dromioidea de Haan, 1833
 Superfamilia Homoloidea de Haan, 1839
 Sección Eubrachyura de Saint Laurent, 1980
 Subsección Raninoidea de Haan, 1839
 Superfamilia Raninoidea de Haan, 1839
 Superfamilia Cyclodorippoidea Ortmann, 1892
 Subsección Heterotremata Guinot, 1977

Superfamilia Dorippoidea MacLeay, 1838
Superfamilia Calappoidea Milne Edwards, 1837
Superfamilia Leucosioidea Samouelle, 1819
Superfamilia Majoidea Samouelle, 1819
Superfamilia Hymenosomatoidea MacLeay, 1838
Superfamilia Parthenopoidea MacLeay, 1838
Superfamilia Retroplumoidea Gill, 1894
Superfamilia Cancroidea Latreille, 1802
Superfamilia Portunoidea Rafinesque, 1815
Superfamilia Bythograeoidea Williams, 1980
Superfamilia Xanthoidea MacLeay, 1838
Superfamilia Bellioidea Dana, 1852
Superfamilia Potamoidea Ortmann, 1896
Superfamilia Pseudothelphusoidea Ortmann, 1893
Superfamilia Gecarcinucoidea Rathbun, 1904
Superfamilia Cryptochiroidea Paulson, 1875
Subsección Thoracotremata Guinot, 1977
Superfamilia Pinnotheroidea de Haan, 1833
Superfamilia Ocypodoidea Rafinesque, 1815
Superfamilia Grapsoidea MacLeay, 1838

ANEXO 2: Esquemas de la clasificación de los Ambientes Marinos. Realizado por Nasif Nahle Sabag (2008), para *Biology Cabinet*. Obtenido en http://www.biocab.org/Ambientes_Marinos.html



ANEXO 3: Citas de balanos del género *Platylepas* en tortugas marinas en el Atlántico, Caribe y Mediterráneo. (¹*Platylepas hexastylus*; ²*Platylepas hexastylus ichthyophila*; ³*Platylepas hexastylus* var. ; ⁴*Platylepas* sp.). Basado en: *Epibiont Research Cooperative (ERC). 2007. A Synopsis of the Literature on the Turtle Barnacles (Cirripedia: Balanomorphia: Coronuloidea) 1758-2007.*

Wester Atlantic & Caribbean	EEUU	Florida	Pilsbry, 1916	1
		New Jersey	Richards, 1930	1
		Texas	Henry, 1954	1
		Virginia	Wass, 1963	1
		Florida	Wells, 1966	1,3
		Massachusetts	Zullo & Bleakney, 1966	1
		South Carolina	Zullo & Lang, 1978	1
		Virginia	Lutcavage & Musick, 1985	1
		Caribbean	Mexico (Yucatán)	Cardenas-Palomo & Maldonado-Gasca, 2005
		Trinidad	Bacon, 1976	1
Brazil	Tramandai, Iguape	Young, 1991	1,2,4	
	Rio Grande do Sul	Bugoni et al., 2001	1,4	
Eastern Atlantic	Atlantic	Ireland	O'Riordan, 1979	1
		Netherlands	Holothuis, 1952	1
		Marruecos	Broch, 1927	1
		Senegal (Goree)	Stubbings, 1965	1
		Gambia	Broch, 1924	1
	Mediterranean	Mediterráneo	Darwin, 1854	1
		Francia (Banyuls-sur-Mer)	Utinomi, 1959	1
		Francia	Lucas, 1968	1
		Italia	Relini, 1980	1
		Italia (Sicilia)	Kolosvary, 1943	1
		Aegean sea	Koukouras & Matsa, 1998	1
		Malta	Gramentz, 1988	1
		Baleares	Chevreaux & Deguerne, 1893	1
Baleares	Badillo, 2007	1		

ANEXO 4: Lista detallada de las frecuencias de especies epibiontes de tortuga boba (*Caretta caretta*) citadas en los principales trabajos realizados en el Atlántico Norte, Caribe y Mediterráneo. Frecuencias, estadio de las tortugas, Localización de las tortugas muestreadas y Referencia bibliográfica.

<i>Especie</i>	Frecuencia	FASE	OCEANO /MAR	PAÍS / REGIÓN	CITA
FLORA					
CHLOROPHYTA					
<i>Acetabularia crenulata</i>	-	hembra nidif.	CAR	México	Senties et al., 1999
	25,0%	hembra nidif.	ATL	EE.UU (Florida)	Pfaller et al., 2008
<i>Anadyomene stellata</i>	-	hembra nidif.	CAR	México	Senties et al., 1999
<i>Bryopsis plumosa</i>	2,5%	hembra nidif.	ATL	Grecia	Frick et al., 2000
	2,7%	(Varadas)	MED	Grecia	Kitsos et al., 2005
<i>Chaetomorpha aerea</i>	2,7%	(Varadas)	MED	Grecia	Kitsos et al., 2005
<i>Chaetomorpha linum</i>	-	hembra nidif.	ATL	EEUU (Georgia)	Frick et al., 2004
	-	hembra nidif.	CAR	México	Senties et al., 1999
	-	juvenil	ATL	Azores	Frick et al., 2003
	-	juvenil	MED	España (Balears)	Frazier et al., 1985
	51,9%	hembra nidif.	ATL	EE.UU (Florida)	Pfaller et al., 2008
<i>Cladophora conferta</i>	-	hembra nidif.	CAR	México	Senties et al., 1999
<i>Cladophora laetevirens</i>	2,7%	(Varadas)	MED	Grecia	Kitsos et al., 2005
<i>Cladophora prolifera</i>	-	hembra nidif.	CAR	México	Senties et al., 1999
	2,7%	(Varadas)	MED	Grecia	Kitsos et al., 2005
<i>Cladophora sp.</i>	2,7%	(Varadas)	MED	Grecia	Kitsos et al., 2005
	47,7%	hembra nidif.	ATL	EEUU (Georgia)	Frick et al., 1998
	-	hembra nidif.	CAR	México	Senties et al., 1999
	-	juvenil	MED	España (Balears)	Frazier et al., 1985
<i>Enteromorpha clathrata</i>	2,7%	(Varadas)	MED	Grecia	Kitsos et al., 2005
<i>Enteromorpha compressa</i>	-	juvenil	MED	España (Balears)	Báez et al., 2004
<i>Enteromorpha intestinalis</i>	5,4%	(Varadas)	MED	Grecia	Kitsos et al., 2005
<i>Enteromorpha sp.</i>	64,6%	hembra nidif.	ATL	EE.UU (Georgia)	Frick et al., 1998
<i>Rhizoclonium riparium</i>	-	hembra nidif.	CAR	México	Senties et al., 1999
<i>Ulva rigida</i>	5,4%	(Varadas)	MED	Grecia	Kitsos et al., 2005
<i>Ulva sp.</i>	-	juvenil	MED	España (Balears)	Báez et al., 2004
PHAEOPHYTA					
<i>Acinetospora crinica</i>	-	juvenil	MED	España (Balears)	Báez et al., 2004
<i>Ectocarpus fasciculatus</i>	-	juvenil	MED	España (Balears)	Báez et al., 2002
<i>Ectocarpus sp.</i>	47,7%	hembra nidif.	ATL	EEUU (Georgia)	Frick et al., 1998
<i>Ectocarpus siliculosus</i>	8,1%	(Varadas)	MED	Grecia	Kitsos et al., 2005
	-	juvenil	MED	España (Balears)	Báez et al., 2004
<i>Feldmannia globifera</i>	-	juvenil	MED	España (Balears)	Báez et al., 2004
<i>Hincksia mitchelliae</i>	-	hembra nidif.	CAR	México	Senties et al., 1999
	-	juvenil	MED	España (Balears)	Báez et al., 2004
<i>Padina pavonica</i>	2,7%	(Varadas)	MED	Grecia	Kitsos et al., 2005
<i>Sphacelaria tribuloides</i>	-	hembra nidif.	CAR	México	Senties et al., 1999
	-	juvenil	MED	España (Balears)	Frazier et al., 1985
	2,7%	(Varadas)	MED	Grecia	Kitsos et al., 2005
<i>Sphacelaria rigidula</i>	-	juvenil	MED	España (Balears)	Báez et al., 2004
RHODOPHYTA					
<i>Audoniella robusta</i>	-	hembra nidif.	CAR	México	Senties et al., 1999
<i>Bangia atropurpurea</i>	-	hembra nidif.	CAR	México	Senties et al., 1999
<i>Callithamnion herveyi</i>	-	hembra nidif.	CAR	México	Senties et al., 1999
<i>Centroceras clavulatum</i>	-	hembra nidif.	CAR	México	Senties et al., 1999
<i>Ceramium ciliatum</i>	2,7%	(Varadas)	MED	Grecia	Kitsos et al., 2005
<i>Ceramium circinatum</i>	2,7%	(Varadas)	MED	Grecia	Kitsos et al., 2005
<i>Ceramium codii</i>	2,7%	(Varadas)	MED	Grecia	Kitsos et al., 2005
<i>Ceramium diaphanum</i>	2,7%	(Varadas)	MED	Grecia	Kitsos et al., 2005
<i>Ceramium flaccidum</i>	-	hembra nidif.	CAR	México	Senties et al., 1999
<i>Ceramium leutzburgii</i>	-	hembra nidif.	CAR	México	Senties et al., 1999
<i>Ceramium sp.</i>	2,7%	(Varadas)	MED	Grecia	Kitsos et al., 2005
	3,1%	hembra nidif.	ATL	EEUU (Georgia)	Frick et al., 1998
	-	hembra nidif.	CAR	México	Senties et al., 1999
<i>Champia parvula</i>	-	hembra nidif.	CAR	México	Senties et al., 1999
<i>Chondria cnicophylla</i>	-	hembra nidif.	CAR	México	Senties et al., 1999

