

# SEGUIMIENTO DE LAS COMUNIDADES INTERMAREALES DE LA ISLA DE TARIFA (CÁDIZ): EDUCACIÓN AMBIENTAL Y CONSERVACIÓN

J. M. Guerra García / A. Ruiz Tabares / J. C. García Gómez

Laboratorio de Biología Marina. Departamento de Fisiología y Zoología. Facultad de Biología. Universidad de Sevilla

## RESUMEN

En el presente trabajo se incluyen los resultados correspondientes al estudio de las comunidades intermareales de la Isla de Tarifa, desarrollado durante los años 2003, 2004 y 2005 en el contexto de las prácticas de la asignatura de Biología Marina de la licenciatura de Biología de la Universidad de Sevilla. Se utilizaron análisis estadísticos univariantes y multivariantes (ordenación y clasificación) para establecer las diferencias espacio-temporales en la abundancia de las especies de algas y de los principales grupos de fauna asociada. Las algas dominantes fueron *Corallina elongata*, *Fucus spiralis*, *Gelidium sesquipedale*, *Jania rubens*, *Laurencia pinnatifida* y *Ulva rigida*, y los crustáceos (especialmente gammáridos, caprélidos e isópodos) dominaron sobre moluscos, poliquetos y equinodermos. No se encontraron diferencias significativas en las comunidades a lo largo de los tres años de estudio, y la Isla de Tarifa sigue manteniendo un estado de conservación excelente. Sería aconsejable que el seguimiento de las comunidades intermareales se llevase a cabo todos los años como parte de los programas de vigilancia y monitorización del Parque Natural del Estrecho. En este sentido, la labor de alumnos y voluntarios resultaría fundamental en las campañas de muestreo y trabajo de laboratorio, de modo que términos como formación docente, educación ambiental y voluntariado discurran paralelos a los de seguimiento y control de nuestros ecosistemas marinos.

**Palabras clave:** Isla de las Palomas, Tarifa, intermareal, algas, macrofauna, educación ambiental.

## INTRODUCCIÓN

Recientemente, la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía ha financiado un proyecto para otorgar al frente litoral comprendido entre los términos municipales de Algeciras y Tarifa la figura de protección de Parque Natural. Se trata del Parque Natural del Estrecho, declarado Parque Natural en marzo de 2003 con la finalidad de proteger unos valores naturales y culturales excepcionales, y también para impulsar la economía local y mejorar la calidad de vida de sus habitantes. Es un espacio marítimo-terrestre, con superficies equivalentes de mar y tierra, que se extiende a lo largo de 54 kilómetros de costa, entre el cabo de Gracia (límite occidental) y punta de San García (extremo oriental). En el ámbito marino del Parque Natural del Estrecho destaca la Isla de Tarifa (también denominada Isla de las Palomas), que acoge comunidades marinas muy biodiversas y estructuradas. El Plan de Ordenación de los Recursos Naturales (PORN) considera a la Isla de Tarifa como zona de Reserva (A) catalogándola de espacio marino de extraordinario interés en el que la normativa limita todos los usos y actividades que puedan significar una alteración de las condiciones ambientales (BOJA, 2003).

Guerra-García y García-Gómez (2000) hicieron una revisión de los distintos grupos animales marinos presentes en la Isla de Tarifa, recopilando la bibliografía existente y Guerra-García *et al.* (2000, 2001a) llevaron a cabo un estudio en la isla para caracterizar la comunidades de algas de la zona intermareal. La isla disfruta de una situación biogeográfica privilegiada ya que se sitúa en la región del estrecho de Gibraltar, lugar de confluencia de aguas mediterráneas y atlánticas, lo que contribuye a incrementar la biodiversidad marina, que se mantiene en un estado de excelente conservación gracias a las restricciones de acceso impuestas por el destacamento militar de artillería de costa que ha tenido su base en la isla durante los últimos años.

