

# PATRONES DE ABUNDANCIA Y DIVERSIDAD DE LA ICTIOFAUNA INTERMAREAL EN LA COSTA ROCOSA DEL PARQUE NATURAL DEL ESTRECHO

*Sergio Tirado Mendoza / Fundación Migres*

*Rafael Benjumea Maldonado / Fundación Migres*

## RESUMEN

Las comunidades de peces de las pozas de la zona intermareal rocosa del Estrecho de Gibraltar no han sido suficientemente estudiadas hasta la fecha. Durante dos años se han tomado datos de las estas poblaciones en siete localizaciones del Parque Natural del Estrecho, con el objetivo de caracterizarlas, conocer su distribución y determinar parámetros ecológicos. Se identificaron 25 especies de peces diferentes en la zona intermareal durante el periodo de estudio, capturando un total de 1.148 ejemplares. La mayor abundancia se observó en Punta Carnero, mientras que los menores valores aparecieron en la Isla de Tarifa y Punta San García. La Caleta obtuvo los valores más elevados de diversidad (S') y riqueza (R'), mientras que en la Isla de Tarifa centro se dieron los de menor valor, para ambos casos. En comparación con estudios recientes realizados en el golfo de Cádiz nuestra área de estudio en el estrecho de Gibraltar ha resultado tener mayor número de especies, de familias, y abundancia de individuos. Esto muestra la importancia para la biodiversidad íctica de la zona intermareal y la necesidad de conservarla frente a los impactos a los que se ve sometida de forma recurrente.

**Palabras Clave:** Ictiofauna, intermareal, abundancia, riqueza, diversidad, Parque Natural del Estrecho.

## INTRODUCCIÓN

Las comunidades intermareales están localizadas en la interfase de la tierra con el mar, jugando un importante papel en el mantenimiento del balance ecológico local (Cai *et al.*, 2003). Estos son ecosistemas abiertos muy susceptibles a las perturbaciones tanto terrestres como marinas, lo que les hace ser más vulnerables que los hábitats sublitorales y marinos (Thompson *et al.*, 2002).

Las poblaciones del intermareal están sometidas a variaciones espaciales (fisiografía y composición del sustrato, que puede ser remodelado por la dinámica propia de la zona y el efecto del oleaje), y variaciones temporales (con ciclos de marea, diarios y estacionales). La supervivencia y el mantenimiento de estas poblaciones en un ambiente tan adverso, puede suponer la existencia de relaciones de competencia tanto tróficas como por el espacio, entre las distintas especies que residen en él, para aprovechar al máximo los recursos del medio (Guerra-García *et al.*, 2006).

A pesar de esas condiciones extremas y con tantas fluctuaciones, estos hábitats presentan una alta diversidad, ya que existe una gran cantidad de microhábitats que permiten la coexistencia de especies diferentes (Nieto & Alberto, 1994). Además, el intermareal rocoso es un hábitat altamente productivo, rico en algas e invertebrados, aunque muy variable en el espacio y en el tiempo, y muy influenciado por los procesos naturales que tienen lugar en la costa, así como por la polución y las actividades que en ella desarrolla el hombre. La variación de la escala temporal incluye el efecto de las mareas, el momento del día y la estación del año. La combinación del ciclo mareal (según el ciclo lunar) y el momento del día, permite que se produzcan rápidos y bruscos cambios físicos y químicos en las pozas intermareales, con influencia en la temperatura, la salinidad, niveles de oxígeno, dióxido de carbono y el pH que pueden fluctuar dramáticamente a lo largo del ciclo diario (Nieto, 1991).

Durante la marea baja, en las pozas mareales el agua permanece en agujeros y depresiones que se convierten en hábitat de refugio para muchos organismos intermareales. La compleja estructuración de las costas rocosas, se traduce en numerosos microhábitats que se pueden ocupar, encontrándose la estructura de las comunidades de cualquier costa o poza determinada por el grado de variabilidad y el tipo de microhábitats posibles, por ejemplo, presencia de piedras, cobertura de algas y existencia de refugios en las rocas. La cobertura de algas y las piedras de las rocas son determinantes para la abundancia de muchas especies de peces intermareales (Prochazka & Griffiths, 1992), pero además hay que tener muy en cuenta el área, el volumen y la rugosidad de las pozas en marea baja y, sobre todo, la diversidad de microhábitats que presentan (Yoshiyama *et al.*, 1992; Mahon & Mahon, 1994). En principio las pozas más grandes proporcionan un rango mayor de microhábitats y presentan una mayor estabilidad en la composición y procesos del agua (Velasco, 2006).

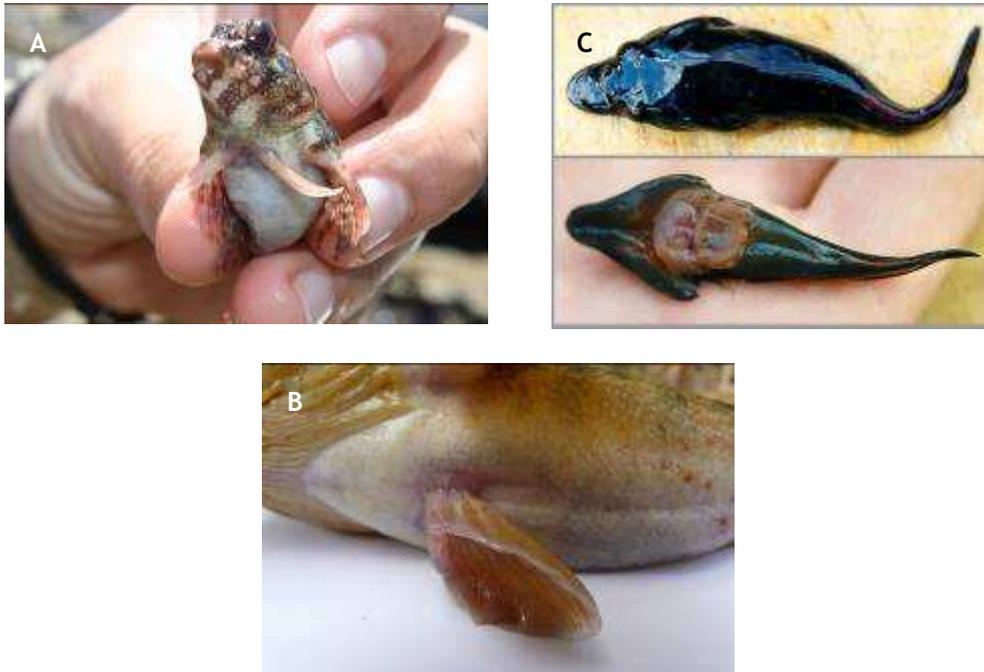


Figura 1.- Distintas adaptaciones de los peces intermareales. Los Blenniidae (A) tienen modificadas sus aletas pélvicas a modo de ganchos para sujetarse a las rocas, los Gobiidae (B) han modificado las aletas pélvicas a modo de ventosa y los Gobiesocidae (C) tienen una doble ventosa ventral para fijarse firmemente a las rocas.

