

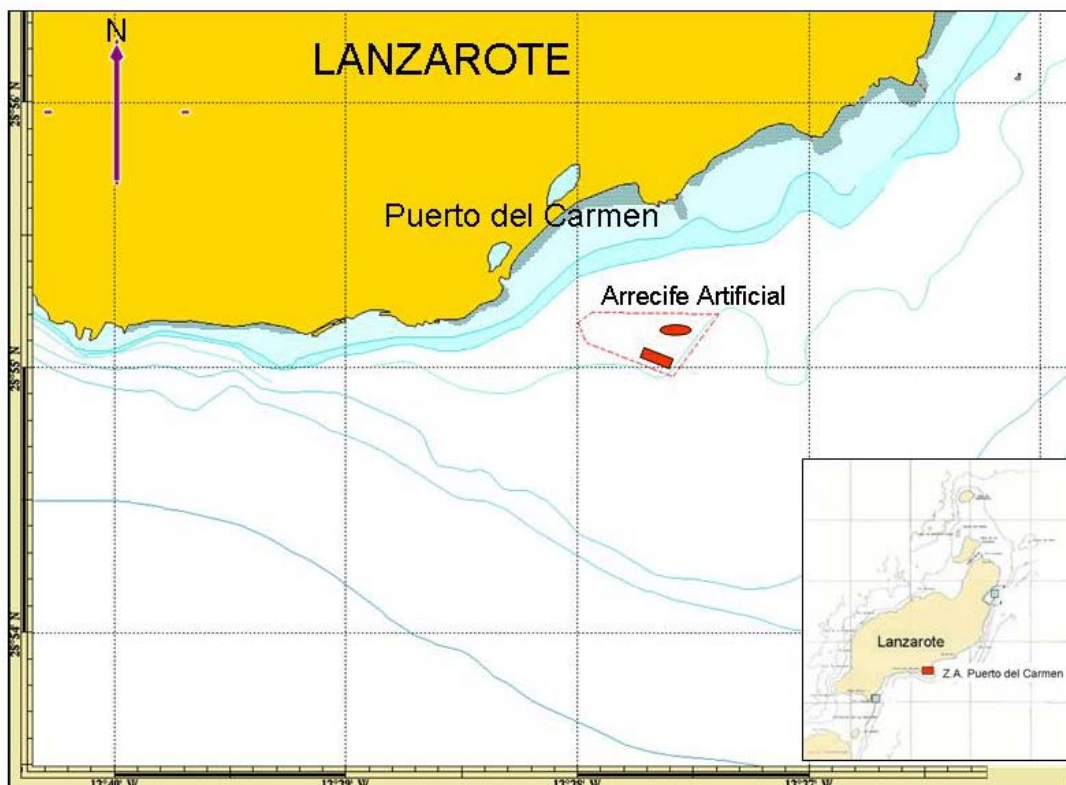
## **2.- ESTE DE LANZAROTE – PTO. DEL CARMEN.**



## 2.2. Materiales y método.

Para la evaluación de la comunidad de peces asociada al arrecife artificial de Puerto del Carmen se ha seguido la misma metodología y protocolos que en el resto de campos arrecifales del Archipiélago, tal y como se describe en el material y método general. Este arrecife se localiza en la costa sureste de la Isla de Lanzarote, instalado frente a Puerto del Carmen (Municipio de Tías) y con los módulos distribuidos en dos grupos (Figura 2.2).

Todos los módulos que componen el arrecife de Puerto del Carmen son del tipo de producción y de características similares a los ubicados en el arrecife ubicado en Caleta Larga. Aunque en el arrecife podemos encontrar dos tipos de módulos muy similares (Fotos 2.1, 2.2., 2.3 y 2.4), con diferencias muy sutiles entre ellos, estas no son de la suficiente entidad como para requieran un estudio diferenciación como si se tratasen de dos sistemas arrecifales diferentes, ni por la forma ni por la distancia entre las zonas de ubicación (una centena de metros).



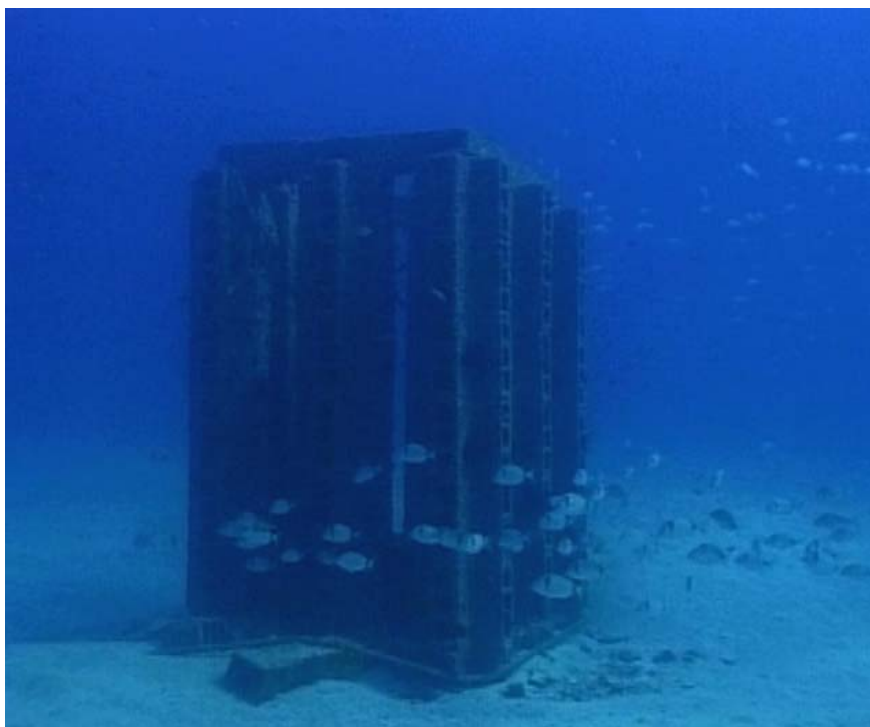
**Figura 2.2.** El arrecife artificial de Puerto del Carmen está dividido en dos grupos de módulos.



**Foto 2.1.** Módulo de producción característico de la parte antigua del arrecife artificial.



**Foto 2.2.** Detalle de exterior de un módulo de producción de la zona más antigua.

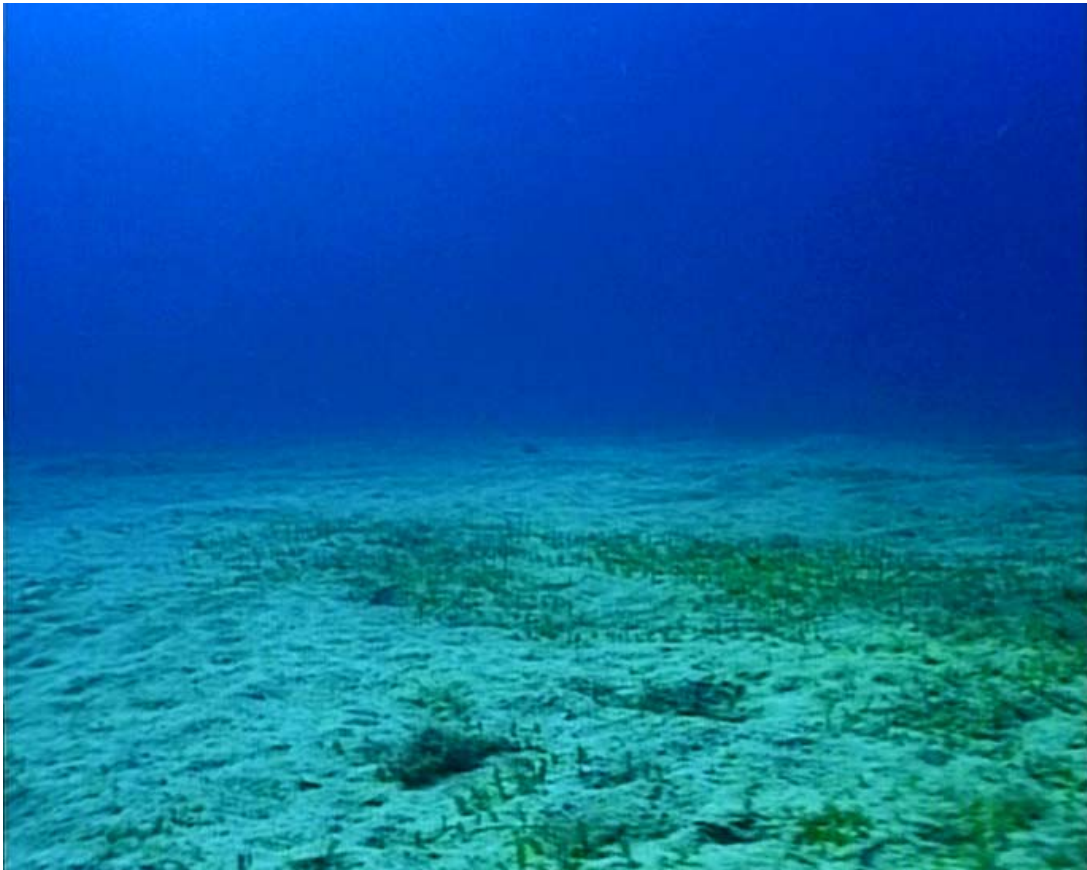


**Foto 2.3.** Módulo de producción de la zona nueva, obsérvese las escasas diferencias con los más antiguos.



**Foto 2.4.** Detalle del módulo donde se aprecia la forma en que ha sido construido.

A lo largo de ambas campañas de evaluación se realizaron censos, además de en el campo de arrecifes artificiales, en un arrecife natural próximo y en una zona sobre fondos arenoso (Foto 2.5). Estas dos últimas zonas actuaron como controles y 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 (Tabla 2.1). Para evitar distorsiones inherentes a la diversidad de las posibles áreas de muestreo, las zonas de control seleccionadas han sido las mismas que las utilizadas en campañas de evaluación realizadas en años anteriores.



**Foto 2.5.** El fondo de arenas usado como control presentó una relativa abundancia de *Caulerpa prolifera*, similar a lo observado en el entorno del arrecife artificial.

