

**Dinámica poblacional de la estrella de mar
Echinaster sepositus (Retzius, 1783) en la costa
sureste de Tenerife**

**Population dynamic of the starfish *Echinaster*
sepositus (Retzius, 1783) en la costa sureste de
Tenerife**



Lorenzo Mejías González

Máster Universitario en Biología Marina: Biodiversidad y conservación

Septiembre de 2019

José Carlos Hernández Pérez, profesor Contratado Doctor del Departamento de Biología Animal, Edafología y Geología y Sara González-Delgado, investigadora predoctoral adscrita al mismo departamento.

HACEMOS CONSTAR:

Que la memoria presentada por Lorenzo Mejías González con el título “Dinámica poblacional de la estrella de mar *Echinaster sepositus* (Retzius, 1783) en la costa sureste de tenerife” ha sido realizada bajo nuestra dirección y reúne todas las condiciones de calidad y rigor científico requeridas para optar a su presentación como Trabajo de Fin de Máster, en el Máster de Biología Marina: Biodiversidad y Conservación de la Universidad de La Laguna, curso 2018-2019.

Y para que así conste y surta los efectos oportunos, firmamos la presente

San Cristóbal de La Laguna, a 5 de septiembre del 2019.

Fdo. José Carlos Hernández Pérez

Fdo. Sara González-Delgado

Índice

1. Introducción.....	1
2. Objetivo.....	2
3. Material y métodos.....	3
3.1 Lugar de estudio.....	3
3.2 Trabajo de campo.....	4
3.3 Análisis de datos.....	5
4. Resultados.....	6
5. Discusión.....	11
6. Conclusiones.....	13
7. Conclusions.....	13
8. Agradecimientos.....	14
9. Bibliografía.....	14

Resumen

Con el presente trabajo pretendemos conocer la densidad de asteroideos, distribución de tallas, selección del hábitat, así como su variación estacional (otoño, invierno y primavera), en la costa sureste de Tenerife. Esta investigación tiene especial interés dado que son escasos los estudios que se han realizado sobre las estrellas de mar de Canarias, a pesar de ser especies que se encuentran en el catálogo de especies protegidas, dentro de la categoría “especies de interés para los ecosistemas marinos canarios”. Por este motivo, se planteó abordar el estudio de las estrellas de Canarias y comenzar con la especie *Echinaster sepositus*, debido a que es una de las estrellas más abundantes y con la que podíamos trabajar bien. Durante la realización del presente trabajo, también se han observado las estrellas *Coscinasterias tenuispina*, *Narcissia canariensis* y *Ophidiaster ophidianus*. En relación a *E. sepositus* no se han encontrado diferencias estacionales significativas en la abundancia, pero sí en las tallas, lo que nos ha permitido estimar su crecimiento. Este fue de $2,20 \pm 1,02$ cm (media \pm desviación estándar) por estación del año, para el periodo de estudio. Por último, señalar que la selección del hábitat por parte de *E. sepositus* es clara, apareciendo frecuentemente sobre sustratos rocosos con cierta cubierta algal.

Palabras clave: Abundancia *Echinaster sepositus*, hábitat, talla, crecimiento, isla de Tenerife

Abstract

In this paper we aimed to examine asteroid densities, size distributions, and habitat selections in addition to seasonal variations (autumn, winter, and spring) on the southeast coast of Tenerife. This research is of special interest because few studies have been conducted on the Canarian starfish despite it being a species found in the catalog of protected species within the category “species of interest to marine ecosystems Canaries”. For this reason, a study of the Canary Islands sea stars was proposed and initiated using the species, *Echinaster sepositus*, one of the most abundant stars and one with which we can work well. During this work, the stars *Coscinasterias tenuispina*, *Narcissia canariensis*, and *Ophidiaster ophidianus* were also observed. In relation to *E. sepositus*, no significant seasonal differences in abundance were found; however, with respect to size, differences between *E. sepositus* and the other species were found, which allowed us to estimate its growth. The average growth was 2.20 ± 1.02 cm (mean \pm standard deviation) per season for the study period. Finally, it should be noted that the selection of habitat by *E. sepositus* is clear as it frequently appears on rocky substrates under some algal cover.

Keywords: abundance, *Echinaster sepositus*, habitat, size, growth, Tenerife Island

1. Introducción.

La fauna de equinodermos del Océano Atlántico se encuentra, en términos generales, bien conocida (Hernández *et al.*, 2012). Sin embargo, las distintas áreas geográficas han sido estudiadas con diferente intensidad (Pérez-Ruzafa y Entrambasaguas, 1999; Hernández *et al.*, 2012). En Canarias, el estudio del filum Echinodermata, concretamente la Clase Asteroidea se comenzó hace 40 años pero de manera muy discreta. Uno de los primeros trabajos fue el realizado por Moreno en 1976, quién hizo un estudio descriptivo de las especies más comunes en Tenerife y sobre su distribución, muestreando en las localidades de San Andrés, Candelaria y Barranco Hondo, cercanas a los puntos de muestreo del presente trabajo. También destacamos el trabajo de Bacallado, Moreno y Pérez – Ruzafa en 1984, quienes elaboraron una primera lista de los principales equinodermos en las Islas Canarias. Estos trabajos son, sin duda, una referencia importante para poder realizar, hoy en día, una comparación de la riqueza y abundancia de Asteroideos en la actualidad.

Los equinodermos son una de las taxocenosis más características del sustrato rocoso infralitoral y desarrollan un importante papel ecológico en las comunidades bentónicas (Birkeland 1989; Menge 1992; Hereu 2004). Muchas especies se consideran clave al controlar directa o indirectamente, la distribución y abundancia de otros organismos bentónicos (Birkeland 1982; Ambrose 1993; Tuya *et al.* 2004). En concreto, la Clase Asteroidea, está compuesta por organismos que juegan papeles ecológicos de gran importancia, al aparecer en todas las franjas latitudinales, al ocupar diversos niveles de las cadenas tróficas y en especial, actuar como depredadores tope en arrecifes rocosos y coralinos (Paulay, 1996). El éxito ecológico del grupo se atribuye, en particular, a varias de sus características morfológicas y de historia de vida, incluyendo su crecimiento indeterminado, su capacidad de regeneración, la ocurrencia de digestión externa (que les da la posibilidad de acceder a una dieta muy diversa), la rapidez en la detección y respuesta ante la presa, así como su gran capacidad de sujeción al sustrato o a las presas gracias a los discos de los pies ambulacrales (Menge, 1982; Blake, 1989; Salgero *et al.*, 2010).

