

V.- ISLA DE GRAN CANARIA.

5.- SUR DE GRAN CANARIA – BAHÍA DE SANTA ÁGUEDA - ARGUINEGUÍN.

5.1.- Antecedentes.

El arrecife artificial situado en las cercanías del puerto pesquero de Arguineguín, frente a la playa de Montaña Arena (Suroeste de Gran Canaria), es el segundo más antiguo de los instalados en el Archipiélago Canario. Por tanto, dada su antigüedad y gracias al seguimiento periódico que se ha realizado del mismo, se dispone hoy de un conjunto de información sobre la comunidad agregada al mismo, y sus oscilaciones en el tiempo, que es muy valiosa. Así, aunque se evalúa la diversidad, abundancia y la biomasa íctica agregada al arrecife artificial de forma directa, los resultados han de considerarse con cautela, pues la flota artesanal sigue realizando capturas en el área, y de forma muy intensa. Desgraciadamente, se carece de información relativa a la actividad pesquera y capturas obtenidas. Por tanto, los valores de dichas variables, y en particular para la biomasa, pueden variar significativamente en función de la actividad extractiva desarrollada.

También, a partir de los estudios previos, se sabe que un conjunto de organismos se ha visto favorecido por la instalación de estas estructuras; este está constituido por aquellas especies que presentan un comportamiento gregario asociado a estructuras duras, particularmente si estas sobresalen del fondo y generan huecos o refugios (e.g.: apogónidos, tetradóntidos, pomacéntridos y lábridos). No obstante, es preciso apuntar aquí, que la mayoría de las especies de estos grupos tienen poco o nulo interés comercial. No obstante, el arrecife sirve de refugio diurno a toda una serie de especies de elevado interés pesquero, como es el caso de algunos espáridos y serránidos.

Desde el punto de vista de los flujos ecológicos, el arrecife, como cualquier otro ecosistema marino, no está espacialmente cerrado. Es altamente permeable a intercambios en biomasa, especies y energía con otros ecosistemas vecinos, próximos y no tan próximo, debido a los desplazamientos circadianos y estacionales que realizan la mayoría de las especies. Estos flujos tienen su reflejo en la variabilidad temporal y espacial de los diferentes parámetros medidos (biomasa, abundancia y diversidad de especies), lo que en si mismo no indica ninguna particularidad o anomalía, sino todo lo contrario. Mediante los intercambios de energía y el trasiego de distintas especies de movilidad elevada, el arrecife interactúa constantemente con los ecosistemas de su entorno. De hecho el arrecife agrega durante el día la biomasa que habita en el entorno

próximo, ya que es un lugar donde las especies encuentran el refugio que escasea en los arenales que lo circundan. Así, en todos los estudios realizados con anterioridad no se halló una mayor diversidad ictiológica en los arrecifes artificiales que en los naturales, posiblemente debido a que dichos arrecifes naturales se encuentran ante una circunstancia similar que el arrecife artificial, a modo de islas en medio de grandes extensiones de arena. Además, la complejidad tridimensional de ambos ecosistema es similar, lo cual facilita el establecimiento de comunidades ictiológicas parecidas (Castro et al., 2002, 2003b).

5.2.- Material y Método.

En agosto y octubre de 2007 se realizaron sendas campañas de evaluación de la comunidad biológica asociada al campo de arrecifes artificiales localizado en la Bahía de Santa Águeda (Arguineguín, Gran Canaria) (Fig. 5.1). Al igual que en campañas de seguimiento anteriores, los valores obtenidos fueron siempre contrastados con los medidos en dos zonas de control, dos tipos diferentes de ambientes marinos cercanos: un arrecife natural denominado “marisco de Montesdeoca” o “Baja de Pasito Blanco”, situado al este del campo de arrecifes artificiales, y un fondo arenoso (arenal), situado a una distancia intermedia entre ambas formaciones (ambas zonas son las mismas que las utilizadas como control en las campañas realizadas desde el año 2003).

Las zonas control fueron seleccionadas con el único criterio de que presentasen una cierta cercanía al campo de arrecifes objeto de estudio y que se distribuyeran a una profundidad similar, entre 15 y 20 m.

El seguimiento científico se ha basado en la realización de inmersiones en el campo de arrecifes artificiales con el fin de hacer un registro de la situación actual mediante censos visuales. Durante el seguimiento se ha estudiado la composición específica de la comunidad de peces asociada a estos tres ambientes, evaluando también la biomasa y abundancia de cada especie presente. Además se han registrado los invertebrados y algas que colonizan en mayor o menor proporción las estructuras que componen el arrecife (la información obtenida con los censos visuales fue siempre contrastada en el laboratorio a partir de filmaciones de video realizadas simultáneamente con los censos visuales).

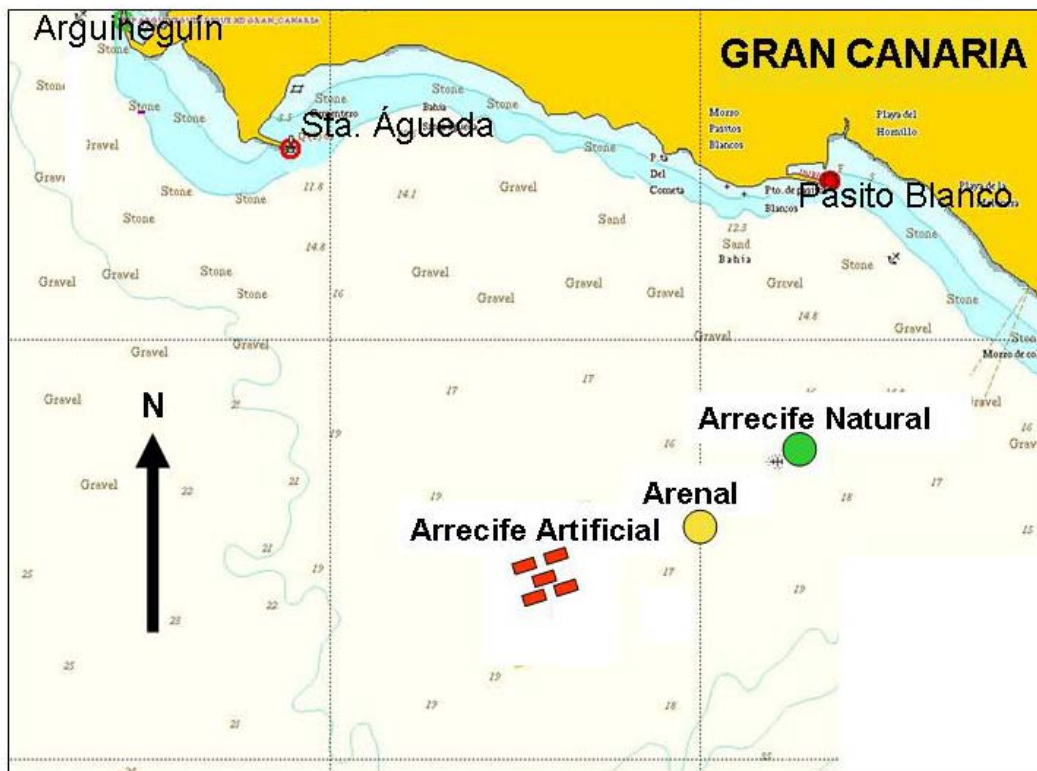


Figura 5.1. Situación geográfica del arrecife artificial de La Bahía de Santa Águeda (Arguineguín) y de las zonas control utilizadas.

El arrecife artificial de Arguineguín está constituido por 84 módulos construidos en hormigón (todos ellos fueron identificados y renumerados en 2006). Se encuentra instalado a unas 2.2 millas de la costa (Herrera et al., 1995). La disposición de los módulos es acorde a una forma rectangular, con los módulos distribuidos en cinco grupos, uno en cada esquina del rectángulo y el quinto en el centro geométrico del mismo (Haroun et al, 1994). Los módulos que componen el sistema presentan cinco diseños diferentes (Foto 5.1). Su instalación tuvo lugar en noviembre de 1990 y marzo de 1991 (Haroun et al, 1994).