<i>Chondria polythiza</i>	-	hembra nidif.	CAR	México	Senties et al., 1999
<i>Erythrotrichia carnea</i>	-	hembra nidif.	CAR	México	Senties et al., 1999
<i>Erythrotrichia vexillaris</i>	-	hembra nidif.	CAR	México	Senties et al., 1999
<i>Gelidiella trinitatis</i>	-	hembra nidif.	CAR	México	Senties et al., 1999
<i>Herposiphonia secunda</i>	-	hembra nidif.	CAR	México	Senties et al., 1999
	2,7%	(Varadas)	MED	Grecia	Kitsos et al., 2005
<i>Hypnea musciformis</i>	-	hembra nidif.	ATL	EEUU (Georgia)	Frick et al., 2004
<i>Jania pumila</i>	-	hembra nidif.	CAR	México	Senties et al., 1999
<i>Laurencia sp.</i>	-	hembra nidif.	ATL	EEUU (Georgia)	Senties et al., 1999
<i>Lophosiphonia cristata</i>	-	hembra nidif.	CAR	México	Senties et al., 1999
<i>Lophosiphonia sp.</i>	2,7%	(Varadas)	MED	Grecia	Kitsos et al., 2005
<i>Polysiphonia atlantica</i>	-	hembra nidif.	CAR	México	Senties et al., 1999
	59,6%	hembra nidif.	ATL	EE.UU (Florida)	Pfaller et al., 2008
<i>Polysiphonia caretta</i>	100,0%	hembra nidif.	ATL	EE.UU (Florida)	Pfaller et al., 2008
	-	hembra nidif.	CAR	México	Senties et al., 1999
	-	juvenil	ATL	España (Canarias)	Rojas-González et al., 1994
	-	juvenil	ATL	Azores	Frick et al., 2003
	-	juvenil	MED	España (Balears)	Báez et al., 2001
<i>Polysiphonia denudata</i>	-	hembra nidif.	CAR	México	Senties et al., 1999
<i>Polysiphonia ferulacea</i>	-	hembra nidif.	CAR	México	Senties et al., 1999
<i>Polysiphonia sphaerocarpa</i>	-	hembra nidif.	CAR	México	Senties et al., 1999
<i>Polysiphonia sp.</i>	-	juvenil	ATL	Azores	Moore, 1995
	20,0%	hembra nidif.	ATL	EEUU (Georgia)	Frick et al., 1998
	-	juvenil	MED	España (Balears)	Frazier et al., 1985
<i>Polysiphonia sertularioides</i>	-	juvenil	MED	Francia	Chevreaux & de Guerne, 1893
	-	juvenil	MED	España (Balears)	Gramentz, 1988
<i>Polysiphonia tenerima</i>	2,7%	(Varadas)	MED	Grecia	Kitsos et al., 2005
<i>Seirospora sphaerospora</i>	-	juvenil	MED	España (Balears)	Báez et al., 2002
<i>Spyridia filamentosa</i>	-	hembra nidif.	CAR	México	Senties et al., 1999
<i>Stylonema elegans</i>	-	hembra nidif.	CAR	México	Senties et al., 1999
<i>Wrangelia penicillata</i>	-	hembra nidif.	CAR	México	Senties et al., 1999
FILO PORIFERA					
<i>Cliona celata</i>	47,7%	hembra nidif.	ATL	EEUU (Georgia)	Frick et al., 1998
<i>Haliclona loosanoffi</i>	6,2%	hembra nidif.	ATL	EEUU (Georgia)	Frick et al., 1998
<i>Microciona prolifera</i>	10,8%	hembra nidif.	ATL	EEUU (Georgia)	Frick et al., 1998
<i>Mycale americana</i>	12,3%	hembra nidif.	ATL	EEUU (Georgia)	Frick et al., 1998
FILO CNIDARIA					
Clase HYDROZOA					
<i>Obelia geniculata</i>	8,1%	(Varadas)	MED	Grecia	Kitsos et al., 2005
<i>Obelia dichotoma</i>	10%/14%	hembra nidif.	ATL	EEUU (norte/sur)	Caine, 1986
	29,2%	hembra nidif.	ATL	EEUU (Georgia)	Frick et al., 1998
	19,2%	hembra nidif.	ATL	EEUU (Florida)	Pfaller et al., 2008
<i>Obelia sp.</i>	10,2%	juvenil	MED	España	Badillo, 2007
<i>Tubularia crocea</i>	10%/3%	hembra nidif.	ATL	EEUU (norte/sur)	Caine, 1986
	20,0%	hembra nidif.	ATL	EEUU (Georgia)	Frick et al., 1998
	-	hembra nidif.	ATL	EEUU (Georgia)	Frick et al., 2004
	33,0%	hembra nidif.	ATL	EEUU (Georgia)	Pfaller et al., 2006
	71,2%	hembra nidif.	ATL	EEUU (Florida)	Pfaller et al., 2008
<i>Halacordyle disticha</i>	11,1%	hembra nidif.	ATL	EEUU (Georgia)	Pfaller et al., 2006
	13,8%	hembra nidif.	ATL	EEUU (Georgia)	Frick et al., 1998
<i>Hydractina echinata</i>	-	hembra nidif.	ATL	EEUU (Georgia)	Frick et al., 2004
	100,0%	hembra nidif.	ATL	EEUU (Georgia)	Frick et al., 1998
<i>Laomedea flexuosa</i>	3,0%	hembra nidif.	MED	Chipre	Fuller et al., 2010
<i>Stylactis hooper</i>	2,5%	hembra nidif.	ATL	EEUU (Georgia)	Frick et al., 2000
<i>Ricordia florida</i>	5,7%	hembra nidif.	ATL	EEUU (Florida)	Pfaller et al., 2008
Clase ANTHOZOA					
<i>Aiptasiogeton pellucidus</i>	5,4%	(Varadas)	MED	Grecia	Kitsos et al., 2005
<i>Aiptasia pallida</i>	3,1%	hembra nidif.	ATL	EEUU (Georgia)	Frick et al., 1998
<i>Anemone sp.</i>	6%	hembra nidif.	ATL	EEUU (sur)	Caine, 1986
<i>Anemonia sargassiensis</i>	4,0%	hembra nidif.	ATL	EEUU (sur)	Caine, 1986
	7,7%	hembra nidif.	ATL	EEUU (Georgia)	Frick et al., 1998
<i>Astrangia danae</i>	10,0%	hembra nidif.	ATL	EEUU (Georgia)	Frick et al., 2000
<i>Bunodosoma cavernata</i>	1,5%	hembra nidif.	ATL	EEUU (Georgia)	Frick et al., 1998
<i>Calliactis tricolor</i>	26,1%	hembra nidif.	ATL	EEUU (Georgia)	Frick et al., 1998
<i>Diadumene leucolena</i>	-	hembra nidif.	ATL	EEUU (Georgia)	Frick et al., 2004
	2,5%	hembra nidif.	ATL	EEUU (Georgia)	Frick et al., 2000