Generalmente, se consideran peces intermareales aquellos cuya vida adulta se desarrolla en la zona intermareal y para ello poseen una morfología particular, una fisiología propia y unas adaptaciones en su comportamiento que les permiten sobrevivir en este medio (Gibson & Yoshiyama, 1999) (figura 1).

Los peces del intermareal, lo hacen durante períodos de tiempo diferentes o en diferentes momentos de su ciclo de vida. En las costas rocosas, las especies consideradas como *residentes verdaderas* son de pequeño tamaño, con formas crípticas que muestran numerosas adaptaciones (morfológicas, fisiológicas y de comportamiento) a la vida intermareal. Muchas son territoriales y suelen vivir al refugio de algas o en microhábitats muy específicos. Además hay *visitantes estacionales* que migran a aguas más profundas donde completan su ciclo una vez alcanzado un tamaño o un estado de madurez determinado. Estas especies utilizan estas zonas para la puesta, por lo que forman parte de estos ensamblajes sólo en el momento de la reproducción. Por último, se encuentran las especies *visitantes de marea*, que utilizan el intermareal como área de alimentación (Bennet, 1987).

Las especies que consideramos residentes verdaderas que habitan las charcas intermareales realmente pertenecen a un escaso número de familias. Considerando las familias de todo el mundo encontramos: Blenniidae, Gobiidae, Cottidae, Clinidae, Gobiesocidae, Tripterygiidae y Stichaeidae. Muchas de estas

familias tienen una amplia distribución, pero las comunidades ícticas intermareales tienden a ser dominadas por miembros de una o dos de las principales familias; los de la familia Clinidae en Sudáfrica, los de la familia Tripterygiidae en Nueva Zelanda, los Cottidae en la costa oeste de norte América y los Blenniidae y Gobiidae en el Atlántico este y el Mediterráneo (Velasco, 2006).

## **MATERIAL Y MÉTODOS**

### **Área de estudio**

El área de estudio seleccionada se encuentra en el sur de la península Ibérica, en la costa norte del estrecho de Gibraltar (España). Este canal que une el mar Mediterráneo y el océano Atlántico tiene en su parte más estrecha tan sólo 14 kilómetros y es un lugar de unión de tres provincias biogeográficas (lusitánica, mediterránea y mauritánica). Las características geográficas de la costa, hacen que la zona occidental del mismo tenga una presencia de especies con una influencia claramente marcada atlántica, mientras que la oriental es mediterránea, quedando una franja intermedia en la que se pueden encontrar habitantes de ambas masas de agua, que se extiende desde el mar de Alborán hasta el golfo de Cádiz oriental.

La zona donde se concentró el esfuerzo de muestreo corresponde a las pozas llenas de agua que quedan en la plataforma intermareal tras la bajada de marea. Debido a sus especiales condiciones físico-químicas sirven de refugio a gran número de especies animales y vegetales que al estar adaptados a ese hábitat hacen un uso casi exclusivo de sus recursos.

Para llevar a cabo el estudio, se seleccionaron diez puntos de muestreo dentro de los límites del Parque Natural del Estrecho, de los cuales, en la zona occidental, e incluidas en las Zonas de Regulación Especial de Grado B1, hay dos: Punta Camarinal y Punta Paloma. En el tramo central y oriental, dentro de las Zonas de Reserva de Grado A1 se encuentran la Isla de Tarifa, La Caleta y Guadalmesí, mientras que la zona oriental alberga a Punta Carnero y Punta San García. En conjunto los siete lugares seleccionados recogen de una forma representativa la variedad de ambientes y situaciones que se dan en esta costa rocosa, del Parque Natural del Estrecho (figura 2).