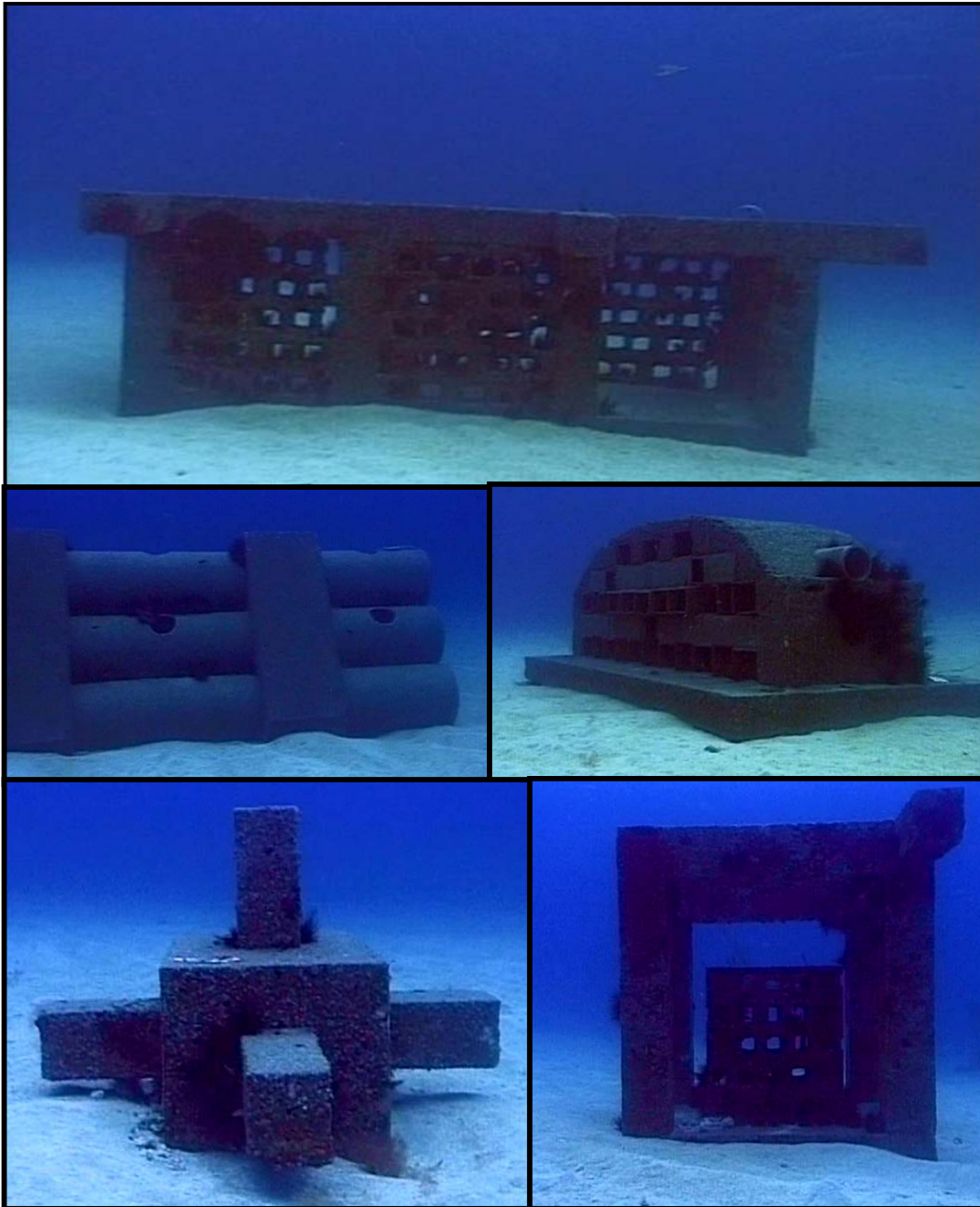


Foto 5.1. Tipos de módulos que constituyen el arrecife artificial de Santa Águeda (arriba: módulo C3; segunda línea: izquierda módulo T6, derecha módulo T-C; tercera línea: izquierda módulo antiarrastre, derecha: módulo C1).

5.3.- Resultados.

5.3.1.- Cobertura por algas e invertebrados.

Las algas fueron muy escasas en la superficie de los módulos en general (Foto 5.2). Donde estaban presentes, dominaban las algas rojas de la especie *Cotoniella filamentosa* (Foto 5.3) y en menor medida *Asparagopsis armata*. También se pudieron observar algunas pequeñas zonas tapizadas por algas verde-azules, especialmente durante el mes de agosto. Entre los módulos, sobre la arena, predomina el alga *Caulerpa prolifera* (Foto 5.4).

Una parte importante de la superficie de los módulos se halla cubierta por invertebrados (Tabla 5.1), destacando las esponjas y cirrípedos (Fotos 5.5 y 5.6). El porcentaje de superficie cubierta es variable entre módulos, aunque en todos los lugares, excepto en las superficies de Uralita, supera el 70-90%. Entre las esponjas, destacan aquellas asociadas a las oquedades y zonas en las que la intensidad de la luz es mucho menor, aunque la especie predominante es *Batzella inops* (Foto 5.5).

Los crustáceos estaban representados, además de por los cirrípedos, por el cangrejo araña (*Stenorhynchus lanceolatus*) (Foto 5.6.). Los moluscos censados fueron el pulpo (*Octopus vulgaris*), la sepia (*Sepia officinalis*) y el ostrón (*Spondylus senegalensis*). También es común la presencia del gusano de fuego (*Hermodice carunculata*). No obstante, el invertebrado más frecuente en el arrecife es sin duda la eriza (*Diadema antillarum*), la cual muestra agregaciones verdaderamente importantes, no únicamente a la protección de las estructuras del arrecife, sino incluso sobre la arena. Esta última especie fue censada en la casi totalidad de los módulos del arrecife artificial, con densidades que oscilaron entre 1 y más de 40 individuos por m² (Fotos 5.7 y 5.8).

Tabla 5.1. Relación de especies de invertebrados censadas en los diferentes ambientes en el arrecife de Santa Águeda-Arguineguín en agosto y octubre de 2007.

| Nombre científico | Nombre común |
|----------------------------------|-----------------|
| <i>Batzella inops</i> | Esponja |
| <i>Oscarella lobularis</i> | Esponja |
| <i>Verongia aerophoba</i> | Esponja |
| <i>Axinella damicornis</i> | Esponja |
| <i>Reptadeonella violacea</i> | Gasterópodo |
| <i>Hermodice carunculada</i> | Gusano de fuego |
| <i>Verruga stroemia?</i> | Sacabocados |
| <i>Stenorhynchus lanceolatus</i> | Cangrejo araña |
| <i>Spondylus senegalensis</i> | Ostrón |
| <i>Pinna rudis</i> | Abanico |
| <i>Octopus vulgaris</i> | Pulpo |
| <i>Sepia officinalis</i> | Choco |
| <i>Diadema antillarum</i> | Eriza |



Foto 5.2. La mayor parte de la superficie de los módulos del arrecife de Arguineguín se encuentra totalmente desnuda, sin ningún tipo de cobertura algal o de animales sésiles.

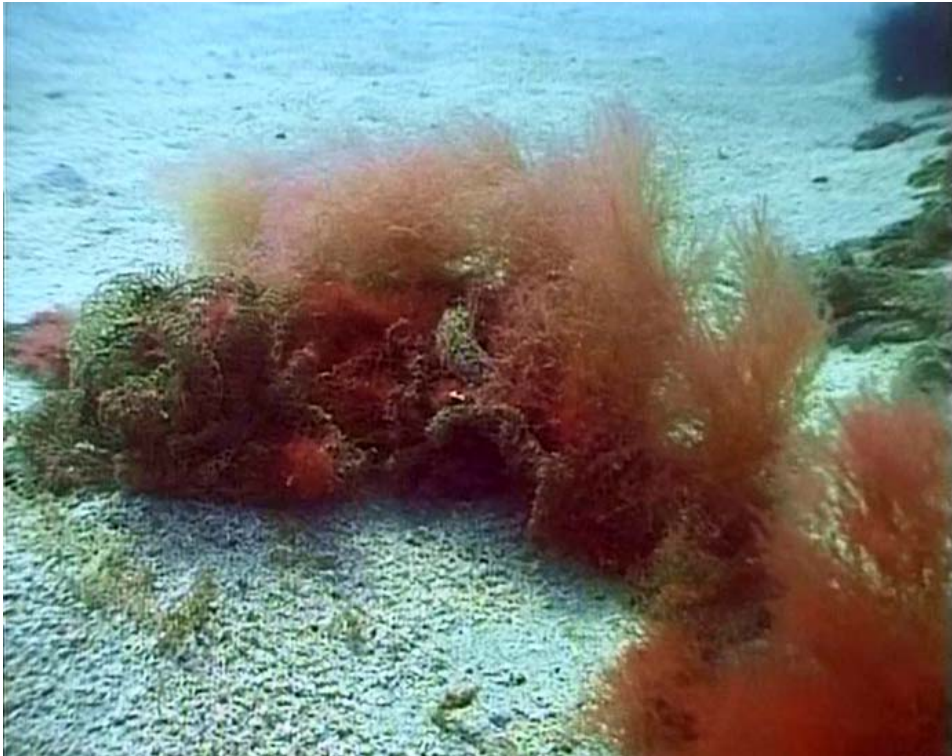


Foto 5.3. Entre las algas solo destacando algunos plantones de algas rojas.



Foto 5.4. En el espacio de arena que separa a los módulos, como en el entorno del arrecife, es posible observar plantones de *Caulerpa prolifera*.



Foto 5.5. Módulo con colonias de esponjas incrustantes de la especie *Batzella inops*.



Foto 5.6. Cangrejo araña (*Stenorhynchus lanceolatus*) en el interior de un módulo.



Foto 5.7. La eriza en algunos lugares supera los 40 ejemplares por metro cuadrado.



Foto 5.8. Sin duda la eriza es el invertebrado más llamativo de los presentes en el arrecife artificial, especialmente por las gran densidad de sus agregaciones.

5.3.2.- Características del poblamiento ictiológico.

Se ha registrado un total de 31 especies en el entorno del arrecife (Tabla 5.2). La totalidad de las especies de peces, bento-demersales y pelágicas, censadas en el arrecife artificial son consideradas como frecuentes en las aguas Canarias por Brito (1991) y Brito *et al.* (2002). Este valor de diversidad es muy similar al registrado para otros arrecifes artificiales del archipiélago, aunque menor que el registrado en seguimientos anteriores (40 especies en 2005 y 34 en 2006). Esta pequeña diferencia encontrada en el número especies no necesariamente indica la existencia de una variación en la composición de la comunidad ictiológica del arrecife, sino que puede estar justificada en la estacionalidad, o en la temporalización del propio muestreo. No obstante, de mantenerse esta tendencia negativa observada en el número de especies agregadas en el futuro, se debería realizar los estudio pertinentes que expliquen la importancia de esta posible pérdida de biodiversidad en determinados ecosistemas someros de la isla. El valor de diversidad es significativamente superior al registrado en las áreas de control, casi duplicando los valores registrados en el arrecife natural.

