

Brito, A. (2008). 5. Influencia del calentamiento global sobre la biodiversidad marina de las islas Canarias. En Afonso-Carrillo, J. (Ed.), *Naturaleza amenazada por los cambios en el clima*. pp. 141-161. Actas III Semana Científica Telesforo Bravo. Instituto de Estudios Hispánicos de Canarias. ISBN: 978-84-612-6456-8.

5. Influencia del calentamiento global sobre la biodiversidad marina de las islas Canarias

Alberto Brito

*Departamento de Biología Animal, Universidad de La Laguna
email: abrito@ull.es*

Los posibles efectos del cambio climático derivado del calentamiento global sobre los ecosistemas marinos han sido objeto de amplia discusión científica en los últimos años. Aunque todavía no se tienen muchos conocimientos relativos a algunos de los efectos previsibles que pueden ser más negativos, como por ejemplo la incidencia del incremento de la radiación ultravioleta en el plancton o de la disminución del pH del agua sobre los esqueletos de los organismos, sí existe ya un conocimiento amplio, basado en procesos bien conocidos originados en diferentes zonas de los mares, sobre el efecto de la primera manifestación de dicho fenómeno de cambio climático, es decir, el calentamiento del agua. Diversos trabajos han puesto de manifiesto que el incremento de la temperatura del mar en zonas subtropicales y templadas está influyendo sobre los organismos marinos de diferentes formas: 1) aparición de nuevas especies de origen meridional, procedentes por lo tanto de latitudes más cálidas; 2) incremento de las poblaciones de las especies nativas termófilas mediante reclutamientos muy exitosos o llegada de individuos foráneos; 3) desaparición o enrarecimiento de especies de origen septentrional, es decir, de afinidades más frías; y 4) cambios en la fenología de las especies (migraciones, épocas de reproducción, crecimiento, duración de la fase larvaria, etc.).

Muchos de estos cambios afectan más rápidamente a las especies de ciclo de vida corto y se sospecha que a la larga pueden modificar la estructura trófica de las comunidades y tener una incidencia importante en la actividad pesquera, particularmente si favorecen o perjudican a alguna

especie clave o estructurante, es decir, aquellas que constituyen la base estructural o soporte físico de la comunidad, o las que controlan el mantenimiento de la misma mediante interacciones depredador-presa. No obstante, existe todavía incertidumbre en algunos aspectos y se plantean dudas respecto al grado de transformación que es debido a fenómenos locales de mucha fuerza, como la sobrepesca, y el correspondiente al cambio climático. Se piensa también que la acción sinérgica con otras variables antropogénicas, particularmente la presión pesquera y la contaminación, pueden estar exacerbando los efectos inducidos por el cambio climático. A este respecto, también es interesante destacar que se ha constatado que algunas especies exóticas (introducidas por la acción humana) pueden ser favorecidas y desarrollarse como invasoras bajo las nuevas condiciones ambientales.

En el Atlántico Oriental, la influencia del cambio climático sobre la biodiversidad marina y los recursos es relativamente bien conocida en las zonas templadas afectadas por las oscilaciones del Atlántico Norte (NAO) y también para otros sectores como el Mediterráneo. En estos trabajos se constata un desplazamiento gradual de las especies termófilas hacia el norte y se habla de meridionalización o tropicalización de la biota. Dicho incremento de especies inmigrantes y el desplazamiento hacia el norte de las poblaciones de especies nativas han sido significativamente correlacionados con el incremento de temperatura en los últimos 40 años en el Atlántico Norte (Stebbing *et al.*, 2002; Perry *et al.*, 2005). En el caso del Mediterráneo se ha detectado también una relación entre los cambios en la biota marina y el incremento de la temperatura (Dulcic & Grbec, 2000; Bianchi, 2007). A este respecto, conviene señalar que muchas de las especies registradas en épocas recientes en dichas latitudes tienen población estable en Canarias desde que se conoce la naturaleza de las Islas. Por el contrario, muy poco se sabe sobre la influencia del calentamiento sobre la biota en la parte subtropical del Atlántico Oriental, en el sector canario-sahariano, una zona importante por la presencia del afloramiento sahariano y un gran banco de pesca, donde se ha producido también un incremento de la temperatura. Sólo recientemente se ha puesto de manifiesto que la ictiofauna litoral de las islas Canarias ha experimentado un cierto grado de transformación, independiente de la relacionada con las actividades pesqueras, mostrando una clara tendencia a la tropicalización (Brito *et al.*, 2002 y 2005). Para el ámbito insular se dispone también de conocimientos descriptivos y datos no publicados relativos a procesos que afectan a distintos componentes de la biodiversidad marina canaria, igualmente interesantes y reveladores de un proceso de cambio en el mismo sentido.

Nuestro objetivo en el presente trabajo es revisar el estado de conocimientos relativos a la influencia del cambio climático en la biodiversidad marina de Canarias, analizar procesos en los que existe una

sinergia clara o esperable con factores locales, delimitar el escenario previsible futuro en el marco de un proceso de incremento progresivo de la temperatura, plantear la necesidad de un programa de investigación que permita conocer mejor los efectos debidos al cambio climático y diferenciarlos de los relacionados con procesos de mucha fuerza de escala local o regional y, por último, abordar posibles medidas de ordenación para minimizar dichos efectos.

**La temperatura del mar en Canarias:
cambios recientes en un escenario muy particular**

Las islas Canarias se encuentran en la zona de transición entre las aguas frías del afloramiento costero sahariano y las oceánicas más cálidas situadas al oeste, lo cual, junto a su disposición alineada en sentido este-oeste, permite la existencia de un marcado gradiente térmico entre las islas orientales y las occidentales. La otra característica de la temperatura de las aguas es el limitado rango de variación invierno-verano, en comparación con otras zonas templadas y subtropicales próximas, oscilando normalmente sus valores extremos actuales entre los 17.5° y 25° C.