<i>Haliplanelle luciae</i>	3,1%	hembra nidif.	ATL	EEUU (Georgia)	Frick et al., 1998
<i>Leptogorgia virgulata</i>	1%/3%	hembra nidif.	ATL	EEUU (norte/sur)	Caine, 1986
	13,5%	hembra nidif.	ATL	EEUU (Florida)	Pfaller et al., 2008
	4,6%	hembra nidif.	ATL	EEUU (Georgia)	Frick et al., 1998
<i>Porites porites</i>	4%	hembra nidif.	ATL	EEUU (norte)	Caine, 1986
FILO MOLLUSCA					
Clase Bivalvia					
<i>Anadara corbuloides</i>	2,7%	(Varadas)	MED	Grecia	Kitsos et al., 2005
<i>Anadara ovalis</i>	18,5%	hembra nidif.	ATL	EEUU (Georgia)	Frick et al., 1998
<i>Anadara transversa</i>	3,8%	hembra nidif.	ATL	EEUU (Florida)	Pfaller et al., 2008
<i>Anomia simplex</i>	4,0%	hembra nidif.	ATL	EEUU	Caine, 1986
	22,0%	hembra nidif.	ATL	EEUU (Georgia)	Frick et al., 1998
<i>Anomia ephippium</i>	13,5%	(Varadas)	MED	Grecia	Kitsos et al., 2005
	5,8%	juvenil	MED	España	Badillo, 2007
<i>Argopecten gibbus</i>	7,0%	hembra nidif.	ATL	EEUU	Caine, 1986
<i>Atrina sp.</i>	21,0%	hembra nidif.	ATL	EEUU	Caine, 1986
<i>Brachidontes exustus</i>	7,7%	hembra nidif.	ATL	EEUU (Georgia)	Frick et al., 1998
<i>Crasostrea virginica</i>	4,0%	hembra nidif.	ATL	EEUU	Caine, 1986
<i>Chione grus</i>	7,7%	hembra nidif.	ATL	EEUU (Georgia)	Frick et al., 1998
<i>Chlamys varia</i>	2,7%	(Varadas)	MED	Grecia	Kitsos et al., 2005
<i>Gouldia cerina</i>	6%/11%	hembra nidif.	ATL	EEUU	Caine, 1986
<i>Hiatella arctica</i>	1,9%	juvenil	MED	España	Badillo, 2007
<i>Hiatella rugosa</i>	2,7%	(Varadas)	MED	Grecia	Kitsos et al., 2005
<i>Modiolus adriaticus</i>	2,7%	(Varadas)	MED	Grecia	Kitsos et al., 2005
<i>Modiolus barbatus</i>	2,7%	(Varadas)	MED	Grecia	Kitsos et al., 2005
<i>Musculus lateralis</i>	15,4%	hembra nidif.	ATL	EEUU (Georgia)	Frick et al., 1998
<i>Musculus sp.</i>	1,9%	juvenil	MED	España	Badillo, 2007
<i>Mytilaster lineatus</i>	2,7%	(Varadas)	MED	Grecia	Kitsos et al., 2005
<i>Mytilus galloprovincialis</i>	5,4%	(Varadas)	MED	Grecia	Kitsos et al., 2005
	2,9%	juvenil	MED	España	Badillo, 2007
<i>Pteria colymbus</i>	5,6%	hembra nidif.	ATL	EEUU (Georgia)	Pfaller et al., 2006
<i>Ostrea equestris</i>	31,0%	hembra nidif.	ATL	EEUU	Caine, 1986
	20,0%	hembra nidif.	ATL	EEUU (Georgia)	Frick et al., 1998
	11,1%	hembra nidif.	ATL	EEUU (Georgia)	Pfaller et al., 2006
<i>Ostrea edulis</i>	2,7%	(Varadas)	MED	Grecia	Kitsos et al., 2005
	1,9%	juvenil	MED	España	Badillo, 2007
<i>Rupellaria typica</i>	3,1%	hembra nidif.	ATL	EEUU (Georgia)	Frick et al., 1998
<i>Sphenia antillensis</i>	61%/21%	hembra nidif.	ATL	EEUU (norte/sur)	Caine, 1986
	3,1%	hembra nidif.	ATL	EEUU (Georgia)	Frick et al., 1998
Clase Gasteropoda					
<i>Bittium sp.</i>	1,0%	juvenil	MED	España	Badillo, 2007
<i>Chaetopleura apiculata</i>	1,5%	hembra nidif.	ATL	EEUU (Georgia)	Frick et al., 1998
<i>Chicoreus pomun</i>	1,9%	hembra nidif.	ATL	EEUU (Florida)	Pfaller et al., 2008
<i>Cratena pilata</i>	9,2%	hembra nidif.	ATL	EEUU (Georgia)	Frick et al., 1998
<i>Crepidula fornicata</i>	3,0%	hembra nidif.	ATL	EEUU (norte/sur)	Caine, 1986
	41,5%	hembra nidif.	ATL	EEUU (Georgia)	Frick et al., 1998
	22,2%	hembra nidif.	ATL	EEUU (Georgia)	Pfaller et al., 2006
<i>Crepidula plana</i>	15%/4%	hembra nidif.	ATL	EEUU (norte/sur)	Caine, 1986
	29,2%	hembra nidif.	ATL	EEUU (Georgia)	Frick et al., 1998
<i>Costoanachis avara</i>	5,6%	hembra nidif.	ATL	EEUU (Georgia)	Pfaller et al., 2006
	5,0%	hembra nidif.	ATL	EEUU (Georgia)	Frick et al., 2000
<i>Diodora cayenensis</i>	3,1%	hembra nidif.	ATL	EEUU (Georgia)	Frick et al., 1998
<i>Doriopsilla pharpa</i>	10,8%	hembra nidif.	ATL	EEUU (Georgia)	Frick et al., 1998
<i>Doris verrucosa</i>	4,6%	hembra nidif.	ATL	EEUU (Georgia)	Frick et al., 1998
<i>Ischnochiton striolatus</i>	1,5%	hembra nidif.	ATL	EEUU (Georgia)	Frick et al., 1998
<i>Misea evelina</i>	3,1%	hembra nidif.	ATL	EEUU (Georgia)	Frick et al., 1998
<i>Mitrella lunata</i>	6,0%	hembra nidif.	ATL	EEUU (norte/sur)	Caine, 1986
	2,5%	hembra nidif.	ATL	EEUU (Georgia)	Frick et al., 2000
	65,4%	hembra nidif.	ATL	EEUU (Florida)	Pfaller et al., 2008
<i>Strombus alatus</i>	3,8%	hembra nidif.	ATL	EEUU (Florida)	Pfaller et al., 2008
<i>Strombus gigas</i>	1,9%	hembra nidif.	ATL	EEUU (Florida)	Pfaller et al., 2008
FILO ECHINODERMATA					
<i>Axiognathus squamatus</i>	-	hembra nidif.	ATL	EEUU (Georgia)	Frick et al., 2004
<i>Arbacia punctulata</i>	7,7%	hembra nidif.	ATL	EEUU (Florida)	Pfaller et al., 2008
<i>Lytechinus variegatus</i>	1,9%	hembra nidif.	ATL	EEUU (Florida)	Pfaller et al., 2008
<i>Ophioconis forbesi</i>	2,7%	(Varadas)	MED	Grecia	Kitsos et al., 2005