Las especies más ligadas al substrato, las estrictamente bentónicas, que aparecen en el área estudiada fueron *Bothus podas* (tapaculo), *Muraena augusti* (morena; Foto 5.9), *Dasyatis pastinaca* (chucho; Foto 5.10), *Squatina squatina* (angelote; Foto 5.11), *Myliobatis aquila* (ratón), *Synodus* spp., y *Mullus surmuletus* (salmonete; Foto 5.12). Todas estas son especies muy comunes y altamente ligadas a la presencia de fondos arenosos o arenoso-rocosos. Un segundo grupo lo constituyen las especies de carácter más bento-demersal, pero que también presentan fuertes asociaciones con estructuras fijas, como los módulos del arrecife; estas fueron *Abudefduf luridus* (fula negra), *Chromis limbata* (fula blanca), *Apogon imberbis* (alfonsito, Foto 5.13), *Canthigaster rostrata* (gallinita), *Diplodus vulgaris* (seifía; Foto 5.12), *Spondyllosoma cantharus* (chopa), *Serranus atricauda* (cabrilla; Foto 5.14), *S. cabrilla* (cabrilla rubia; Foto 5.15) *Sparisoma cretense* (vieja), *Stephanolepis hispidus* (gallo verde; Foto 5.12) y *Thalassoma pavo* (guelde o pejeverde), especies con una fuerte predilección por las superficies heterogéneas que ofrecen los módulos del arrecife y que se alimentan preferentemente de los invertebrados que habitan sobre el sedimento o en las oquedades del arrecife.

Por último, un tercer grupo lo componen especies que forman grandes cardúmenes, y que paralelamente presentan una gran movilidad. Las especies de este grupo fueron la boga (*Boops boops*), el roncador (*Pomadasys incisus*; Foto 5.16), el besugo (*Pagellus acarne*), jureles (*Pseudocaranx dentex*; Foto 5.17), el medregal (*Seriola rivoliana*; Foto 5.18) y las bicudas (*Sphyræna viridensis*, Foto 5.19). Estas últimas se encuentran íntimamente asociadas a la presencia de grandes cardúmenes de rocadors y besugos estrechamente unidos a algunos módulos del arrecife. No obstante, mientras que los cardúmenes de boga suelen ser relativamente grandes, los de jureles y bicudas no suelen superar unas pocas decenas de individuos.



Foto 5.9. Dos ejemplares de morena (*Muraena augusti*) cobijándose en el interior de uno de los huecos creados por un módulo del arrecife artificial.



Foto 5.10. El chucho (*Dasyatis pastinaca*) es uno de los animales de mayor envergadura que se puede observar habitualmente en el entorno del arrecife artificial.



Foto 5.11. El angelote (*Squatina squatina*) es un tiburón bentónico típico de fondos arenosos que es muy frecuente observarlo descansando junto a los módulos.



Foto 5.12. El gallo verde (*Stephanolepis hispidus*), la seifía (*Diplodus vulgaris*) y el salmonete (*Mullus surmuletus*) son especies de interés pesquero.



Foto 5.13. El alfonsito (*Apogon imberbis*) es la especie más característica de las oquedades y grietas de los módulos del arrecife.



Foto 5.14. La cabrilla (*Serranus atricauda*) es común en el arrecife y sus hábitos territoriales hacen que su distribución sea muy homogénea en todo el recinto.



Foto 5.14. La cabrilla rubia (*Serranus cabrilla*) es mucho menos frecuente en el arrecife que *S. atricauda*, pero presenta hábitos igualmente territoriales.



Foto 5.16. El roncador (*Pomadasis incisus*) es la especie más abundante de todas las censadas en el arrecife artificial (exceptuando los esporádicos cardúmenes de boga).



Foto 5.17. Cardume de jureles (*Pseudocaranx dentex*) nadando sobre el arrecife.

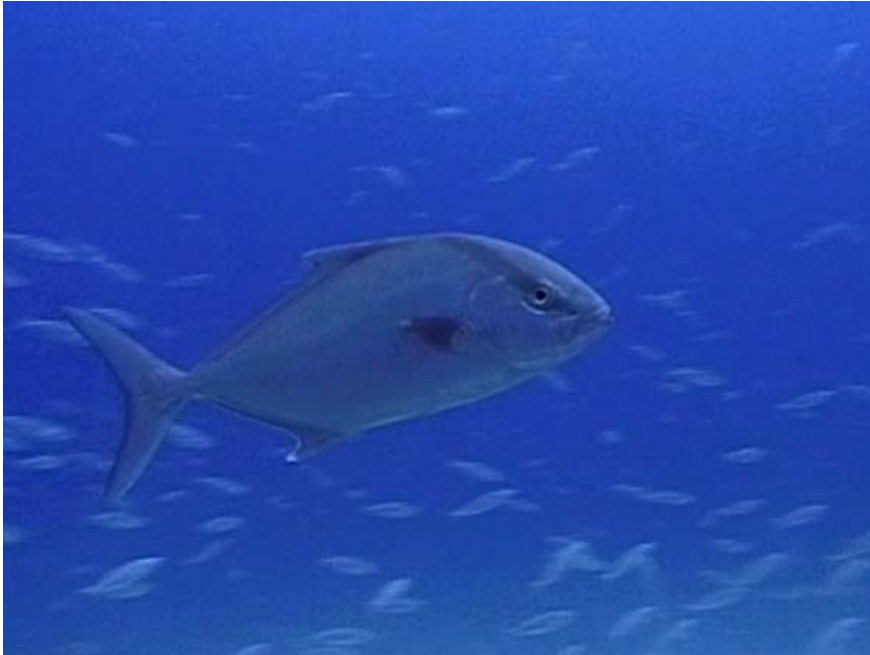


Foto 5.18. El medregal (*Seriola rivoliana*) es una de las especie de mayor atractivo pesquero de las que se pueden encontrar agregadas al arrecife.



Foto 5.19. Las bicudas (*Sphyraena viridensis*), normalmente asociada a los bancos de roncadores, ocupa uno de los nivel tróficos más alto en el arrecife artificial.

Tabla 5.2. Relación de especies de peces censadas en los diferentes ambientes en el entorno al arrecife de Arguineguín en agosto y octubre de 2007.

| Especie | Agosto 2007 | | | Octubre 2007 | | |
|-------------------------------------|---------------------|------------------|--------|---------------------|------------------|--------|
| | Arrecife Artificial | Arrecife Natural | Arenal | Arrecife Artificial | Arrecife Natural | Arenal |
| <i>Abudefduf luridus</i> | X | X | | X | X | |
| <i>Chromis limbata</i> | X | X | | X | X | |
| <i>Apogon imberbis</i> | X | X | | X | | |
| <i>Boops boops</i> | X | X | | X | X | |
| <i>Diplodus cervinus cervinus</i> | | X | | | | |
| <i>Diplodus sargus cadenati</i> | X | X | | X | X | |
| <i>Diplodus vulgaris</i> | X | X | | X | | |
| <i>Pagellus acarne</i> | X | X | | X | | |
| <i>Pagrus auriga</i> | X | | | | X | |
| <i>Oblada melanura</i> | X | | | X | | |
| <i>Sarpa salpa</i> | X | X | | X | | |
| <i>Spondylisoma cantharus</i> | X | | | X | | |
| <i>Serranus atricauda</i> | X | | | X | X | |
| <i>Serranus scriba</i> | | X | | | | |
| <i>Sparisoma cretense</i> | X | X | | X | X | |
| <i>Stephanolepis hispidus</i> | X | X | | | X | |
| <i>Canthigaster rostrata</i> | X | X | X | X | X | |
| <i>Sphoeroides marmoratus</i> | X | | | X | X | |
| <i>Chilomycterus atringa</i> | | | | | X | |
| <i>Aulostomus strigosus</i> | | X | | | | |
| <i>Coris julis</i> | X | | | | | |
| <i>Thalassoma pavo</i> | X | X | | X | X | |
| <i>Pomadasys incisus</i> | X | X | | X | | |
| <i>Heteropriacanthus cruentatus</i> | X | X | | X | X | |
| <i>Muraena helena</i> | X | | | | | |
| <i>Muraena augusti</i> | | | | X | | |
| <i>Aulostomus strigosus</i> | | | | | X | |
| <i>Heteroconger longissimus</i> | X | | X | | | X |
| <i>Sphyaena viridensis</i> | X | | | X | | |
| <i>Sarda sarda</i> | X | | | | | |
| <i>Pseudocaranx dentex</i> | X | | | X | | |
| <i>Seriola rivoliana</i> | X | X | | | | |
| <i>Synodus saurus</i> | X | X | | X | X | |
| <i>Scorpaena maderensis</i> | | | | X | | |
| <i>Bothus podas maderensis</i> | X | | | X | | |
| <i>Xyrichthys novacula</i> | | | | | | X |
| <i>Taeniura grabata</i> | | | | X | X | |

5.3.3.- Evaluación de la biomasa ictiológica.

La biomasa media agregada en el entorno del arrecife artificial fue de 335,4 Kg. (Tabla 5.3), muy superior al valor medio registrado en el arrecife natural (67,1 Kg.), debido a la presencia en el primero grandes bancos de besugos y roncadores, así como de bogas, bicudas, medregales y jureles. Estas diferencias fueron claramente significativas (Fig. 5.2) entre los tres sistemas estudiados (Kruskal-Wallis ANOVA; $H=10,07$; $p= 0,0065$). Incluso, cuando la comparación se hace en los diferentes meses, las diferencias son también significativas y más acusadas aún en el mes de octubre (Fig. 5.3 y 5.4) a favor del arrecife artificial. Sin embargo, no se aprecian diferencias significativas en las biomásas medias agregadas en dicho entorno en ambos periodos de muestreo (Fig. 5.5.). En todos los casos, los valores obtenidos presentan una alta dispersión, dando lugar a desviaciones estándar superiores a las medias (Tablas, 5.3, 5.4 y 5.5).