Por todo ello creímos necesario realizar un estudio poblacional donde se describa, por primera vez, variaciones en sus densidades relacionadas con el hábitat, distribución de tallas y crecimiento. Además, estos datos pueden ser de gran importancia para la adecuada gestión de estas especies, que se encuentran en el Catálogo de especies protegidas de la Comunidad

Autónoma de Canarias, dentro de la categoría “especies de interés para los ecosistemas marinos canarios”. El conocimiento de los patrones de abundancia y distribución espacial de las poblaciones se considera esencial y previo a cualquier estudio cuya finalidad sea comprender y/o analizar la organización natural de las comunidades, así como los procesos ecológicos que las afectan (Andrew y Mapstone 1987; Turner 1989; Underwood et al. 2000; Entrambasaguas Monsell, 2008).

El estudio se desarrolló en la franja sureste de la isla de Tenerife, caracterizada por presentar una costa principalmente rocosa, alternando en ocasiones con zonas rocoso-arenosas y pequeñas playas de arena negra y cayados. El infralitoral predominante de las localidades estudiadas es de fondo arenoso y arenoso fangoso en las zonas cercanas a Radazul (Radazul y Tabaiba) (Núñez *et al.*, 2007) y mayor alternancia de rocas con grandes piedras en las localidades de Bocacangrejo y Punta Prieta.

Los ejemplares observados en los muestreos de *visu* con equipo de buceo autónomo en los diferentes periodos del año y localidades fueron: *Coscinasterias tenuispina* (Lamarck, 1816), *Echinaster sepositus* (Retzius, 1783), *Narcissia canariensis* (d'Orbigny, 1839) y *Ophidiaster ophidianus* (Lamarck, 1816) (ver Figura 1). Ninguna estrella de mar observada es endémica de Canarias, ni de la Macaronesia (Entrambasaguas Monsell, 2008; World Register of Marine Species). En el presente trabajo, nos centramos solamente en el estudio de los ejemplares de *E. sepositus*, debido a que resultó ser la estrella más abundante, presente en las cuatro localidades exploradas.

2. Objetivo.

El objetivo del presente trabajo es estudiar la variación espacial y temporal de la densidades, tallas y la selección del hábitat de la especie de asteroideo *Echinaster sepositus* en la costa sureste de la isla de Tenerife.

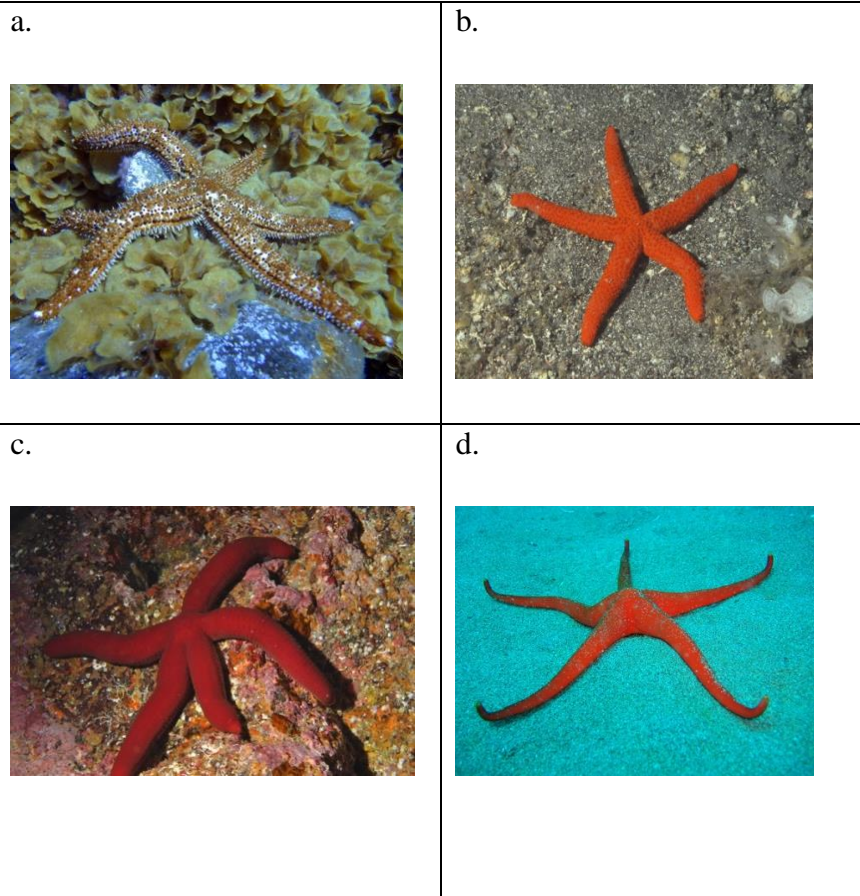


Figura 1. a. *Coscinasterias tenuispina* (Lamarck, 1816), b. *Echinaster sepositus* (Retzius, 1783); c. *Ophidiaster ophidianus* (Lamarck, 1816); d. *Narcisia canariensis* (d'Orbigny, 1839).

3. Material y métodos.

3.1 Lugar de estudio.

Se muestreó en cuatro localidades del sureste de la isla de Tenerife (España). Estas localidades son: Boca Cangrejo (28°24'28.4"N 16°18'41.6"W), Radazul (28°24'02.0" N16°19'27.0"W), Tabaiba (28°24'04.5" N16°19'52.0"W) y Punta Prieta (28°16'20.8" N16°23'04.3"W). En total se muestreó una vez en cada localidad, en diferentes periodos del año, otoño (entre noviembre y diciembre), en invierno (entre enero y marzo) y en primavera (entre abril y mayo).

Seleccionamos las 4 localidades en el sureste de Tenerife que eran de fácil acceso y que eran frecuentadas por el club de buceo (Deep OceanDivers) con los que estábamos colaborando y haciendo las prácticas de empresa.

3.2 Trabajo de campo

Se empleó equipos de buceo autónomo, una cámara de fotos subacuática, una regla de 30 cm para la medición de los ejemplares, una tablilla y un lápiz.