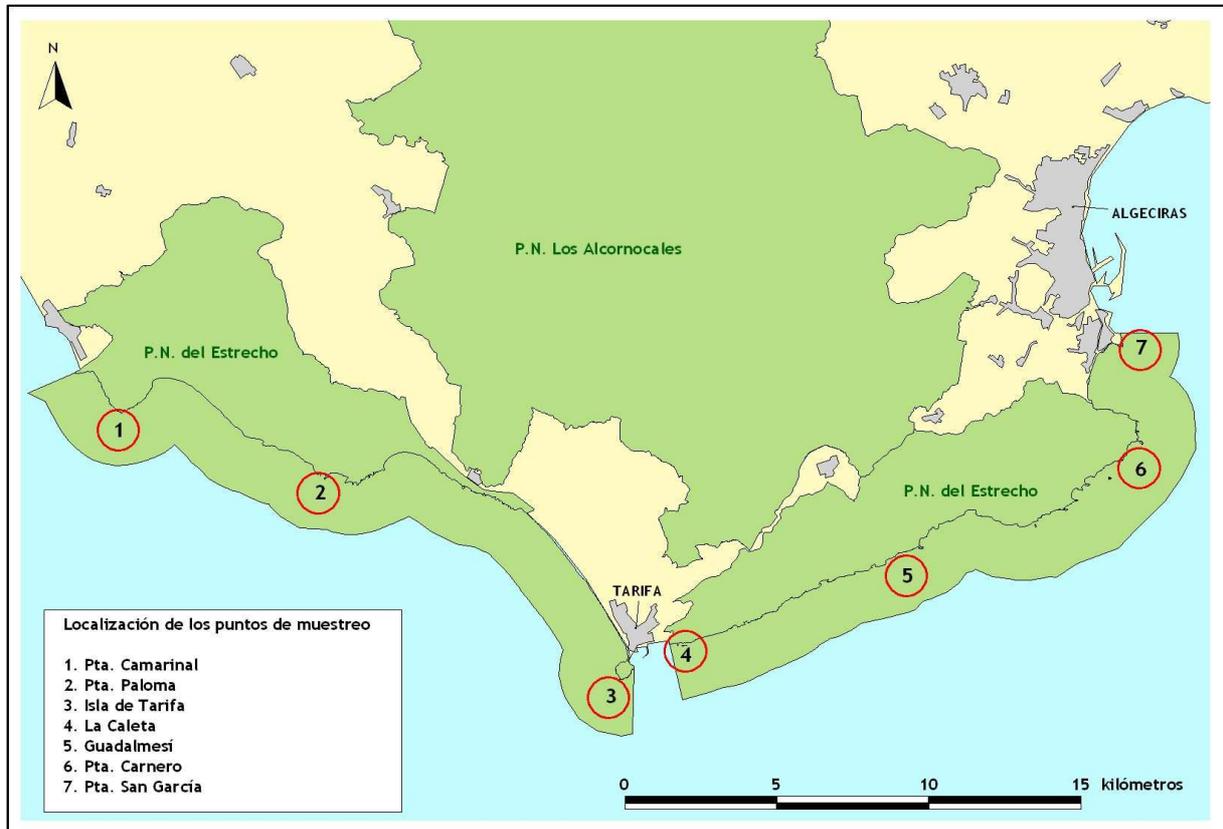


Figura 2.- Localización de los puntos de muestreo seleccionados para el estudio y vista de las zonas intermareales de Punta San García (izda.) y Punta Camarinal (dcha.).

## *Almoraima 40, 2010*

En cada punto de muestreo fueron seleccionadas tres pozas de características lo más similares posibles (refugio, profundidad, cobertura, etc.), para tener tres réplicas por punto. De esta forma si en alguna ocasión alguna de las pozas sufría algún tipo de percance, se disponía de otras dos para tomar muestras. La fidelidad de los peces de la zona intermareal a determinadas pozas en las que suelen residir está ampliamente contrastada y las poblaciones a pesar de fluctuar con el tiempo suelen ser bastante estables en sus pozas (Horn *et al.* 1999).

Los muestreos se realizaron coincidiendo con la bajamar viva diurna, durante finales de enero y principio de febrero de 2007. Se tomó la localización de cada poza muestreada con un GPS. Dada la importancia de la complejidad del hábitat y sus características en la distribución de las distintas especies de intermareal (Faria & Almada, 2001), cada poza fue medida y se anotaron sus características fisiográficas.

También se tomaron medidas de oxígeno disuelto en agua, la temperatura, la conductividad y el pH del agua de la poza. Las algas presentes en las pozas fueron identificadas al nivel taxonómico más bajo posible con la ayuda de guías especializadas (Bergbauer & Humber, 2002; Riedl, 1983; Romero, 1994) y con la colaboración del Departamento de Botánica de la Universidad de Málaga. En cada poza se estimó la cobertura que cada alga, o grupo de estas, abarcaba en la superficie total de la poza y se anotó como porcentaje del total.

Los peces residentes del intermareal rocoso presentan una coloración y comportamiento crípticos para asegurar su supervivencia, lo cual unido a sus rápidos movimientos y la existencia de numerosas grietas y refugios hace que se recomiende el uso de anestésicos para evitar subestimar las poblaciones y conseguir la mayor eficiencia posible en el muestreo (Velasco, 2006). En este estudio, se ha utilizado esencia de clavo natural con un 87% de eugenol, principio activo eficiente como anestésico de los peces y con bajo nivel de impacto en el medio. La concentración utilizada ha sido de 40 mg/l (Griffiths, 2000). Como el aceite de clavo por sí mismo es insoluble en agua, se debe hacer primero una disolución en etanol, en proporción 5+1 (clavo + etanol). El agua se removió para que el anestésico se distribuyera homogéneamente por toda la poza, produciéndose el efecto anestésico aproximadamente a los 5 minutos. Posteriormente los peces anestesiados fueron recolectados con un salabre de mano. A cada uno de los ejemplares se les midió la longitud total (Lt, mm) con un ictiómetro (precisión 1 mm) y el peso (W, g) in situ, para posteriormente ser devueltos al mar, salvo aquellos que, debido a la difícil labor de identificación de algunas especies, fue necesario llevarlos al laboratorio para su análisis bajo lupa.

Las distintas especies se determinaron utilizando claves de determinación (Louisy, 2006; Bergbauer & Humber, 2002; Bauchot & Pras, 1982; Riedl, 1983) así como accediendo a la base de datos del FISHBASE y con la colaboración del personal experto del grupo de investigación de Dinámica de Poblaciones de Peces de la Facultad de Ciencias del Mar y Ambientales de la Universidad de Cádiz.

## RESULTADOS

### Parámetros físico-químicos

A lo largo del periodo de estudio los parámetros medidos sufrieron variaciones en función de los factores que los afectan de forma directa o indirecta (gráfico 1).

Al cabo de los dos años se observaron rangos de variación estacionales muy acusados para la temperatura, de hasta 15 °C (partiendo desde los 12°C en invierno y llegando a los 27°C en verano) aunque se mantuvo bastante regular para cada una de las estaciones muestreadas. Los otros parámetros tuvieron comportamientos diferentes: el oxígeno varió mucho en función del lugar y la época del año; el pH sufrió un progresivo descenso en todas las estaciones desde el principio de los muestreos, no observándose recuperación en ningún caso; por último la conductividad alcanzó sus mayores valores en la época de otoño, aunque con variaciones en función de la estación de muestreo. En el muestreo de enero de 2008 tuvimos problemas con la sonda de conductividad y no se pudieron tomar los datos.