Lo anterior muestra como la biomasa en esta zona varía de forma significativa en el espacio, y probablemente en el tiempo, en función de diversas variables ambientales y biológicas. Esta alta variabilidad es una constante en este tipo de sistemas y está fundamentalmente motivada en la repartición espacial de los peces, ya que estos no se distribuyen homogéneamente por toda el área, sino que siguen una ordenación por contagio. Ello se puede verificar cuando se comparan los distintos módulos dentro del mismo arrecife artificial, tal y como se puede apreciar en los valores que establecen el rango de variación (Tablas 5.3; 5.4 y 5.5). Las comunidades asociadas a cada uno de los módulos son heterogéneas tanto en número de especies como en sus abundancias relativas. Dicha heterogeneidad de las comunidades en el espacio se manifiesta también en el arrecife natural y en los arenales.

Tabla 5.3. Valores de los estadísticos descriptivos para la biomasa (gramos) en el arrecife de Arguineguín (valores totales).

| Zona | Media | Mínimo | Máximo | Desviación Estándar |
|----------------------|-----------|----------|------------|---------------------|
| A. artificial | 335454,62 | 32190,84 | 1083458,66 | 384673,88 |
| A. natural | 67114,17 | 11341,00 | 226522,29 | 106304,27 |
| Arenal | 6825,58 | 1672,00 | 13972,07 | 5841,10 |

Tabla 5.4. Valores de los estadísticos descriptivos para la biomasa (gramos) en el arrecife de Arguineguín en agosto de 2007.

| Zona | Media | Mínimo | Máximo | Desviación Estándar |
|----------------------|-----------|----------|------------|---------------------|
| A. artificial | 509875,72 | 32190,84 | 1083458,66 | 503795,59 |
| A. natural | 122033,08 | 17543,88 | 226522,91 | 147770,48 |
| Arenal | 11094,27 | 8216,47 | 13972,07 | 4069,82 |

Tabla 5.5. Valores de los estadísticos descriptivos para la biomasa (gramos) en el arrecife de Arguineguín en octubre de 2007.

| Zona | Media | Mínimo | Máximo | Desviación Estándar |
|----------------------|-----------|----------|-----------|---------------------|
| A. artificial | 161033,51 | 32190,84 | 247525,79 | 101663,11 |
| A. natural | 12195,26 | 11341,00 | 13049,51 | 1208,10 |
| Arenal | 2556,88 | 16,72 | 5097,05 | 3592,3 |

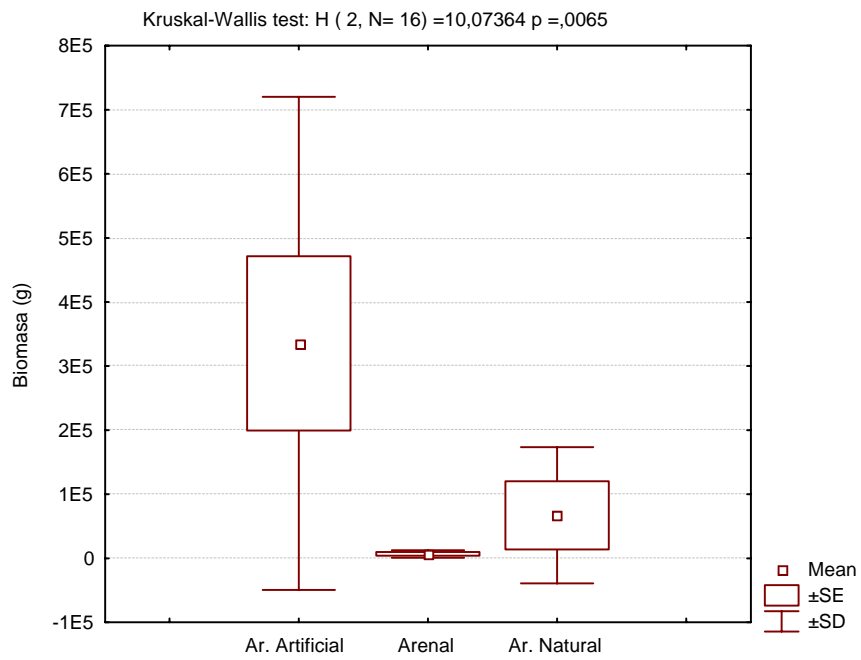


Fig. 5.2. Biomosas estimadas en el arrecife artificial y zonas de control en 2007.

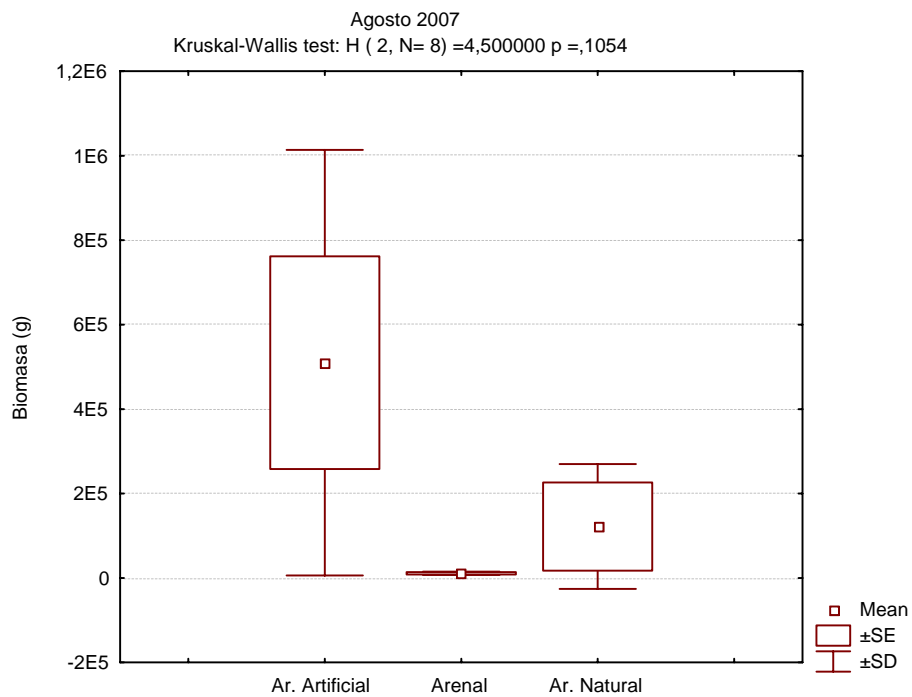


Fig. 5.3. Biomosas estimadas en el arrecife artificial y zonas de control en agosto de 2007.

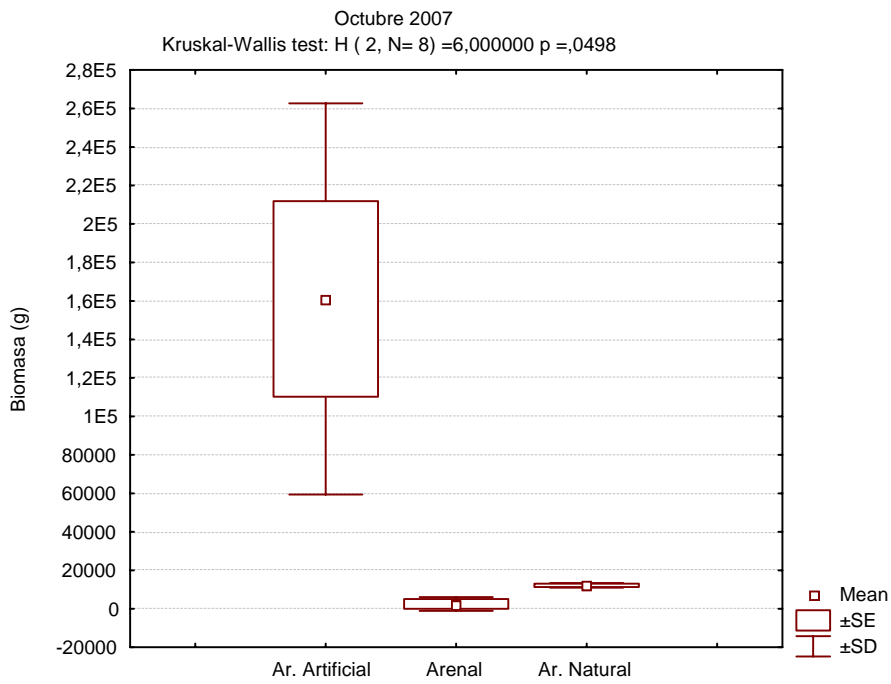


Fig. 5.4. Biomosas estimadas en el arrecife artificial y zonas de control en octubre de 2007.