El método de búsqueda y toma de datos de los ejemplares se basó principalmente en la observación directa durante el tiempo de buceo y en las diferentes localidades escogidas para el estudio. El buceo en cada localidad ha tenido el mismo recorrido, pudiendo ser posible la observación de los mismos ejemplares en las diferentes estaciones del año. Cada buceo fue realizado por dos personas y tuvo una duración de 50 minutos. Una vez se encontraba un ejemplar se procedió de la siguiente forma, se fotografió y, con la regla de 30 cm, se midió el ejemplar, apuntándolo en la tablilla. También se registró la profundidad a la que se encuentra la estrella, el tipo de sustrato/comunidad “*in situ*” en el que se asienta y el tipo de comportamiento que presenta el ejemplar, comiendo, en reposo, moviéndose, etc. Posteriormente, en el laboratorio, con las tres fotografías por estrella de mar realizadas, se ha procedido a utilizar el programa ImageJ para superponer tres cuadrantes de 5 x 5 cm alrededor del ejemplar y obtener así la cobertura de comunidad dominante donde se asienta la estrella de mar (Figura 2).

Un primer análisis consistió en el estudio del tipo de hábitat donde aparece la estrella; un análisis posterior se basó en el estudio de las comunidades de algas que rodean a los ejemplares utilizando los cuadrantes superpuestos en las fotografías con el programa ImageJ. En el primer análisis, para diferenciar los tipos de sustrato donde se encuentran las estrellas de mar, se han utilizado las categorías “Roca”, “Alga”, “Arena” y “Piedras”. Para las comunidades de algas, debido a que no se recolectaron muestras de la comunidad, no se ha podido identificar la especie, aunque sí hemos llegado al género o familia. Por ello, los ejemplares de algas encontrados alrededor de las estrellas se han dividido en los grupos funcionales definidos por Steneck y Dethier en 1994, recogidos en la tabla 1.

Tabla 1. Grupos funcionales que se corresponden con cada especie de alga encontrada.

Grupos Funcionales	Algas agrupadas en cada grupo funcional
Algas filamentosas	Algas cespitosas (musgo)
	Orden: Ceramiales

Algas foliosas corticadas	Género: <i>Dyctiota</i> y <i>Lobophora</i>
	Especie: <i>Padina pavonica</i>
Algas articuladas calcáreas	Especie: <i>Corallina caespitosa</i> y <i>Corallina elongata</i>
Algas costrosas calcáreas	Algas Corallinales costrosas (CCA)
Algas macrófitas corticadas	Género: <i>Sargassum</i>
	Especie: <i>Asparagopsis taxiformis</i> y <i>Colpomenia sinuosa</i>

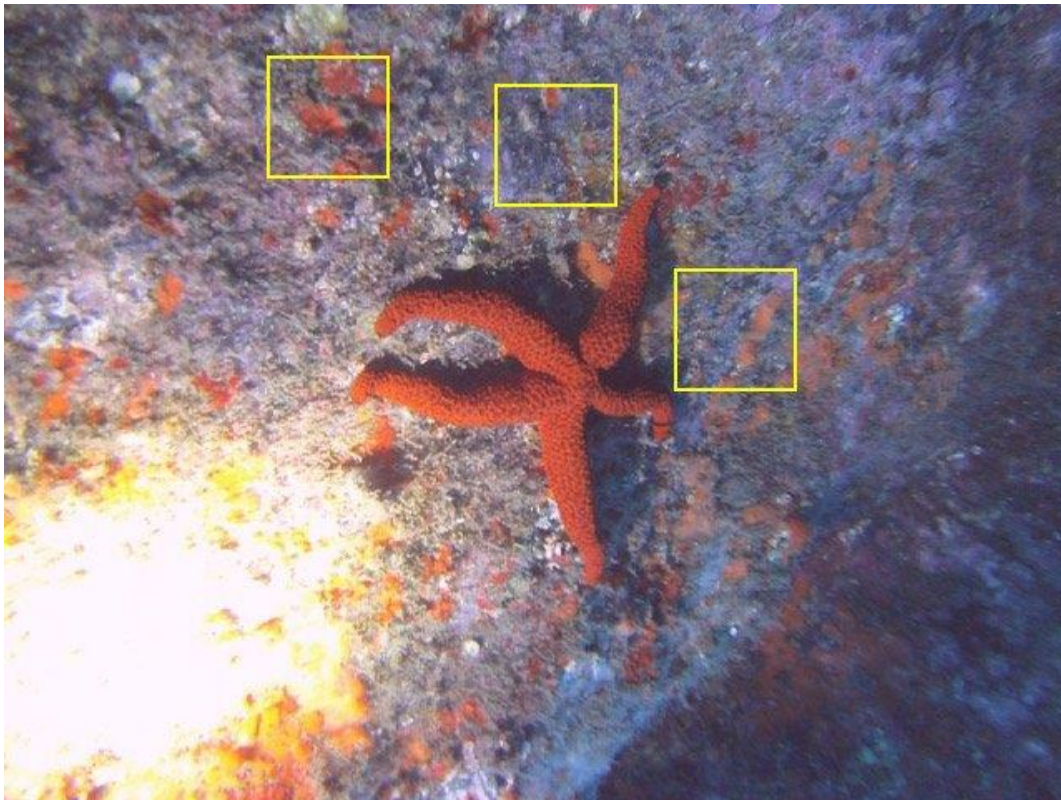


Figura 2. Cuadrantes de 5 x 5cm utilizados mediante el programa ImageJ y colocados alrededor de *Equinaster sepositus* en una fotografía de buceo durante el invierno en la localidad de Punta Prieta.

3.3 Análisis de datos

Los datos obtenidos para el estudio se analizaron con el paquete estadístico PRIMER 6 y PERMANOVA + v.1.0.1. Se realizó un análisis de ANOVA por permutaciones para

comprobar si existen diferencias entre la abundancia y las tallas en las diferentes estaciones muestreadas, utilizando las cuatro localidades de estudio como réplicas, ya que se muestreó en 3 ocasiones en el mismo lugar durante tres estaciones del año (primavera, otoño, invierno).

Por otro lado, se ha realizado una progresión modal en la frecuencia de tallas por estaciones para observar las diferencias en las tallas de los ejemplares con respecto a la estación. Con los datos de tallas medias por estación se realizó una regresión exponencial para representar el crecimiento medio durante el periodo de estudio.