La tendencia actual en casi todos los mares, en relación con el cambio climático, es el incremento de la temperatura media superficial. Un estudio de los datos disponibles para las islas Canarias (Fig. 1) muestra una fase de

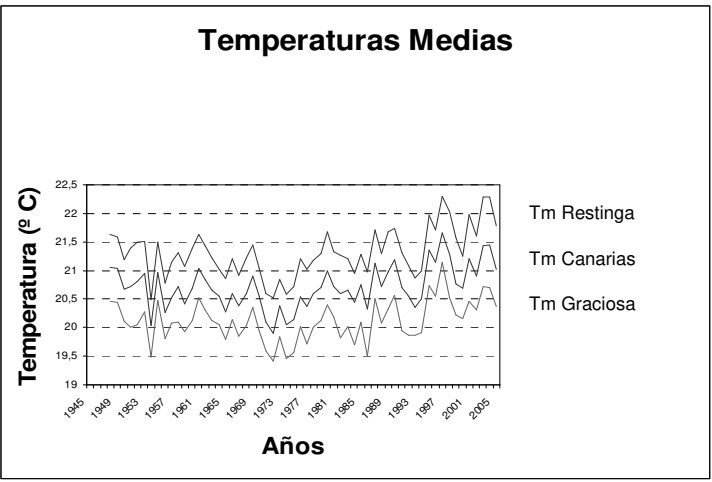


Fig. 1. Evolución de la temperatura superficial del mar canario en el periodo 1948 a 2006, diferenciando entre los sectores más frío (curva inferior) y más cálido (curva superior). Fuente: reanálisis de la NOAA (Kalnay *et al.*, 1996).

progresivo aumento en las últimas décadas (media de 21.11 °C), después de un periodo anterior más frío (en la década de los setenta la media fue de 20.33 °C), con el máximo valor en 1997 (21.66 °C) y una serie de años también muy cálidos posteriores como 2003 y 2004. La tendencia es clara al aumento, si bien el proceso no es uniforme y se producen ciertas alternancias de años más fríos y cálidos y también fenómenos esporádicos de intenso calentamiento en verano, como el ocurrido en 2004, cuando se registraron las temperaturas superficiales más altas conocidas en las islas, llegándose a los 27°-28° C; durante un periodo largo de julio-agosto se retiró el alisio, disminuyó el afloramiento sahariano y se calentó notablemente el agua, de forma que nos alcanzó el frente térmico tropical.

Efectos sobre la biodiversidad

La biodiversidad marina canaria se ha visto sin duda afectada por el cambio climático, aunque sin llegar a los niveles observados en latitudes más altas. El incremento de la temperatura ha tenido una clara influencia sobre la biota, principalmente con la aparición de nuevas especies termófilas, el incremento poblacional de las especies nativas de origen tropical, el enrarecimiento en las islas occidentales de las especies nativas de origen templado más exigentes y, lo más preocupante, la degradación de las comunidades algales cuya organización estructural está basada en especies de origen templado o propias del ámbito macaronésico. No obstante, algunos efectos parecen estar influidos por la sinergia con fuerzas transformadoras que tienen una escala regional o local (sobrepesca, contaminación, etc.), y no es fácil establecer su causalidad con precisión. La falta de series de datos largas dificulta la interpretación, téngase en cuenta que los estudios con cierta profundidad y continuidad de la mayoría de los componentes del ecosistema marino canario no se iniciaron hasta bien avanzada la década de 1970, o principios de los ochenta, y se centraron inicialmente casi con exclusividad en la composición de la biota, siendo bastante posteriores los enfoques cuantitativos.

La tendencia a la tropicalización de la fauna: un fenómeno esperable

Se trata de un proceso de incremento de la biodiversidad de origen tropical sin pérdida hasta ahora de especies de origen templado a nivel archipelágico. La gran mayoría de las especies nuevas parecen haber llegado por medios propios, en relación con el calentamiento de las aguas, dado que presentan poblaciones en áreas tropicales próximas y tienen capacidad de desplazamiento (especies muy nadadoras o con larvas pelágicas grandes comedoras de plancton) (Brito *et al.*, 2005). No obstante,

en algunos casos está claro que su aparición guarda relación con el transporte inducido por las actividades humanas, principalmente en las aguas de lastre de los buques mercantes, caso por ejemplo del pez mariposa *Chaetodon sanctaehelenae*, una especie endémica de las islas de Sta. Helena y Ascensión registrada en repetidas ocasiones (sólo uno o dos individuos cada vez) desde 1993 (Brito & Falcón, 1996) en el entorno del puerto de Santa Cruz de Tenerife.

Los peces óseos ha sido el grupo que más aportaciones nuevas ha tenido, pues desde 1991 hasta la actualidad han aparecido una treintena de especies litorales nuevas (Brito *et al.*, 2005; Brito & Falcón, 2006) (Fig. 2), todas termófilas. La gran mayoría sólo se conocen por el registro de uno o algunos ejemplares esporádicos, pero varias han conseguido crear poblaciones estables importantes, destacando el gallo aplomado (*Canthidermis sufflamen*) y el caboso tropical (*Gnatholepis thomsoni*). El gallo se registró por primera vez en El Hierro en 1994 (Brito *et al.*, 1995) y al año siguiente ya se reproducía con éxito, constituyendo actualmente un importante recurso en las islas occidentales; una función adicional de esta especie es que depreda sobre el erizo *Diadema* aff. *antillarum*, como ha demostrado recientemente Clemente (2008), cuya población constituye en la actualidad una verdadera plaga.