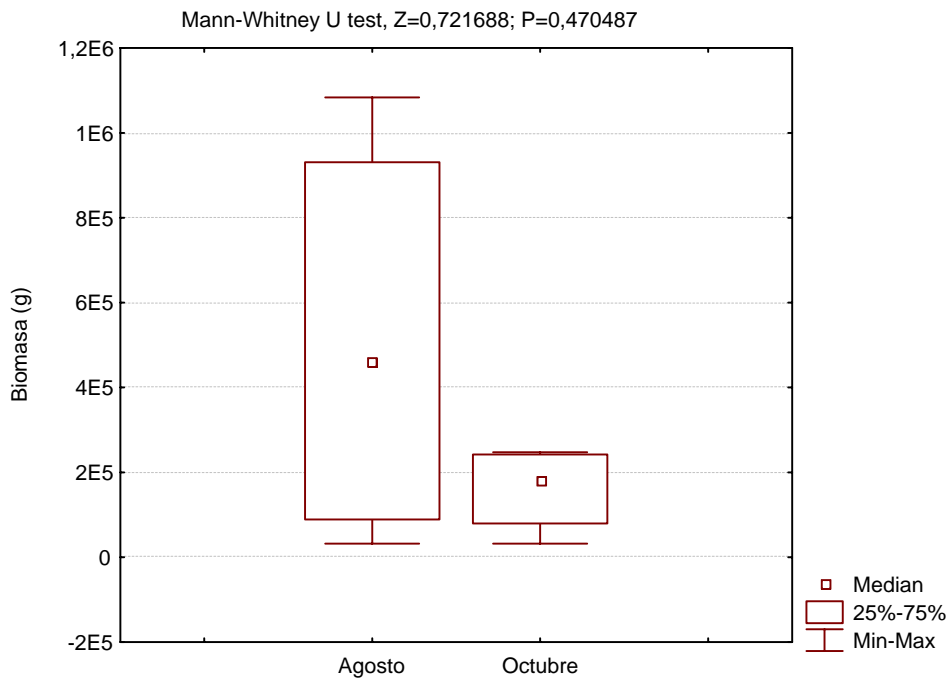


Fig. 5.5. Biomosas agregadas al arrecife artificial en agosto y octubre de 2007.

5.3.4.- Evaluación de la abundancia ictiológica.

La especie más importante en número de individuos fue la boga, oscilando entre el 41 y 52% de la abundancia total, en agosto y octubre respectivamente (Figs. 5.6 y 5.7), censada en el arrecife artificial. La siguiente especie en importancia numérica fue el roncador (35% en agosto y 23% en octubre), seguida del besugo (6% en agosto y 11% en octubre). Estas tres especies contribuyeron de forma mayoritaria al valor de biomasa final estimado, ya que aunque el alfonsito y la salemas fueron también relativamente abundantes (4-5% y 6-2% respectivamente), la contribución a la biomasa final fue muy inferior respecto a las especies anteriores.

Por otro lado, atendiendo a los valores de las tablas 5.6, 5.7 y 5.8 la abundancia es mayor en el arrecife artificial en total y por meses. La dispersión existente se debe igualmente a la presencia de cardúmenes de besugo, roncadores, bogas y otras especies pelágicas, los cuales fueron más abundantes y frecuentes en este arrecife.

Tabla 5.6 Valores de los estadísticos descriptivos de la abundancia (Nº individuos/censo) registrada en el arrecife de Arguineguín (valores totales).

| Zona | Media | Mínimo | Máximo | Desviación Estándar |
|----------------------|---------|--------|--------|---------------------|
| A. Artificial | 4957,13 | 1142 | 17761 | 5728,63 |
| A. Natural | 800,00 | 77 | 2316 | 1022,64 |
| Arenal | 160,25 | 1 | 341 | 145,33 |

Tabla 5.7 Valores de los estadísticos descriptivos de la abundancia (Nº individuos/censo) registrada en el arrecife de Arguineguín en agosto de 2007.

| Zona | Media | Mínimo | Máximo | Desviación Estándar |
|----------------------|---------|--------|--------|---------------------|
| A. Artificial | 6747,50 | 1142 | 17761 | 7765,27 |
| A. Natural | 1344,00 | 372 | 2316 | 1374,62 |
| Arenal | 270,50 | 200 | 344 | 99,70 |

Tabla 5.8 Valores de los estadísticos descriptivos de la abundancia (Nº individuos/censo) registrada en el arrecife de Arguineguín en octubre de 2007.

| Zona | Media | Mínimo | Máximo | Desviación Estándar |
|----------------------|---------|--------|--------|---------------------|
| A. Artificial | 3166,75 | 1142 | 7278 | 2784,38 |
| A. Natural | 256,00 | 77 | 435 | 253,14 |
| Arenal | 50,00 | 1 | 99 | 69,30 |

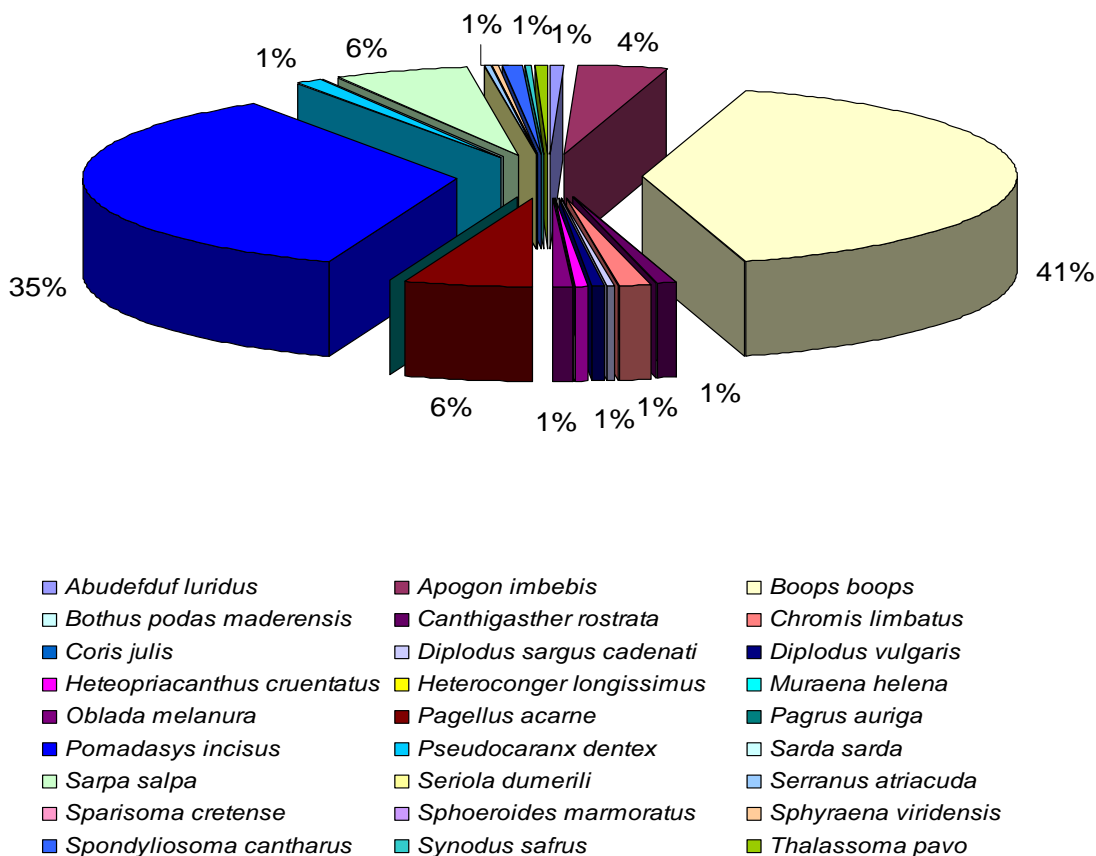


Figura 5.6. Abundancia relativa de las especies de peces observadas en el arrecife artificial en agosto de 2007.

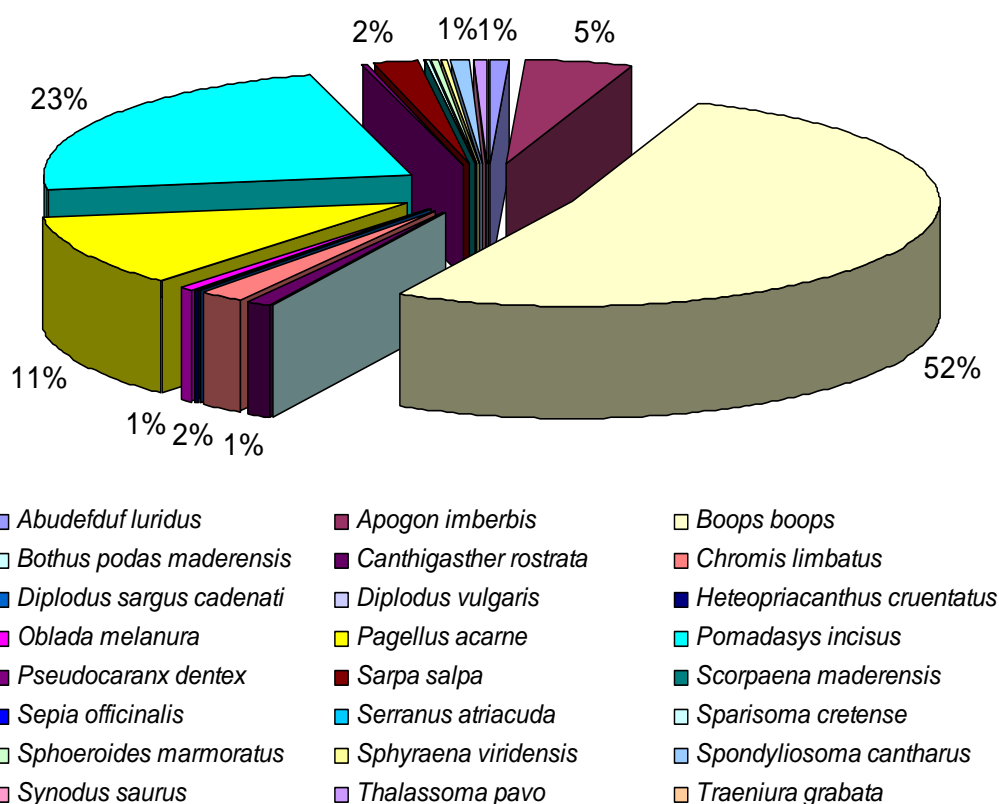


Figura 5.7. Abundancia relativa de las especies de peces observadas en el arrecife artificial en octubre de 2007.