**Tabla 2.1:** Coordenadas geográfica del arrecife artificial de Puerto del Carmen y de las dos zonas utilizadas como controles.

Sistema	Localización GPS
<b>Arrecife Artificial</b>	28° 54.990' N – 13° 37.600' W
<b>Arrecife Natural (control)</b>	28° 55.032' N – 13° 39.358' W
<b>Arenal (control)</b>	28° 55.003' N -13° 38.891' W

## 2.3. Resultados.

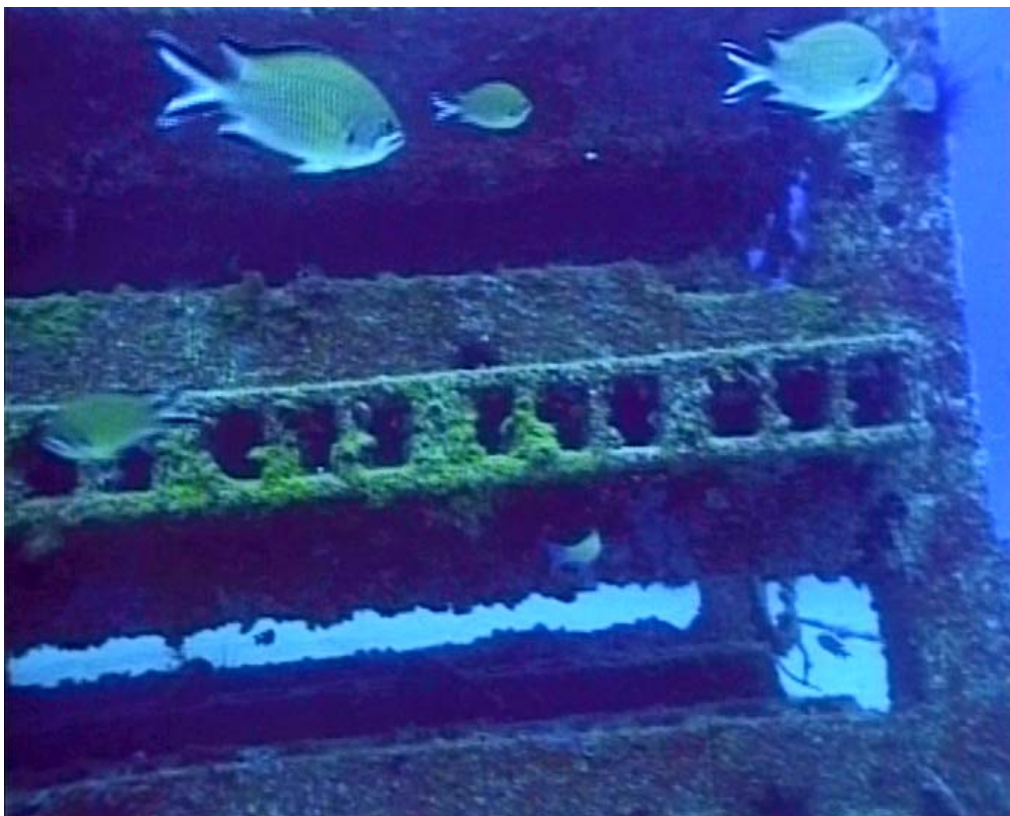
### 2.3.1. Características del poblamiento ictiológico.

Al igual que lo observado en años anteriores y en el resto de arrecifes artificiales de las Islas, todas las especies de peces censadas fueron comunes en las aguas Canarias (Brito, 1991; Brito *et al.*, 2002) (Tabla 2.2). En este sentido, no se apreciaron diferencias importantes con respecto a los datos registrados en campañas de evaluación y seguimiento realizadas entre los años 2002 y 2006.

La diversidad de especies fue muy similar a la evaluada en campañas anteriores, destacando los pomacéntridos (*Chromis limbata* y *Abudefduf luridus*; Fotos 2.6 y 2.7), el pejeverde (*Thalassoma pavo*; Foto 2.8), los espáridos y más concretamente las bogas (*Boops boops*; Foto 2.9), salemas (*Sarpa salpa*; Foto 2.10), galana (*Oblada melanura*), chopo (*Spondylus cantharus*), seifía (*Diplodus vulgaris*) y sargo blanco (*Diplodus sargus cadenati*) (Foto 2.11), así como los salmonetes (*Mullus surmuletus*) (Foto 2.12), viejas (*Sparisoma cretense*; Foto 2.13), gallo verde (*Stephanolepis hispidus*; Foto 2.14), gallo cochino (*Balistes carolinensis*; Foto 2.15), gallinitas (*Canthigaster rostrata*), jureles (*Pseudocaranx dentex*), bicudas (*Sphyrna viridensis*; Foto 2.16) y cabrillas (*Serranus atricauda*) (Foto 2.17). También se censaron otras especies mucho menos frecuentes como lagartos (*Synodus* spp.), morenas (*Muraena augusti*), rascacios (*Scorpaena* spp.; Foto 2.18), doncellas (*Coris julis*), etc. No obstante, la especie más abundante con diferencia fue la boga, que se distribuyó de manera casi omnipresente por todo el arrecife.

Por otro lado, la diversidad de especies cartilaginosas no fue más amplia que en evaluaciones anteriores, destacando la presencia de varios ejemplares de angelotes (*Squatina squatina*) (Foto 2.19), chuchos (*Taeniura grabata* y *Dasyatis pastinaca*; Fotos 2.20 y 2.21) y ratón (*Myliobatis aquila*) (Foto 2.22), todas comunes y altamente ligadas a la presencia de fondo arenoso.

En todos los casos, es claro que la presencia y abundancia de todas estas especies está directamente influenciada por la existencia del arrecife artificial, ya solo el 20% de las mismas habitan de forma frecuente en los arenales que rodean al campo de arrecifes.



**Foto 2.6.** La fula blanca (*Chromis limbata*) la especie más abundante entre las que se consideran residentes del arrecife, ya que las bogas presentaron una menor dependencia a la existencia del arrecife.

**Tabla 2.2.** Lista de especies de peces censados en cada uno de los ambientes estudiados en 2007.

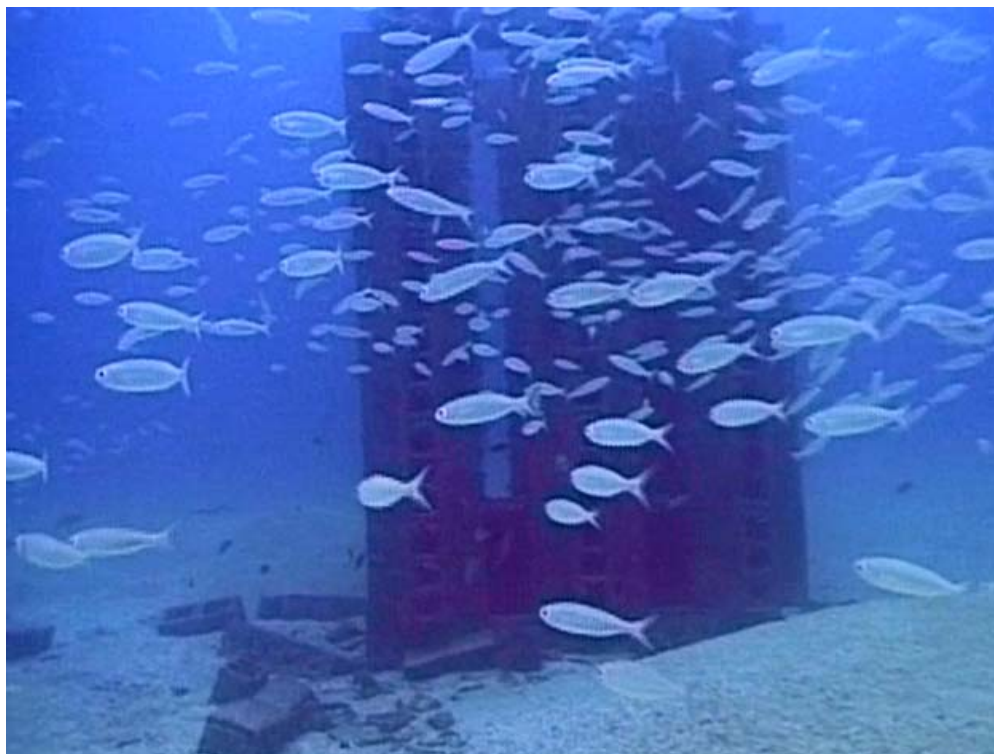
Especie	Agosto 2007			Octubre 2007		
	Arrecife Artificial	Arrecife Natural	Arenal	Arrecife Artificial	Arrecife Natural	Arenal
<i>Abudefduf luridus</i>	X	X		X	X	
<i>Chromis limbata</i>	X	X		X	X	
<i>Apogon imberbis</i>					X	
<i>Boops boops</i>	X			X	X	
<i>Diplodus cervinus c.</i>				X		
<i>Diplodus sargus cadenati</i>	X			X		
<i>Diplodus vulgaris</i>	X			X		
<i>Lythognathus mormyrus</i>				X		
<i>Oblada melanura</i>	X			X		
<i>Pagellus erythrinus</i>				X		
<i>Sarpa salpa</i>	X			X		
<i>Spondylisoma cantharus</i>	X			X		
<i>Serranus atricauda</i>	X			X		
<i>Sparisoma cretence</i>	X	X		X	X	
<i>Stephanolepis hispidus</i>	X			X		
<i>Canthigaster rostrata</i>	X			X	X	
<i>Balistes carolinensis</i>	X			X		
<i>Coris julis</i>	X			X	X	
<i>Thalassoma pavo</i>	X	X		X	X	
<i>Mullus surmuletus</i>	X			X		
<i>Muraena augusti</i>	X			X		
<i>Muraena helena</i>				X		
<i>Heteroconger longissimus</i>				X		X
<i>Sphyaena viridensis</i>				X		
<i>Pseudocaranx dentex</i>	X			X		
<i>Synodus saurus</i>		X		X	X	
<i>Xyrichthys novacula</i>			X			
<i>Bothus podas maderensis</i>					X	
<i>Scorpaena maderensis</i>				X		
<i>Dasyatis pastinaca</i>	X		X			
<i>Myliobatis aquila</i>				X		
<i>Squatina squatina</i>	X			X	X	
<i>Taeniura grabata</i>	X	X		X		



**Foto 2.7.** La fula negra también es habitual en el arrecife pero su abundancia es muy inferior a la de la fula blanca y sus hábitos más solitarios.