Además de ser un excelente escenario para estudios marinos debido al buen estado de conservación y riqueza biológica, la Isla de las Palomas es un lugar idóneo para llevar a cabo labores docentes y de educación ambiental, sobre todo en la zona intermareal. Al respecto, el laboratorio de Biología Marina de la Universidad de Sevilla, viene impartiendo en la isla desde hace varios años las prácticas de la asignatura “Biología Marina” de quinto curso de la licenciatura de Biología. Durante la práctica se muestra a los alumnos como se distribuyen las especies en la zona intermareal, y se realizan muestreos en los distintos cinturones para estudiar en el laboratorio las algas y la fauna epífita (crustáceos, moluscos, poliquetos, equinodermos que viven asociados a las algas). Con esta práctica se pretende, por una parte, que los alumnos aprendan a reconocer y a identificar las especies de la zona intermareal, y por otra, que participen en un programa de seguimiento y monitorización destinado a controlar las comunidades intermareales de la Isla de Tarifa a lo largo del tiempo. Estos estudios son fundamentales como herramientas para la gestión y conservación de la isla, ya que permiten generar series temporales de datos que pueden poner de manifiesto la regresión de especies, bien por causas naturales o antropogénicas. En este sentido, el laboratorio de Biología Marina desarrolla actualmente en colaboración con la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía proyectos de vigilancia ambiental destinados a controlar el estado de las comunidades de sustrato blando y sustrato rocoso del litoral andaluz (Guerra-García *et al.*, 2001b).

En el presente trabajo se exponen los resultados correspondientes al estudio de las comunidades intermareales de la Isla de las Palomas desarrollado durante los años 2003, 2004 y 2005 en el contexto de las prácticas de la asignatura de Biología Marina de la licenciatura de Biología de la Universidad de Sevilla. Se aportan datos cualitativos y cuantitativos de abundancia de las principales especies de algas y de los grupos de macrofauna dominante.

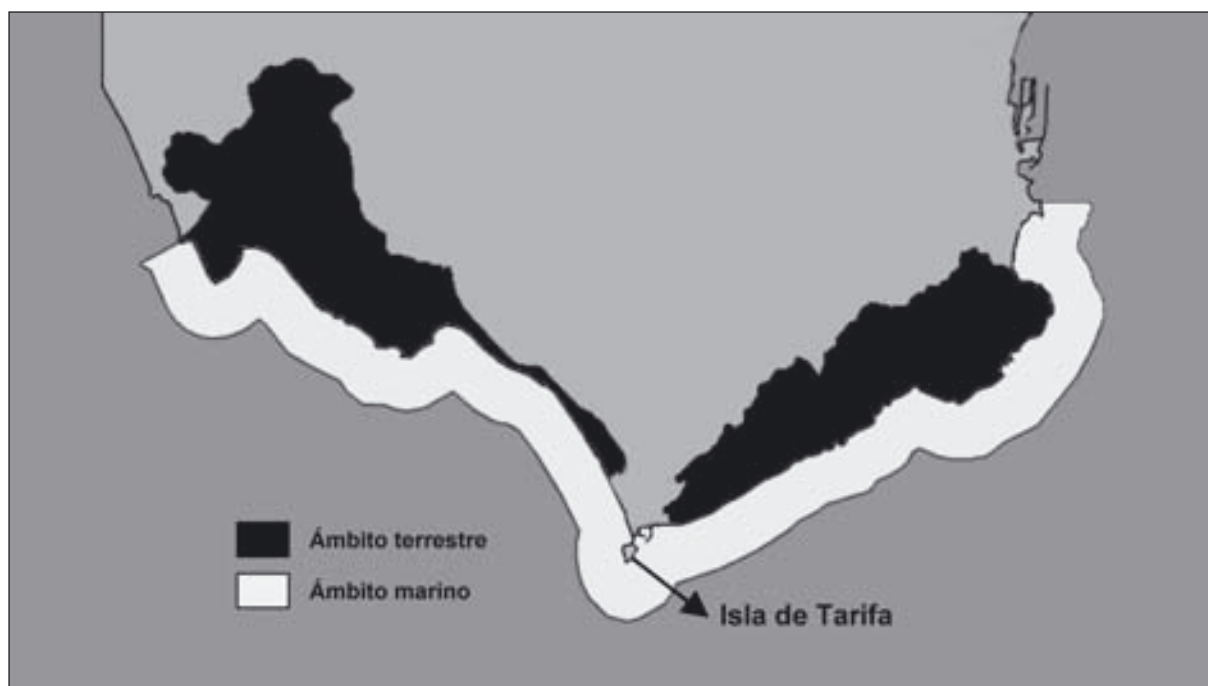


Figura 1. Mapa del Parque Natural del Estrecho mostrando los ámbitos marino (blanco) y terrestre (negro).