Cuando se comparan las tres zonas en conjunto, arrecife artificial, natural y zona de arenales, se encuentran diferencias significativas en la abundancia de individuos presentes en cada una de estos hábitats (Kruskal-Wallis ANOVA; $H=9,74$; $p=0,0077$; Fig. 5.8). No obstante, estas diferencias aunque son perceptibles visualmente no quedan establecidas estadísticamente cuando el análisis se realiza en cada uno de los meses en los que se realizó el muestreo (Figs. 5.9 y 5.10), debido a la alta variabilidad de los datos. Tampoco se observaron diferencias significativas en la abundancia total de peces registrada en los meses de agosto y octubre de 2007 en el arrecife artificial (Fig. 5.11).

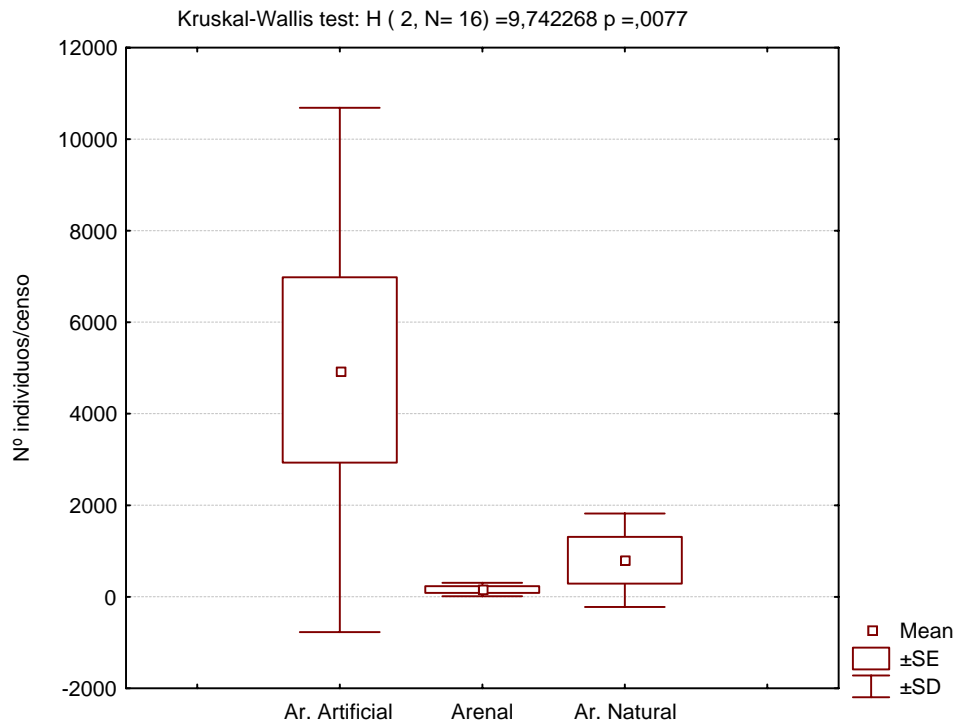


Figura 5.8. Abundancia de peces en el arrecife artificial y zonas control.

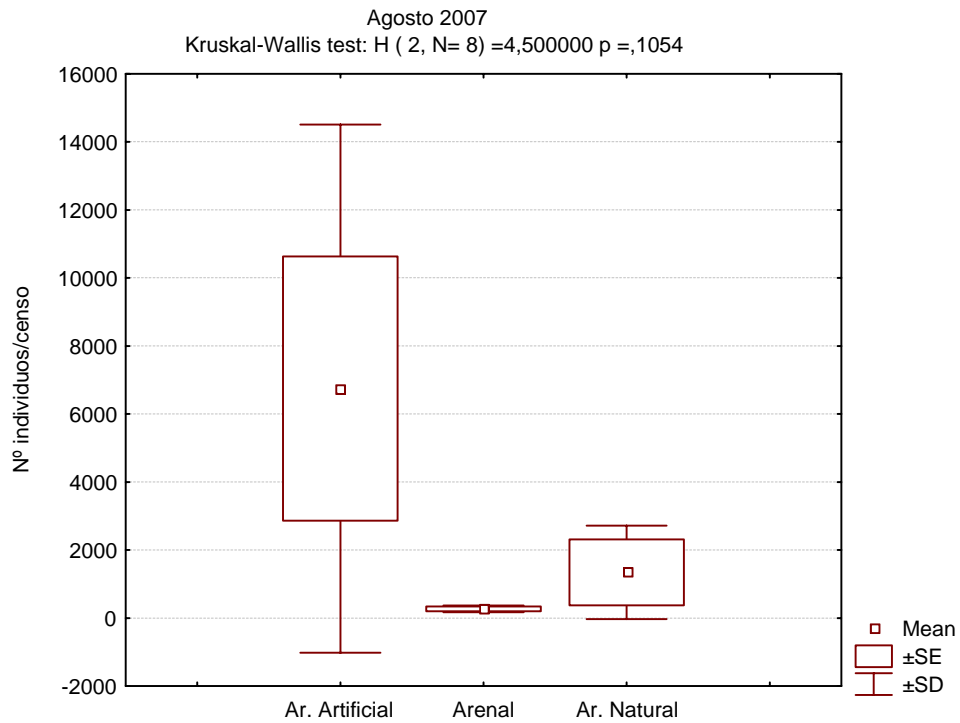


Figura 5.9. Abundancia de peces en el arrecife artificial y zonas control en agosto de 2007.

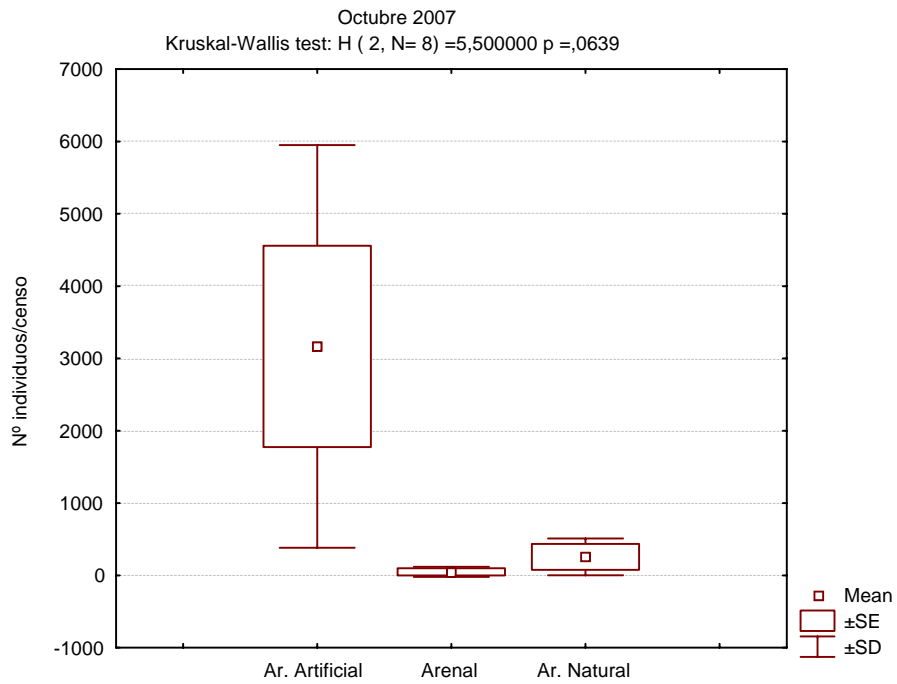


Figura 5.10. Abundancia de peces en el arrecife artificial y zonas control en octubre de 2007.

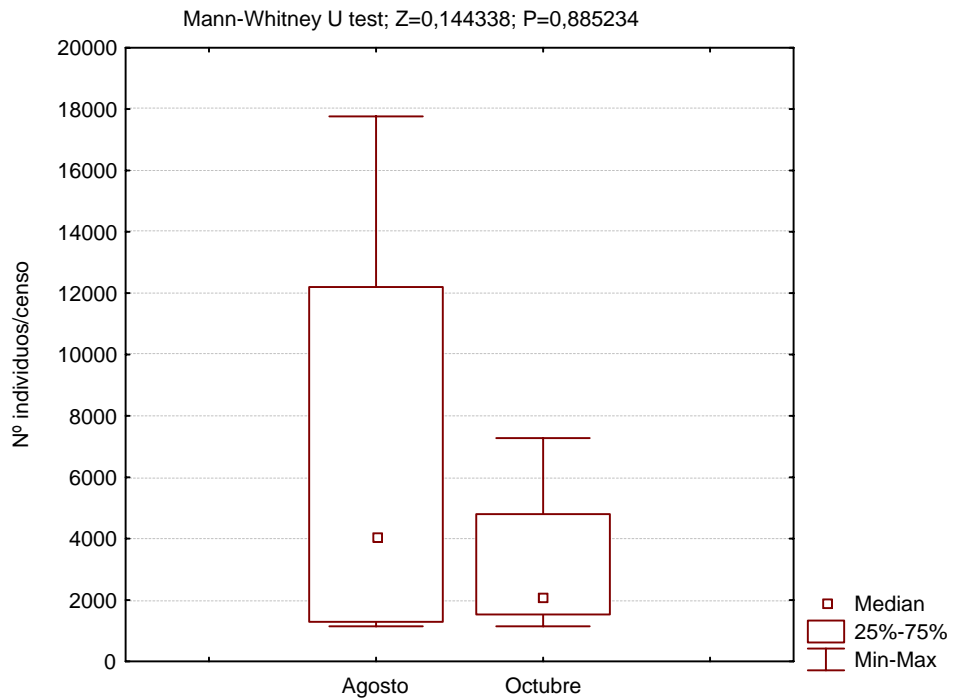


Figura 5.11. Abundancia de peces registrada en el arrecife artificial en agosto y octubre de 2007.