**Foto 2.8.** Los pejeverdes se encuentran formando grupos laxos en todo el arrecife, pero siempre en estrecha proximidad a los módulos.



**Foto 2.9.** Los poco cohesionados bancos de bogas aporta la mayor biomasa al arrecife.



**Foto 2.10.** Cardumen de salemas nadando sobre el campo de arrecifes artificiales.



**Foto 2.11.** Los sargos y sefías son peces relativamente comunes en el arrecife de Puerto del Carmen, aunque los últimos fueron mucho más abundantes.



**Foto 2.12.** Salmonetes alimentándose en los sedimentos próximos a los módulos.



**Foto 2.13.** Las viejas pasan gran parte del tiempo alimentándose de los invertebrados que viven entre los espacios creados por los módulos.



**Foto 2.14.** El gallo verde es una especie típica de los arenales, pero su abundancia en el arrecife no ha sido muy destacada, y siempre como individuos solitarios.



**Foto 2.15.** El gallo cochino, aunque es habitual en nuestras aguas, no es una especie muy abundante en el arrecife.



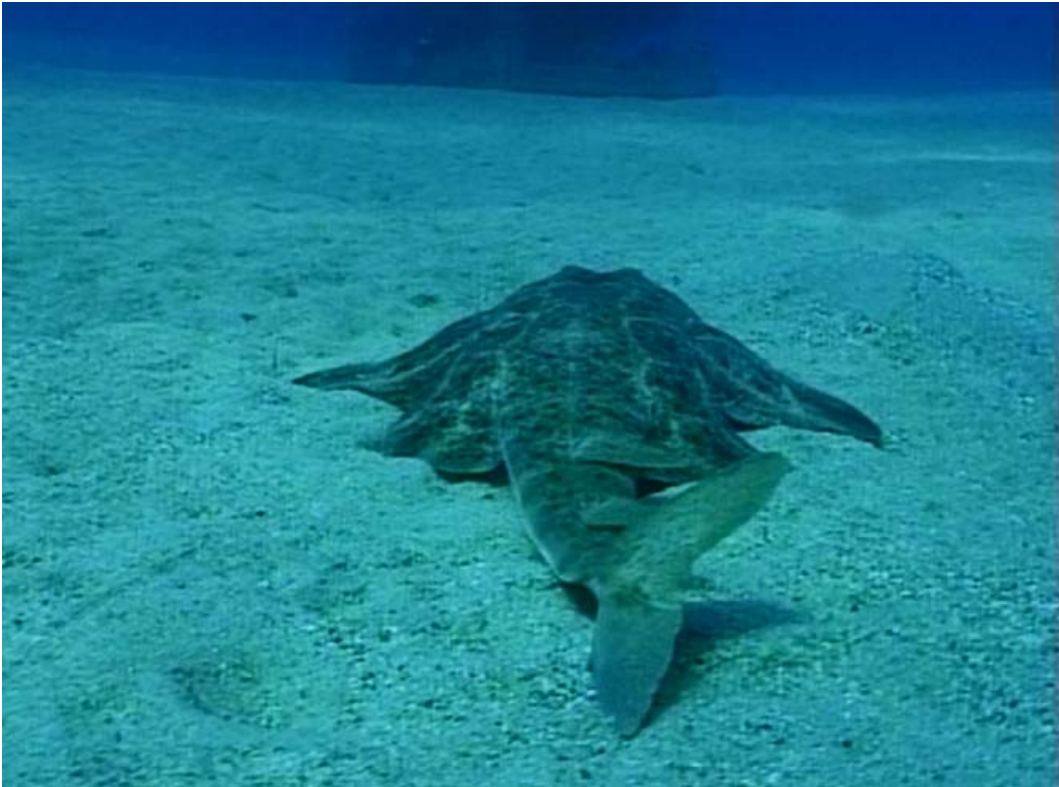
**Foto 2.16.** La bicuda es el predador pelágico de mayor tamaño y suele constituir cardúmenes no excesivamente grandes.



**Foto 2.17.** En casi cada módulo está presente un ejemplar de cabrilla que tiene al mismo como centro de su territorio.



**Foto 2.18.** El rascacio alcanza un camuflaje casi perfecto entre las esponjas e hidrozooos que tapizan la parte interna de los módulos del arrecife.



**Foto 2.19.** Los angelotes en el arrecife se suelen encontrar semienterrados en la arena.



**Foto 2.20.** Los chuchos son muy comunes en los arenales y su presencia en el arrecife es muy habitual.



**Foto 2.21.** El chucho negro (*Taeniura grabata*) suele enterrarse en la arena para descansar y pasar desapercibido para las posibles presas.



**Foto 2.22.** El ratón es menos abundante que los angelotes y chuchos, pero también es una especie asidua del arrecife, especialmente en las zonas más expuestas y abiertas.

### **2.3.2. Cobertura por algas e invertebrados.**

Los módulos del arrecife de Puerto del Carmen presentaron una “anómala” cobertura vegetal (Fotos 2.23 y 2.24), en comparación con la que se ha podido observar en los arrecifes artificiales próximos como el de Arrieta y Caleta Larga, que se encuentran casi desprovistos de algas. No obstante, la presencia de grandes superficies cubiertas por algas no son rara en este arrecife, tal y como se ha podido comprobar en años anteriores, y que posiblemente está relacionado con algún fenómeno de enriquecimiento local. Además, esta cobertura vegetal coexiste con una gran población de erizas, que hasta ahora se ha tenido como responsable de la desaparición de las algas del resto de arrecifes artificiales del Archipiélago.

Por otro lado, se constató la existencia de una relativamente amplia variedad de especies de invertebrados, todos ellos comunes en aguas de Canarias (Pérez-Sánchez y Moreno-Batet, 191) (Tabla 2.3). La mayor parte de la superficie de los módulos estuvo tapizada por pequeños cirrípedos conocidos como sacabocados (posiblemente *Verruca stroemia*). Entre los invertebrados asociados a las oquedades y zonas en las que la intensidad de la luz es mucho menor, abundan las esponjas, destacando *Oscarella lobularis*, *Batzella inops* (Foto 2.25), *Chondrosia reniformes*, *Ircinia sp.* y *Verongia aerophoba*. La más abundante de las tres fue *Batzella inops*, ocupando en algunos casos superficies que superan los 50 cm<sup>2</sup>. También fue relativamente abundante *Spondylus senegalensis* (ostrón), abanico (*Pinna rudis*; Foto 2.26), el pulpo y la sepia, el cangrejo araña (*Stenorhynchus lanceolatus*), poliquetos tubícolas (*Protula tubularia*; Foto 2.27), y la estrella de mar *Narcissia canariensis* (Foto 2.28). Es común la presencia de hidrozooos, y gusanos de fuego (*Hermodice carunculata*).

Por otro lado, *Diadema antillarum* fue el macroinvertebrado más común en el arrecife artificial de Puerto del Carmen, con abundancias muy dispares entre un módulo y otro (Fotos, 2.29 y 2.30), incluso agregados en la arena, sin protección (Foto 2.31). Este arrecife fue el que presentó las densidades medias más altas de todos los presentes en el Archipiélago, especialmente en agosto. Pero, además, esta alta concentración también fue la más alta en los arrecifes naturales evaluados en este proyecto en todas las islas. Las densidades oscilaron entre 1 y 18 individuos por m<sup>2</sup>. No obstante, la densidad media de este invertebrado en el arrecife artificial fue inferior a la medida en los arrecifes naturales próximos (2,36 y 3,66 individuos por m<sup>2</sup> en el arrecife artificial y natural, respectivamente).

**Tabla 2.3.** Listado de especies de invertebrados censados en los módulos del arrecife artificial de Puerto del Carmen.

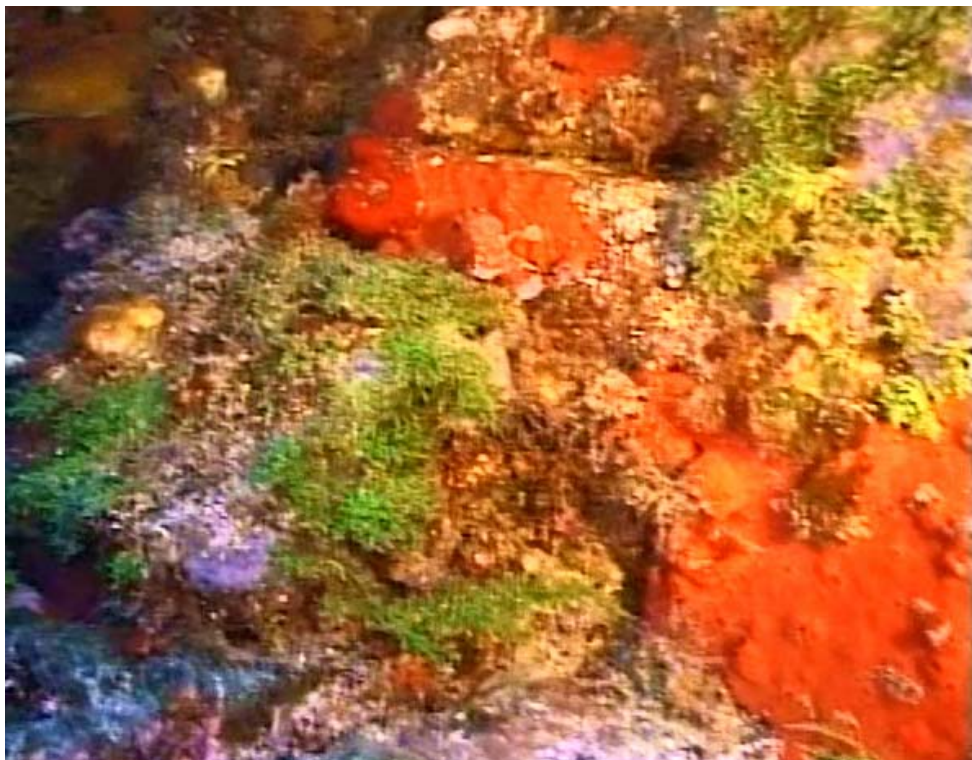
Nombre científico	Nombre común
<i>Batzella inops</i>	Esponja
<i>Oscarella lobularis</i>	Esponja
<i>Chondrosia reniformes</i>	Esponja
<i>Verongia aerophoba</i>	Esponja
<i>Axinella damicornis</i>	Esponja
<i>Reptadeonella violacea</i>	Esponja
<i>Ircinia sp.</i>	Esponja
<i>Hacellia attenuata</i>	Esponja
<i>Aglaophenia pluma?</i>	Hidrozoos
<i>Hermodice carunculata</i>	Gusano de fuego
<i>Verruga stroemia</i>	Sacabocados
<i>Stenorhynchus lanceolatus</i>	Cangrejo araña
<i>Pinna rudis</i>	Abanico
<i>Spondylus senegalensis</i>	Ostrón
<i>Octopus vulgaris</i>	Pulpo común
<i>Sepia officinalis</i>	Choco
<i>Tonna sp.</i>	Caracola
<i>Conus pulcher canariensis</i>	Cono
<i>Diadema antillarum</i>	Eriza
<i>Narcissia canariensis</i>	Estrella roja
<i>Protula tubularia</i>	Poliqueto



**Foto 2.23.** La cobertura algal fue muy dispar en los módulos y generalmente, como en el caso de esta alga roja, se mostró en manchas.