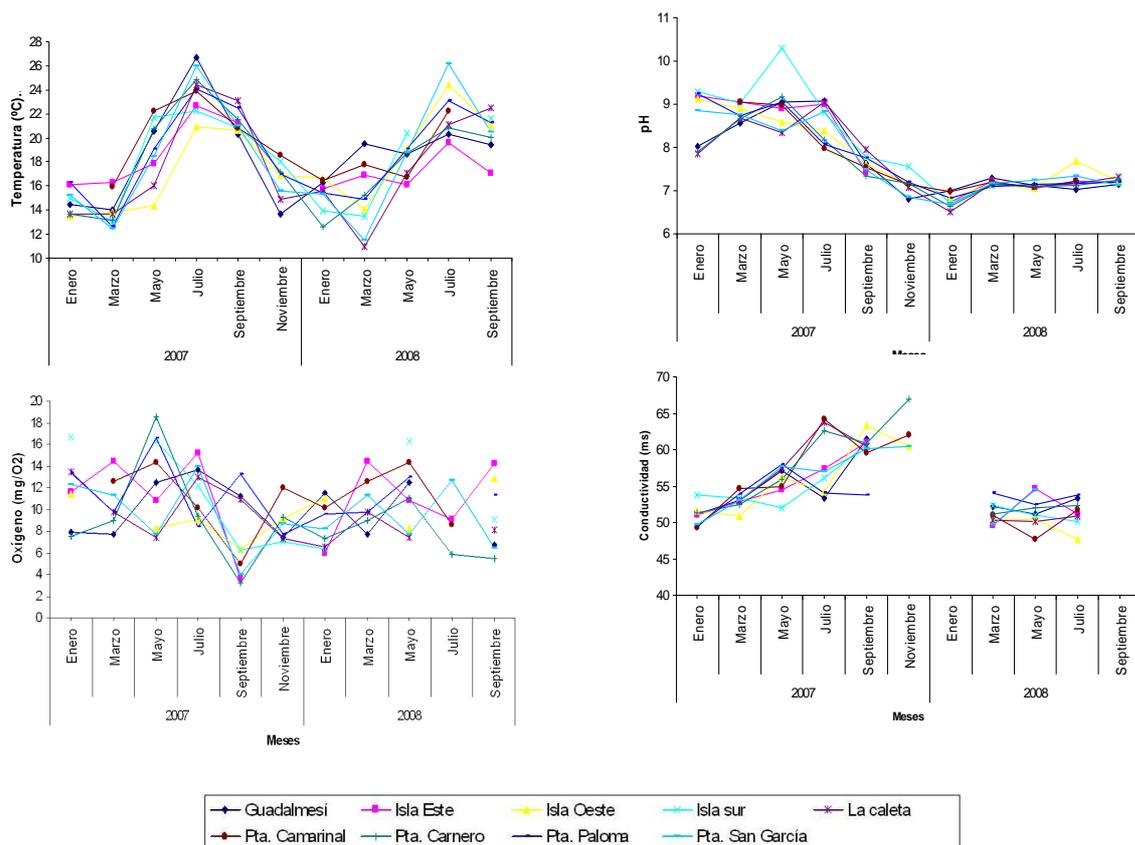


Gráfico 1.- Evolución de los parámetros físico – químicos en los puntos de muestreo a lo largo del periodo de estudio.

**ICTIOFAUNA**

Se han capturado un total 1.148 individuos de peces, pertenecientes a 12 familias y 25 especies diferentes (Tabla 1). La familia Gobiidae ha sido la más abundante (gráfico 2), siendo *Gobius cobitis* la especie más numerosa, con más del 46 % del total de individuos, seguido por *Liza sp.* (10,55%) y *Lepadogaster purpurea* (7,85%). Especial relevancia tiene la presencia de *Chromogobius quadrivittatus* en Punta San García cuya distribución está descrita hasta la zona del levante español, sin incluir el estrecho de Gibraltar, siendo su presencia rara en estas aguas más meridionales.

Respecto a las capturas agrupadas por familias, es destacable la presencia de Bleniidae ya que es la que mayor número de especies presenta (n = 9), aunque el número total de individuos no es tan elevado como el de Gobiidae. De hecho en porcentaje representa tan sólo el 7,32% de las capturas totales, por detrás de las familias Gobiidae (55,05%) y Mugilidae (12,80%), explicable por la presencia de una elevada diversidad de especies pero bajo número de efectivos de cada una de ellas.

<b>Familia</b>	<b>Especie</b>	<b>Número</b>
	<i>Lipophrys dalmatinus</i>	28
	<i>Lipophrys pholis</i>	31
	<i>Lipophrys trigloides</i>	3
	<i>Parablennius gattorougine</i>	1
Bleniidae	<i>Parablennius sanguinolentus</i>	3
	<i>Parablennius sp.</i>	2
	<i>Paralipophris trigloides</i>	3
	<i>Salaria pavo</i>	2
	<i>Coriphoblennius galerita</i>	14
Clinidae	<i>Clinitrachus argentatus</i>	42
Congridae	<i>Conger conger</i>	5
Gobiesocidae	<i>Lepadogaster candollei</i>	3
	<i>Lepadogaster purpurea</i>	90
	<i>Gobius bucchichii</i>	29
	<i>Gobius cobitis</i>	536
Gobiidae	<i>Gobius paganellus</i>	63
	<i>Gobius sp.</i>	2
	<i>Chromogobius quadrivittatus</i>	1

Labridae	<i>Symphodus roissali</i>	55
Mugilidae	<i>Liza sp.</i>	121
	<i>Mugil sp.</i>	26
Muraenidae	<i>Muraena helena</i>	1
Scorpaenidae	<i>Scorpaena porcus</i>	2
Sparidae	<i>Diplodus sargus</i>	24
Syngnathidae	<i>Nerophis lumbriciformis</i>	35
Tripterygiidae	<i>Tripterygion tripteronotus</i>	28

Tabla 1.- Número total de capturas de las diferentes especies en el periodo de estudio.

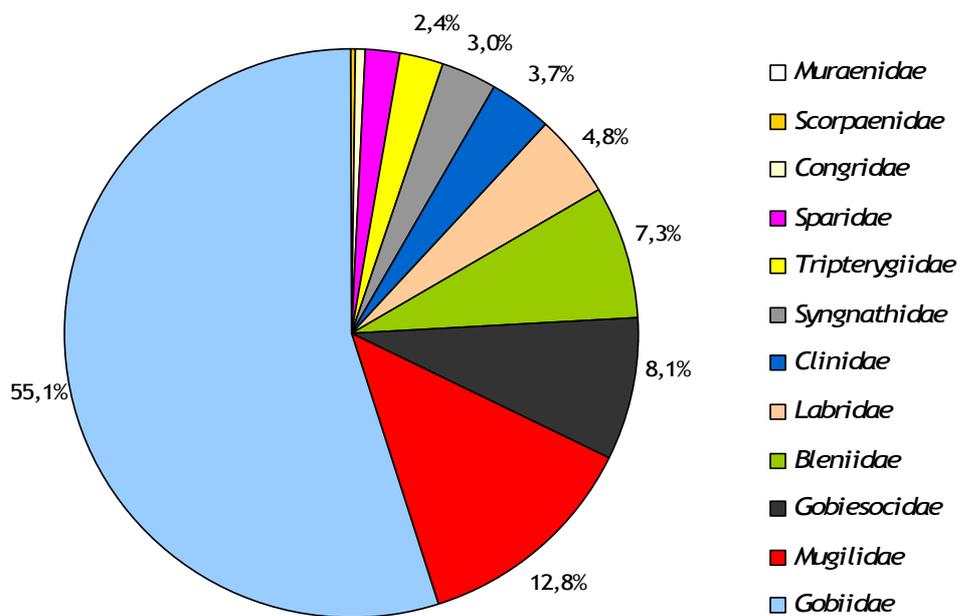


Gráfico 2.- Distribución de las capturas de las distintas familias de peces en el conjunto de los muestreos realizados.