5.3.5- Evaluación de la diversidad de peces.

En el arrecife artificial se censó el mayor número de especies de peces de los tres hábitats estudiados (Tabla 5.9). Además, hay que añadir a este listado dos especies de cefalópodos (pulpo y sepia) y una especie de tortuga (*Caretta caretta*), a parte claro está de otra serie de invertebrados que se relacionan en la tabla 5.1. La diversidad específica en el arrecife artificial fue significativamente diferente a la registrada en las otras dos zonas, especialmente en comparación con los arenales próximos (Kruskal-Wallis ANOVA, $H=10,96$; $p=0,0041$, Fig. 5.12). A pesar de que la proporción de especies censadas en el arrecife artificial y en el natural se mantuvo (Tabla 5.10), no obstante, las diferencias solo quedaron estadísticamente bien establecidas en el mes de agosto (Kruskal-Wallis ANOVA, $H=6,07$; $p=0,048$, Fig. 5.13) y no en octubre (Fig. 5.14). De todas formas, tanto en agosto como en octubre las diferencias fueron muy claras respecto a los arenales (Tabla 5.10). Sin embargo, no se apreciaron diferencias significativas en la diversidad de especies agregadas al arrecife en agosto y octubre de 2007 (Fig. 5.15). En cualquier caso, ha de tenerse en cuenta que la desviación estándar, indicadora de la gran variabilidad entre módulos, es muy alta (Tablas 5.11, 5.12 y 5.13). Además, hay variación en los grupos de especies que ocupan uno u otro módulo del arrecife. En esto último puede influir la variabilidad en las formas de las estructuras modulares empleadas en el mismo (Foto 5.1). Cada módulo tipo puede que ejerza un poder atractor muy diferente dependiendo de la especie en cuestión (Foto 5.20).

Tabla 5.9. Número de especies de peces censadas en las tres zonas estudiadas en Arguineguín. N es el número de muestras (censos de módulos o áreas) realizadas en cada una de las tres zonas.

| Zona | N | Peces |
|---------------------|----|-------|
| Arrecife artificial | 83 | 30 |
| Arrecife natural | 27 | 24 |
| Arenal | 40 | 3 |

Tabla 5.10. Número de especies de peces censadas en las tres zonas estudiadas en Arguineguín en los meses de agosto y octubre de 2007.

| Zona | Agosto | Octubre |
|----------------------------|--------|---------|
| Arrecife artificial | 27 | 24 |
| Arrecife natural | 19 | 16 |
| Arenal | 2 | 2 |

Tabla 5.11. Valores de los estadísticos descriptivos de la diversidad (Nº especies/censo) registrada en el arrecife de Arguineguín (valores totales).

| Zona | Media | Mínimo | Máximo | Desviación Estándar |
|----------------------|-------|--------|--------|---------------------|
| A. Artificial | 17,25 | 11 | 22 | 3,25 |
| A. Natural | 13,50 | 10 | 15 | 2,38 |
| Arenal | 1,50 | 1 | 2 | 0,58 |

Tabla 5.12. Valores de los estadísticos descriptivos de la diversidad (Nº especies/censo) registrada en el arrecife de Arguineguín en agosto de 2007.

| Zona | Media | Mínimo | Máximo | Desviación Estándar |
|----------------------|-------|--------|--------|---------------------|
| A. Artificial | 18,75 | 16 | 22 | 2,75 |
| A. Natural | 14,60 | 13 | 15 | 0,83 |
| Arenal | 1,50 | 1 | 2 | 0,71 |

Tabla 5.13. Valores de los estadísticos descriptivos de la diversidad (Nº especies/censo) registrada en el arrecife de Arguineguín en octubre de 2007.

| Zona | Media | Mínimo | Máximo | Desviación Estándar |
|----------------------|-------|--------|--------|---------------------|
| A. Artificial | 15,75 | 11 | 20 | 3,77 |
| A. Natural | 12,00 | 10 | 14 | 2,83 |
| Arenal | 1,5 | 1 | 2 | 0,71 |

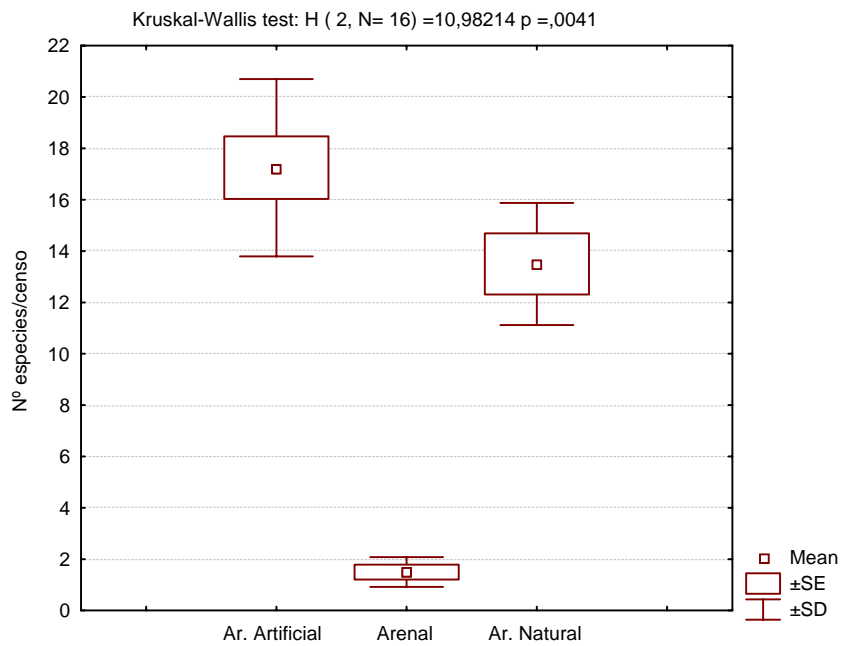


Figura 5.12. Diversidad media de especies de peces en las zonas estudiadas.

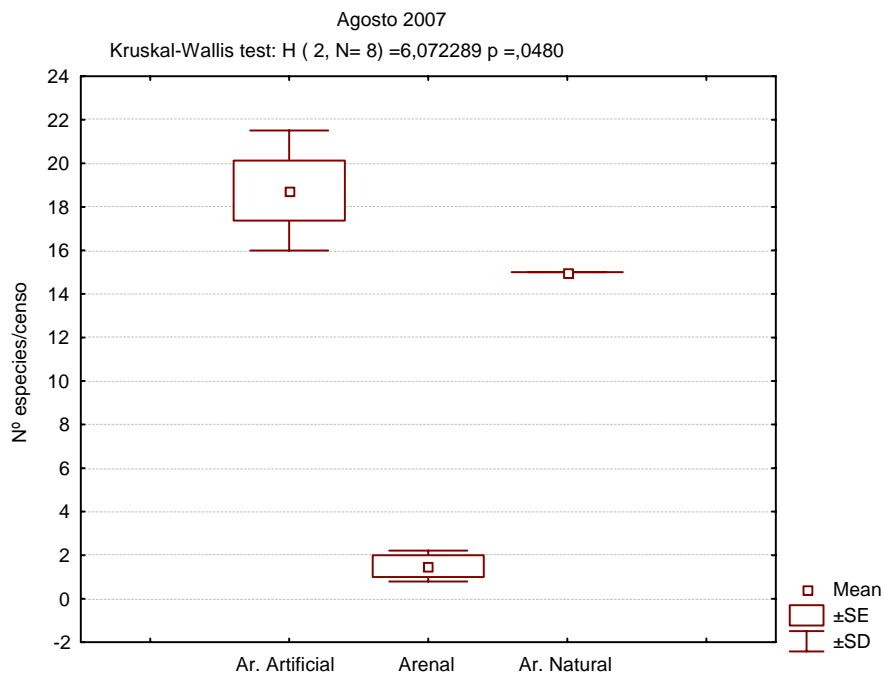


Figura 5.13. Diversidad media de especies de peces en las zonas estudiadas en agosto de 2007.