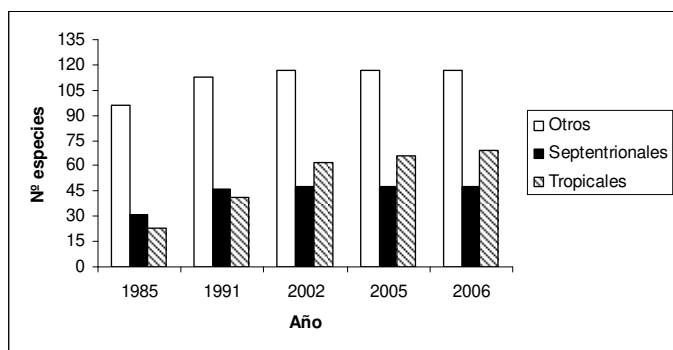
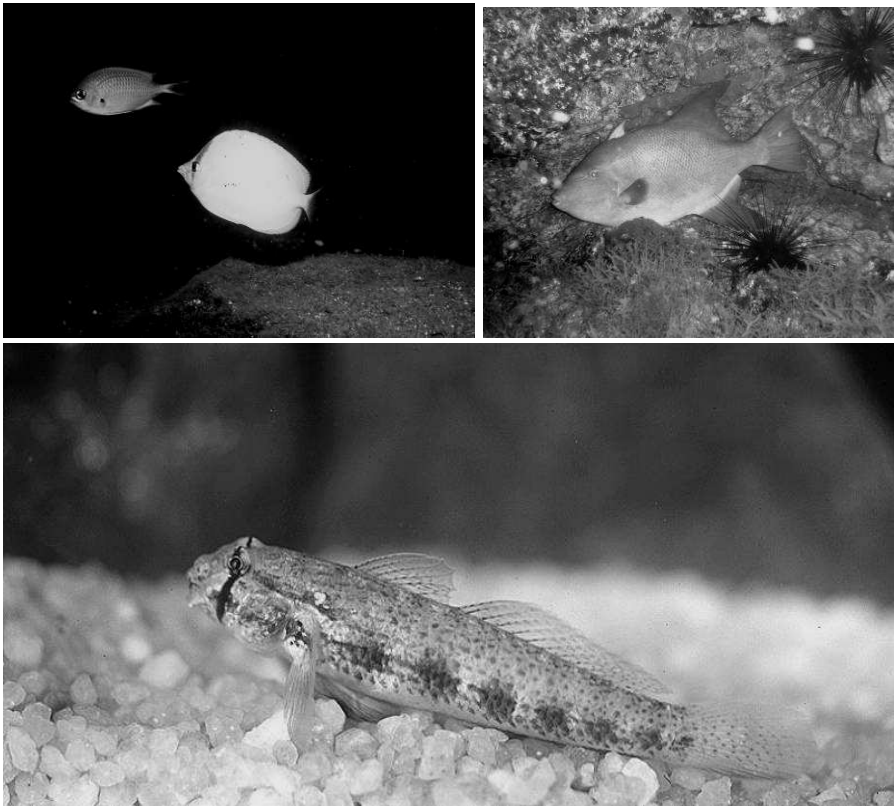


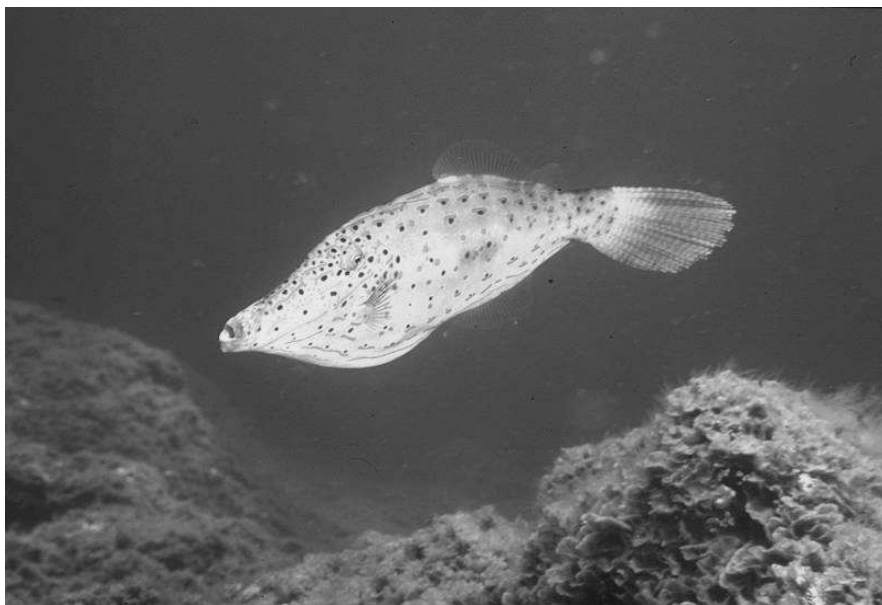
Fig. 2. Incremento del número de especies de peces óseos litorales de Canarias, organizados por amplios grupos de distribución, en los diferentes catálogos publicados; se observa como a partir de 1991 —cuando se considera que este componente de la ictiofauna es ya bien conocido— sólo crece el grupo de las de origen tropical.

Además, muchas especies nativas de origen tropical también han experimentado un crecimiento poblacional bajo las nuevas circunstancias climáticas, caso por ejemplo de la vieja (*Sparisoma cretense*), la catalufa (*Heteropriacanthus cruentatus*), el gallo azul (*Aluterus scriptus*) o el pejetrompeta (*Aulostomus strigosus*), e incluso algunas de las más exigentes

con la temperatura han expandido su distribución hacia las islas más frías, las orientales. En el caso del peto (*Acanthocybium solandri*), una especie pelágica migratoria de distribución pantropical, el cambio consistió en que se reprodujo por primera vez en nuestras aguas (El Hierro) en 1997 y experimentó posteriormente una expansión hacia las islas orientales, apareciendo incluso en La Graciosa, donde no era conocido antes del inicio del calentamiento. Por otra parte, las especies de origen templado han experimentado un retroceso poblacional, especialmente en las Canarias occidentales, como ocurre por ejemplo con el carajillo real (*Coris julis*), la corvina negra (*Sciaena umbra*) y el romero capitán (*Labrus bergylta*), y algunas se han enrarecido mucho e incluso han llegado a desaparecer de las islas más cálidas. No obstante, en el caso de las dos últimas especies y otras con interés pesquero, el efecto de la sobrepesca juega un papel importante.



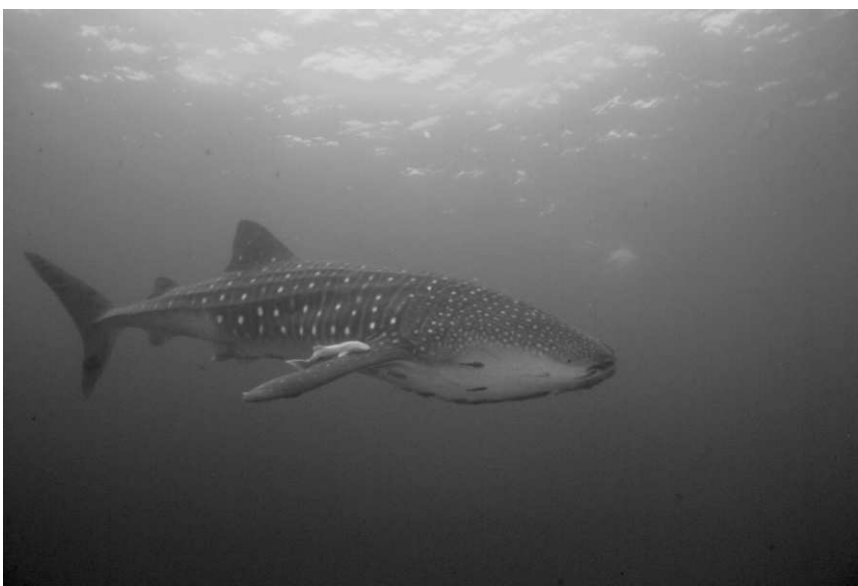
Chaetodon sanctaehelenae (arriba izquierda); gallo aplomado (*Canthidermis sufflamen*) durmiendo, momento en que los erizos salen de los agujeros a comer (arriba derecha); caboso tropical (*Gnatholepis thompsoni*) (abajo).