FILO ANNELIDA						
Clase Polychaeta						
<i>Aciculata</i> spp.	2,9%	juvenil	MED	España	Badillo, 2007	
<i>Ceratonereis costae</i>	2,7%	(Varadas)	MED	Grecia	Kitsos et al., 2005	
<i>Cirriformia tentaculata</i>	2,7%	(Varadas)	MED	Grecia	Kitsos et al., 2005	
<i>Demonax langerhansi</i>	2,7%	(Varadas)	MED	Grecia	Kitsos et al., 2005	
<i>Dorvillea sociabilis</i>	18,5%	hembra nidif.	ATL	EEUU (Georgia)	Frick et al., 1998	
<i>Filograna vulgaris</i>	13%/7%	hembra nidif.	ATL	EEUU	Caine, 1986	
	1,5%	hembra nidif.	ATL	EEUU (Georgia)	Frick et al., 1998	
<i>Hesiospina similis</i>	2,7%	(Varadas)	MED	Grecia	Kitsos et al., 2005	
<i>Hydroides dianthus</i>	2,7%	(Varadas)	MED	Grecia	Kitsos et al., 2005	
<i>Hydroides elegans</i>	13,5%	(Varadas)	MED	Grecia	Kitsos et al., 2005	
<i>Hydroides nigra</i>	5,4%	(Varadas)	MED	Grecia	Kitsos et al., 2005	
<i>Hydroides norvegica</i>	13,5%	(Varadas)	MED	Grecia	Kitsos et al., 2005	
<i>Hydroides stoichadon</i>	5,4%	(Varadas)	MED	Grecia	Kitsos et al., 2005	
<i>Hydroides</i> sp.	5,8%	juvenil	MED	España	Badillo, 2007	
<i>Neanthes caudata</i>	2,7%	(Varadas)	MED	Grecia	Kitsos et al., 2005	
<i>Neanthes succinea</i>	2,7%	(Varadas)	MED	Grecia	Kitsos et al., 2005	
<i>Nereis falsa</i>	11,1%	hembra nidif.	ATL	EEUU (Georgia)	Pfaller et al., 2006	
	4,6%	hembra nidif.	ATL	EEUU (Georgia)	Frick et al., 1998	
	69,2%	hembra nidif.	ATL	EEUU (Florida)	Pfaller et al., 2008	
<i>Nereis zonata</i>	2,7%	(Varadas)	MED	Grecia	Kitsos et al., 2005	
<i>Platynereis dumerilii</i>	2,7%	(Varadas)	MED	Grecia	Kitsos et al., 2005	
<i>Podarke obscura</i>	7,7%	hembra nidif.	ATL	EEUU (Georgia)	Frick et al., 1998	
	40,4%	hembra nidif.	ATL	EEUU (Florida)	Pfaller et al., 2008	
<i>Pomatocerus triquetter</i>	5,4%	(Varadas)	MED	Grecia	Kitsos et al., 2005	
	5,8%	juvenil	MED	España	Badillo, 2007	
<i>Prionospio multibranchiata</i>	2,7%	(Varadas)	MED	Grecia	Kitsos et al., 2005	
<i>Prionospio</i> sp.	2,7%	(Varadas)	MED	Grecia	Kitsos et al., 2005	
<i>Procedera fasciata</i>	1,5%	hembra nidif.	ATL	EEUU (Georgia)	Frick et al., 1998	
<i>Phyllodoce fragilis</i>	-	hembra nidif.	ATL	EEUU (Georgia)	Frick et al., 2004	
<i>Phyllodoce mucosa</i>	2,7%	(Varadas)	MED	Grecia	Kitsos et al., 2005	
<i>Sabellaria floridensis</i>	16,7%	hembra nidif.	ATL	EEUU (Georgia)	Pfaller et al., 2006	
	3,1%	hembra nidif.	ATL	EEUU (Georgia)	Frick et al., 1998	
<i>Sabellaria vulgaris</i>	24%/1%	hembra nidif.	ATL	EEUU (norte/sur)	Caine, 1986	
	4,6%	hembra nidif.	ATL	EEUU (Georgia)	Frick et al., 1998	
<i>Schistomeringos rudolphi</i>	2,7%	(Varadas)	MED	Grecia	Kitsos et al., 2005	
<i>Serpula concharum</i>	10,8%	(Varadas)	MED	Grecia	Kitsos et al., 2005	
<i>Serpula vermicularis</i>	10%/4%	hembra nidif.	ATL	EEUU	Caine, 1986	
	10,8%	hembra nidif.	ATL	EEUU (Georgia)	Frick et al., 1998	
	16,2%	(Varadas)	MED	Grecia	Kitsos et al., 2005	
	1,0%	juvenil	MED	España	Badillo, 2007	
<i>Spio decoratus</i>	2,7%	(Varadas)	MED	Grecia	Kitsos et al., 2005	
<i>Spionidae</i>	2,7%	(Varadas)	MED	Grecia	Kitsos et al., 2005	
<i>Syllis prolifera</i>	2,7%	(Varadas)	MED	Grecia	Kitsos et al., 2005	
<i>Syllis variegata</i>	2,7%	(Varadas)	MED	Grecia	Kitsos et al., 2005	
<i>Terebella lapidaria</i>	2,7%	(Varadas)	MED	Grecia	Kitsos et al., 2005	
<i>Thelepus setosus</i>	2,7%	(Varadas)	MED	Grecia	Kitsos et al., 2005	
Oligochaeta						
<i>Enchytraeidae</i> sp.	2,7%	(Varadas)	MED	Grecia	Kitsos et al., 2005	
<i>Naididae</i> sp.	2,7%	(Varadas)	MED	Grecia	Kitsos et al., 2005	
<i>Tubificidae</i> sp.	5,4%	(Varadas)	MED	Grecia	Kitsos et al., 2005	
Hirudinea						
<i>Ozobranthus margoi</i>	5,4%	(Varadas)	MED	Grecia	Kitsos et al., 2005	
	1,9%	juvenil	MED	España	Badillo, 2007	
	89,2%	hembra nidif.	ATL	EEUU (Georgia)	Frick et al., 1998	
FILO PLATELMINTOS						
Clase Trematoda						
<i>Oligaclado floridanus</i>	1,5%	hembra nidif.	ATL	EEUU (Georgia)	Frick et al., 1998	
Clase Turbellaria						
<i>Bdelloura candida</i>	6,2%	hembra nidif.	ATL	EEUU (Georgia)	Frick et al., 1998	

FILO BRYOZOA

<i>Amathia distans</i>	47,7%	hembra nidif.	ATL	EEUU (Georgia)	Frick et al., 1998
<i>Anguinella palmata</i>	44,7%	hembra nidif.	ATL	EEUU (Georgia)	Frick et al., 1998
<i>Bugula neritina</i>	1,0%	hembra nidif.	ATL	EEUU	Caine, 1986
	92,3%	hembra nidif.	ATL	EEUU (Georgia)	Frick et al., 1998
	27,8%	hembra nidif.	ATL	EEUU (Georgia)	Pfaller et al., 2006
<i>Bugula fulva</i>	7,7%	hembra nidif.	ATL	EEUU (Florida)	Pfaller et al., 2008
<i>Ectopracta spp</i>	3,9%	juvenil	MED	España	Badillo, 2007
<i>Membranipora arborescens</i>	32,7%	hembra nidif.	ATL	EEUU (Florida)	Pfaller et al., 2008
<i>Membranipora tenuis</i>	11,1%	hembra nidif.	ATL	EEUU (Georgia)	Pfaller et al., 2006
	11,5%	hembra nidif.	ATL	EEUU (Florida)	Pfaller et al., 2008
	100,0%	hembra nidif.	ATL	EEUU (Georgia)	Frick et al., 1998
<i>Membranipora tuberculata</i>	3,8%	hembra nidif.	ATL	EEUU (Florida)	Pfaller et al., 2008
<i>Schizoporella unicornis</i>	21,1%	hembra nidif.	ATL	EEUU (Florida)	Pfaller et al., 2008
<i>Thalamoporella floridana</i>	3,8%	hembra nidif.	ATL	EEUU (Florida)	Pfaller et al., 2008

FILO ARTHOROPODA**SUBFILO CRUSTACEA****Clase MAXILOPODA****InfraClase CIRRPEDIA****Fam. Coronulidae**

<i>Chelonibia testudinaria</i>	94%/87%	hembra nidif.	ATL	EEUU (norte/sur)	Caine, 1986
	-	juvenil	ATL	Madeira	Davenport, 1994
	100,0%	hembra nidif.	ATL	EEUU (Georgia)	Frick et al., 1998
	-	hembra nidif.	ATL	EEUU (Georgia)	Frick et al., 2004
	-	juven. y adult.	MED	Italia	Casale et al., 2004
	97,3%	(Varada)	MED	Grecia	Kitsos et al., 2005
	94,4%	hembra nidif.	ATL	EEUU (Georgia)	Pfaller et al., 2006
	6,8%	juvenil	MED	España	Badillo, 2007
	100,0%	hembra nidif.	ATL	EEUU (Florida)	Pfaller et al., 2008
	65,0%	hembra nidif.	MED	Chipre	Fuller et al., 2010
<i>Chelonibia caretta</i>	1%/1%	hembra nidif.	ATL	EEUU (norte y sur)	Caine, 1986
	-	juvenil	ATL	NE	Southward, 1998
	100,0%	hembra nidif.	ATL	EEUU (Georgia)	Frick et al., 1998
	1,0%	juvenil	MED	España	Badillo, 2007
	90,0%	hembra nidif.	ATL	EEUU (Florida)	Pfaller et al., 2008
	27,0%	hembra nidif.	MED	Chipre	Fuller et al., 2010
<i>Chelonibia patula</i>	10,8%	(Varada)	MED	Grecia	Kitsos et al., 2005
	1,0%	juvenil	MED	España	Badillo, 2007
<i>Chthamalus fragilis</i>	64,6%	hembra nidif.	ATL	EEUU (Georgia)	Frick et al., 1998
<i>Chthamalus stellatus</i>	32,3%	hembra nidif.	ATL	EEUU (Georgia)	Frick et al., 1998
<i>Conopea galeata</i>	3,8%	hembra nidif.	ATL	EEUU (Florida)	Pfaller et al., 2008
<i>Platylepas hexastylus*</i>	-	juvenil	MED	Francia	Chevreux & de Guerne, 1893
	-	juvenil	ATL	España	Castillo, 2001
	10,8%	(Varada)	MED	Grecia	Kitsos et al., 2005
	77,7%	juvenil	MED	España	Badillo, 2007
<i>Stomatolepas elegans</i>	10,8%	(Varada)	MED	Grecia	Kitsos et al., 2005
	1,9%	juvenil	MED	España	Badillo, 2007
<i>Stomatolepas muricata</i>	1,0%	juvenil	MED	España	Badillo, 2007