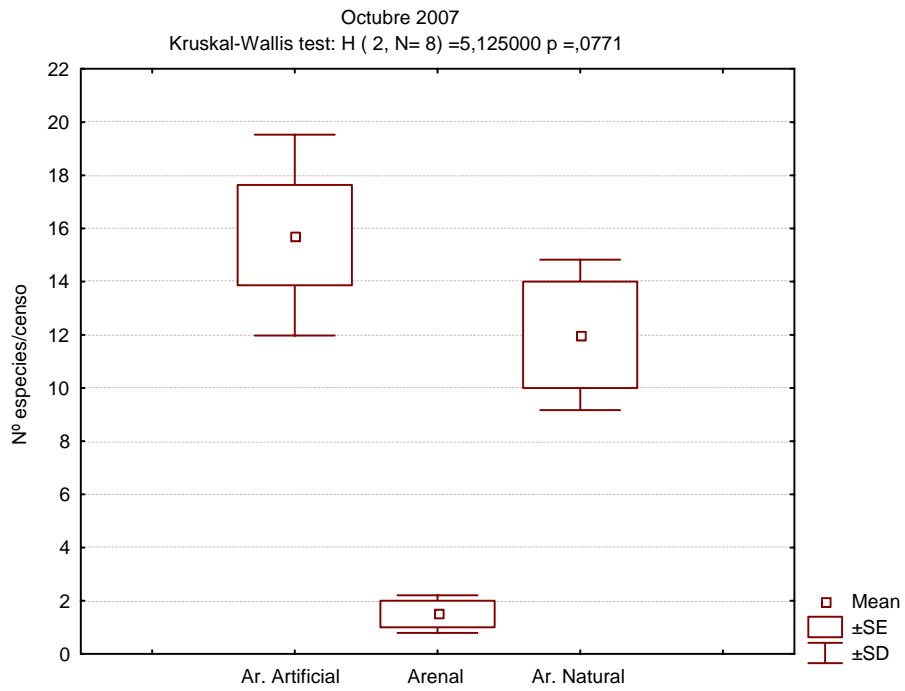


Figura 5.14. Diversidad media de especies de peces en las zonas estudiadas en octubre de 2007.

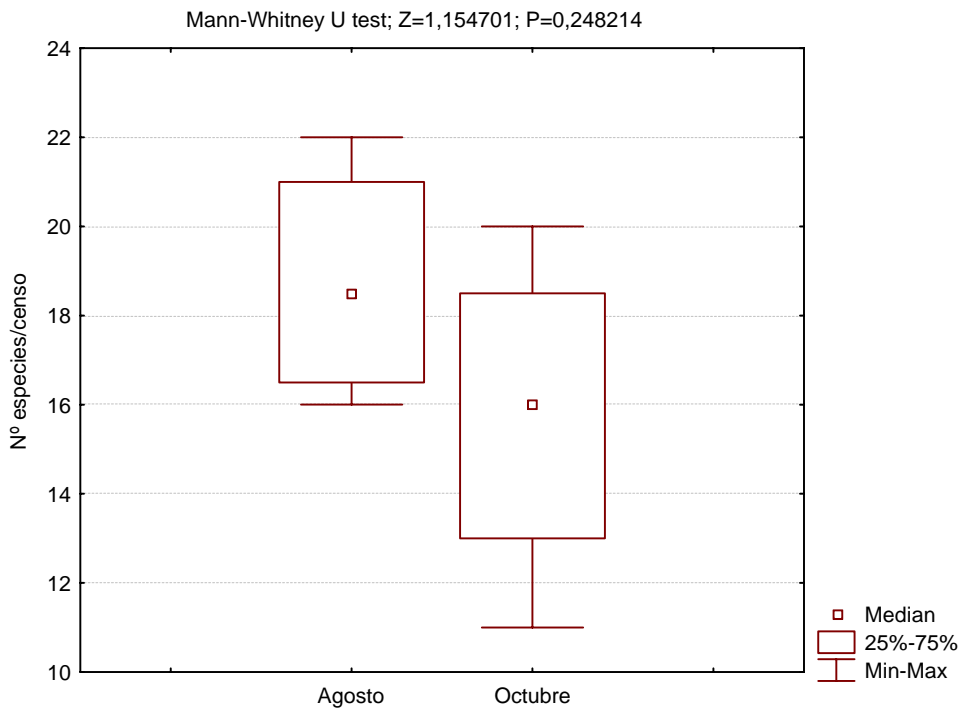


Figura 5.15. Diversidad censada en el arrecife artificial en agosto y octubre de 2007.



Foto 5.20. Los peces muestran patrones de agregación muy diferentes en el espacio donde se encuentra el arrecife artificial, con grandes concentraciones de individuos en algunos módulos, como es el caso del modulo en primer plano, mientras que otros se encuentra prácticamente deshabitados como ocurre en el módulo de detrás.

5.4.- Discusión.

Al igual que lo observado en otros años, las especies que presentan una mayor biomasa y abundancia en el arrecife artificial de Arguineguín son aquellas de hábitos gregarios y no territoriales, tales como bogas, roncadores y besugos. No obstante, a estas especies no se las considerar típicas del arrecife artificial, ya que su distribución espacial es mucho más amplia en dicho entorno, especialmente las bogas, cuyos cardúmenes también se pueden observar en espacios abiertos como los arenales. Por otro lado, hay todo un grupo de especies cuya dependencia de la existencia del arrecife es mucho más directa y clara, aunque su aportación a la biomasa total agregada es varios órdenes de magnitud inferior. Estas últimas especies se encuentran representadas

básicamente por los apogónidos y los pomacéntridos.

Los bancos mixtos de besugos y roncadores conforman de forma mayoritaria la biomasa estimada para el arrecife artificial, aportando estas dos especies solamente cerca del 50% de la biomasa total agregada, y aproximándose a la tonelada el peso de algunas de estas agregaciones (Foto, 5.21). No obstante, si se exceptúan estas especies formadoras de grandes bancos, la mayor contribución se debe a los alfonsitos y a los pomacéntridos, y más concretamente a la fula blanca (*Chromis limbata*). Esta última especie, que también muestra un cierto comportamiento gregario, es por otro lado altamente territorial y utiliza las oquedades creadas por el arrecife como refugio y lugares de puesta. La importancia de la fula blanca, ha sido también observada en el resto de arrecifes del Archipiélago, aunque quizás en Arguineguín su aportación a la biomasa y abundancia total sea la menos relevante. A estas especies siguen en importancia espáridos, aunque este es un grupo muy heterogéneo en cuanto a su biomasa y abundancia. Dentro de este grupo, y exceptuando al besugo por los motivos antes explicados, destacan las especies del género *Diplodus* (*D. vulgaris*, *D. cervinus* y *D. sargus cadenati*), ya que su presencia es muy regular en el arrecife, aunque se encuentran tanto individuos solitarios como grupos no muy numerosos. La salema (*Sarpa salpa*) también es una especie que aporta una importante cantidad de biomasa, pero la presencia de sus relativamente grandes bancos no es homogénea en el tiempo ya que al tratarse de una especie herbívora no encuentra alimento en el arrecife. Los lábridos (pejeverde - *Thalassoma pavo*- y la doncella -*Coris julis*), al igual que los escáridos (vieja - *Sparisoma cretence*), son comunes en el arrecife pero no presentan biomasa relativamente grandes.

En los módulos del arrecife, la superficie de estos está principalmente cubierta por invertebrados, destacando los cirrípedos y las esponjas incrustantes, que en algunos casos llegan a tapizar hasta el 90% del módulo. Sin embargo, el nivel de cobertura por parte de estos invertebrados depende de la naturaleza del módulo, estando prácticamente descubiertos aquellos construidos con tubos de Uralita. Las algas fueron muy escasas sobre los módulos, solo destacando algunos plantones de *Asparagopsis armata* y *Cotoniella filamentosa*, y generalmente asociadas a los módulos antiarrastre o a cuerdas unidas a los módulos. Indudablemente, la escasa presencia de algas se puede vincular a la alta densidad de erizas presentes en el arrecife (entre 1 y más de 40 individuos

por m²). Esta variabilidad en la densidad de erizas a lo largo del arrecife puede estar relacionada en que este animal se encuentra más cómodo en determinados módulos por motivos que desconocemos, y que pueden estar asociados a la existencia de microclimas creados por las propias estructuras (refugio, exposición a la corriente, etc.).



Foto 5.21. En algunos lugares del arrecife artificial los bancos de roncadores pueden ocupar grandes extensiones.

El valor de 30 especies censadas en el entorno del arrecife es inferior al registrado en las anteriores campañas de seguimiento (Castro et. al., 2004; 2006). Ello podría deberse simplemente a un problema asociado a la aleatoriedad del muestreo y a la estacionalidad del mismo, ya que de un mes a otro se registró una diferencia de 3 especies. Sin embargo, los valores observados son muy similares a los obtenidos en otros arrecifes, pero no cabe duda que es un parámetro que hay que tener en consideración por si la tendencia observada se mantuviese en el tiempo, indicando la existencia de algún problema ecológico de mayor envergadura y que pueda ser asociado a la actividad humana o a cambios en el clima (es necesario considerar que los datos

han sido obtenidos en visitas puntuales realizadas en dos meses diferentes). No obstante, el valor de diversidad es apreciable y significativamente superior al registrado en las áreas de control, aunque el arrecife natural muestra un patrón de descenso en la diversidad similar (Tabla 5.10).



Foto 5.22. Tanda de nasas caladas en el interior del arrecife artificial de Arguineguín.

Las diferencias significativas encontradas para la biomasa y la abundancia de ejemplares y la diversidad por censo entre el arrecife artificial y la zona de arenal, son un claro indicativo de que este funciona de forma adecuada y se comporta como un sistema natural, tal y como se desprende de los valores de diversidad, aunque no así en la biomasa y abundancia agregada, que fueron siempre mayores en el arrecife artificial.

Por otro lado, se constata que sigue existiendo actividad pesquera en el arrecife (Foto 5.22). Se desconoce cual es el volumen de captura que se realiza en este hábitat artificial y como eso puede estar influyendo en los valores de diversidad, abundancia y biomasa. Es obvio que dependiendo de los niveles de

extracción y de la selectividad de las artes, se crea una distorsión en los valores reales. Los valores de los parámetros anteriormente citados (abundancia, etc.) pueden variar en función del nivel de actividad extractiva. En este sentido, el trabajo futuro debería contemplar la posibilidad de incluir en el proceso de evaluación la introducción de los valores de biomasa extraídos en el área inmediata. Para ello, es necesario tomar diversas medidas administrativas y de gestión.