Gallo azul (*Aluterus scriptus*)

Los invertebrados se han visto igualmente afectados por los mismos procesos y con los mismos patrones, algunos han aparecido de nuevo y otros han visto acrecentadas o disminuidas sus poblaciones, aunque el conocimiento sobre el tema en muchos casos es más intuitivo que científico. Destaca la presencia del molusco *Micromelo undata*, una especie de distribución pantropical no conocida antes de la década de los noventa y que actualmente es frecuente en los charcos intermareales, al menos en el caso de Tenerife. Una especie nativa muy favorecida es el erizo *Diadema* aff. *antillarum*, del que trataremos con más detalle en el próximo apartado por su especial incidencia en la transformación de los ecosistemas costeros. En lado opuesto estaría, por ejemplo, la estrella *Marthasterias glacialis*, una especie de origen templado que se ha enrarecido notablemente en las islas, especialmente en las occidentales, al igual que ocurre con otras de límite sur de distribución en nuestras islas. En el caso de las lapas, que tienen distribución macaronésica con límite sur en Canarias, y otras especies explotadas la interpretación es más compleja debido al poder de las fuerzas transformadoras locales.

Entre los condriictios, la presencia del tiburón ballena (*Rhincodon typus*) es también una de las novedades relacionadas con el calentamiento del agua (Brito *et al.*, 2005) y probablemente ocurre igual con la manta *Mobula tarapacana*, aunque las posibles confusiones taxonómicas con otras



Micromelo undata (arriba) y tiburón ballena (*Rhincodon typus*), abajo.

especies no permiten confirmarlo. El tiburón ballena se registró por primera vez en Canarias en 1993 (Brito *et al.*, 2005) y desde entonces se observa con cierta frecuencia, particularmente en las islas occidentales; migra desde el trópico hasta alcanzar nuestra latitud desde comienzos del verano. Se podría pensar que el efecto contrario lo representan el pez sierra (*Pristis*

pristis) y la pintaroja (*Scyliorhinus canicula*), que estaban presentes en las islas orientales, e incluso la última en las centrales, y de las que no se conocen registros desde la década de 1970; no obstante, su desaparición parece más bien relacionada con la sobrepesca, con el intenso uso del trasmallo antes de la regulación.

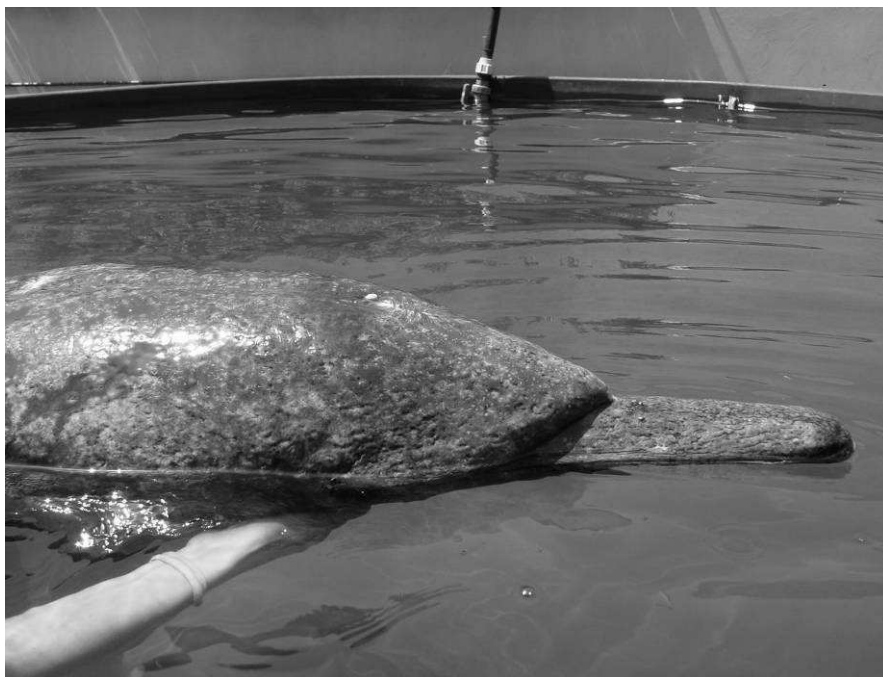
En cuanto a los vertebrados tetrápodos, cabe señalar que durante el episodio brusco de calentamiento del año 2004 aparecieron por primera vez en nuestras aguas una tortuga y un cetáceo tropical, en concreto la tortuga golfina (*Lepidochelys olivacea*) y el delfín tornillo o de hocico largo (*Stenella longirostris*), si bien no han vuelto a registrarse desde entonces. Probablemente el tamaño de las poblaciones de las especies residentes puede haberse visto afectado en un sentido u otro según el origen de cada una, pero no disponemos de datos precisos al respecto.



Tortuga golfina (*Lepidochelys olivacea*)

La degradación de las comunidades de algas fotófilas: la fuerza de la sinergia

Las algas se han visto afectadas por el mismo proceso de tropicalización descrito para la fauna, encontrándose entre las especies nativas más favorecidas algunas de características termófilas que forman la base de comunidades extensas, como las del género *Caulerpa* y *Lobophora variegata*, aunque los datos cuantitativos precisos no son bien conocidos.



Delfín tornillo (*Stenella longirostris*)

Sin embargo, el efecto más destacable tiene connotaciones negativas graves, pues se trata de la regresión experimentada en muchas zonas por las praderas dominantes en los fondos rocosos expuestos y semiexpuestos, en concreto las de *Cystoseira abies-marina* en el conjunto del archipiélago, particularmente en las islas occidentales, y también las de *Cystoseira mauritanica* que están limitadas a las islas más orientales. Estas especies crean extensas formaciones, que constituyen un paisaje submarino característico, cuyos cambios son fáciles de observar, aunque su cuantificación precisa no sea conocida. Ambas son de origen templado, la primera se distribuye básicamente por las islas macaronésicas y la segunda por la costa continental próxima, y cabe pensar que las importantes regresiones observadas, al menos en las zonas más someras, se deben al incremento de temperaturas. La falta de seguridad absoluta en las causas del proceso de degradación guarda relación con la sinergia que existe, al menos en parte, con fuerzas transformadoras locales de mucho peso, como la plaga de *Diadema* aff. *antillarum* a nivel general y la contaminación a nivel más local. Por otra parte, actualmente sabemos que el desarrollo de estos herbívoros está relacionado directamente con la sobrepesca de sus depredadores y con el propio calentamiento del agua (Clemente, 2008; Hernández, 2006).