**Foto 2.24.** En algunos casos las algas se mostraron exuberantes como en el caso de ciertas algas verdes.



**Foto 2.25.** Entre las esponjas, *Batzella inops* fue la más abundante.



**Foto 2.26.** Los abánicos (*Pinna rudis*) siempre se encontraron dentro de los agujeros formado por los bloques prefabricados.



**Foto 2.27.** Entre los invertebrados sésiles destaca, por su colorido, *Protula tubularia*.



**Foto 2.28.** *Narcissia canariensis* fue especialmente abundante en Puerto del Carmen.



**Foto 2.29.** La eriza se mostró constituyendo agrupaciones relativamente numerosas que alcanzaron hasta los 18 individuos por metro cuadrado.



**Foto 2.30.** En algunos lugares las erizan estaban solas o en grupos poco numerosos.



**Foto 2.31.** La falta de predadores puede motivar que la eriza se encuentre segura incluso en espacios totalmente abiertos, lejos del abrigo de los módulos.

### **2.3.3. Evaluación de la biomasa ictiológica.**

La biomasa media en el arrecife artificial fue de 200,6 Kg. por censo (Tabla 2.4) un orden de magnitud más que la evaluada en el arrecife natural (23,5 Kg.), y dos ordenes más que la obtenida en los arenales próximos (0,6 Kg.). No obstante, todos los valores muestran una alta dispersión, con desviaciones estándar del mismo orden que los valores medios. Estas diferencias son debidas fundamentalmente a la importante aportación de las bogas, salemas y, en mucha menor medida, las fulas blancas. No obstante, estas diferencias se dan en ambas campañas de evaluación, aunque las diferencias más marcadas se obtienen en octubre, cuando los valores de biomasa han sido máximos (Tablas 2.5 y 2.6). Aunque la aportación de las especies anteriormente citadas fue la más relevante, otras especies como las herreras, salmonetes, seifías y fulas negras también contribuyeron de forma relevante respecto al conjunto de especies censadas.

Las diferencias observadas en la biomasa de peces agregados entre el arrecife y las zonas control, a pesar de la alta variabilidad de los datos, fueron

estadísticamente significativas más altos en el arrecife artificial respecto a los controles, tanto a nivel global (Kruskal-Wallis ANOVA;  $H=11,73$ ;  $p= 0,002$ ; Fig. 2.3.) como en cada una de las campañas (Kruskal-Wallis ANOVA;  $H=6,0$ ;  $p= 0,04$  en ambos casos; Figs. 2.4 y 2.5). No obstante, la biomasa agregada en octubre fue mucho más elevada que en agosto (Mann-Whitney U test;  $Z=-2,021$ ;  $P=0,04$ ; Fig. 2.6).

La alta variabilidad obtenida es un reflejo del patrón de agregación de las especies a lo largo del todo el arrecife, patrón que se repite en todos y cada uno de los arrecifes artificiales evaluados. Los peces muestran importantes agregaciones en módulos determinados, mientras que otros apenas se observan unos pocos peces. No obstante, en todos los módulos existe una fauna ictiológica residente que está compuesta por peces territoriales como los pomacéntridos y serránidos, más otros de carácter netamente sedentario como alfonsitos, rascacios, pejeverdes, etc. Además de estos, los mismos son visitados por un grupo heterogéneo de especies, con poblaciones no muy numerosas, como son los sargos, seifías, viejas, salmonetes, etc., que no se alejan demasiado de los módulos. Sin embargo, la variabilidad observada es causada principalmente por las especies que constituyen grandes cardúmenes o bancos y que su comportamiento es más errante y poco dependiente del refugio que constituyen los módulos, como bogas, salemas, bicudas, jureles y medregales.

**Tabla 2.4.** Valores de los estadísticos descriptivos para la biomasa (gramos) en el arrecife de Puerto del Carmen (valores totales).

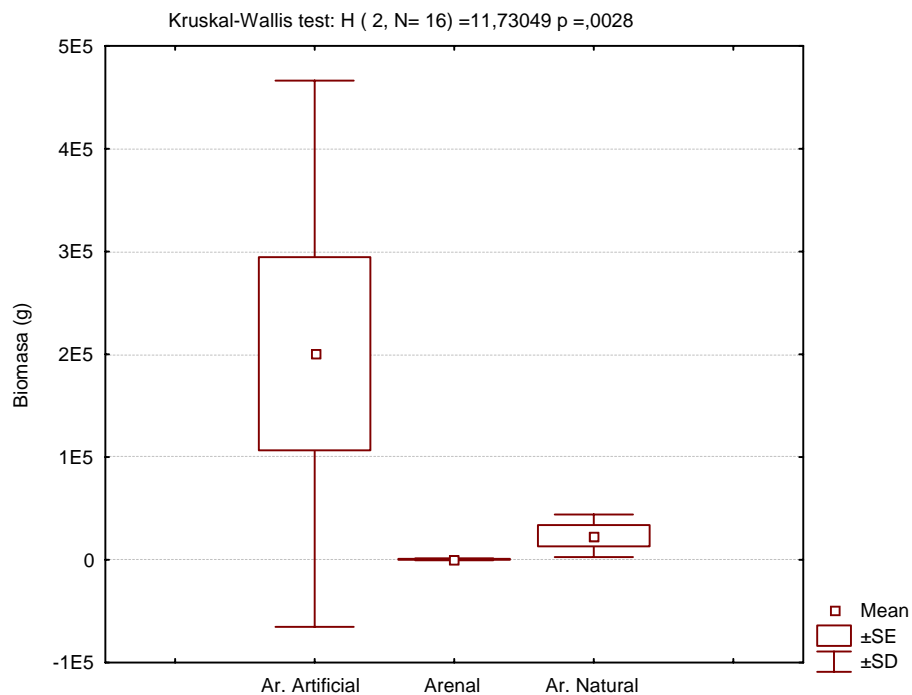
Zona	Media	Mínimo	Máximo	Desviación Estándar
<b><i>A. artificial</i></b>	200607,50	45235,84	819233,33	265781,29
<b><i>A. natural</i></b>	23497,38	2253,69	51955,78	20721,23
<b><i>Arenal</i></b>	589,34	0,00	2030,40	972,99

**Tabla 2.5.** Valores de los estadísticos descriptivos para la biomasa (gramos) en el arrecife de Puerto del Carmen en agosto de 2007.

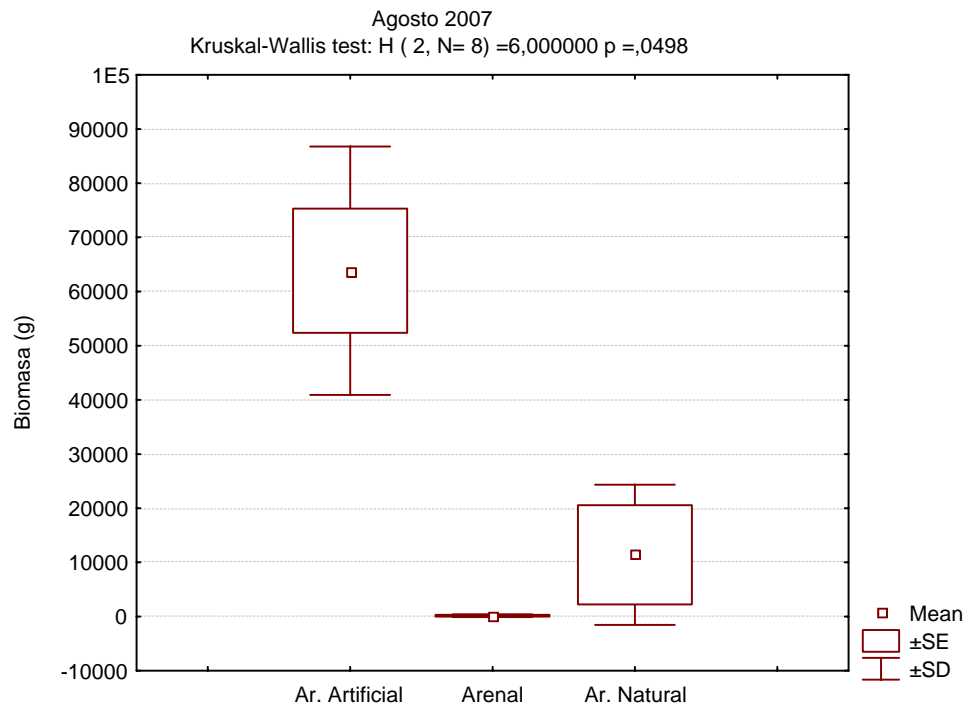
Zona	Media	Mínimo	Máximo	Desviación Estándar
<b>A. artificial</b>	63844,03	45235,23	93434,17	22933,84
<b>A. natural</b>	11408,52	2253,68	20563,35	12946,89
<b>Arenal</b>	163,48	0,00	326,97	231,20

**Tabla 2.6.** Valores de los estadísticos descriptivos para la biomasa (gramos) en el arrecife de Puerto del Carmen en octubre de 2007.