## MATERIAL Y MÉTODOS

### Área de estudio

La Isla de Tarifa está situada en el estrecho de Gibraltar, en el término municipal de Tarifa (figura 1), constituyendo el punto más meridional de Europa. Tiene una superficie de 21 Ha y presenta 2 Km de costa. El sustrato está constituido por margas y areniscas de flysh. Su localización con influencia mediterránea y atlántica y las restricciones de acceso, contribuyen a incrementar la biodiversidad marina en la isla (Guerra-García y García-Gómez, 2000), haciendo que ésta sea una de las zonas más interesantes y con mayor grado de protección del Parque del Estrecho (BOJA, 1993).

### Muestreo y procesado de las muestras

El intermareal de la Isla de Tarifa seleccionado para el estudio está localizado en la zona de poniente. Se escogió esta zona intermareal por ser la más diversa, como han mostrado estudios previos (Guerra-García *et al.*, 2000). Tras una exploración detallada del intermareal, se delimitaron visualmente los distintos cinturones de algas. Aunque en la zona podían diferenciarse hasta siete cinturones (Guerra-García *et al.*, 2000, 2001a), algunos de estos eran muy parecidos entre sí y se optó por considerar únicamente los cinco cinturones que podían diferenciarse con mayor claridad. En cada uno de los cinturones, se dispusieron al azar tres cuadrículas de 20 x 20 cm<sup>2</sup> y se embolsaron todas las algas presentes en el cuadrado dejando la roca totalmente descubierta tras raspar con una espátula. Los muestreos se llevaron a cabo durante los meses de marzo, abril o mayo de 2003, 2004 y 2005, siempre en bajamar viva, considerándose los cinturones algales desde el nivel cero de marea (cinturón 1) hasta la zona más alta del intermareal (cinturón 5).

Las muestras se fijaron en formol al 4% y se llevaron al laboratorio donde se procedió a la separación e identificación de los organismos. Las algas dominantes se identificaron hasta nivel de especie y a cada una de ellas se le asignó

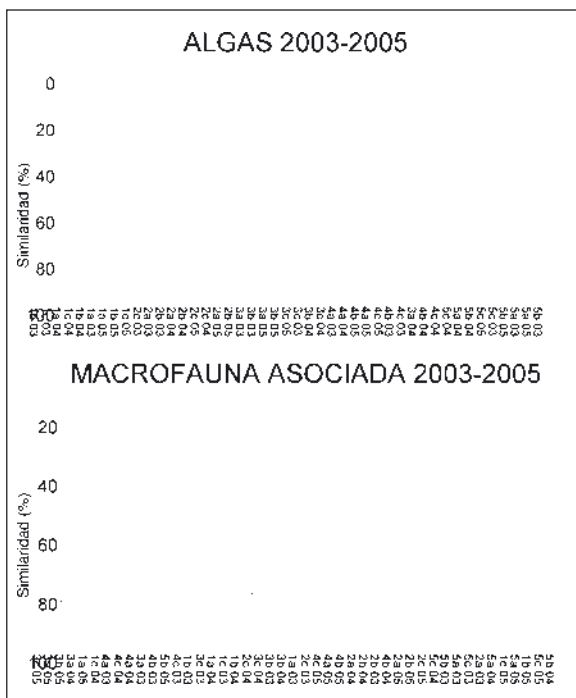


Figura 2. Análisis de Cluster elaborados con la matriz de algas y la matriz de macrofauna asociada. Se han utilizado todas las réplicas (a,b,c) de cada cinturón (1-5) los tres años muestreados (2003, 2004 y 2005).

cualitativamente un valor de cobertura relativo comprendido entre 0 y 3 [0=ausente, 1=presente (0.1-20 %), 2=abundante (20-60 %), 3=muy abundante (60-100 %)]. En el caso de la macrofauna asociada, se cuantificó el número de poliquetos, moluscos, crustáceos y equinodermos de cada muestra.

**Análisis estadísticos**

Para cada uno de los cinco cinturones se calculó la media y el error estándar de las abundancias de los distintos grupos de organismos, y de los índices de diversidad de Shannon-Wiener (Shannon y Weaver, 1963) y de equitatividad de Pielou (Pielou, 1984). Por otra parte, se llevaron a cabo análisis multivariantes de ordenación y clasificación. Con la matriz cualitativa de algas y con la matriz cuantitativa de macrofauna asociada se realizaron sendos análisis de Cluster empleándose el algoritmo de agrupación UPGMA y el índice de similaridad de Bray-Curtis. Para la comparación entre la ordenación de los cinturones a partir de las algas y de la macrofauna asociada, se utilizó el análisis Canónico de Correspondencias (CCA) y para verificar la significación estadística del análisis se aplicó el test de Monte Carlo. Para los análisis estadísticos se utilizaron los programas PRIMER (Clarke y Gorley, 2001) y PC-ORD (McCune y Mefford, 1997).

**RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Las algas dominantes en el transecto y sus valores de abundancia cualitativa se representan en la tabla 1. Además de los correspondientes a los años 2003, 2004 y 2005, se han incluido también los datos obtenidos en 1998 durante el estudio de Guerra-García *et al.* (2000). El primer cinturón, junto al nivel cero de marea, estuvo dominado por *Gelidium sesquipedale* en todos los muestreos. El segundo cinturón estuvo dominado por *Gymnogongrus patens* en 1998 mientras que en el resto de años fue *Corallina elongata* la especie dominante. *Jania rubens* fue la especie con mayor cobertura en el tercer nivel, junto con *Lithophyllum lichenoides*, *Laurencia pinnatifida*, *Corallina elongata* y *Caulacanthus ustulatus*. El cuarto nivel

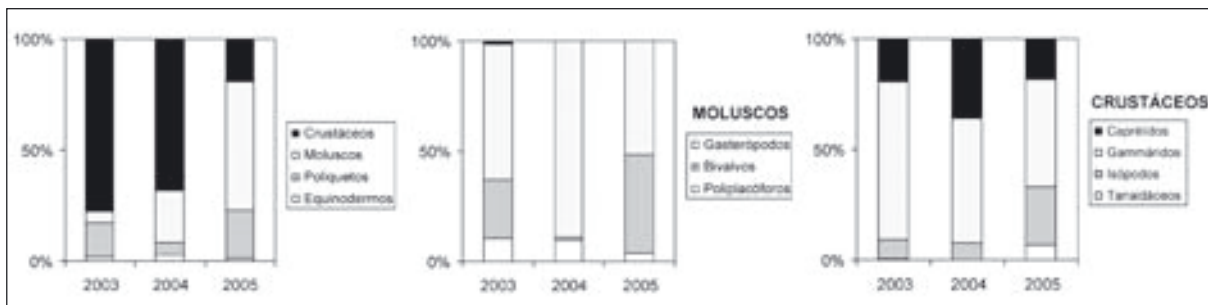


Figura 3. Contribución de cada grupo de macrofauna asociada a la abundancia total del intermareal.

estuvo dominado por algas verdes, *Ulva rigida* y *Chaetomorpha* spp. y el quinto cinturón estuvo claramente dominado por *Fucus spiralis* en todos los muestreos. No se aprecian cambios importantes en la composición de algas a lo largo del tiempo, si bien parece existir una regresión de especies como *Gigartina acicularis*, *Gymnogongrus patens*, *Laurencia pinnatifida* y *Valonia utricularis*, y un incremento en la cobertura de *Ulva rigida*. Sería interesante prestar especial atención a este ligero aumento en la proporción de *U. rigida*, ya que, generalmente el incremento en el porcentaje de algas verdes tiende a asociarse con procesos de eutrofización (Niell y Pazó, 1978).

El análisis de Cluster elaborado a partir de los valores cualitativos de cobertura de las algas (figura 2), mostró una clara separación entre los cinturones de algas, independientemente del año muestreado. Las réplicas correspondientes a los distintos cinturones forman subgrupos diferentes. Los cinturones 1 y 5 difieren claramente del resto, mientras que entre los cinturones 2, 3 y 4 hay una mayor similitud. En cualquier caso, el análisis refleja que las muestras se separan fundamentalmente en función de la posición que ocupan en el transecto y que no existen diferencias claras entre los tres años muestreados (2003, 2004 y 2005). En el cluster obtenido a partir de las abundancias de los distintos grupos de macrofauna, la separación entre cinturones no es tan clara y solamente algunas réplicas de los cinturones 1 y 5 parecen separarse claramente del resto. Esto es debido a que en este caso, la identificación ha sido a nivel de grandes grupos taxonómicos y no a nivel de especie. Posiblemente si los organismos se identificaran hasta las categorías de género o especie, la separación entre los cinturones sería más clara.