### Capturas por estación de muestreo

Punta Carnero es, con diferencia, el punto con mayor número de capturas (Gráfico 3) en el total de los muestreos realizados. Las estaciones donde las capturas alcanzaron valores intermedios fueron la zona de Guadalmesí, La Caleta, Punta Paloma y Punta Camarinal por este orden. En la Isla de Tarifa y Punta San García se registraron los valores mínimos de entre todos los puntos muestreados.

*Gobius cobitis* ha sido la especie más capturada en cinco de las siete estaciones de muestreo (Pta. Paloma – 52,40%, Isla oeste – 59,37% y este – 40,74%, Guadalmesí - 32,40%, Pta. Carnero – 73,48% y Pta. San García – 69,69%). En las otras dos han predominado dos especies muy distintas, *Symphodus roissali* (Pta. Camarinal – 35%) y *Liza sp.* (Isla centro – 54,54% y La Caleta - 22,68%). En el otro extremo, las especies menos abundantes han sido *Chromogobius quadrivittatus*, *Conger coger*, *Diplodus sargus*, *Muraena helena* y *Scorpaena porcus* con tan sólo un ejemplar de cada especie, mientras que *Parablennius gattorugine*, *Salaria pavo* y *Parablennius sanguinolentus* tuvieron una frecuencia menor a 4 individuos.

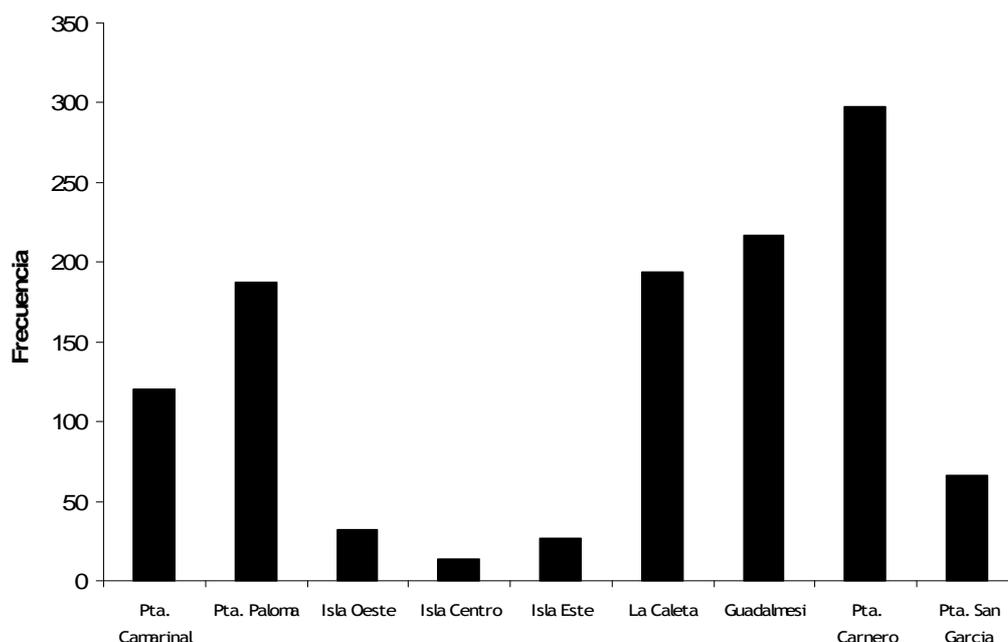


Gráfico 3.- Frecuencia de capturas en los distintos puntos de muestreo en el periodo de estudio.



Gráfico 4.- Evolución de las capturas a lo largo del periodo de estudio para el conjunto de los puntos de muestreo.

## Capturas a lo largo del periodo de estudio

Los muestreos realizados en los dos años de estudio, reflejan una elevada variabilidad entre las distintas campañas (gráfico 4). Esas diferencias vienen marcadas por los periodos en los que se realizaron los muestreos ya que durante la época estival las capturas superaron de forma notable a las de otras épocas del año, tanto en 2007 como en 2008.

Durante los dos años se ha observado una notable variación en el número de especies capturadas en cada uno de los muestreos (gráfico 5). Así las campañas en las que se capturaron más especies distintas fueron las de marzo y mayo de 2008 ( $n = 14$ ), seguidas de las de enero y julio de ese mismo año ( $n = 13$ ). Por el contrario, al principio del periodo de estudio se capturaron menos especies en general, ya que durante el año 2007 en ninguna ocasión se superaron las 12 especies capturadas, siendo casi todos los valores menores de 11. Es destacable el aumento de la diversidad de especies durante el periodo estival, patrón que se repite en los dos años, aunque los valores fueron menores durante el verano de 2007.

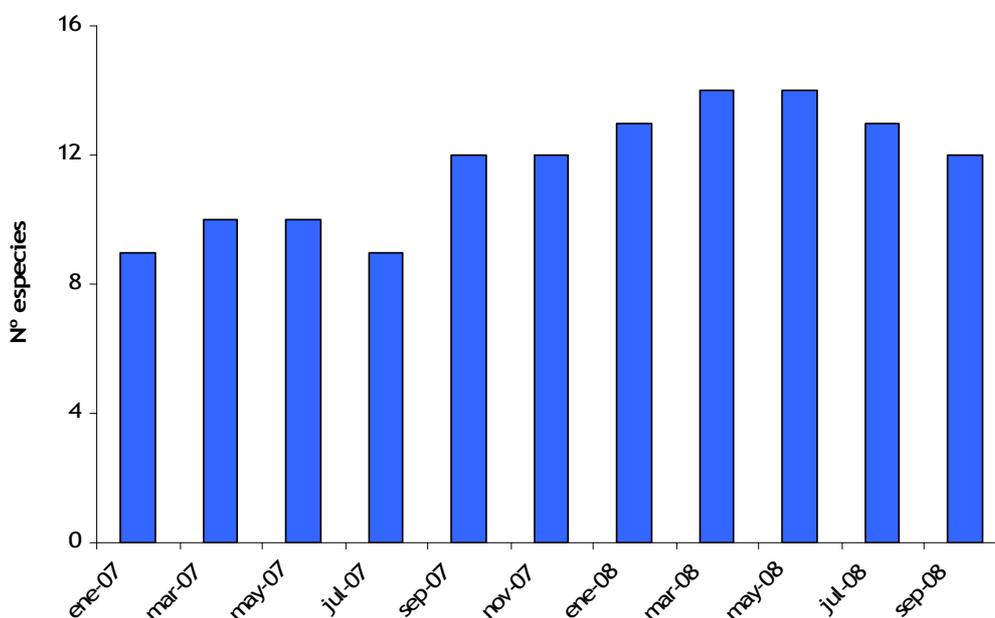


Gráfico 5.- Distribución temporal de las capturas de especies en el periodo de estudio.