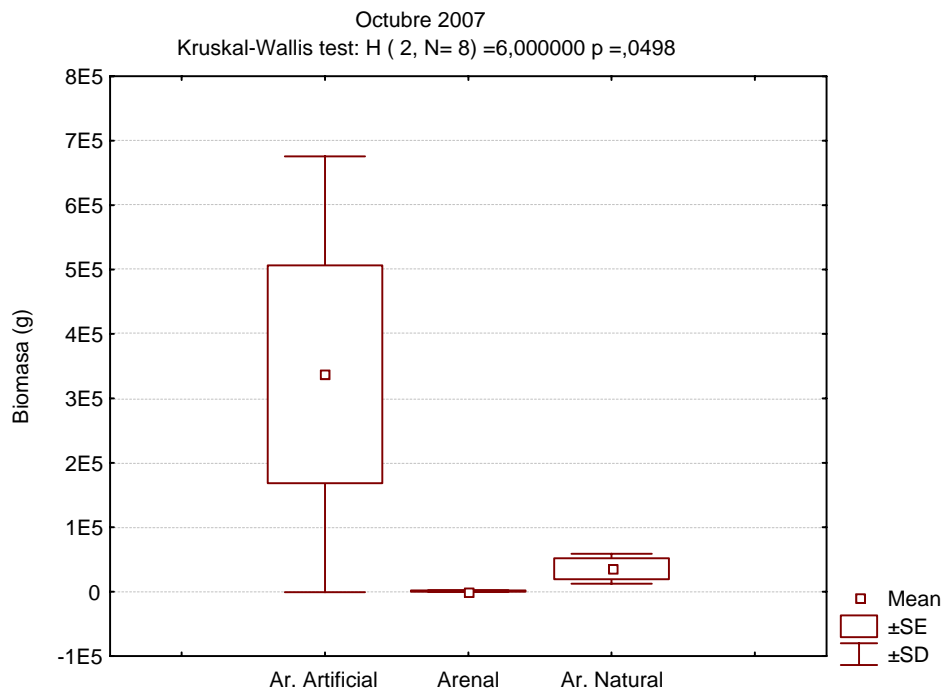
Zona	Media	Mínimo	Máximo	Desviación Estándar
<b>A. artificial</b>	337370,97	87155,61	819233,33	338263,21
<b>A. natural</b>	35586,24	19216,70	51955,79	23150,01
<b>Arenal</b>	1015,20	0,00	2030,40	1435,71



**Figura 2.3.** Biomasa agregada en el arrecife artificial y zonas de control en 2007.



**Figura 2.4.** Biomasa agregada en el arrecife artificial y zonas de control en agosto de 2007.



**Figura 2.5.** Biomasa agregada en el arrecife artificial y zonas de control en octubre de 2007.

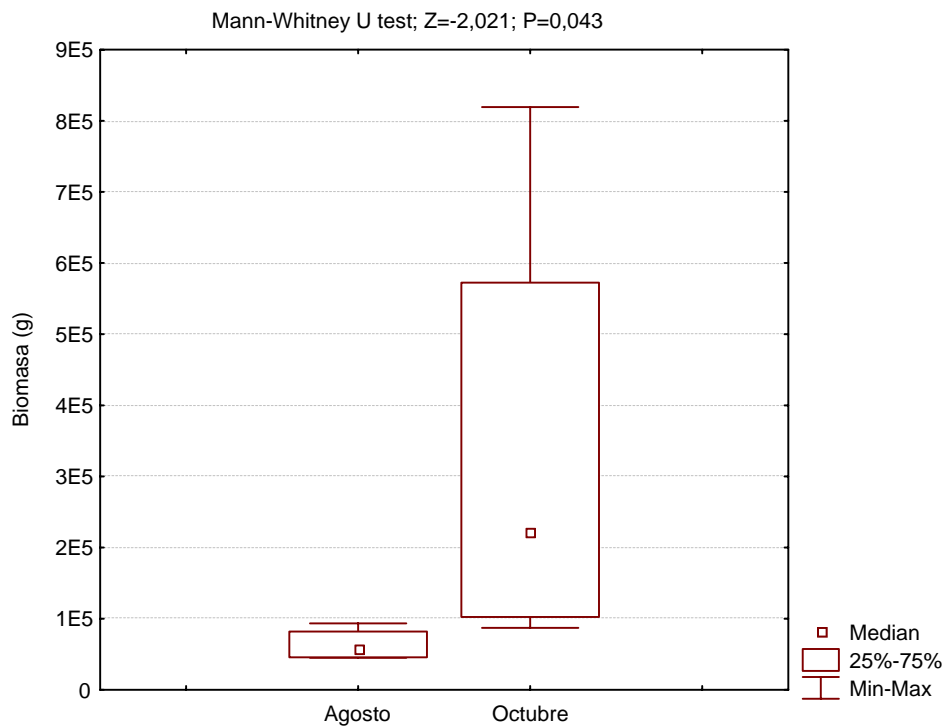


Figura 2.6. Biomasa agregada en el arrecife artificial en agosto y octubre de 2007.

### 2.3.4.- Evaluación de la abundancia ictiológica.

La especie más importante censada en el arrecife artificial, en número de individuos, fue la boga, cuya aportación a la abundancia total en agosto fue del 58% y del 41% en octubre (Figs. 2.7 y 2.8). La siguiente especie en importancia, cuando se valora su contribución en conjunto, es la fula blanca, cuya aportación a la abundancia osciló entre el 26 y 16% en agosto y octubre, respectivamente. No obstante, en octubre dos especies de espáridos contribuyeron con el 37% a la abundancia total (27% la salema y 10% la herrera).

Otras especies relevantes en la fauna del arrecife, pero con poblaciones menos numerosas y aportaciones más modestas a la abundancia total fueron las fulas negras (4 y 2% en agosto y octubre, respectivamente), seifías (3 y 2% en agosto y octubre, respectivamente) y salmonetes (2 y 1% en agosto y octubre, respectivamente). Las galanas, pejeverdes y viejas fueron también relativamente numerosas en el mes de agosto con el 3, 2 y 1% respectivamente. A estas dos especies le siguieron en abundancia la fula negra, el pejeverde y la seifía, con

valores entorno al 1% del total.

Por otro lado, atendiendo a los valores de las tablas 2.7, 2.8 y 2.9 la abundancia fue mucho mayor en el arrecife artificial, en total y por meses, con respecto a la censada en las zonas control. Las diferencias observadas también fueron significativas tanto en los valores totales (Kruskal-Wallis Anova,  $H=11,73$ ;  $P=0,003$ ; Fig. 2.9), como en los correspondientes a cada mes (Kruskal-Wallis Anova,  $H=6,0$ ;  $P=0,049$ ; en ambos casos; Figs. 2.10 y 2.11). No obstante, la biomasa agregada no mostró diferencias significativa en ambos meses (Mann-Whitney U test,  $Z=-1,73$ ;  $P=0,08$ ; Fig. 2.12).

**Tabla 2.7** Valores de los estadísticos descriptivos de la abundancia (Nº individuos/censo) registrada en el arrecife de Puerto del Carmen (valores totales).

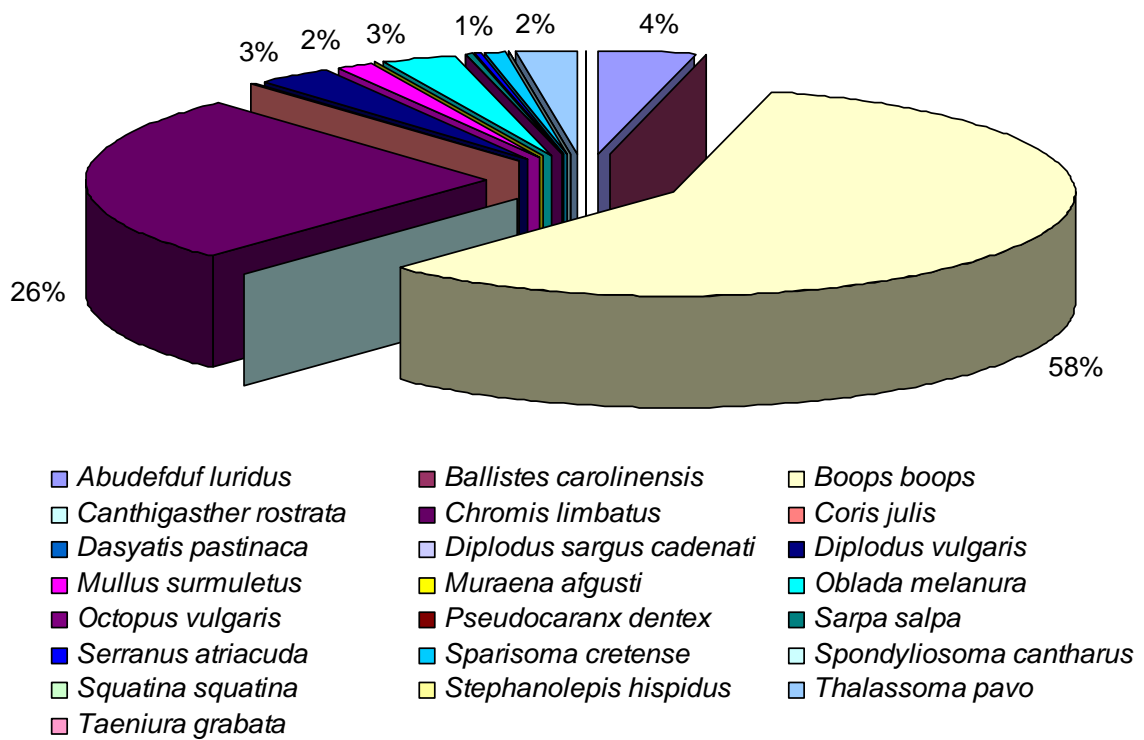
Zona	Media	Mínimo	Máximo	Desviación Estándar
<b>A. Artificial</b>	3778,50	837	9272	2930,19
<b>A. Natural</b>	475,25	168	1272	533,33
<b>Arenal</b>	1,50	0	4	1,91

**Tabla 2.8** Valores de los estadísticos descriptivos de la abundancia (Nº individuos/censo) registrada en el arrecife de Puerto del Carmen en agosto de 2007.