Para el estudio de la elección del hábitat de *Echinaster sepositus* se han realizado dos análisis multivariantes de ordenación, (MultiDimensional Scaling, MDS), uno para el tipo de sustrato que se observó de manera “*in situ*” en los muestreos y el otro para las coberturas de grupos funcionales de algas encontradas, mediante el programa ImageJ (Rasband, 1997).

4. Resultados

Observamos cuatro especies de estrellas de mar diferentes: *Coscinasterias tenuispina*, *Echinaster sepositus*, *Narcissia canariensis* y *Ophidiaster ophidianus*, sin embargo, el estudio se ha centrado en *E. sepositus* debido a que es la estrella más abundante en esta franja del litoral.

Los resultados estadísticos reflejan que no existen diferencias en la abundancia de *E. sepositus* con respecto a la estación del año (Tabla 2). Este dato también queda reflejado en la figura 3, donde se observa que la densidad media encontrada en las 4 localidades, durante las diferentes estaciones del año es similar. Aunque se observaron diferencias en la abundancia entre las localidades muestreadas (Figura 3), no se realizó ningún análisis estadístico al no tener réplicas por localidad.

Tabla 2. Resultados de la PERMANOVA sobre la variación estacional de la abundancia de *E. sepositus* en la costa sureste.

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Unique perms	P(MC)
Es	2	25.167	12.583	6.5246E-2	0.965	367	0.9394
Res	9	1735.8	192.86				
Total	11	1760.9					

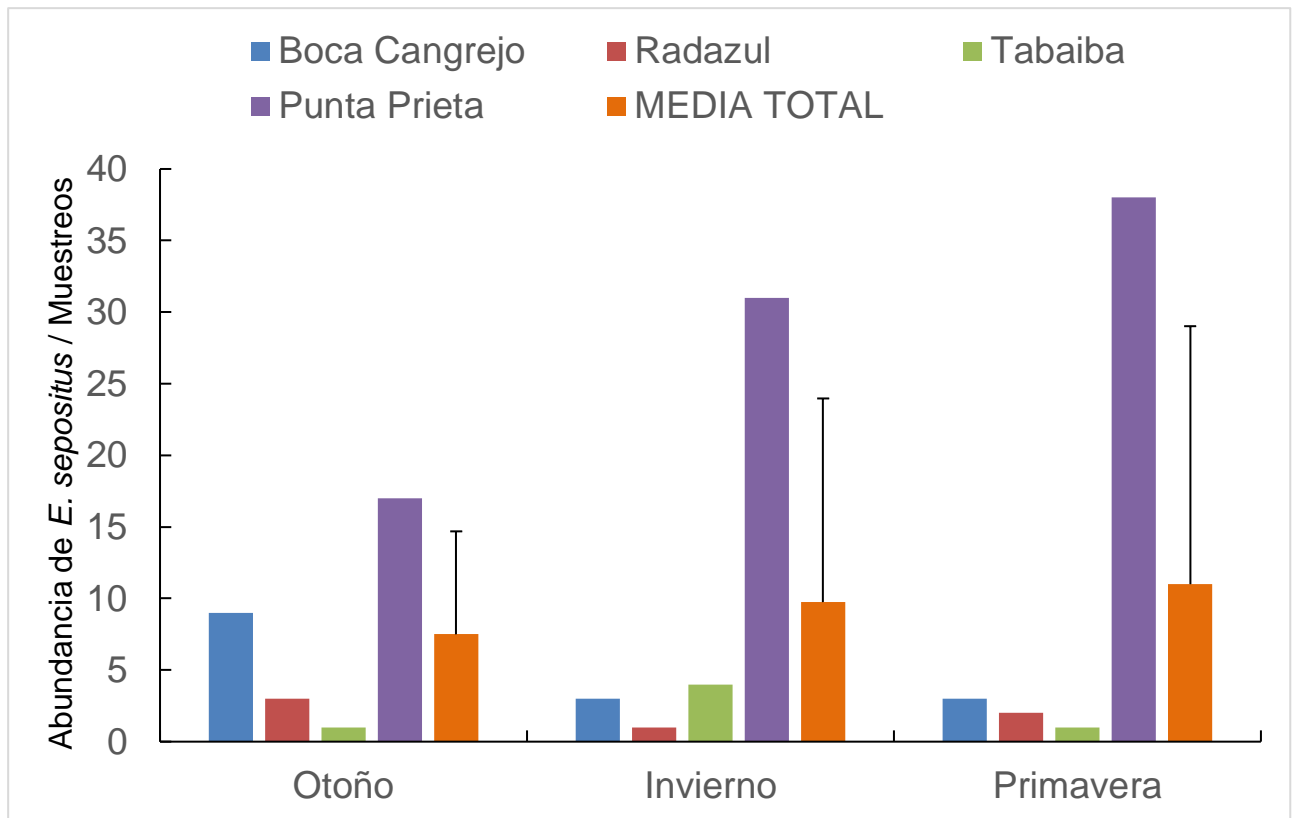


Figura 3. Gráfica de abundancia de *E. sepositus* por localidad y la media total de abundancia por estación

Los resultados de la ANOVA revelan diferencias en las tallas de *E. sepositus* con respecto a las estaciones del año, observándose un claro aumento de las tallas medias en el tiempo (Figura 4). El crecimiento siguió la ecuación exponencial significativa y = $14,048e^{0,1212x}$ que se traduce en un crecimiento medio en talla de 1,48 cm de otoño a invierno y de 2,92 cm de invierno a primavera. Es decir, un crecimiento medio de $2,20 \pm 1,02$ cm (media \pm desviación estándar) por estación del año para el periodo de estudio (Figura 5).

Tabla 3. Resultados de la Anova por permutaciones para la variación temporal de la talla media de *E. sepositus* en la costa sureste.