## **RIQUEZA Y DIVERSIDAD DE ESPECIES**

La diversidad específica aporta una mayor información sobre la estructura de la asociación que la riqueza específica (Begon *et al.*, 1999), siendo catalogada como un importante indicador de los sistemas ecológicos. Ésta permite la clasificación de las comunidades, el estudio de estructuras en los ecosistemas y el análisis de las secuencias temporales (García-Novo, 2003). Se ha calculado en este estudio el índice de diversidad de Shannon-Weaver ( $H'$ ) (Shannon & Weaver, 1949) y además se ha calculado el índice de riqueza específica de Margalef ( $R'$ ) (Margalef, 1956) para cada una de las estaciones de muestreo con el objetivo de comparar la biodiversidad de peces existentes en cada una de ellas. Los resultados calculados para esos parámetros univariantes se reflejan en la tabla 2 e incluyen el Índice de Shannon y el Índice de Margalef, en cada una de las estaciones, así como el número de especies y de individuos.

	S	N	R'	H'
Pta. San García	5	66	0,954	0,906
Pta. Carnero	11	297	1,756	1,015
Guadalmesí	12	216	2,046	1,697
La Caleta	12	193	2,090	1,968
Isla Este	6	27	1,517	1,290
Isla Centro	3	10	0,834	0,916
Isla Oeste	7	30	1,764	1,259
Pta. Paloma	11	112	1,911	1,696
Pta. Camarinal	10	120	1,879	1,746

Tabla 2.- Valores de distintos parámetros calculados para las estaciones de muestreo. S= nº de especies; N= nº total de individuos; R'= índice de Margalef; H'= índice de Shannon.

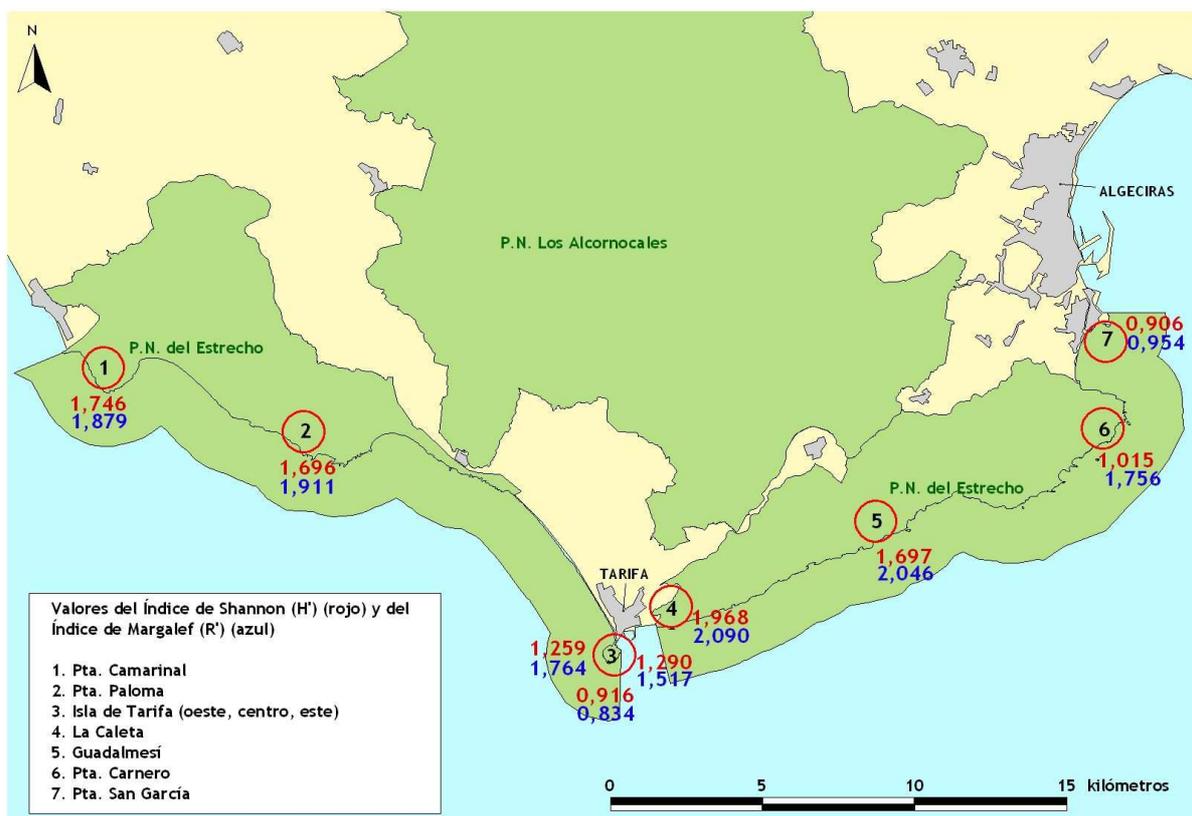


Figura 3. Variación de la diversidad de especies (Índice de Shannon – H') y la riqueza (Índice de Margalef – R') en los puntos de muestreo.

## **DISCUSIÓN**

### **Parámetros físico-químicos**

Si observamos la evolución temporal de la temperatura (Figura 3), las pozas tienen mayores valores en los meses estivales, descendiendo conforme llega el otoño alcanzando los mínimos en los meses de enero a marzo, cuando la duración de las horas de sol es mucho menor. El rango de variación de temperatura es bastante amplio, partiendo desde los 12°C en invierno a los 27°C en verano, manifestando lo extremas que son las condiciones en las pozas intermareales.