Fam. Balanidae

<i>Balanus amphitrite</i>	55%/72%	hembra nidif.	ATL	EEUU (norte/sur)	Caine, 1986
	10,8%	(Varada)	MED	Grecia	Kitsos et al., 2005
	22,2%	hembra nidif.	ATL	EEUU (Georgia)	Pfaller et al., 2006
	-	hembra nidif.	ATL	EEUU (Georgia)	Frick et al., 2004
	100,0%	hembra nidif.	ATL	EEUU (Georgia)	Frick et al., 1998
	75,0%	hembra nidif.	ATL	EEUU (Florida)	Pfaller et al., 2008
	1,0%	juvenil	MED	España	Badillo, 2007
<i>Balanus perforatus</i>	1,0%	juvenil	MED	España	Badillo, 2007
	2,7%	(Varada)	MED	Grecia	Kitsos et al., 2005
<i>Balanus trigonus</i>	8,1%	(Varada)	MED	Grecia	Kitsos et al., 2005
	5,0%	hembra nidif.	ATL	EEUU (Georgia)	Frick et al., 2000
	1,0%	juvenil	MED	España	Badillo, 2007
<i>Balanus eburneus</i>	2,7%	(Varada)	MED	Grecia	Kitsos et al., 2005
	20,0%	hembra nidif.	ATL	EEUU (Georgia)	Frick et al., 1998

Fam. Lepadidae						
<i>Conchoderma virgatum</i>	2,7%	(Varada)	MED	Grecia		Kitsos et al., 2005
	-	juvenil	ATL	Azore/Madeira		Tukey, 1818
	-	juvenil	ATL	Azore/Madeira		Darwin, 1852
	-	juvenil	ATL	Azore/Madeira		Gruvel, 1920
	-	juvenil	ATL	Azores		Frick et al., 2003
	-	juvenil	MED	Francia	Chevreaux & de Guerne, 1893	
	38,8%	juvenil	MED	España		Badillo, 2007
<i>Lepas anatifera</i>	-	juvenil	ATL	Azore/Madeira		Tukey, 1818
	-	juvenil	ATL	Azore/Madeira		Gruvel, 1920
	7%/25%	hembra nidif.	ATL	EEUU (norte/sur)		Caine, 1986
	3,1%	hembra nidif.	ATL	EEUU (Georgia)		Frick et al., 1998
	-	juvenil	ATL	Azores		Frick et al., 2003
	5,4%	(Varada)	MED	Grecia		Kitsos et al., 2005
	11,7%	juvenil	MED	España		Badillo, 2007
	15,0%	hembra nidif.	MED	Chipre		Fuller et al., 2010
<i>Lepas anserifera</i>	-	juvenil	ATL	Azores		Frick et al., 2003
	6,8%	juvenil	MED	España		Badillo, 2007
<i>Lepas hilli</i>	-	juvenil	ATL	Azore/Madeira		Darwin, 1852
	-	juvenil	ATL	Azore/Madeira		Gruvel, 1920
	-	juvenil	ATL	Azores		Frick et al., 2003
	-	juvenil	MED	Francia	Chevreaux & de Guerne, 1893	
	57,3%	juvenil	MED	España		Badillo, 2007
<i>Lepas pectinata</i>	11,1%	hembra nidif.	ATL	EEUU (Georgia)		Pfaller et al, 2006
	1,5%	hembra nidif.	ATL	EEUU (Georgia)		Frick et al., 1998
	55,8%	hembra nidif.	ATL	EEUU (Florida)		Pfaller et al, 2008
	7,8%	juvenil	MED	España		Badillo, 2007
Subclase COPEPODA						
<i>Balaenophilus sp.</i>	78,0%	juvenil	MED	España		Badillo, 2007
<i>Balaenophilus umigameculus</i>	-	juvenil	(Japón)	(cautividad)		Ogawa et al., 1997
Clase MALACOSTRACA						
SuperOrden PERACARIDA						
O. ANPHIPODA						
SubO. Caprella						
<i>Caprella andreae</i>	100,0%	juvenil	MED	Francia	Chevreaux & de Guerne, 1893	
	97%/96%	hembra nidif.	ATL	EEUU (norte/sur)		Caine, 1986
	-	juvenil	ATL	Atlantico NE		Moore, 1995
	100,0%	hembra nidif.	ATL	EEUU (Georgia)		Frick et al., 1998
	-	juvenil	ATL	Azores		Frick et al., 2003
	13,5%	(Varada)	MED	Grecia		Kitsos et al., 2005
	47,5%	juvenil	MED	España		Badillo, 2007
	90,0%	hembra nidif.	ATL	EEUU (Florida)		Pfaller et al., 2008
		hembra nidif.	MED	Turkia		Sezgin et al., 2009
<i>Caprella equilibra</i>	1,0%	hembra nidif.	ATL	EEUU (norte)		Caine, 1986
	67,7%	hembra nidif.	ATL	EEUU (Georgia)		Frick et al., 1998
	9,6%	hembra nidif.	ATL	EEUU (Florida)		Pfaller et al, 2008
<i>Caprella penantis</i>	8,1%	(Varada)	MED	Grecia		Kitsos et al., 2005
	-	hembra nidif.	ATL	EEUU (Georgia)		Frick et al., 2004
	29,2%	hembra nidif.	ATL	EEUU (Georgia)		Frick et al., 1998
	32,7%	hembra nidif.	ATL	EEUU (Florida)		Pfaller et al, 2008
<i>Caprella scaura</i>	11,5%	hembra nidif.	ATL	EEUU (Florida)		Pfaller et al, 2008
<i>Caprella fretensis</i>	12,0%	hembra nidif.	MED	Chipre		Fuller et al., 2010
<i>Caprella spp.</i>	88,9%	hembra nidif.	ATL	EEUU (Georgia)		Pfaller et al, 2006
<i>Corophium acherusicum</i>	8,1%	(Varada)	MED	Grecia		Kitsos et al., 2005
<i>Corophium acutum</i>	8,1%	(Varada)	MED	Grecia		Kitsos et al., 2005
<i>Paracaprella tenuis</i>	1%/3%	hembra nidif.	ATL	EEUU (norte/sur)		Caine, 1986
	9,2%	hembra nidif.	ATL	EEUU (Georgia)		Frick et al., 1998
SubO. Gammaridae						
<i>Ampithoe ramondi</i>	13%/30%	hembra nidif.	ATL	EEUU (norte/sur)		Caine, 1986
	3,1%	hembra nidif.	ATL	EEUU (Georgia)		Frick et al., 1998
<i>Cerapus sp.</i>	-	hembra nidif.	ATL	EEUU (Georgia)		Frick et al., 2004
<i>Colomastix halichondriae</i>	1,0%	hembra nidif.	ATL	EEUU (Georgia)		Frick et al., 2002
<i>Dulichchiella appendiculata</i>	36,9%	hembra nidif.	ATL	EEUU (Georgia)		Frick et al., 1998
<i>Elasmopus rapax</i>	7%/23%	hembra nidif.	ATL	EEUU (norte/sur)		Caine, 1986
	4,6%	hembra nidif.	ATL	EEUU (Georgia)		Frick et al., 1998
	2,7%	(Varada)	MED	Grecia		Kitsos et al., 2005
	1,0%	juvenil	MED	España		Badillo, 2007