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Unique perms	P (MC)
Es	2	375.26	187.63	16.531	0.0002	2885	0.0002
Res	109	1237.2	11.35				
Total	111	1612.4					

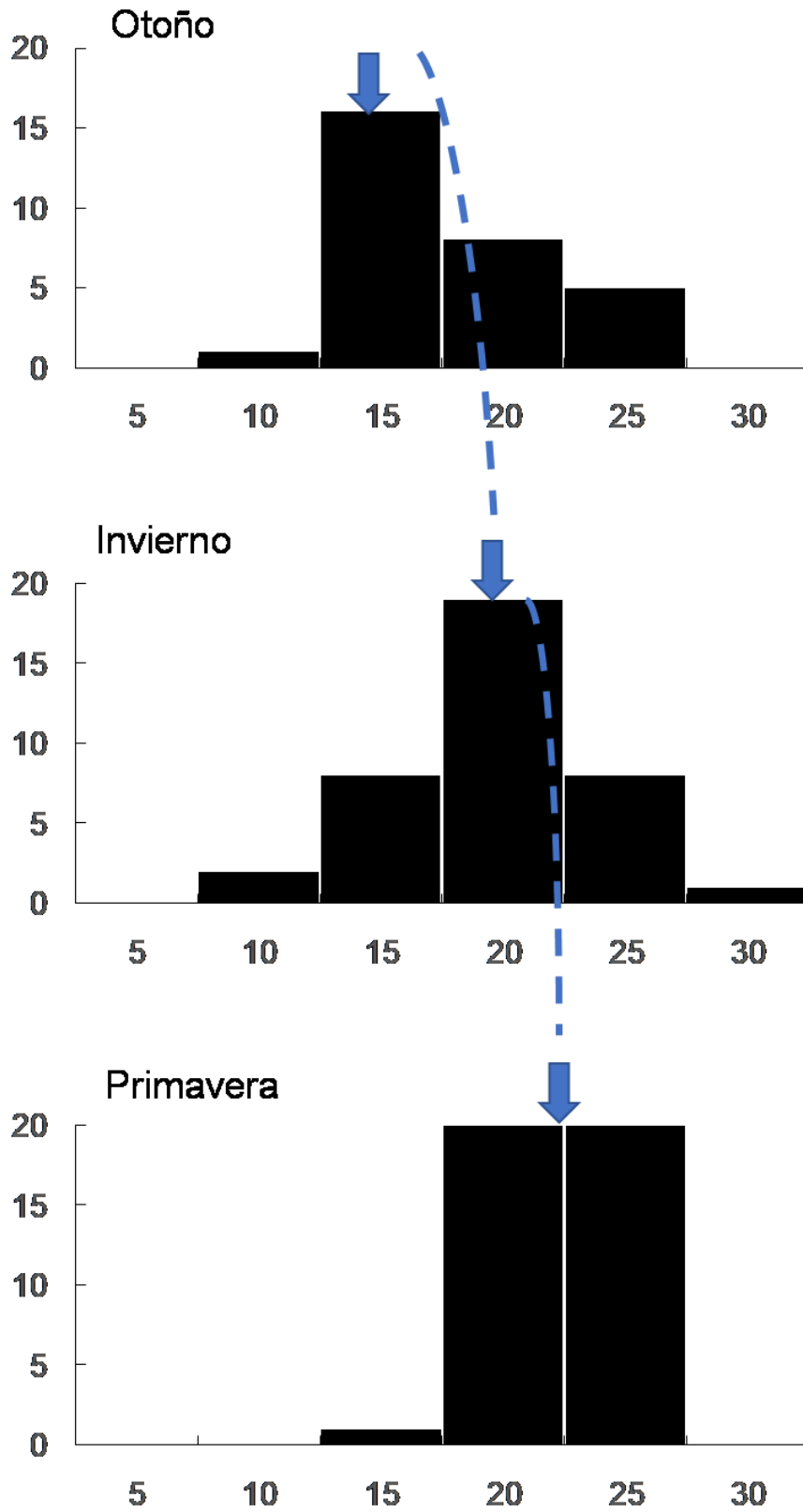


Figura 4. Frecuencia de tallas de *E. sepositus* por estación del año.

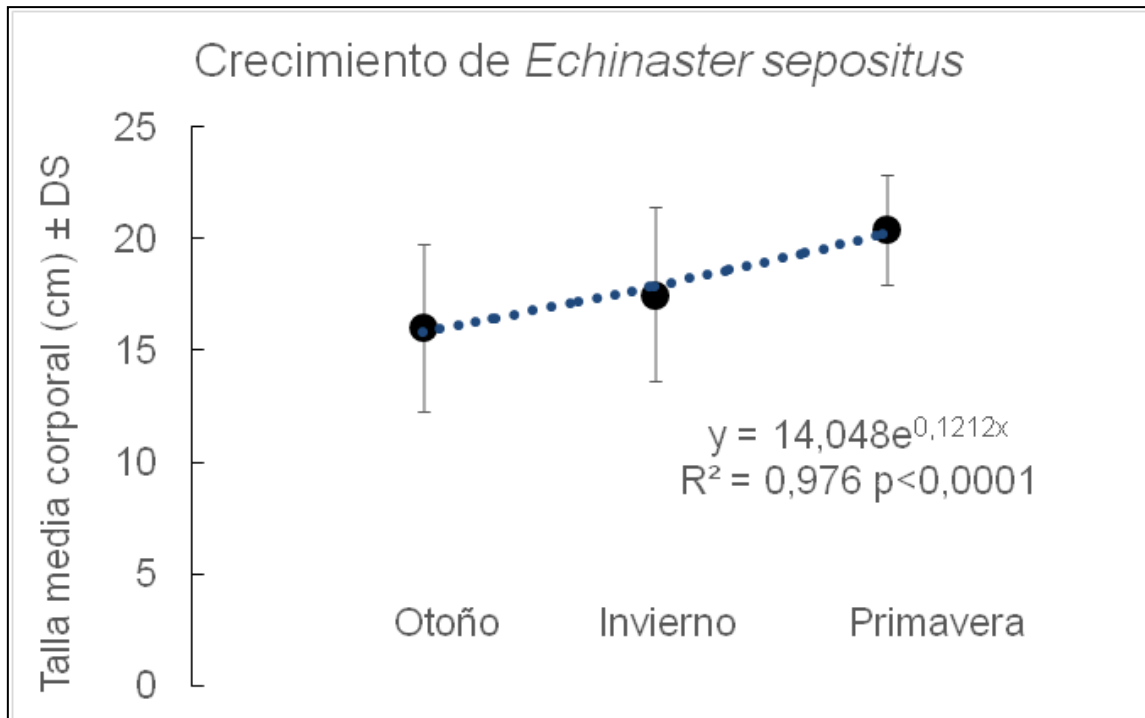


Figura 5. Regresión exponencial que representa el crecimiento medio de la estrella de mar *E. sepositus* durante el periodo de estudio. Se muestra ecuación exponencial, ajuste R2 y significación de la ecuación.