Diadema aff. *antillarum* es un erizo de origen tropical distribuido por el Atlántico Oriental, entre Madeira y el Golfo de Guinea incluyendo las islas de Cabo Verde. Se trata de un herbívoro muy poderoso y de alta movilidad capaz de eliminar la vegetación de los fondos rocosos, salvo en las cotas someras de las zonas batidas, y vivir en altas densidades alimentándose de las yemas y otros propágulos que intentan continuamente desarrollarse sobre el sustrato. Los fondos rocosos de Canarias están muy afectados por este animal en su mayor parte, llegando hasta cotas de unos 50 m de profundidad, de forma que las comunidades algales han sido sustituidas en gran medida por una formación muy pobre en biodiversidad y producción, conocida como blanquizal. La densidad de erizos ha aumentado en los últimos años de una manera notable (Hernández *et al.*, 2008) (Fig. 3), incluso en una de las reservas marinas, y la causa se ha demostrado que reside en la conjunción de dos factores principales: la sobrepesca de los depredadores en casi todas las islas, especialmente en las centrales y orientales donde los depredadores específicos son además menos abundantes o están ausentes (Clemente, 2008), y el calentamiento del agua, que favorece su éxito reproductivo, ya que la supervivencia de las larvas aumenta exponencialmente en los años con veranos de temperaturas muy altas (Hernández, 2006).

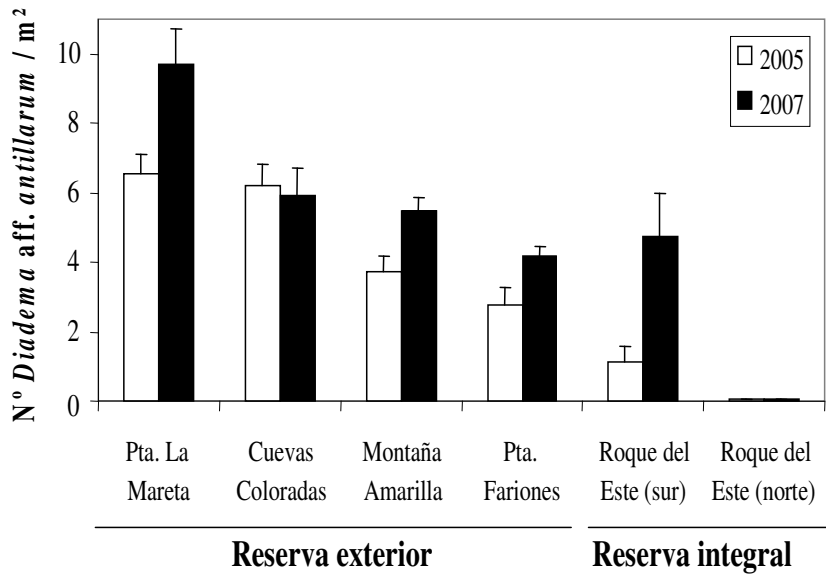


Fig. 3. Evolución de la densidad del erizo *Diadema* aff. *antillarum* en la reserva marina de La Graciosa y los islotes del norte de Lanzarote entre 2005 y 2007; se observan incrementos considerables, alcanzándose valores altos incluso en una de las localidades de la reserva integral.