<i>Erichthonius braziliensis</i>	32,0%	hembra nidif.	ATL	EEUU (sur)	Caine, 1986
	1,5%	hembra nidif.	ATL	EEUU (Georgia)	Frick et al., 1998
<i>Hyale sp.</i>	59,0%	hembra nidif.	ATL	EEUU (sur)	Caine, 1986
	-	juvenil	ATL	Azores/Madeira	Moore, 1995
	16,9%	juvenil	MED	España	Badillo, 2007
<i>Hyale grimaldii</i>	100,0%	juvenil	MED	Francia	Chevreaux & de Guerne, 1893
	16,9%	juvenil	MED	España	Badillo, 2007
	2,7%	(Varada)	MED	Grecia	Kitsos et al., 2005
<i>Hyale nilssoni</i>	2,0%	hembra nidif.	MED	Chipre	Fuller et al., 2010
<i>Hyale schmidtii</i>	3,0%	hembra nidif.	MED	Chipre	Fuller et al., 2010
<i>Jasa sp.</i>	3,4%	juvenil	MED	España	Badillo, 2007
<i>Podocerus brasiliensis</i>	1%/6%	hembra nidif.	ATL	EEUU (norte/sur)	Caine, 1986
<i>Podocerus chelonophilus</i>	-	juvenil	ATL	Azores	Chevreaux & de Guerne, 1888
	-	juvenil	MED	Argelia	Chevreaux & de Guerne, 1888
	100,0%	juvenil	MED	Francia	Chevreaux & de Guerne, 1893
	-	juvenil	ATL	Azores	Chevreaux, 1900
	37%/82%	hembra nidif.	ATL	EEUU (norte/sur)	Caine, 1986
	-	hembra nidif.	ATL	EEUU (Florida)	Thomas & Barnard, 1992
	-	juvenil	ATL	Azores	Davenport, 1994
	-	juvenil	ATL	Madeira	Moore, 1995
	26,2%	hembra nidif.	ATL	EEUU (Georgia)	Frick et al., 1998
	-	juvenil	ATL	Azores	Frick et al., 2003
	5,4%	(Varada)	MED	Grecia	Kitsos et al., 2005
	16,7%	hembra nidif.	ATL	EEUU (Georgia)	Pfaller et al, 2006
	8,7%	juvenil	MED	España	Badillo, 2007
		hembra nidif.	MED	Turkia	Sezgin et al., 2009
<i>Podoceridae sp.</i>	1,0%	hembra nidif.	MED	Chipre	Fuller et al., 2010
<i>Stenothoe minuta</i>	7%/21%	hembra nidif.	ATL	EEUU (norte/sur)	Caine, 1986
	4,6%	hembra nidif.	ATL	EEUU (Georgia)	Frick et al., 1998
O. ISOPODA					
<i>Cancrion carolinus</i>	6,2%	hembra nidif.	ATL	EEUU (Georgia)	Frick et al., 1998
<i>Idotea sp.</i>	1,9	juvenil	MED	España	Badillo, 2007
<i>Sphaeroma quadridentatum</i>	3%	hembra nidif.	ATL	EEUU (norte)	Caine, 1986
	47,7%	hembra nidif.	ATL	EEUU (Georgia)	Frick et al., 1998
O. TANAIIDACEA					
<i>Hexapleomera robusta</i>	13,5%	(Varada)	MED	Grecia	Kitsos et al., 2005
	5,6%	hembra nidif.	ATL	EEUU (Georgia)	Pfaller et al, 2006
	100,0%	hembra nidif.	ATL	EEUU (Florida)	Pfaller et al, 2008
	53,4%	juvenil	MED	España	Badillo, 2007
	-	juvenil	MED	Italia	Bentivegna et al., 1993
	-	hembra nidif.	-	-	Zardus & Haldfield, 2004
(<i>Zeuxo robustus</i>)	46%/72%	hembra nidif.	ATL	EEUU (norte/sur)	Caine, 1986
	9,2%	hembra nidif.	ATL	EEUU (Georgia)	Frick et al., 1998
<i>Leptochelia savignyi</i>	2,7%	(Varada)	MED	Grecia	Kitsos et al., 2005
<i>Parasinelobus chevreauxi</i>	1,0%	hembra nidif.	MED	Chipre	Fuller et al., 2010
<i>Tanais cavolinii</i>	100,0%	juvenil	MED	Francia	Chevreaux & de Guerne, 1893
SuperOrden EUCARIDA					
O. DECAPODA					
<i>Dendrobranchiata sp</i>	1,0%	juvenil	MED	España	Badillo, 2007
<i>Endeis spinosa</i>	-	juvenil	ATL	Azores	Frick et al., 2003
<i>Eurypanopeus abbreviatus</i>	-	hembra nidif.	ATL	EEUU (Georgia)	Frick et al., 2004
<i>Iridopagurus reticulatus</i>	-	hembra nidif.	ATL	EEUU (Georgia)	Frick et al., 2004
<i>Libinia dubia</i>	-	hembra nidif.	ATL	EEUU (Georgia)	Frick et al., 2004
<i>Lysmata wurdemani</i>	13,8%	hembra nidif.	ATL	EEUU (Georgia)	Frick et al., 1998
<i>Menippe mercenaria</i>	8,0%	hembra nidif.	ATL	EEUU (Georgia)	Frick et al., 2002
<i>Micropanope urinator</i>	-	hembra nidif.	ATL	EEUU (Georgia)	Frick et al., 2004
<i>Neopanope sayi</i>	10,8%	hembra nidif.	ATL	EEUU (Georgia)	Frick et al., 1998
<i>Neopanope texana</i>	7%	hembra nidif.	ATL	EEUU (norte)	Caine, 1986
<i>Pachygrapsus sp.</i>	3%	hembra nidif.	ATL	EEUU (sur)	Caine, 1986
<i>Panopeus herbstii</i>	3%	hembra nidif.	ATL	EEUU (norte)	Caine, 1986
	12,3%	hembra nidif.	ATL	EEUU (Georgia)	Frick et al., 1998
<i>Pinnotheres ostreum</i>	1,0%	hembra nidif.	ATL	EEUU (Georgia)	Frick et al., 2002

<i>Planes minutus</i>	100,0%	juvenil	MED	Francia	Chevreux & de Guerne, 1893
	-	juvenil	ATL	Azores	Milne-Edwards & Bouvier, 1899
	1%/1%	hembra nidif.	ATL	EEUU (norte/sur)	Caine, 1986
	20,0%	juvenil	ATL	Madeira	Davenport, 1994
	82,0%	juvenil	ATL	Madeira	Dellinger et al., 1997
	3,1%	hembra nidif.	ATL	EEUU (Georgia)	Frick et al., 1998
	-	juvenil	ATL	Azores	Frick et al., 2004
	-	juven. y adult.	MED	Italia	Casale et al. 2004
	3,7%	hembra nidif.	ATL	EEUU (Florida)	Frick et al. 2006
	4,9%	juvenil	MED	España	Badillo, 2007
<i>Porcellana sigsbeiana</i>	-	hembra nidif.	ATL	EEUU (Georgia)	Frick et al., 2004
<i>Porcellana sayana</i>	10,0%	hembra nidif.	ATL	EEUU (Georgia)	Frick et al., 2002
<i>Portunus sayi</i>	-	juvenil	ATL	Azores	Frick et al., 2003
<i>Pylumnus sayi</i>	-	hembra nidif.	ATL	EEUU (Georgia)	Frick et al., 2004
Clase PYCNOGONIDA					
<i>Callipallene brevisrostris</i>	2,0%	hembra nidif.	ATL	EEUU (Georgia)	Frick et al., 2002
Subfilo UROCHORDATA					
Clase Ascidiacea					
<i>Aplidium constellatum</i>	3,1%	hembra nidif.	ATL	EEUU (Georgia)	Frick et al., 1998
<i>Didemnum duplicatum</i>	10,8%	hembra nidif.	ATL	EEUU (Georgia)	Frick et al., 1998
<i>Diplosoma gelatinosum</i>	-	juvenil	ATL	Azores	Frick et al., 2003
<i>Eudistoma caroliense</i>	64,6%	hembra nidif.	ATL	EEUU (Georgia)	Frick et al., 1998
<i>Molgula manhattensis</i>	34,0%	hembra nidif.	ATL	EEUU (norte)	Caine, 1986
	7,7%	hembra nidif.	ATL	EEUU (Georgia)	Frick et al., 1998
	-	hembra nidif.	ATL	EEUU (Georgia)	Frick et al., 2004
	22,2%	hembra nidif.	ATL	EEUU (Georgia)	Pfaller et al, 2006
<i>Molgula occidentalis</i>	40,4%	hembra nidif.	ATL	EEUU (Florida)	Pfaller et al, 2008
<i>Perophora viridis</i>	1,5%	hembra nidif.	ATL	EEUU (Georgia)	Frick et al., 1998

NOTAS:

* Para *Platylepas hexastylus* ver Anexo 3.