Cuando se representaron los porcentajes totales (sin considerar cinturones) de cada grupo de organismos de la fauna asociada (figura 3), los crustáceos fueron claramente dominantes en número de individuos en los años 2003 y 2004, mientras que en 2005 dominaron los moluscos. Parece existir una tendencia temporal hacia el incremento del número de moluscos, especialmente gasterópodos y bivalvos, en detrimento de los crustáceos (figura 3). Los crustáceos dominantes fueron los gammáridos, seguidos de caprélidos e isópodos.

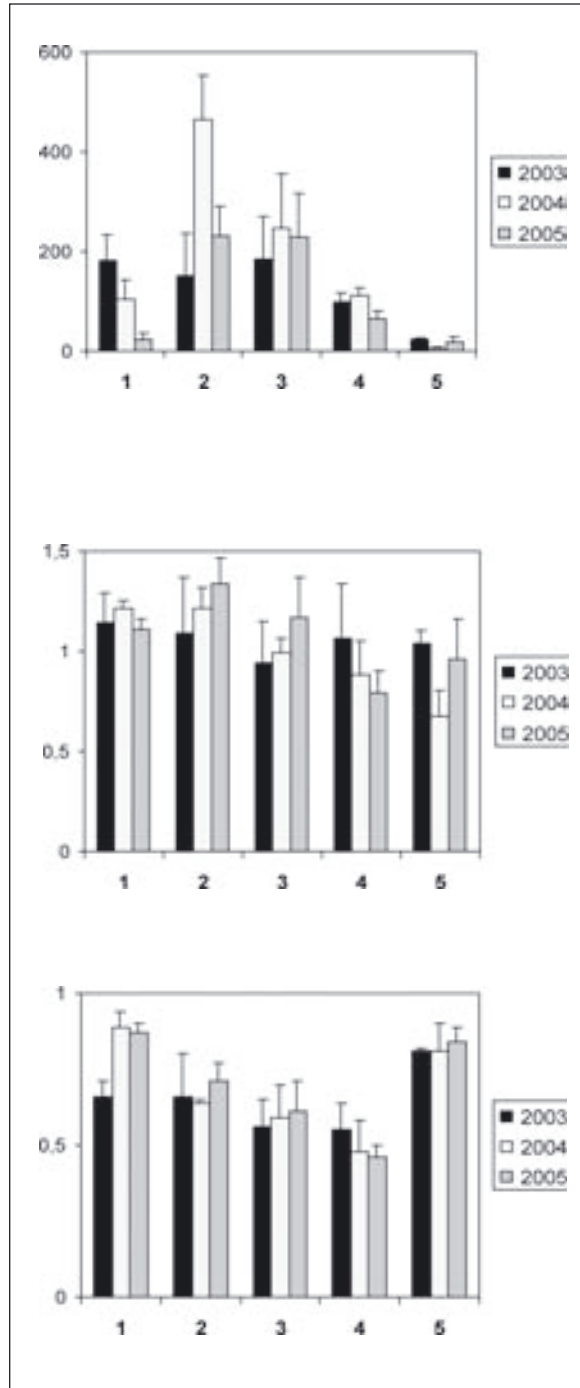


Figura 4. Valores medios y error estándar de la media de la abundancia (n° organismos/0.04m<sup>2</sup>), diversidad de Shannon-Weaver (H') y equitatividad (J) del total de fauna asociada en cada uno de los cinco cinturones del transecto.