Los datos de la selección del hábitat de *E. sepositus* ponen de manifiesto que esta especie se encuentra principalmente en sustratos rocosos con algas (Figura 6). Con respecto a las comunidades bentónicas de algas donde se asienta *E. sepositus*, se observa que no hay una selección clara de un grupo funcional concreto (Figura 7).

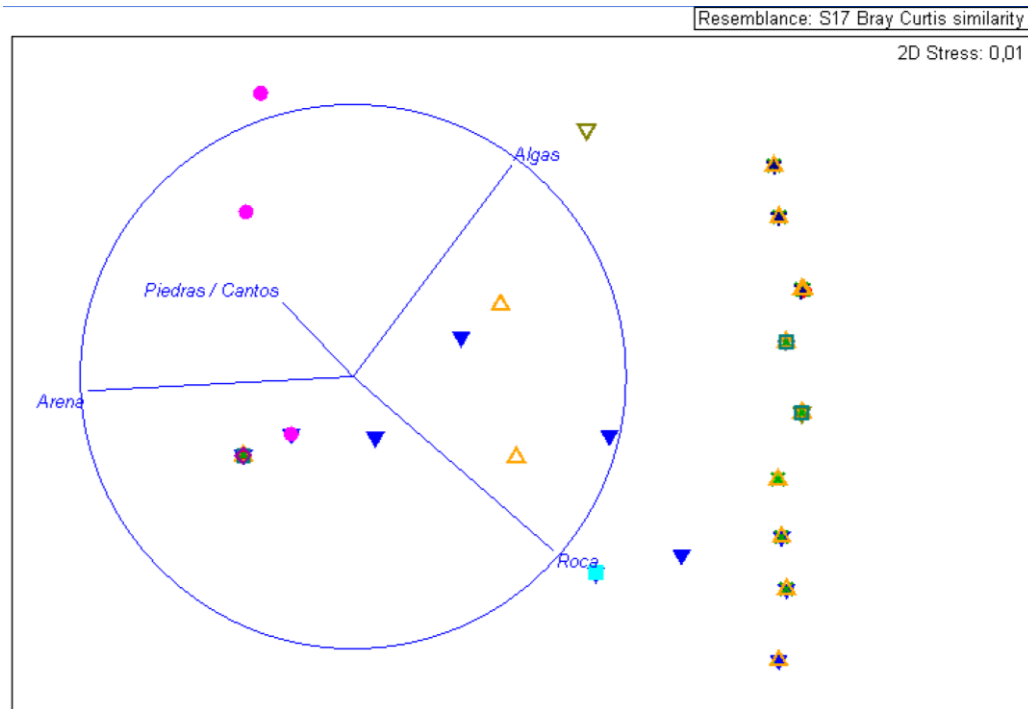


Figura 6. MDS que muestra la selección del hábitat muestreado *in situ* de *E. sepositus*.

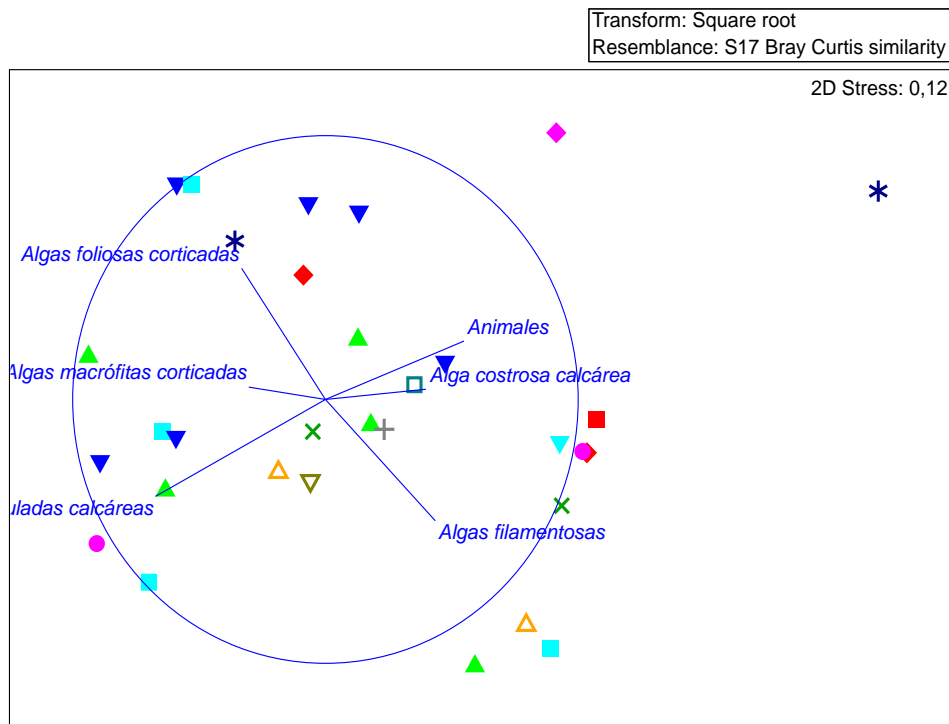


Figura 7. Ordenación MDS de los muestreos para las comunidades de algas agrupadas por grupos funcionales.

5. Discusión

E. sepositus ha sido la estrella más abundante durante la realización de los muestreos en esta orientación de la isla de Tenerife. Ésto puede deberse, en parte, a que la profundidad de los muestreos, entre 10 y 30 metros, y el infralitoral de las localidades combina zonas rocosas y arenosas, siendo estas las características principales del sustrato que selecciona *E. sepositus* para su desarrollo (Bacallado *et al.*, 1984).

La abundancia de *E. sepositus* no difiere en cuanto a las estaciones del año estudiadas, lo que puede ser debido a que los muestreos han tenido el mismo recorrido en cada localidad, incluso pudiendo observar los mismos ejemplares en las diferentes estaciones. Ésto ha resultado particularmente interesante al encontrar diferencias en las tallas de *E. sepositus* con la estación del año (Figura 3). Lo que nos ha permitido determinar así su crecimiento medio durante los meses de estudio, que fue de $2,20 \pm 1,02$ cm (media \pm desviación estándar) por estación del año. Este aumento del tamaño medio de las estrellas, con el paso de las estaciones puede deberse a que éstas realizan su desove en verano (Lawrence, 2013), por lo que, los ejemplares se están alimentando y crecen para tener condiciones fisiológicas óptimas durante la reproducción (Ferguson, 1974).