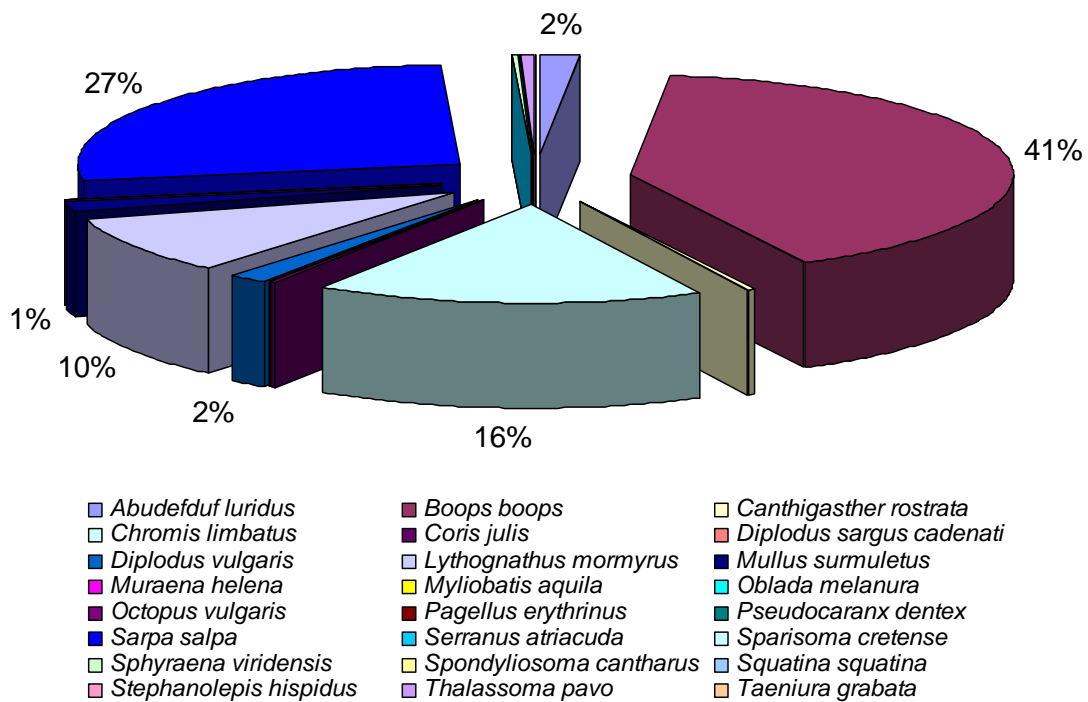
Zona	Media	Mínimo	Máximo	Desviación Estándar
<b>A. Artificial</b>	1923,25	837	3765	1312,58
<b>A. Natural</b>	176,00	168	184	11,31
<b>Arenal</b>	1,00	0	2	1,41

**Tabla 2.9** Valores de los estadísticos descriptivos de la abundancia (Nº individuos/censo) registrada en el arrecife de Puerto del Carmen en octubre de 2007.

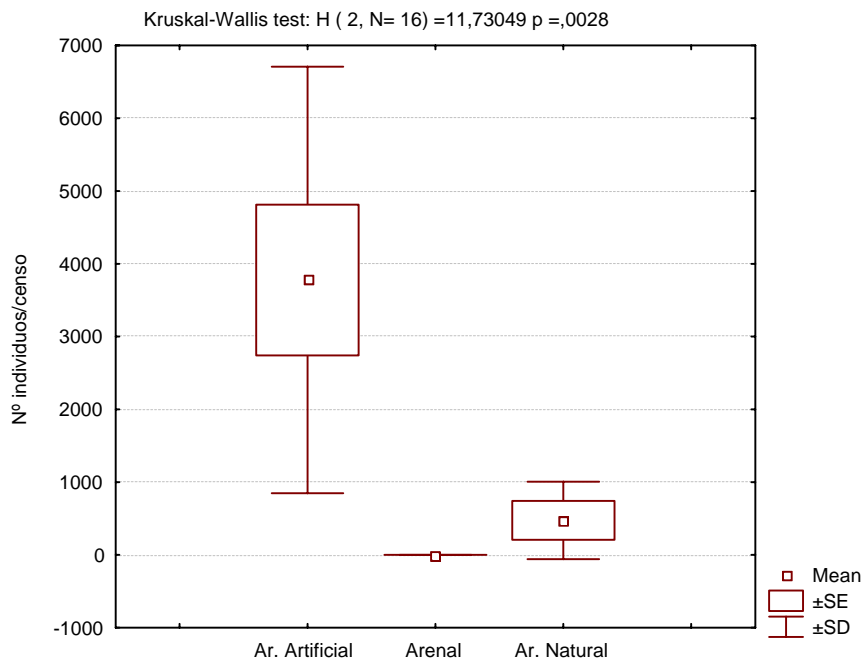
Zona	Media	Mínimo	Máximo	Desviación Estándar
<b>A. Artificial</b>	5633,25	2997	9272	3022,43
<b>A. Natural</b>	774,50	277	1272	703,57
<b>Arenal</b>	2,00	0	4	2,83



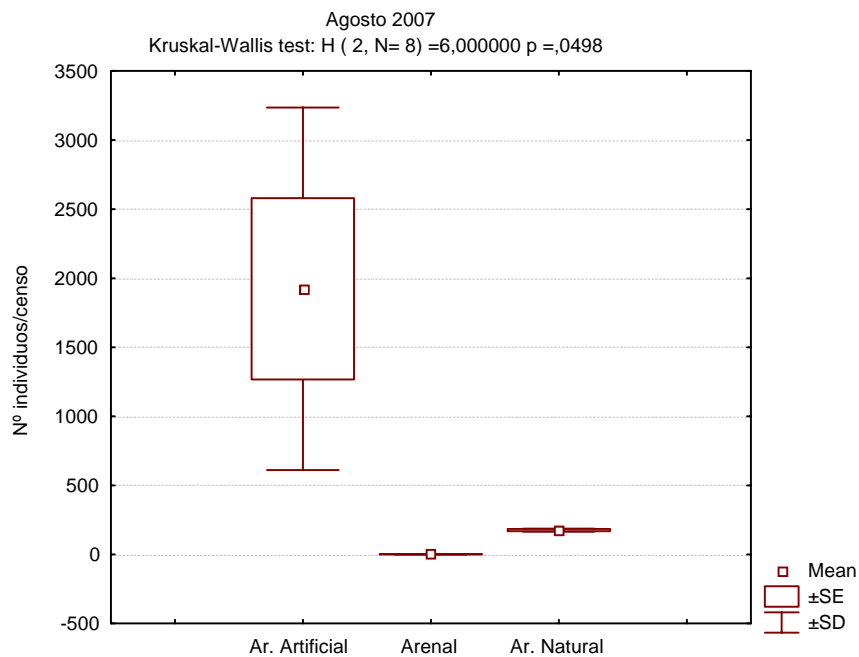
**Figura 2.7.** Abundancia relativa de las diferentes especies agregadas al arrecife en agosto de 2007.



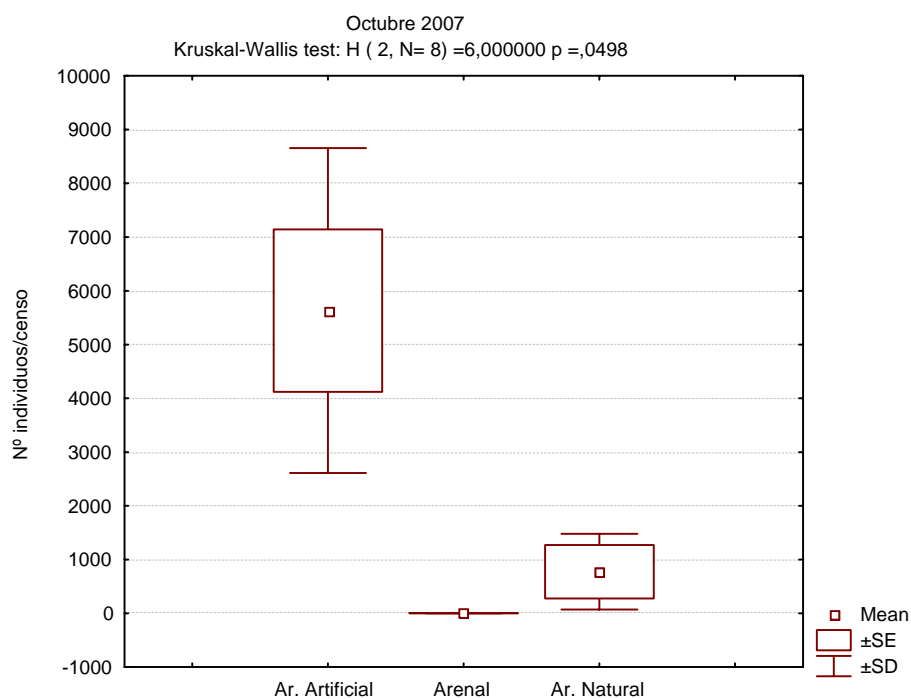
**Figura 2.8.** Abundancia relativa de las diferentes especies agregadas al arrecife en octubre de 2007.