El oxígeno disuelto en el agua es inversamente proporcional a la temperatura, cuando esta aumenta los procesos oxidativos se aceleran y se consume más oxígeno. Es en el mes de septiembre cuando se dan los mínimos y en primavera los máximos. Esto puede ser debido también a la influencia del mar y a las turbulencias de los periodos de mayor actividad del oleaje y fuertes vientos. Todo movimiento de la lámina de agua acelera la mezcla de gases e incrementa el oxígeno en el agua.

La composición química del agua, reflejado en las sales disueltas o en la conductividad, refleja la naturaleza de las rocas y el grado de madurez de los suelos emergidos. Existe cierta dependencia de la composición del agua con las características de los ecosistemas terrestres y marinos y de su grado de conservación y tratamiento (Wetzel, 1981). Es notorio un incremento de la conductividad en los meses de estío debido a que las altas temperaturas hacen evaporar agua de las pozas y la concentración de sales aumenta, aumentando así la conductividad del agua.

El pH presenta sin embargo una tendencia menos explicable con los muestreos realizados, en principio parece que va descendiendo desde los primeros muestreos de 2007 a los últimos de 2008. Los valores al inicio del estudio oscilan entre los 8 y 9,5 de pH, mientras que en los últimos meses descienden alrededor de pH 7. Sin embargo, para detectar si esto es una tendencia generalizada o forma parte de un ciclo interanual, sería necesario ampliar el estudio, con un tercer año se conocería si esta tendencia se estabiliza o retorna a niveles más ácidos.

### **Ictiofauna**

Los valores de capturas realizadas en los dos años de estudio muestran la elevada diversidad de especies presentes en la zona del estrecho de Gibraltar. Si comparamos los datos con estudios recientes de la ictiofauna intermareal realizados en el golfo de Cádiz (Velasco, 2006), podemos observar que los resultados en cuanto a número de capturas son parecidos, aunque proporcionalmente son mayores en nuestro estudio (1.148 ejemplares en 11 muestreos frente a 2.090 individuos en 14 muestreos). Además el esfuerzo de muestreo fue menor en nuestro estudio, por lo que la abundancia de peces en relación al número de pozas muestreadas es mayor (33 pozas muestreadas frente a 166 en el estudio de Velasco).

Las 25 especies capturadas en nuestro estudio suponen una elevada diversidad teniendo en cuenta la duración

del mismo así como la intensidad y el número de pozas muestreadas. El elevado número de capturas de *Gobius paganellus* supone más del 50% de las capturas del total de la familia Gobiidae, y contribuye de manera muy importante a que ésta predomine sobre las demás.

Las familia más abundante es también la misma en ambos casos aunque con diferencias según las zonas muestreadas en las que aparecen más unas familias que otras (sobre todo de Gobiidae y Bleniidae). Sin embargo en nuestro caso, las familias Mugilidae y Gobioescidae son más abundantes que Bleniidae, posiblemente debido a que la presencia de especies visitantes del intermareal es mayor en nuestra área de estudio, caso de *Lisa sp.* y *Mugil sp.* Los individuos del género *Lepadogaster sp.* aparecen con más frecuencia ya que probablemente encuentran unas mejores condiciones para residir en las pozas de la zona del Estrecho.

### **Capturas por estación de muestreo**

El área de estudio comprende siete puntos que van desde zonas más externas y expuestas al oleaje a otras más tranquilas y de ambiente menos estresado. Sin embargo la estructuración de las pozas es un factor muy importante que hay que tener en cuenta en el momento de evaluar las capturas en cada estación de muestreo. Las menores capturas de la Isla de Tarifa son explicables debido al factor de estrés por oleaje y fuertes vientos, unido a la menor estructuración de las pozas y menor refugio. En la zona de Punta San García, la exposición al oleaje es muy reducida y las pozas se encuentran bien estructuradas y con suficiente refugio para la ictiofauna, y sin embargo las capturas son también bajas respecto a las demás zonas estudiadas. La cercanía a las zonas urbanas de la bahía de Algeciras y la continua presión de marisqueo que sufre esta zona intermareal así como la exposición a vertidos procedentes de los buques que circulan o fondean en la Bahía, pueden estar provocando un factor de estrés acumulado sobre la zona que impida el establecimiento de una comunidad bien estructurada y estable.

En el caso contrario, Punta Carnero es un claro ejemplo de un lugar bien estructurado, con refugio suficiente pero sin una excesiva exposición al oleaje o a la presión antrópica, lo que explica las mayores capturas, a pesar de la cercanía de ambos puntos. Tanto Guadalmeší como La Caleta siguen un patrón parecido a esta estación; a medida que nos acercamos hacia Tarifa las condiciones ambientales en el intermareal se endurecen por el viento y el oleaje que se hacen más intensos. Un caso especial es La Caleta ya que, a pesar de estar muy cerca de la ciudad de Tarifa y sufrir las pozas las consecuencias del marisqueo continuado, tiene unas comunidades ícticas muy bien estructuradas (12 especies, 194 capturas) gracias a una menor exposición al oleaje y las buenas características de las pozas (cobertura de algas, refugio, dimensiones, etc.). Las zonas más occidentales son lugares con unas características muy apropiadas para las comunidades del intermareal, hecho que se refleja en los datos de capturas de individuos que son mayores en Punta Paloma, probablemente por el mayor refugio y la menor exposición al oleaje de la plataforma intermareal.

### **Capturas a lo largo del periodo de estudio**

Durante los dos años del estudio los patrones de abundancia observados se han repetido, ya que fue durante

el periodo estival cuando mayores capturas se obtuvieron. Este hecho está relacionado con el periodo de reclutamiento de los alevines que se acercan a la zona intermareal (muestreos de marzo y julio de 2007), y con la llegada de algunas especies de la zona submareal (*Parablenius sanguinolentus* por ejemplo) para reproducirse (muestreo de mayo de 2008) algo habitual en las aguas templadas del Atlántico norte (Santos, 1989). Estos valores fueron similares a los patrones hallados en el estudio de Velasco (2006), aunque en ese caso los muestreos aportaron más información al ser mensuales.