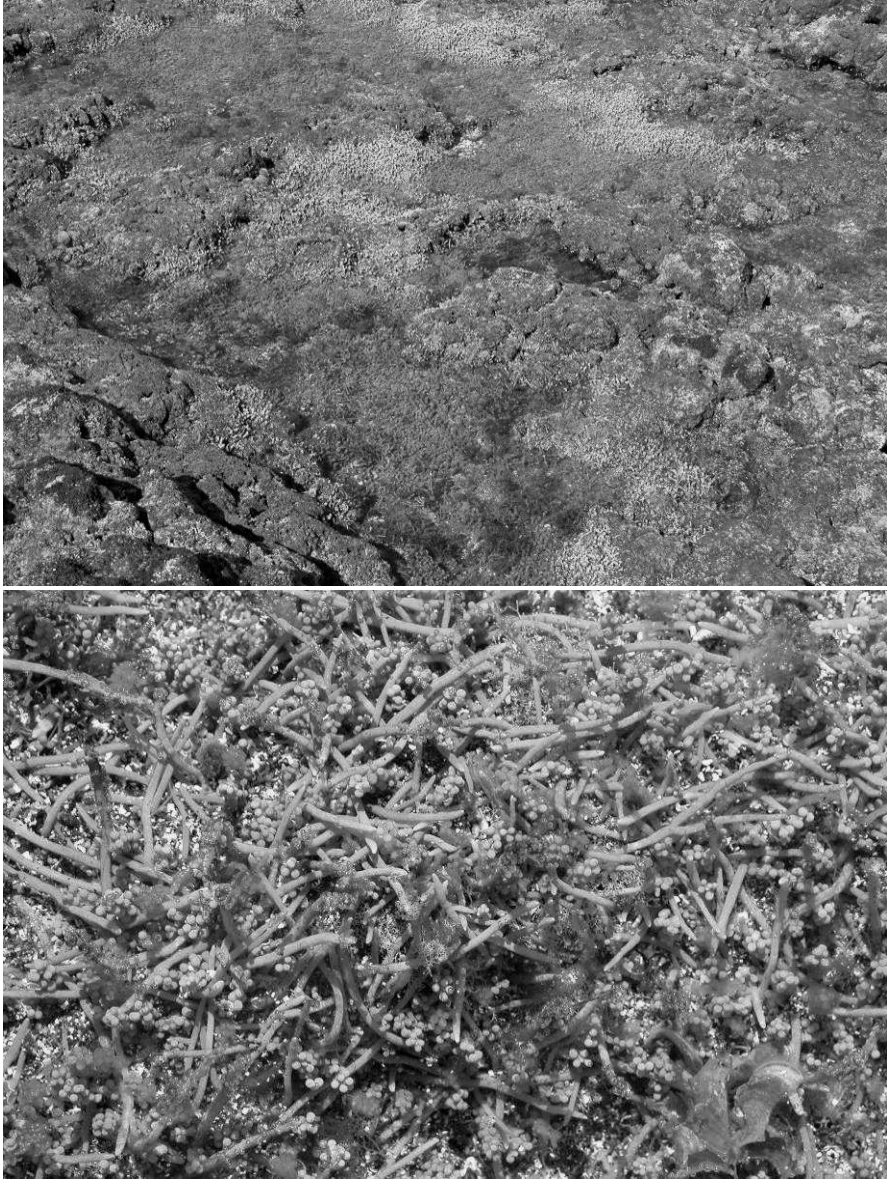
Comunidad de *Cystoseira abies marina*



Blanquizado generado por el erizo *Diadema* aff. *antillarum*

La amenaza de las especies exóticas invasoras

Uno de los riesgos que conlleva el cambio climático es la situación favorable para el desarrollo de especies exóticas invasoras de origen tropical. Este es el caso de la variedad agresiva (var. *cylindracea*) del alga verde *Caulerpa racemosa*, que ya está presente en los fondos costeros



Caulerpa racemosa ocupando un charco con fondo de arena y roca (arriba); detalle de la población (abajo).

arenosos de Canarias (Verlaque *et al.*, 2004) y en franca expansión. Se trata de una forma de origen australiano, que se ha introducido en varias zonas subtropicales con las aguas de lastre o el fouling adherido al casco de los barcos, capaz de experimentar explosiones que pueden llegar a recubrir y asfixiar a las formaciones de fenerógamas, como está ocurriendo en el Mediterráneo. En nuestro caso pueden llegar a ser afectados los sebadales de *Cymodocea nodosa* y la comunidad de *Halophila decipiens* y es preciso mantener un control para prevenirlo.

Fitoplancton y toxinas: ¿nuevos riesgos alimentarios?

En el verano de 2004 (julio-agosto) las aguas marinas canarias se calentaron hasta extremos nunca vistos, alcanzándose e incluso superándose los 27 °C en muchas zonas, en el curso de un evento climático muy particular que conllevó la retirada de los vientos alisios y la entrada de aire africano cálido cargado de polvo (calima). La coincidencia de las aguas calientes y la entrada de oligoelementos limitantes para la producción fitoplanctónica aportados por la calima, como es el hierro, produjo la aparición de grandes manchas a modo de suciedad en la superficie del agua, nunca vistas anteriormente, que resultaron estar formadas por una cianobacteria que utiliza el nitrógeno del aire (Ramos *et al.*, 2005).

Es preciso tener en cuenta que algunos organismos de este tipo, así como otros componentes del plancton (dinoflagelados) cuya presencia parece actualmente posible por las temperaturas –al parecer algunos ya se han detectado–, son productores de toxinas bioacumulativas que se concentran a lo largo de las cadenas tróficas. En este sentido, conviene señalar que recientemente se han producido varios casos de ciguatera en Canarias, uno de los cuales está bien documentado (Pérez-Arellano *et al.*, 2005), enfermedad frecuente en los trópicos por consumo de pescado, en concreto de peces grandes que han concentrado las toxinas durante mucho tiempo.

Efectos sobre los recursos pesqueros y la pesca

Algunas de las especies tropicales establecidas en tiempos recientes constituyen actualmente recursos pesqueros de importancia en las islas occidentales, principalmente el gallo aplomado (*Canthidermis suflamen*) y la llamada comercialmente caballa-chicharro (*Decapterus macarellus*). El primero se captura sobre todo en El Hierro, donde soporta una importante pesquería de gallos que a principios de la década de 1990 se limitaba a las esporádicas y escasas capturas de *Balistes carolinensis* (Fig. 4). La presencia de la caballa-chicharro se registró por primera vez en 1994 (Brito *et al.*, 2005) y ha empezado a capturarse en grandes cantidades a partir de

2006, convirtiéndose en una carnada importante para la pesca de túnidos en las islas más occidentales. No hemos podido constatar aún que se reproduzca en Canarias, pero en cualquier caso esta especie tiene una gran capacidad de desplazamiento y es abundante en las islas de Cabo Verde y el Golfo de Guinea. Por otra parte, las especies nativas termófilas (como la vieja, por ejemplo) han experimentado en el mismo periodo un incremento de sus poblaciones, debido a un mayor éxito reproductivo, e incluso algunas han expandido su rango de distribución hacia las islas orientales.

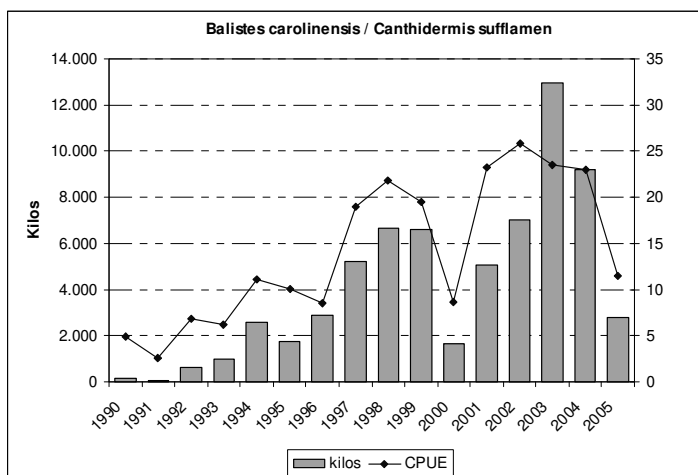


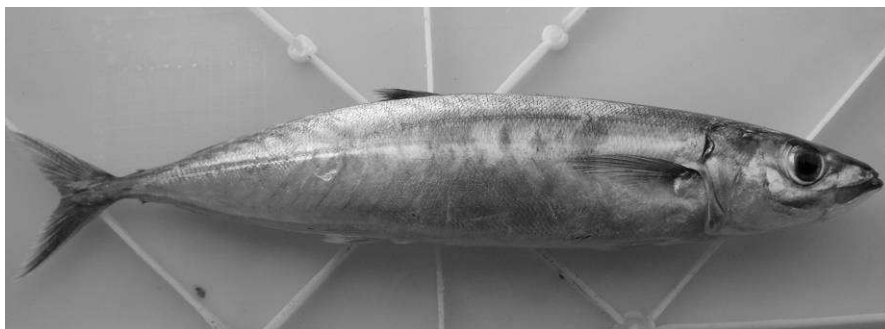
Fig. 4. Capturas de gallos, total y por unidad de esfuerzo pesquero, en El Hierro entre los años 1990 y 2005; se puede observar el notable incremento de este recurso desde la aparición en el ecosistema del Gallo aplomado (*Canthidermis sufflamen*) en 1994.