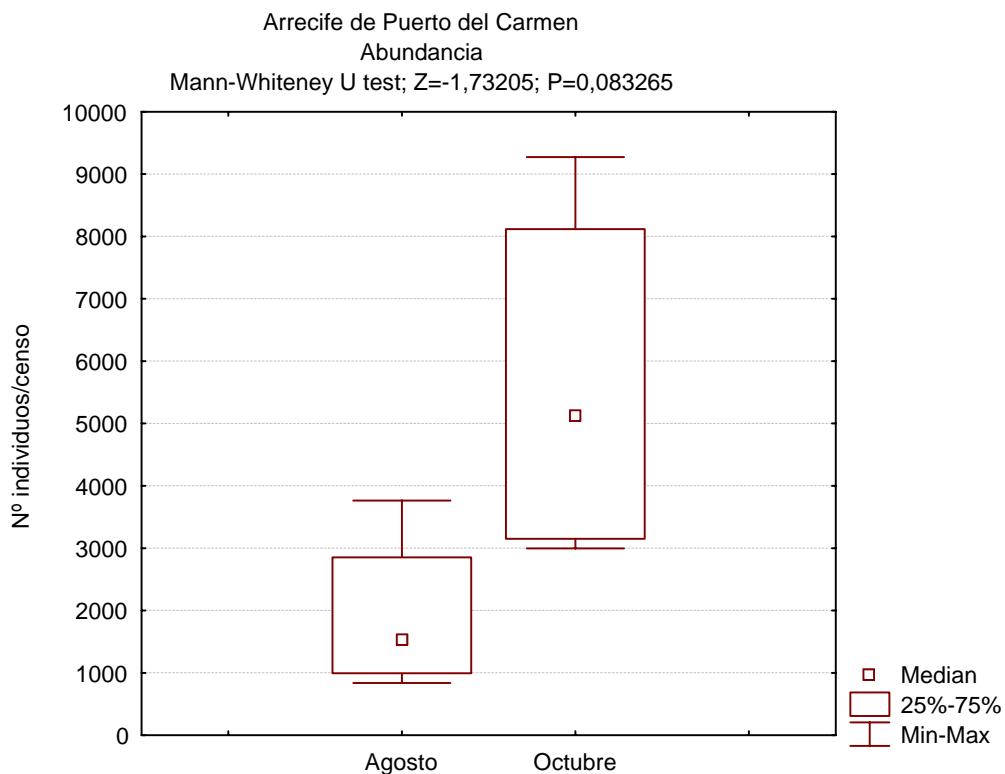
**Figura 2.9.** Abundancia de peces en el arrecife artificial y zonas de control en 2007.



**Figura 2.10.** Abundancia de peces en el arrecife artificial y zonas de control en agosto de 2007.



**Figura 2.11.** Abundancia de peces en el arrecife artificial y zonas de control en octubre de 2007.



**Figura 2.12.** Abundancia de peces en el arrecife artificial en agosto y octubre de 2007.

### 2.3.5- Evaluación de la diversidad de peces.

En el conjunto de las dos evaluaciones realizadas en el campo de arrecifes de Puerto del Carmen en 2007 se registraron 30 especies de peces, algo más del doble de las censadas en el arrecife natural usado como control (12 especies) y 10 veces más que en los arenales próximos (Tabla 2.10). Estas diferencias entre sistemas evaluados, con variaciones en los valores totales, se mantienen en el análisis de cada uno de los meses por separado, casi cuadruplicando la diversidad del arrecife natural en agosto y superándola en siete veces en octubre (Tabla 2.11). Aunque es verdad que en cada mes por separado el número de especies censadas desciende sensiblemente en el arrecife y en las zonas control, respecto al total. El número medio de especies censadas por módulo fue de 14, con una desviación estándar relativamente baja, lo que apunta a cierta estabilidad en la fauna, lo que viene dado fundamentalmente por las especies residentes

territoriales y sedentarias (Tabla 3.12). Este patrón de estabilidad en la diversidad descrito a nivel general se observa también a nivel mensual (Tablas 3.13 y 3.14).

Debido a la poca variabilidad observada, la diversidad de peces en el arrecife artificial fue significativamente más alta que la registrada en las zonas control, tanto a nivel general (Kruskal-Wallis ANOVA,  $H=12,78$ ;  $p=0,0017$ , Fig. 2.13), como en los meses de agosto (Kruskal-Wallis ANOVA,  $H=6,07$ ;  $p=0,049$ , Fig. 2.14) y octubre separadamente (Kruskal-Wallis ANOVA,  $H=6,0$ ;  $p=0,049$ , Fig. 2.15). No obstante, no se apreciaron diferencias significativas en el número de especies censadas en ambos meses (Mann-Whitney U test,  $Z=-1,87$ ;  $P=0,06$ ; Fig. 2.16).

**Tabla 2.10.** Número de especies en las tres zonas estudiadas en Puerto del Carmen. N es el número de censos realizados en cada una de las tres zonas.

Zona	N	Especies de Peces
Arrecife artificial	42	30
Arrecife natural	34	12
Arenal	22	3

**Tabla 2.11.** Número de especies de peces censadas en las tres zonas estudiadas en Puerto del Carmen en los meses de agosto y octubre de 2007.

Zona	Agosto	Octubre
Arrecife artificial	21	29
Arrecife natural	6	11
Arenal	2	1

**Tabla 2.12.** Valores de los estadísticos descriptivos de la diversidad (Nº especies/censo) registrada en el arrecife de Puerto del Carmen (valores totales).

Zona	Media	Mínimo	Máximo	Desviación Estándar
<b>A. Artificial</b>	14,50	11	20	3,25
<b>A. Natural</b>	6,50	4	9	2,38
<b>Arenal</b>	0,75	0	2	0,96

**Tabla 2.13.** Valores de los estadísticos descriptivos de la diversidad (Nº especies/censo) registrada en el arrecife de Puerto del Carmen en agosto de 2007.

Zona	Media	Mínimo	Máximo	Desviación Estándar
<b>A. Artificial</b>	13,25	11	17	2,87
<b>A. Natural</b>	4,50	4	5	0,71
<b>Arenal</b>	1,00	0	2	1,41

**Tabla 2.14.** Valores de los estadísticos descriptivos de la diversidad (Nº especies/censo) registrada en el arrecife de Puerto del Carmen en octubre de 2007.

Zona	Media	Mínimo	Máximo	Desviación Estándar
<b>A. Artificial</b>	15,75	12	20	3,50
<b>A. Natural</b>	8,50	8	9	0,71
<b>Arenal</b>	0,50	0	1	0,71

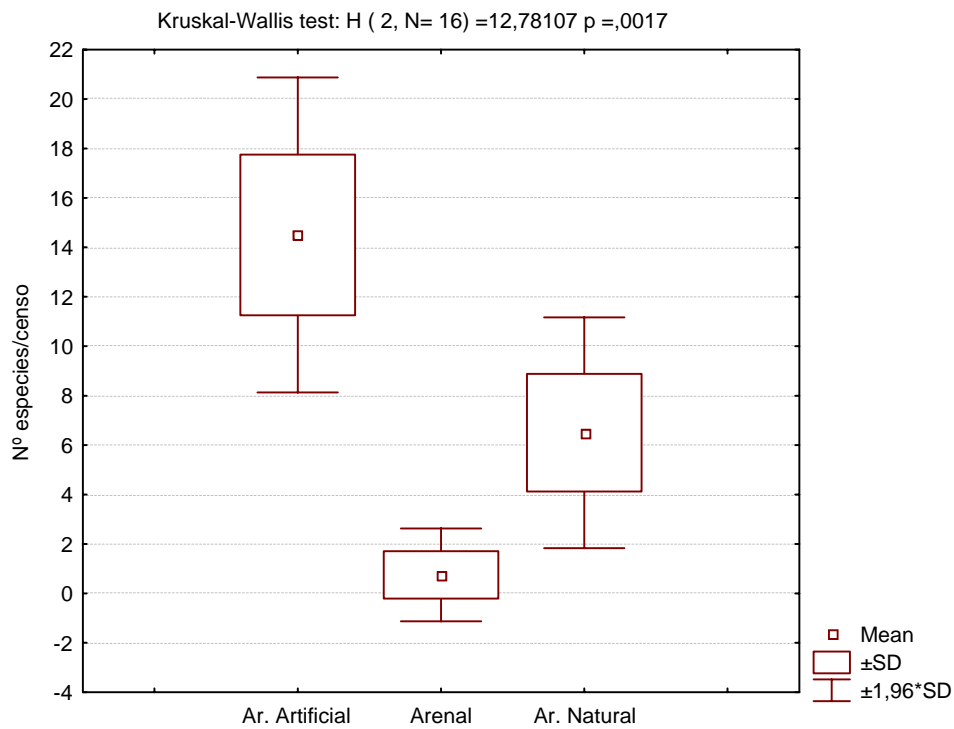


Figura 2.13. Diversidad de peces en el arrecife artificial y zonas de control en 2007.