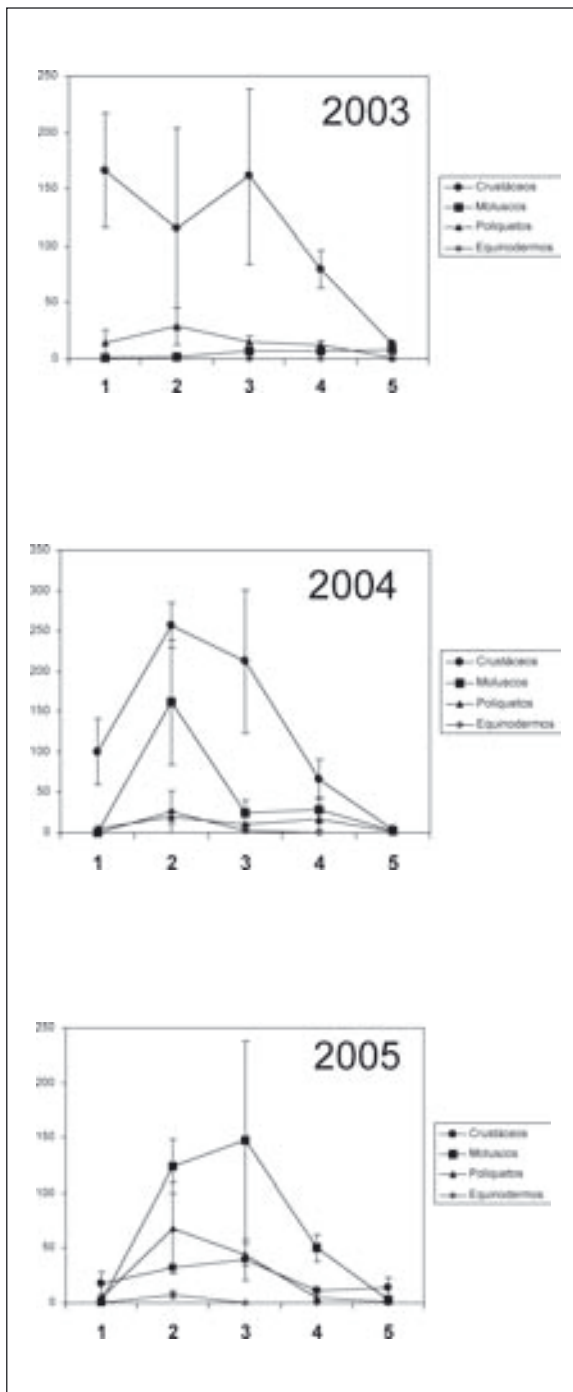


Figura 5. Valores medios y error estándar de la media de la abundancia (nº organismos/0.04m<sup>2</sup>) de cada uno de los grupos taxonómicos de macrofauna asociada considerados.

Si consideramos los cinturones por separado, los mayores valores de abundancia se registraron en los niveles 2 y 3 (figura 4). Los niveles más altos (4 y 5) pasan más tiempo emergidos, y por tanto son menos los organismos que pueden soportar la desecación. El nivel 1 por su parte, aunque es el que está más tiempo sumergido y, por tanto, con mayores niveles de humedad, está más expuesto a la batida de las olas creándose unas condiciones de estrés negativas para muchas especies. En el caso de la diversidad se registró un patrón generalizado de disminución conforme nos aproximamos a los niveles más altos, mientras que la equitatividad de grupos taxonómicos fue más baja en las estaciones intermedias, debido a los picos de abundancia. La figura 5 muestra como las abundancias de los distintos grupos dominantes (moluscos, crustáceos y poliquetos) es mayor en los cinturones intermedios 2 y 3. El patrón obtenido en 2004 y 2005 es muy similar, pero en 2003 se registró una abundancia considerable de crustáceos en el nivel 1 de *Gelidium sesquipedale*. En cualquier caso, las abundancias decrecen significativamente conforme nos aproximamos a los cinturones más elevados dominados por el alga *Fucus spiralis*.

El análisis CCA (figura 6) muestra las relaciones existentes entre los grupos de la macrofauna y las especies de algas. El eje 1 absorbió el 32% de la varianza total y el eje 2 el 25%. Las especies *Laurencia pinnatifida*, *Caulacanthus ustulatus*, *Lithophyllum lichenoides* y *Valonia utricularis*, correlacionaron significativamente con el primer eje, siendo las especies que más influyeron en la composición y abundancia de la fauna epífita. Las algas *Corallina elongata*, *Chaetomorpha* spp. y *Gelidium sesquipedale* fueron también importantes en la distribución de la macrofauna asociada ya que correlacionaron significativamente con el segundo eje.

El presente estudio supone el punto de partida para futuros estudios más específicos en la zona intermareal de la Isla de las Palomas. Es conveniente que este seguimiento anual basado en las especies de algas más importantes y en los principales grupos de macrofauna asociada, siga llevándose a cabo todos los años como parte de los programas de vigilancia y monitorización del Parque Natural del Estrecho. Algo similar podría también realizarse en otros puntos del parque para elaborar una red de seguimiento y control de todos los

intermareales del parque natural, ya que estas zonas mediolitorales son muy frágiles y se encuentran muy deterioradas en la mayor parte de la costa andaluza debido a la facilidad de acceso y la consiguiente presión humana (excursionismo, marisqueo incontrolado, etc.) En este sentido la labor de alumnos y voluntarios sería muy útil en la ejecución de las campañas de muestreo (figura 7) y separación de organismos. Términos como formación docente, educación ambiental y voluntariado deben discurrir paralelos a los de seguimiento y control para lograr objetivos comunes destinados a la conservación de nuestros ecosistemas marinos.