Entre los organismos pelágicos se ha observado un cierto grado de sustitución de la sardina de ley (*Sardina pilchardus*), de afinidad más templada, por la alacha (*Sardinella aurita*). También se detectó por primera vez en 1997 el desove del peto en Canarias (El Hierro), como ya comentamos anteriormente, a la vez que se expandió su población hacia las islas orientales, donde era poco conocido y hoy es objetivo importante de la pesca, sobre todo de la deportiva; sus capturas han aumentado en el conjunto del Archipiélago. Entre las especies litorales no es fácil detectar cambios en la pesquería de las de afinidad templada, pues no existen suficientes datos, pero ya vimos que algunas se habían enrarecido, sobre todo en las islas occidentales, aunque también se observa ese mismo efecto en las que tenían su presencia limitada a las islas orientales, como la sama guachinanga (*Dentex dentex*) o el berrugato manchado (*Umbrina rhonchus*). En

cualquier caso, no podemos diferenciar bien entre el efecto debido a la sobrepesca del relacionado con el cambio climático.



Gallo aplomado (*Canthidermis sufflamen*)

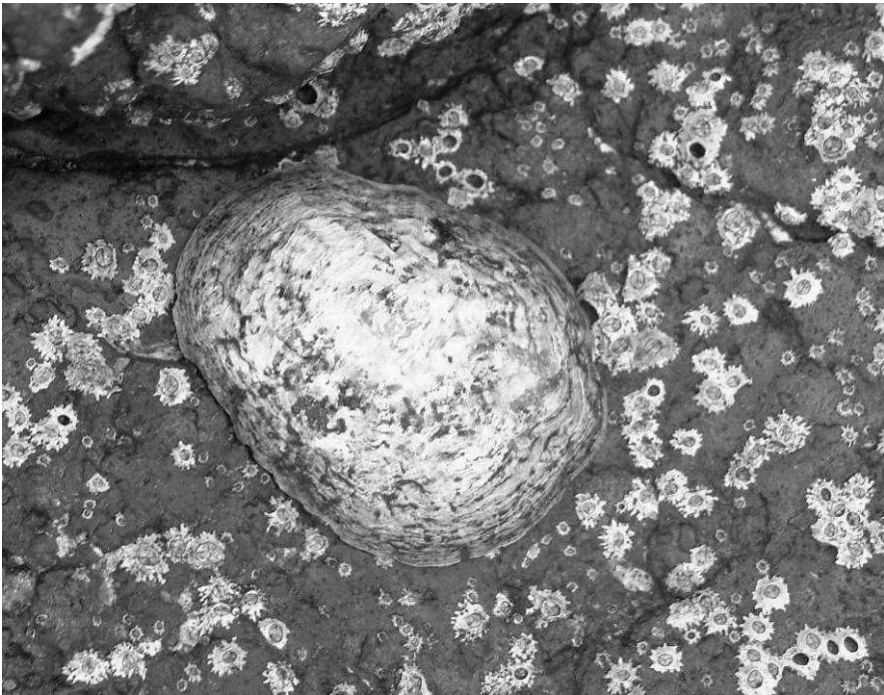


Caballachicharro (*Decapterus macarellus*)

**Escenario previsible:
especies y comunidades con mayor riesgo**

No es fácil prever un escenario futuro para la biodiversidad marina canaria, incluso en un plazo no muy lejano, en el marco del proceso de cambio climático actual, pues todo dependerá de la fuerza y ritmo con que éste se manifieste. De continuar las tendencias actuales, cabe suponer que se

acentuarán los fenómenos descritos, seguirá incrementándose el número de especies de origen tropical, también el contingente poblacional de las nativas que tienen dicha afinidad, y las comunidades algales se organizarán entorno a las especies presentes más termófilas, pero podemos perder las menos tolerantes con las temperaturas altas y las comunidades estructuradas en base a las mismas. Por fortuna, la existencia de un importante gradiente térmico este-oeste y la heterogeneidad norte-sur en cada isla ayudarán a paliar el proceso de pérdida, así las zonas más frías de las islas orientales servirán de refugio para muchas especies dentro de unos límites razonables de cambio, aunque es muy posible que las que tienen distribución actual limitada a dichas islas desaparezcan. Hasta ahora se ha visto que en los años fríos que ocurren entre los más cálidos se produce un efecto de colonización horizontal hacia el oeste, un intento de restablecer las especies de origen templado enrarecidas o desaparecidas de las islas occidentales (Brito *et al.*, 2005), pero cada vez será más difícil lograrlo si la temperatura media sigue subiendo. Las fuerzas locales que generan efectos negativos (sobrepesca, contaminación, destrucción de hábitats, etc.) y entran en sinergia con el cambio climático juegan también a favor de la pérdida de biodiversidad.



Patella candei, una lapa distribuida actualmente sólo en Fuerteventura y las Islas Salvajes.

Las especies más amenazadas son sin duda las que tienen su distribución actual en Canarias limitada a las islas orientales, es decir, las más exigentes con temperaturas bajas, y particularmente si se ven afectadas por otros factores de riesgo locales. En general, el grado de vulnerabilidad es alto en las que presentan su límite meridional de distribución en Canarias o en las costas continentales algo al sur de nuestras islas. Entre éstas se encuentran algunas que organizan extensas comunidades costeras, como las algas pardas *Cystoseira abies-marina* y *C. mauritanica* y la fanerógama *Cymodocea nodosa*. La pérdida será más importante si las especies están distribuidas exclusivamente en la Macaronesia y/o si constituyen la base estructurante de comunidades esenciales.



Sebadal (comunidad de *Cymodocea nodosa*)

Investigación y conservación: indicadores, monitoreo y acciones para la conservación de la biodiversidad

Ya se mencionó con anterioridad que la falta de series largas de datos sobre la evolución de la biota marina canaria dificulta en muchos casos la interpretación de los efectos del cambio climático. Por ello, se hace necesario diseñar y poner en marcha un programa de vigilancia ambiental y monitoreo de indicadores, seleccionados fundamentalmente entre las especies y comunidades de tipo templado y las de distribución limitada a la

Macaronesia, principalmente aquellas que tienen su límite sur en Canarias o en latitudes algo más bajas sobre las costas continentales próximas.