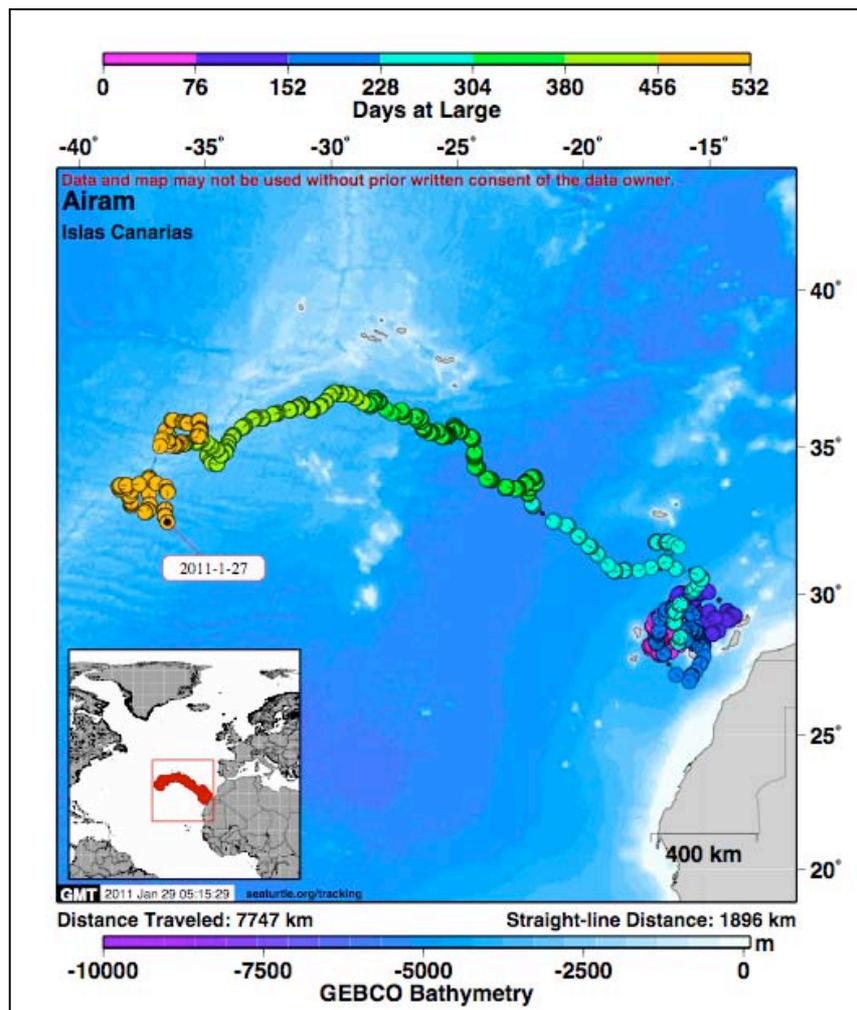
- El estudio de Caine (1986) diferencio 2 grupos de tortugas en función de los epibiontes, las poblaciones del norte de EE.UU, que son las que nidifican en Georgia y Carolina del Norte; y las poblaciones del Sur de EE.UU, que son las que nidifican en Florida y Carolina del Sur. En los datos de frecuencia se dispusieron las frecuencias de ambos grupos disponiendo primero la frecuencia de las poblaciones del norte y después las del sur separados por una barra (en la localización de la población de estudio se anota como EE.UU (norte/sur)).

- En el estudio de Kitsos et al. (2005) no se indica los datos biométricos de las tortugas muestreadas por lo que desconocemos su estadio. En la casillas de Estadio se anota "varadas" porque este grupo trabajo con tortugas varadas muertas.

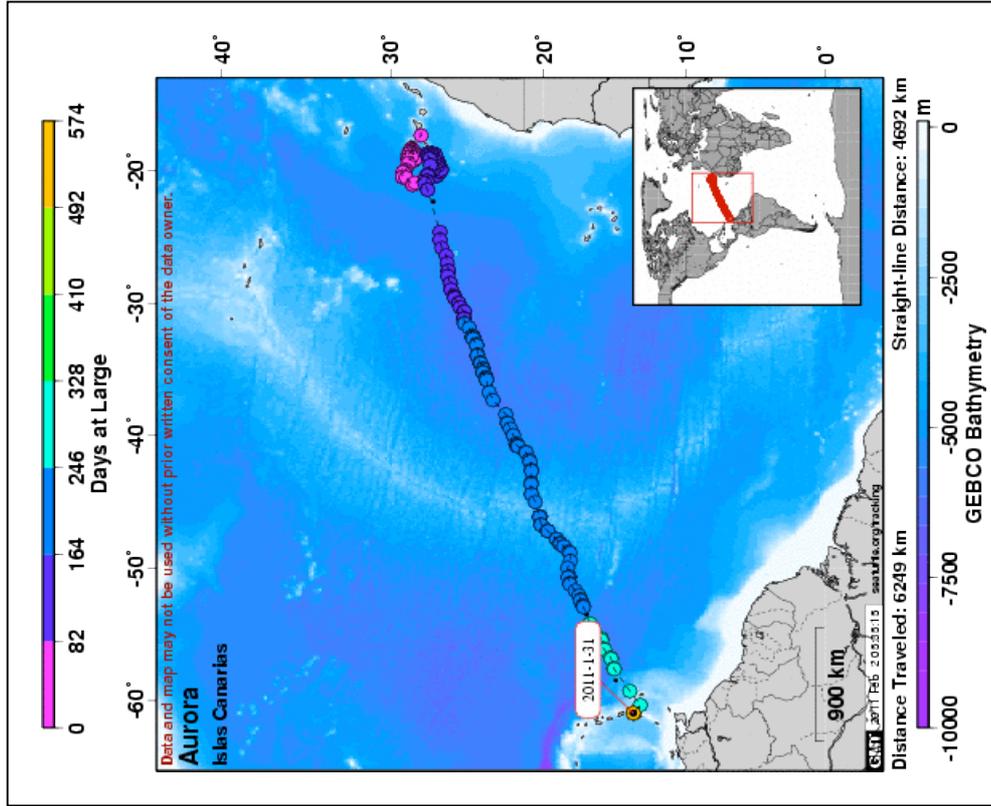
- El estudio de Badillo (2007) también trabajo con tortugas varadas muertas de las costas Valencianas.

ANEXO 5: Mapas de seguimiento por satélite de tortugas localizadas y liberadas en aguas del archipiélago Canario. Mapas cedidos por Varo-Cruz, bióloga responsable del proyecto de seguimiento por satélite de tortugas *Caretta caretta* en Canarias, llevado a cabo por el Observatorio Ambiental de Granadilla (OAG (Mapas 1, 2, 3, 4, 5) y por el proyecto AEGINA del Gobierno de Canarias (Mapas 6 y 7) y obtenidos de www.seaturtle.org/tracking

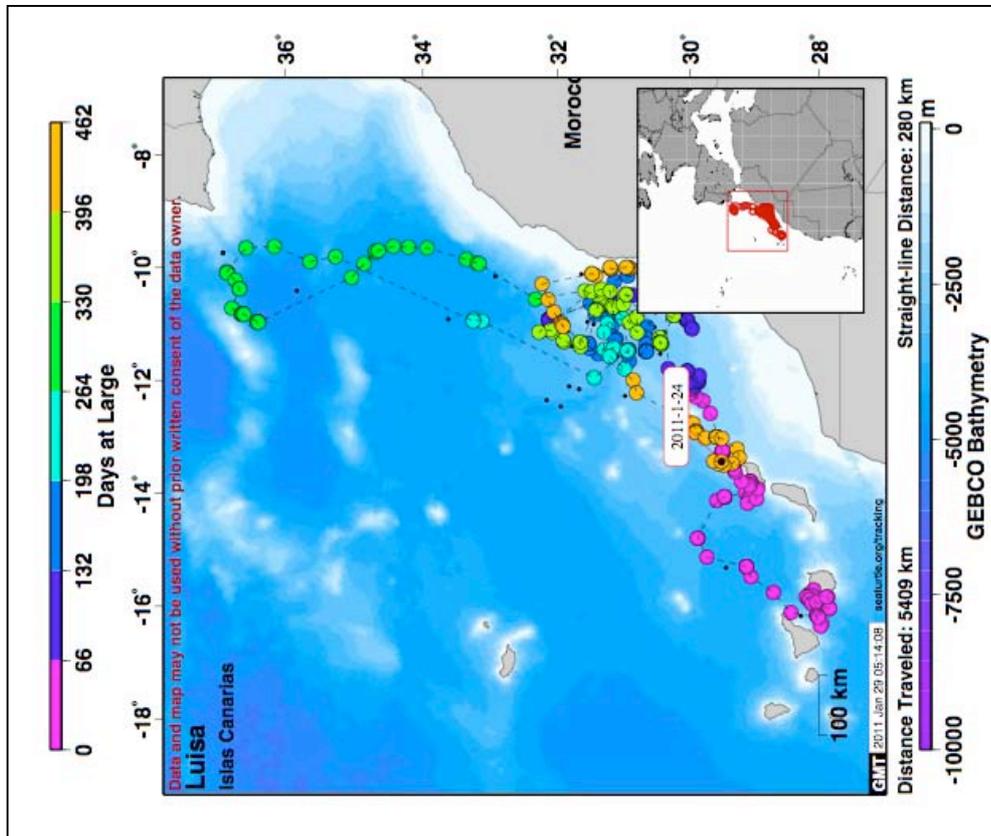
Mapa 1: Airam: tortuga *C. caretta* de 52.5cm de LCC_{min}. Marcada el día 14/08/09. Sigue transmitiendo actualmente (última posición 27/01/11).