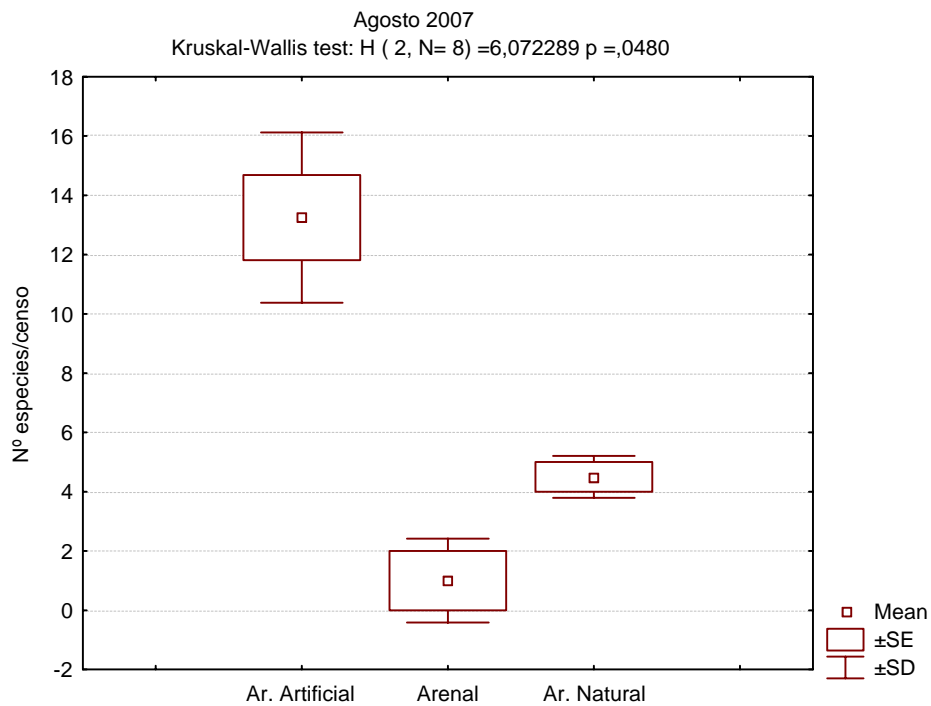
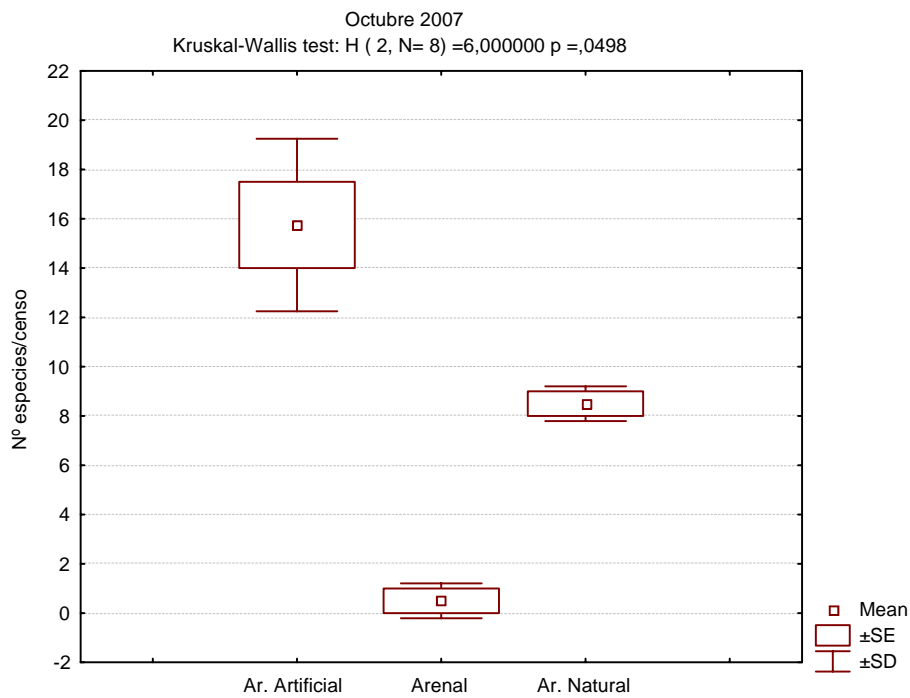
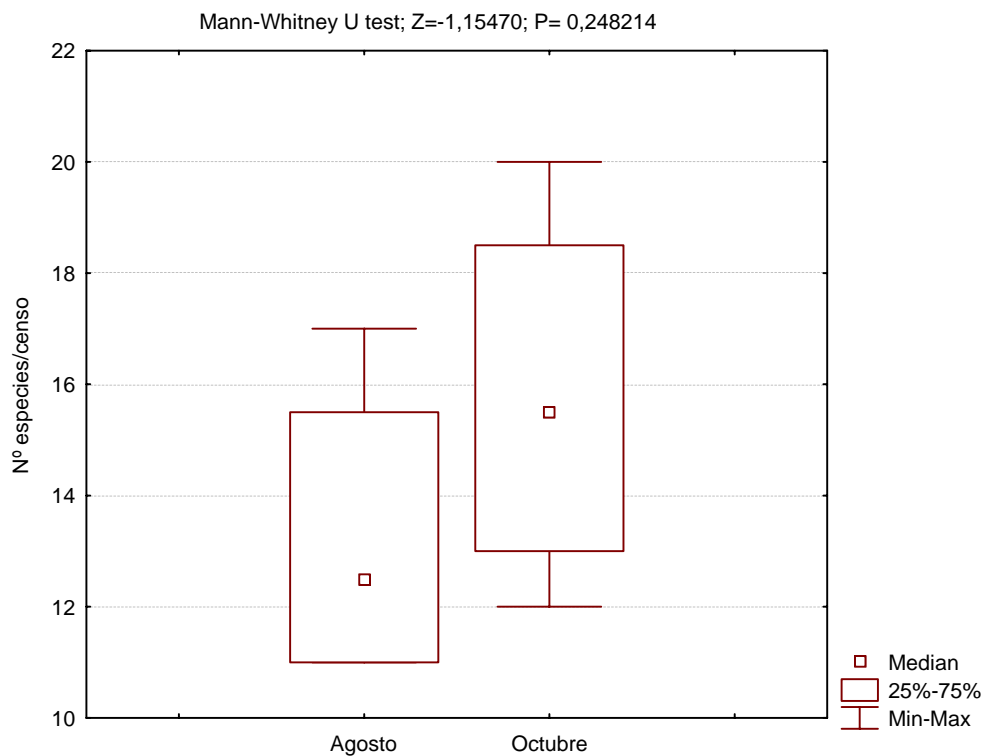


Figura 2.14. Abundancia de peces en el arrecife artificial y zonas de control en agosto de 2007.



**Figura 2.15.** Abundancia de peces en el arrecife artificial y zonas de control en octubre de 2007.



**Figura 2.16.** Abundancia de peces en el arrecife artificial en agosto y octubre de 2007.

## **2.4. Discusión.**

El arrecife artificial localizado frente a la costa de la localidad de Puerto del Carmen (costa sureste de Lanzarote) es el de mayor extensión de los existentes en Lanzarote, y en el se han podido censar distintos grupos de especies de peces, todas ellas comunes en aguas neríticas poco profundas de Canarias (Brito, 1991).

Dicho arrecife mostró una mayor biomasa, abundancia y composición de especies de peces significativamente mayor que el mostrado por los arrecifes naturales próximos, y por supuesto mucho más que los arenales sobre los que se asienta. Sin embargo, y posiblemente por su propia estructuración espacial y tridimensional, los valores mostrados por los parámetros anteriores muestran una alta variabilidad espacial y temporal. Esta es similar a la observada en el resto de arrecifes artificiales del Archipiélago y también en los sistemas naturales, los cuales sufren continuas sucesiones de especies como consecuencia de los ciclos biológicos de las mismas. No obstante, parece existir en el arrecife un núcleo básico de especies que actúan como residentes y cuyas biomásas se ven menos alteradas el espacio y en el tiempo (aunque presentan cierta variabilidad). Estas especies son principalmente los pomacéntridos (fulas blancas y negras), los pejeverdes, gallinitas, viejas, seifías, sargos, salmonetes y otras muchas cuya aportación es mucho más reducida.

La comunidad de peces se estructura en el espacio de forma similar a como lo hacen los sistemas naturales del Archipiélago, con un claro dominio de las especies pelágicas en lo que a biomasa total se refiere, debido esto a comportamiento gregario de dichas especies, mientras que las especies bentodemersales aportaron mayor diversidad. En este sentido, fue la boga (*Boops boops*) la que aportó una mayor biomasa como consecuencia de su mayor abundancia en número de individuos, característica que es cada vez más común en los ecosistemas costeros de las islas. Por otro lado, la salema también fue una especie destacable en el arrecife, especialmente en otoño. Por otro lado, fueron relativamente abundantes las especies cartilaginosas típicas de ambientes arenosos, como el angelote, chuchos y ratones, aunque su abundancia no fue muy alta ya que se trata casi generalmente de individuos solitarios. No obstante, las especies más representativas del arrecife fueron los pomacéntridos (fulas blancas y negras), por su papel residente y sus hábitos territoriales y gregarios, aunque su aportación a la biomasa fuese mucho menor a la mostrada por los espáridos en su conjunto (bogas, salemas, herreras, seifías y sargos

fundamentalmente). Los lábridos (pejeverdes y doncellas), escáridos (viejas), múlidos (salmonetes), serránidos (cabrillas), junto con una amalgama de otras especies menos abundantes pero características de estos hábitats (gallos verdes, gallinitas, tapaculos, lagartos, etc.) completaron el resto de la comunidad de peces.

A pesar de que algunos grupos de especies muestran variaciones achacables a sus ciclos vitales (crecimiento, reclutamiento y comportamiento), no se han constatado diferencias importantes entre ambos periodos de evaluación, especialmente en lo que al número de especies agregadas se refiere. Tampoco se han observado grandes diferencias con las campañas de evaluación realizadas en años anteriores. Así, la abundancia, biomasa total y diversidad específica fue siempre más alta en el sistema arrecifal que en las áreas utilizadas como control (en relación a la diversidad, las diferencias entre el arrecife artificial y natural fueron notables, ya que el arrecife artificial mostró entre cinco y siete veces más especies que el natural, algo más de lo constatado en 2006). Es posible que las marcadas diferencias observadas estén relacionadas con diferencias en la complejidad tridimensional de ambos sistemas, siendo el arrecife natural menos heterogéneo en el espacio, lo cual también condiciona las posibilidades de refugio disponibles para las especies sedentarias.

Una importante curiosidad observada en el arrecife artificial ha sido la presencia de grandes manchas de algas verdes y rojas fijadas a los módulos que coexisten con una importante población de erizas, la más alta registrada en todos los arrecifes artificiales de Canarias (ocurrió lo mismo respecto a los arrecifes naturales). *Diadema antillarum* mostró abundancias muy dispares entre un módulo y otro, incluso agregados en la arena, sin protección. Esto último pone en evidencia el bajo riesgo de predación al que está sometida la especie, posiblemente como consecuencia de una intensa presión pesquera, que se acentúa en el mismo arrecife (Foto 2.32) debido a la capacidad agregatoria del mismo. Sin embargo, la presencia de algas (elemento muy escaso en el resto de arrecifes) conjuntamente con una muy alta población de erizas, plantea muchos interrogantes, ya que hasta ahora se ha asumido que las erizas han sido las responsables únicas de la desaparición de la cobertura algal que aparecen al inicio del proceso de colonización de los módulos. Es evidente que en Puerto del Carmen debe existir algún proceso de enriquecimiento local, aportando nutrientes, que permite que las algas puedan presentar tasas de crecimiento lo suficientemente altas para mantener una densa población de herbívoros, tales

como la posible presencia de algún emisario submarino próximo. Pero también es posible que las erizas no se alimenten necesariamente de esta materia vegetal, por una cuestión de simple selección, o que se desplacen fuera del arrecife para alimentarse en otras zonas durante la noche (Tuya et al., 2004).



**Foto 2.32.** Es común encontrar nasas para peces caladas junto a los módulos del arrecife artificial.