**BIBLIOGRAFÍA**

BOJA, 2003. Boletín Oficial de la Junta de Andalucía. Decreto 308/2002 por el que se aprueba el Plan de Ordenación de Recursos Naturales del Frente Litoral Algeciras-Tarifa (BOJA nº18, 28 enero 2003, pp. 1849-1935) y Decreto 57/2003 de declaración del Parque Natural del Estrecho (BOJA nº54, 20 marzo 2003, pp. 5925-5944)

CLARKE, K.R. & R.N. Gorley, . 2001. Primer (Plymouth Routines in Multivariate Ecological Research) v5: User Manual/Tutorial. PRIMER-ELtd., Plymouth, pp. 91.

GUERRA-GARCÍA, J.M. & J.C. García-Gómez, 2000. La fauna submarina de la Isla de las Palomas (Tarifa, Cádiz). *Temas de Flora, Fauna y Ecología del Campo de Gibraltar. Cuadernos del Instituto II*, Campo de Gibraltar. pp. 7-17.

GUERRA-GARCÍA, J.M., J.E. Sánchez-Moyano, J. CORZO , S. MORENO & J.C. García-Gómez, 2000. Descripción de las comunidades de algas de la Isla de las Palomas (Tarifa) y de otros enclaves del sur de España. *Almoraima*, 23: pp. 189-194.

GUERRA-GARCÍA, J.M., J.E. Sánchez-Moyano, J. Corzo, C.M. López de la Cuadra, S. Moreno & J.C. García-Gómez, 2001a. El macrofitobentos mediolitoral de la Isla de las Palomas (Tarifa, sur de España), un enclave sujeto a estudio técnico para su conservación. *Actas de las I Jornadas Internacionales sobre reservas marinas*. Ed. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, pp. 383-391.

GUERRA-GARCÍA, J.M., I. García-Asencio, & J.E. Sánchez-Moyano, 2001b. "Parvipalpus onubensis, a new species (Crustacea: Amphipoda: Caprellidea) from the Atlantic coast of Southern Spain". *Scientia Marina* 65(4): pp. 333-339.

McCUNE, B. & M.J. Mefford, 1997. PC-ORD. Multivariate Analysis of Ecological Data. MJM Software Design, Gleneden Beach, pp. 77.

NIEL, F.X. & PAZÓ, J.P. 1978. "Incidencia de vertidos industriales en la estructura de poblaciones intermareales. II. Distribución de la biomasa y de la diversidad específica de comunidades de macrófitos de facies rocosa". *Investigaciones Pesqueras* 42(2): pp. 213-239.

PIELOU, E.C. 1984. *The interpretation of ecological data: a primer on classification and ordination*. John Wiley an Sons, New York, pp. 263.

SHANNON, C.E. & W. Weaver, 1963. *The mathematical theory of communication*. University of Illinois Press, Urbana, Illinois, pp. 117.

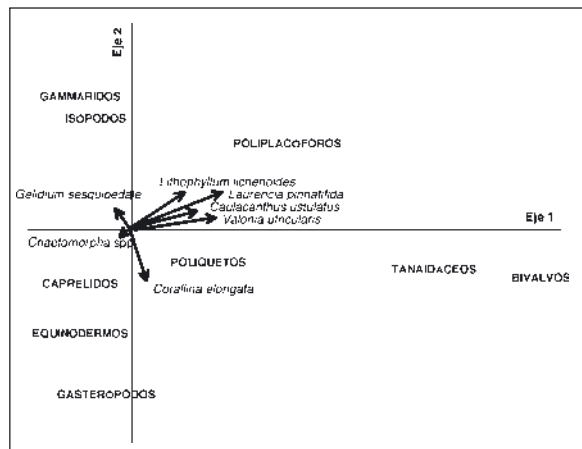


Figura 6. Representación gráfica del análisis de componentes principales (CCA) elaborado a partir de la matriz de algas y de la matriz de fauna asociada.



Figura 7. Alumnos de la asignatura de Biología Marina de la Facultad de Biología, en la isla de Tarifa, muestreando en la zona intermareal (arriba) y realizando buceo con equipo ligero (abajo).