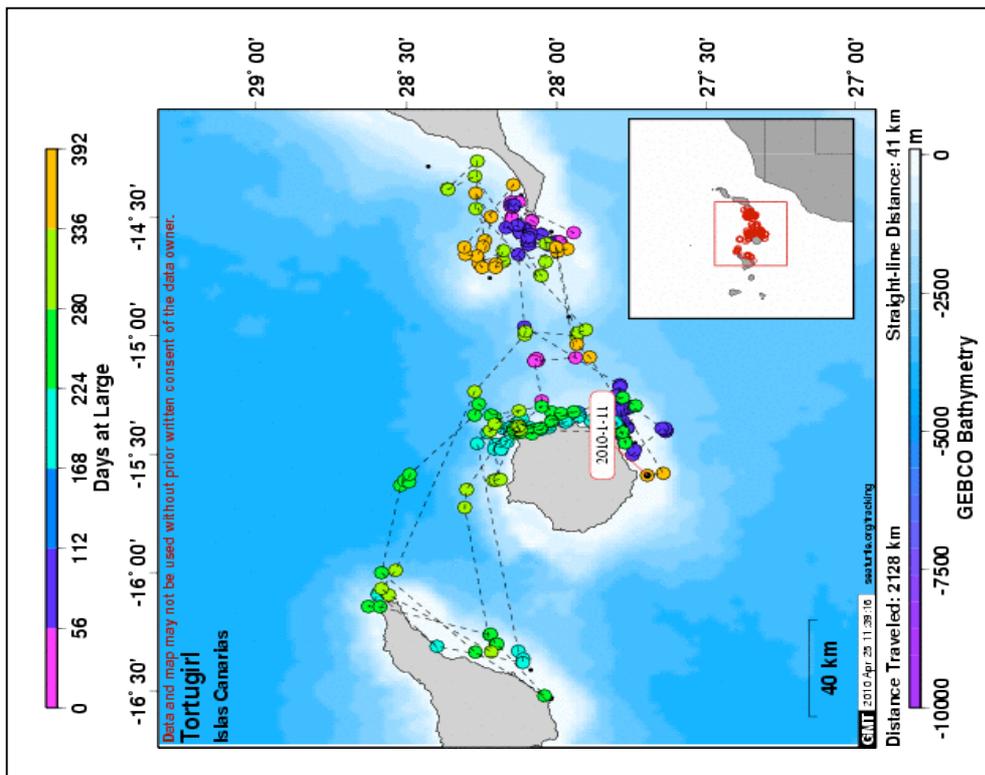
Mapa 3: Aurora: tortuga *C. caretta* de 53.4cm de LCC_{min}. Marcada el día 8/07/09. Sigue transmitiendo actualmente (última posición 31/01/11).



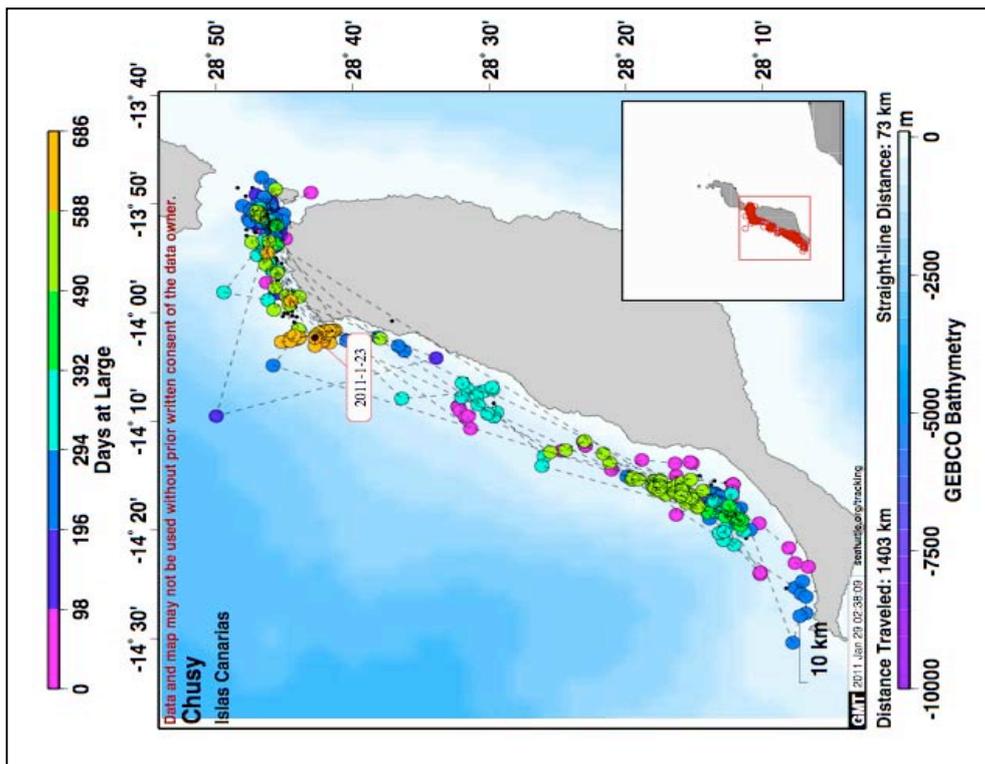
Mapa 2: Luisa: tortuga *C. caretta* de 52.2cm de LCC_{min}. Marcada el día 24/10/09. Sigue transmitiendo actualmente (última posición 31/01/11).



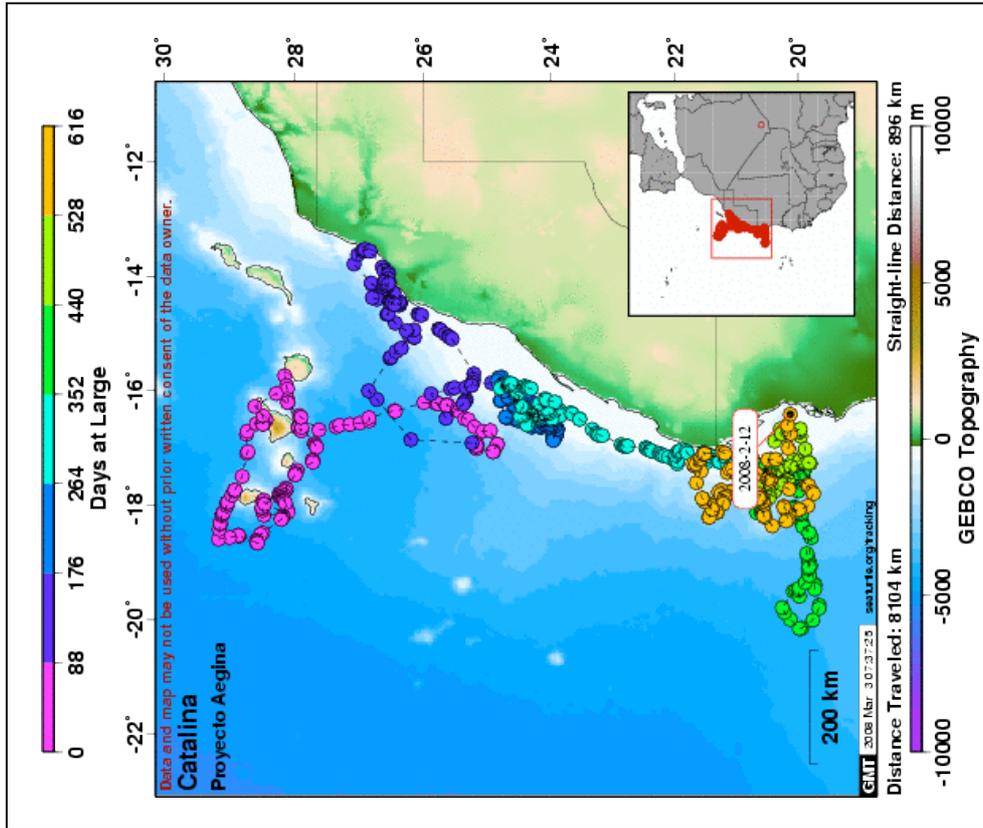
Mapa 4: Tortugirl: tortuga *C. caretta* de 51.5cm de LCC_{min}. Marcada el día 19/12/08. No sigue emitiendo actualmente. Última posición 13/01/10).



Mapa 5: Chusy: tortuga *C. caretta* de 70cm de LCC_{min}. Marcada el día 13/03/09. Sigue transmitiendo actualmente (última posición 31/01/11).



Mapa 6: Catalina: tortuga *C. caretta* de 56cm de LCC_{min}. Marcada el día 1/07/06. No sigue transmitiendo actualmente (transmitió más de 600 días).



Mapa 7: Irenia: tortuga *C. caretta* de 54cm de LCC_{min}. Marcada el día 9/06/06. No sigue transmitiendo actualmente (transmitió durante más de 600 días).