El planteamiento de conservación para el futuro pasa en primer lugar por prever los efectos posibles e iniciar con urgencia el monitoreo de indicadores mencionados, mediante un plan estructurado y válido desde el punto de vista científico, de forma que permita discernir entre efectos de fondo debidos al cambio climático y los relacionados con fuerzas locales transformadoras importantes. En todo caso, dado que la sinergia entre estas fuerzas agrava los problemas, es preciso controlar y minimizar la presión de las que están en nuestras manos, las de ámbito local: ordenando adecuadamente el uso de los recursos pesqueros, limitando la destrucción de hábitats, depurando mejor los vertidos de aguas residuales, etc. Sin duda, una medida urgente es también incrementar y rediseñar las áreas marinas protegidas con un criterio previsor, intentando conservar las especies y comunidades más vulnerables y las funciones ecológicas que cumplen en cada isla y sector. La creación de más reservas marinas pesqueras, donde se minimice la presión sobre los recursos, parece esencial en este contexto y, por las peculiaridades geomorfológicas, oceanográficas y ecológicas, es preciso contar con más de una en cada isla a fin de favorecer la conservación de la biodiversidad y el uso sostenible de los recursos. Las acciones directas, más específicas, de recuperación de especies y comunidades deben también contribuir de forma importante a la conservación: control de la plaga de erizos, eliminación de especies exóticas invasoras, repoblación de especies en peligro, regeneración de hábitats, etc.

Agradecimientos: Agradezco la colaboración de varios investigadores que me han cedido datos, en especial a Emilio Cuevas, Jesús M. Falcón, Sabrina Clemente, Carmelo Dorta, Rogelio Herrera y Pascual Calabuig. A Julio Afonso mi reconocimiento por su paciencia.

Referencias

- BIANCHI, C.N. (2007). Biodiversity issues for the forthcoming tropical Mediterranean Sea. *Hydrobiologia* 580: 7-21.
- BRITO, A. & J.M. FALCÓN (1996). Capture of the St. Helena butterfly fish, *Chaetodon sanctaehelenae* (Chaetodontidae) in the Canary Islands. *Cybiurn* 20 (1): 99-100.
- BRITO, A. & J.M. FALCÓN (2006). Primera cita para Canarias de dos nuevos peces de origen tropical: *Diodon holocanthus* Linnaeus, 1758, y *Canthidermis maculata* (Bloch, 1786). *Rev. Acad. Canar. Cienc.* 18 (4): 89-92.

- BRITO, A., J.M. FALCÓN & R. HERRERA (1995). Occurrence of the ocean triggerfish in the Eastern Atlantic (Canary Islands). *Journal of Fish Biology* 47: 1099-1101.
- BRITO, A., J.M. FALCÓN & R. HERRERA (2005). Sobre la tropicalización reciente de la ictiofauna litoral de las islas Canarias y su relación con los cambios ambientales y actividades antrópicas. *Viera y Clavay* 33: 515-525.
- BRITO, A., P.J. PASCUAL, J.M. FALCÓN, A. SANCHO & G. GONZÁLEZ (2002). *Peces de las Islas Canarias. Catálogo comentado e ilustrado*. La Laguna: Francisco Lemus Editor, 419 pp.
- CLEMENTE, S., 2008. Evolución de las poblaciones del erizo *Diadema* aff. *antillarum* en Canarias y valoración de la depredación como factor de control. Tesis doctoral, Universidad de La Laguna.
- DULCIC, J. & B. GRBEC (2000). Climate change and Adriatic ichthyofauna. *Fish. Oceanogr.* 9 (2): 187-191.
- HERNÁNDEZ, J.C. (2006). Estrategia reproductiva de la población canaria del erizo *Diadema* aff. *antillarum* Philippi, 1845: maduración gonadal, asentamiento larvario y reclutamiento. Servicio de Publicaciones de La Universidad de La Laguna, PhD. thesis, 241 pp.
- HERNÁNDEZ, J.C., S. CLEMENTE, C. SANGIL & A. BRITO (2008). The key role of the sea urchin *Diadema* aff. *antillarum* throughout the Canary Islands (eastern subtropical Atlantic) in controlling macroalgae assemblages: an spatio-temporal approach. *Marine Environmental Research*. DOI: 10.1016/j.marenvres.2008.03.002.
- KALNAY, E., M. KANAMITSU, R. KISTLER, W. COLLINS, D. DEAVEN, L. GANDIN, M. IREDELL, S. SAHA, G. WHITE, J. WOOLLEN, Y. ZHU, A. LEETMAA & R. REYNOLDS (1996). The NCEP/NCAR Reanalysis 40-years Project. *Bull. Amer. Meteor. Soc.* 77: 437-471.
- PÉREZ-ARELLANO, J.L., O. P. LUZARDO, A. PÉREZ-BRITO, M. HERNÁNDEZ-CABRERA, M. ZUMBADO, C. CARRANZA, A. ÁNGEL-MORENO, R.W. DICKEY & L.D. BOADA (2005). Ciguatera Fish Poisoning, Canary Islands. *Emerging Infectious Diseases* 11 (12): 1981-1982.
- PERRY, A.L., P.J. LOW, J.R. ELLIS & J.D. REYNOLDS (2005). Climate change and distribution shifts in marine fishes. *Science* 308: 1912-1915.
- RAMOS, A.G., A. MARTEL, G.A. CODD, E. SOLER, J. COCA, A. REDONDO, L.F. MORRISON, J.S. METCALF, A. OJEDA, S. SUÁREZ & M. PETIT (2005). Bloom of the marine diazotrophic cyanobacterium *Trichodesmium erythraeum* in the Northwest African upwelling. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 301: 303-305.
- STEBBING, A.R.D., S.M.T. TURK, A. WHEELER & K.R. CLARKE (2002). Immigration of southern fish species to South-west England linked to

warming of the North Atlantic (1960-2001). *Journal of the Marine Biological Association U K* 82: 177- 180.

VERLAQUE, M., J. AFONSO-CARRILLO, M.C. GIL-RODRÍGUEZ, CH. DURAND, CH. F. BOUDOURESQUE & Y. LE PARCO (2004). Blitzkrieg in a marine invasion: *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* (Bryopsidales: Chlorophyta) reaches the Canary Islands (north-east Atlantic). *Biological Invasions*, 6: 269-281.