El tipo de hábitat donde más se ha encontrado *E. sepositus* es en roca con algas (Figura 5), sin embargo, también han sido observadas, ocasionalmente, en fondos arenosos, por lo que se corroboran los resultados obtenidos por Bacallado *et al.*, en 1984, donde observaron que esta estrella de mar se encuentra tanto en sustratos rocosos como arenosos. Si bien, según nuestros resultados parecen preferir los sustratos rocosos, por lo que su aparición en arena podría ser debido a desplazamientos que realizan en busca de un sustrato rocoso adecuado, con algas.

Con respecto a la comunidad de algas donde se asienta *E. sepositus*, no presenta una selección clara por un tipo de grupo funcional de algas concreto, sino que aparece en los diversos grupos funcionales nombrados (Figura 6). Según Villamor y Becerro en un estudio realizado en 2010 en el Mediterráneo, *E. sepositus* presenta una alta correlación con sustratos de algas coralinas costrosas. Mientras que otros estudios definen que *E. sepositus* aparece asociada a hábitats con sustrato rocoso (Entrambasaguas *et al.*, 2008). Nuestro estudio coincide con ambos, la especie selecciona tanto zonas rocosas como lugares donde se asientan algas coralinas costrosas (Caballero *et al.*, 2000). En concordancia con otros estudios realizados con la especie *E. sepositus* podemos concluir de forma preliminar que las estrellas seguramente se

están alimentando de partículas, microorganismos epifaunales y esponjas que crecen sobre roca (Jangoux y Lawrence, 1982; Entrambasaguas, 2008). En este sentido, queremos destacar que observamos en varias ocasiones, sobre todo en los muestreos de primavera, a las estrellas con los estómagos evertidos a través de la boca, lo que indica que se estaban alimentando en el momento de la observación (Lawrence, 2013)(Figura 8). Posiblemente este comportamiento alimenticio está dirigido a la adquisición de energía para la reproducción, que ocurre entre primavera y otoño, siendo el desove en verano (Cognetti y Delavault, 1960; Entrambasaguas, 2008; Lawrence, 2013). De hecho, la media de crecimiento en talla fue mayor de invierno a primavera de 2,92 cm, que de otoño a invierno con 1,48 cm (Figura 5).



Figura 8. Estómago evertido de *Echinaster sepositus* en un muestreo en la localidad de Punta Prieta en primavera.

Las abundancias observadas en el sureste de Tenerife no difieren mucho con respecto al trabajo realizado por Moreno en 1976 y el de Bacallado y colaboradores en 1984, donde ya se observaron las mismas especies que han aparecido en el presente estudio (*Coscinasterias tenuispina*, *Echinaster sepositus*, *Narcisia canariensis* y *Ophidiaster ophidianus*).

El estudio de las estrellas en Canarias ha sido discreto en los últimos años, siendo los trabajos de Entrambasaguas y colaboradores en 2008 en Cabo Verde, los únicos estudios sobre abundancia, distribución espacial y selección de hábitat. Por lo tanto, creemos necesario profundizar en el este estudio de estas increíbles especies que habitan en Canarias. Esto es además mandatorio puesto que estas especies están incluidas en el Catalogo de Especies Amenazadas de la Comunidad Autónoma, dentro de la categoría “especies de interés para los ecosistemas marinos canarios”. El estudio presentado aquí, es una aproximación preliminar que antecedente a cualquier otro estudio posterior cuya finalidad sea comprender o analizar la organización natural de las comunidades, así como los procesos ecológicos que los afectan (Andrew y Mapstone 1987; Turner 1989; Underwood *et al.*, 2000; Entrambasaguas, 2008).

6. Conclusiones

1. El estudio realizado sobre *Echinaster sepositus* corrobora que no existen diferencias estacionales en su abundancia, en cambio, sí existen diferencias en la talla con el tiempo, observándose un claro incremento de las tallas medias de los ejemplares hacia el verano.
2. El incremento medio en talla fue de $2,20 \pm 1,02$ cm (media \pm desviación estándar) por estación del año. Presentando un mayor incremento de la talla media de invierno a primavera, 2,92 cm, que de otoño a invierno con 1,48 cm. Este aumento en las tallas creemos que se debe principalmente a la preparación para el desove que tiene lugar en verano. Este hecho fue corroborado, además, con un mayor número de observaciones de estrellas alimentándose durante los meses de primavera.
3. Con respecto a la selección de hábitat, nuestro trabajo demuestra que ocupan gran diversidad de sustratos, como barro, arena, sustrato algal, fondos detríticos, praderas de fanerógamas marinas y rocas o guijarros, sin embargo, seleccionan principalmente los sustratos rocosos cubierto de algas.

7. Conclusions

1. The study of *Echinaster sepositus* confirms that there are no seasonal differences in abundance, however, there are differences in size over time, observed a clear increase in the average size of specimens by the summer.
2. The average increase in size was 2.20 ± 1.02 cm (mean \pm standard deviation) per season of the year. Presenting a greater increase in the average size from winter to spring, 2.92 cm, than from autumn to winter with 1.48 cm. This increase in sizes we believe is mainly due to the preparation for spawning that takes place in summer. This fact was corroborated, in addition, with a greater number of star observations feeding during the spring months.
3. With regard to habitat selection, our work shows that occupy wide variety of substrates, such as mud, sand, algal substrate, detritic bottoms, seagrass beds and rocks or pebbles, however, mainly selected the covered rocky substrates algae.

8. Agradecimientos

Dar las gracias a los tutores José Carlos Hernández Pérez y Sara González Delgado por el asesoramiento, ayuda con la estadística y el trabajo con las coberturas de algas. Su orientación y paciencia han sido fundamentales para la realización del trabajo de Fin de Máster. Por último, agradezco enormemente a la empresa de buceo Deep Ocean Diver, sobre todo al director David Martínez por ayudarme, asesorarme y prestarme todo el material de buceo necesario, permitiendo con ello la realización de los muestreos para este trabajo. También quiero agradecer su disposición a que haya podido hacer las prácticas de empresa con su excelente grupo de trabajo.