Otro importante factor a tener en cuenta es el meteorológico, ya que aunque el régimen climático mediterráneo resulta bastante impredecible, por lo general durante los meses de otoño e invierno es cuando suelen llegar las borrascas del Atlántico. Ello provoca fuertes vientos y oleaje que genera un estrés añadido en la zona intermareal occidental, haciendo menos atractivo el permanecer en las pozas. La zona oriental se ve afectada por los vientos de levante, éstos no son tan fuertes ni levantan tanto oleaje como las marejadas de poniente en la zona de Algeciras, por lo que no les afecta tanto. Otros factores a tener en cuenta son la menor insolación (con la consecuente bajada de las temperaturas en las pozas) y la aparición de lluvias que pueden bajar la salinidad de la poza si son abundantes (Patzner, 1999). Todos estos factores adversos provocan que se produzcan migraciones a aguas más profundas de determinadas especies menos tolerantes o de hábitos submareales durante esos meses, generando una disminución en el total de las capturas (Gibson, 1988).

### **Riqueza y diversidad de especies**

En estudios llevados a cabo en las costas cercanas a nuestra área de estudio se obtuvieron cifras menores relativas a la comunidad de peces intermareales. En la costa cantábrica se obtuvieron 11 especies residentes (Mazé *et al.*, 1999), 13 en el conjunto de la costa portuguesa (Nieder, 1993) y Azores (Santos *et al.*, 1994), mientras que en el Golfo de Cádiz fueron un total de 16 según Velasco (2006) y 18 especies sumando tan sólo góbidos y blénidos, según Nieto & Alberto (1994).

Los valores de diversidad (índice de Shannon) son menores que en estudios similares (Velasco, 2006), pero debemos tener en cuenta tanto el menor número de muestreos como de pozas prospectadas. Las variaciones que sufren los parámetros calculados (diversidad y riqueza de especies) a lo largo del tiempo permiten sugerir la existencia de interesantes patrones asociados a la variable temporal (Arruda, 1990).

Si tenemos en cuenta el elevado número de especies capturadas (salvo en Isla de Tarifa y Punta San García, asociados a los factores de estrés comentados) en los puntos de muestreo podemos afirmar que la equidad es elevada (valores cercanos a 1) y de este modo las comunidades están equilibradas. A su vez esto nos lleva a pensar que en conjunto se encuentran en un estado más que aceptable para el mantenimiento de estos ensamblajes tan característicos.

Como ya se ha comentado las zonas con mayores índices de diversidad y riqueza coinciden a grandes rasgos, por lo que podemos afirmar que las zonas mejor conservadas y con unas comunidades más estructuradas son La Caleta y Guadalmesí con algo de diferencia sobre Punta Paloma y Punta Camarinal. En el otro extremo encontramos las zonas de Isla de Tarifa y Punta San García que sufren diversos grados de estrés provocado

por factores naturales o antrópicos, que impiden el mantenimiento de las comunidades de peces.

Como conclusión final se puede afirmar que estos datos nos muestran que las características fisiográficas, la estructuración, cobertura de algas, refugio y otros factores asociados a las pozas pueden llegar a ser más importantes que las perturbaciones producidas por el hombre para el equilibrio de las comunidades intermareales (caso de La Caleta o Guadalmesí). Hasta cierto límite éstas tienen capacidad de sobreponerse a los procesos estresantes recurrentes, incluso se pueden adaptar a algunos de ellos ocupando temporalmente y en las épocas más benignas las pozas del intermareal rocoso. Sin embargo existen situaciones en las que no es posible compatibilizar el asentamiento de estas comunidades con el grado de estrés, y por tanto encontramos casos en los que las comunidades se encuentran empobrecidas y en claro proceso de regresión (Isla de Tarifa y Punta San García). En el caso intermedio aparecen lugares que podíamos considerar “paraísos intermareales” en los que no sólo la biodiversidad íctica es elevada, sino que las algas, macroinvertebrados y otros grupos marinos se encuentran en un equilibrio estable y en muy buen estado de conservación (Caso de Punta Paloma, Punta Camarinal y en menor grado Punta Carnero)

En cualquier caso sería necesario seguir investigando los procesos en relación con la escala temporal para conocer si la evolución sigue la tendencia apuntada en el presente estudio y las comunidades se pueden adaptar progresivamente a los procesos disruptivos que les impiden su normal funcionamiento, o por el contrario estos factores son de tal magnitud que la tendencia es a la desestructuración de las comunidades.

## BIBLIOGRAFÍA

- ARRUDA, L. M. 1990. “Population structures of fish in the intertidal ranges of the Portuguese coasts”. *Vie. Milieu* 40, 319-323.
- BAUCHOT, M. L. & PRAS, A. 1993. *Guía de los peces de mar de España y de Europa*. Ed. Omega. Barcelona. 432 pp.
- BEGON, M., HARPER, J. L. & TOWNSEND, C. R. 1990. *Ecology. Individuals, populations and communities*. Blackwell Scientific. London, United Kingdom.
- BENNET, B. A. 1987. “The rock-pool fish community of Koopie Alleen and an assessment of the importance of Cape rock-pools as nurseries for juvenile fish”. *S. Afr. J. Zool.* 22: 25-32.
- BERGBAUER, M. & HUMBERG, B. 2002. *Flora y fauna submarina del mar mediterráneo*. Ed. Omega. Barcelona. 319 pp.
- CAI, L. Z., TAM, N. F. Y., WONG, T. W. Y., MA, L., GAO, Y. & WONG, Y. S. 2003. “Using benthic macrofauna to assess environmental quality of four intertidal mudflats in Hong Kong and Shenzhem”. *Acta Oceanol. Sinica* 22: 309-319.
- FARIA, C. & ALMADA, V. 2001. “Microhabitat segregation in three rocky intertidal fish species in Portugal: does it reflect interspecific competition?” *Journal of Fish Biology*, 58: 145-159.
- GARCÍA-NOVO, F. 2003. “Biodiversidad y conservación de especies”. *Revista de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* 97: 97-120.
- GIBSON, R. N. & YOSHIYAMA, R. M. 1999. “Intertidal fish community”. En *Intertidal Fishes: Life in two worlds*. Horn, M. H., Martin, K. L. & Chotkowski, M. A. (Ed). 264-296. Academic Press, San Diego, USA.
- GIBSON, R.N. 1988. *Patterns of movement in intertidal fishes. Behavioural adaptations to intertidal life* (G. Chelazzi & M. Vannini, Eds.), pp. 55-63. Plenum Press. New York, USA.
- HORN, M., K., MARTIN, M., CHOTKOWSKI. 1999. “Distribution abundance patterns of rocky intertidal fishes in Central California”. *Env. Biol. Fish.* Vol.6 nº3/4, pp 315-332. Dr. W. Junk Publishers, The Hague. Printed in The Netherlands.