9. Bibliografía

- Ambrose Jr, W.G. (1993). Effects of predation and disturbance by ophiuroids on soft-bottom community structure in Oslofjord: results of a mesocosm study. *Marine Ecology Progress Series. Oldendorf*, 97(3), 225-236.
- Andrew, N.L., y Mapstone, B.D. (1987). Sampling and the description of spatial pattern in marine ecology. *Oceanography and Marine Biology*, 25, 39-90.
- Bacallado, J.J., Moreno, E. y Pérez-Ruzafa, A. (1984). Echinodermata (Canary Islands) – Provisional checklist. *Proceedings of the Fifth International Echinoderm Conference / Galway / 24-29*.
- Birkeland, C. (1982). Terrestrial runoff as a cause of outbreaks of *Acanthaster planci* (Echinodermata: Asteroidea). *Mar. Biol.* 69: 175-185.
- Birkeland, C. (1989). The influence of echinoderms on coral-reef communities. En: *Echinoderm Studies*. Jangoux, M. y Lawrence, J.M. (eds.) Balkelma Press, Rotterdam, pp. 1-79.
- Blake, D.B. (1989). Asteroidea: functional morphology, classification and phylogeny. *Echinoderm studies*, 3, 179-223.
- Caballero, H., Alcolado, P. M., González, P., Perera, S., y Hernández-Fernández, L. (2000). Protocolo para el monitoreo de bentos en arrecifes coralinos. *Versión ajustada a partir del método de campo AGRRA*.
- Cognetti, G., y Delavault, R. (1960). Recherches sur la sexualité d'*Echinaster sepositus* (Echinoderme, Asteroidea). Etude des glandes génitales chez les animaux des côtes de Livourne. *Cah Biol Mar*, 1, 421-432.

- Entrambasaguas, L., Pérez-Ruzafa, Á., García-Charton, J.A., Stobart, B., y Bacallado, J.J. (2008). Abundance, spatial distribution and habitat relationships of echinoderms in the Cabo Verde Archipelago (eastern Atlantic). *Marine and Freshwater Research*, 59(6), 477-488.
- Entrambasaguas Monsell, L.D. (2008). *Estudio faunístico y ecológico de los equinodermos del archipiélago de Cabo Verde* (Doctoral dissertation, Universidad de Murcia).
- Ferguson, J.C. (1974). Growth and reproduction of *Echinaster echinophorus*. *Florida Scientist*, 57-60.
- Hereu, B. (2007). *Role of trophic interactions between fishes, sea urchins and algae in the northwestern Mediterranean rocky infralitoral*. Universitat de Barcelona. Pages: 287.
- Hernández, J.C., S. Clemente, F. Tuya, A. Pérez-Ruzafa, C. Sangil, L. Moro-Abad y J.J. Bacallado-Aránega (2012) Echinoderms of the Canary Islands, Spain. En: *Echinoderm Research and Diversity in Latin America*. Alvarado, J.J. & Solís-Marín F.A. (Eds.) Pages: 471-510 Springer, New York. ISBN: 978-3-642-20050.
- Jangoux, M., & Lawrence, J. M. (1982). *Echinoderm nutrition*. CRC Press. Pages: 700.
- Lawrence, J.M. (Ed.). (2013). *Starfish: biology and ecology of the Asteroidea*. JHU Press. Pages: 267.
- Menge, B.A. (1982). Effects of feeding on the environment: Asteroidea. *Echinoderm nutrition*, 521-551.
- Menge, B.A. (1992). Community regulation: under what conditions are bottom-up factors important on rocky shores?. *Ecology*, 73(3), 755-765.
- Moreno, E. (1976). Estudio descriptivo y de distribución de los asteroideos de las Islas Canarias. *Memoria de Licenciatura*. Pages: 301.
- Paulay, G. (1997). Diversity and distribution of reef organisms. *Life and death of coral reefs*, 198-229.
- Rasband, W.S. (1997) ImageJ, U. S. National Institutes of Health, Bethesda, Maryland, USA, <https://imagej.nih.gov/ij/>, 1997-2018.
- Ruzafa, A.P., y Entrambasaguas, L. (1999). Fauna de equinodermos (Echinodermata) de los fondos rocosos infralitorales del archipiélago de Cabo Verde. *Revista de la Academia Canaria de Ciencias:= Folia Canariensis Academiae Scientiarum*, 11(3), 43-62.
- Salguero, L., Montserrat, B., y Reyes Bonilla, H. (2010). Estructura comunitaria y trófica de las estrellas de mar (Echinodermata: Asteroidea) en arrecifes rocosos de Loreto, Golfo de California, México. *Hidrobiológica*, 20(2), 127-134.

- Steneck, R.S., y Dethier, M.N. (1994). A functional group approach to the structure of algal-dominated communities. *Oikos*, 69(3), 476-498.
- Turner, M.G. (1989). Landscape ecology: the effect of pattern on process. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 20(1), 171-197.
- Tuya, F., Boyra, A., Sanchez-Jerez, P., Barbera, C., y Haroun, R.J. (2004). Relationships between rocky-reef fish assemblages, the sea urchin *Diadema antillarum* and macroalgae throughout the Canarian Archipelago. *Marine Ecology Progress Series*, 278, 157-169.
- Underwood, A.J., Chapman, M.G., y Connell, S.D. (2000). Observations in ecology: you can't make progress on processes without understanding the patterns. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 250(1-2), 97-115.
- Villamor, A., y Becerro, M.A. (2010). Matching spatial distributions of the sea star *Echinaster sepositus* and crustose coralline algae in shallow rocky Mediterranean communities. *Marine Biology*, 157(10), 2241-2251.

Webs consultadas:

- Mah, C.L. (2019). World Asteroidea Database. *Coscinasterias tenuispina* (Lamarck, 1816). Recuperado el 19 de Junio de 2019, de World Register of Marine Species (WoRMS):
<http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=123795>
- Mah, C.L. (2019). World Asteroidea Database. *Echinaster (Echinaster) sepositus* (Retzius, 1783). Recuperado el 19 de Junio de 2019, de World Register of Marine Species (WoRMS):
<http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=125161>
- Mah, C.L. (2019). World Asteroidea Database. *Narcissia canariensis* (d'Orbigny, 1839). Recuperado el 19 de Junio de 2019, de World Register of Marine Species (WoRMS):
<http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=124095>
- Mah, C.L. (2019). World Asteroidea Database. *Ophidiaster ophidianus* (Lamarck, 1816). Recuperado el 19 de Junio de 2019, de World Register of Marine Species (WoRMS):
<http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=124101>