

Estudio de la influencia de la acuicultura en la comunidad mesozooplancónica de zonas costeras de la isla de Tenerife

María del Carmen Mingorance Rodríguez¹, Fernando Lozano Soldevilla², José A. García Braun², José M^a Landeira Sánchez²

¹ Instituto de F. P. Marítimo Pesquero de Santa Cruz de Tenerife
c/ El Cercado, 2, 38120 San Andrés, Santa Cruz de Tenerife (España)
e-mail: mminrod@gobiernodecanarias.org

² Departamento de Biología Animal, (U.D.I. Ciencias Marinas), Facultad de Biología, Universidad de La Laguna, Tenerife.
c/ Astrofísico Francisco Sánchez, s/n, 38206 La Laguna, Tenerife (España)

Resumen

En el periodo de mayo a octubre de 2002, se han realizado una serie de muestreos en una estación fija situada entre dos concesiones de acuicultura, y en una segunda estación nerítica que se ha utilizado como referencia, con el objeto de estudiar la comunidad mesozooplancónica y la influencia que sobre ella pueden tener las condiciones que se dan en una zona de cultivos de la costa noreste de Tenerife. La acuicultura es una actividad que puede provocar cambios en el medio ambiente, concretamente a través de la liberación de nutrientes como fósforo y nitrógeno, lo que produce una eutrofización en el medio. En la estación de muestreo influenciada por actividades de acuicultura (E-5) se ha encontrado, a lo largo del periodo estudiado, una mayor densidad de población, con un valor medio de 920,01 ejemplares/m³ frente a los 398,10 ejemplares/m³ encontrados en la estación (E-1), pero en ella se observa también una distribución irregular en comparación con la estación nerítica de referencia.

Summary

Study of the influence of the aquaculture in the mesozooplanktonic community of coastal zones of Tenerife island

From May to October 2002, a series of samplings were carried out in a fixed station situated between two concessions of aquaculture, and a second neritic station used as reference, with the aim of studying the mesozooplanktonic community and the influence that on it can have the conditions that are given in that area of culture of coast northeast of Tenerife Island. The aquaculture is an activity which can cause changes in the environment, in particular through the liberation of nutrients like phosphorus or nitrogen, which produces an eutrophication in the environment. In the station of sampling influenced by aquaculture activities (E-5) a greater density of population, has been found, during the studied period, with an average value of 920,01 ind./m³ as opposed to the 398,10 ind./m³ found in the station (E-1), but in it is observed also an irregular distribution in comparison with the neritic station of reference.

Introducción

La acuicultura en el Archipiélago Canario comienza a desarrollarse en la década de los 80 en Gran Canaria y en Tenerife, siendo en estas dos islas en las únicas en las que, hasta el año 2000, había empresas dedicadas al engorde de Dorada y de Lubina (Mingorance, 2001). Actualmente, existen además otras dos empresas, una en la isla de Lanzarote (Yaiza), dedicada al engrase de Atún, y la segunda en la isla de La Palma (Tazacorte) dedicada al engorde de Dorada.

En noviembre de 2003, existen en Canarias 35 empresas de acuicultura, básicamente dedicadas al engorde de Dorada (*Sparus auratus*) y Lubina (*Dicentrarchus labrax*) en jaulas flotantes.

En el momento de iniciar el estudio cada una de las concesiones entre las que se situó una de las estaciones de muestreo contaba con cuatro jaulas flotantes de 19-20 m de diámetro con Doradas y Lubinas, teniendo dichas concesiones 75 100 m² y 71 089 m² de extensión. En junio de 2002 ambas empresas realizaron una ampliación, duplicando el número de jaulas (Figura 1).

Figura 1. Jaulas de cultivo en la zona de Igueste de San Andrés (Tenerife).



Con este estudio, se intenta dar una visión de la evolución del mesozooplankton con respecto al subsector de la acuicultura, claramente en desarrollo en nuestro archipiélago desde principios de los años 80 hasta el momento actual (Mingorance, 2001). Una de las estaciones de muestreo se escogió entre las dos concesiones porque diversos estudios han demostrado que existe una cierta pérdida de pienso a través de las redes de las jaulas (Goulão y cols, 2001), lo que en principio debe traducirse con una mayor cantidad de nutrientes disponibles en el medio. Además, dada la importancia que ha ido adquiriendo la acuicultura, se han realizado estudios del impacto ambiental que se puede producir en mar abierto utilizando modelos numéricos (Fontán y cols, 2002).

Aunque tradicionalmente los organismos planctónicos se han dividido en fitoplancton (autótrofos) y zooplancton (heterótrofos), según las clasificaciones más recientes esta distinción no parece apropiada, ya que entre los organismos autótrofos se incluyen los vegetales, algunos protistas y bacterias, y entre los heterótrofos están los animales, otros protistas y bacterias (Cognetti y cols, 2001).

Diversos autores han realizado clasificaciones del plancton por su tamaño, sin llegar a un acuerdo definitivo, aunque actualmente, una de las más utilizadas cataloga al mesozooplancton como el conjunto de animales planctónicos cuyas dimensiones oscila entre 0,2-20 mm (Sieburth y cols, 1978).

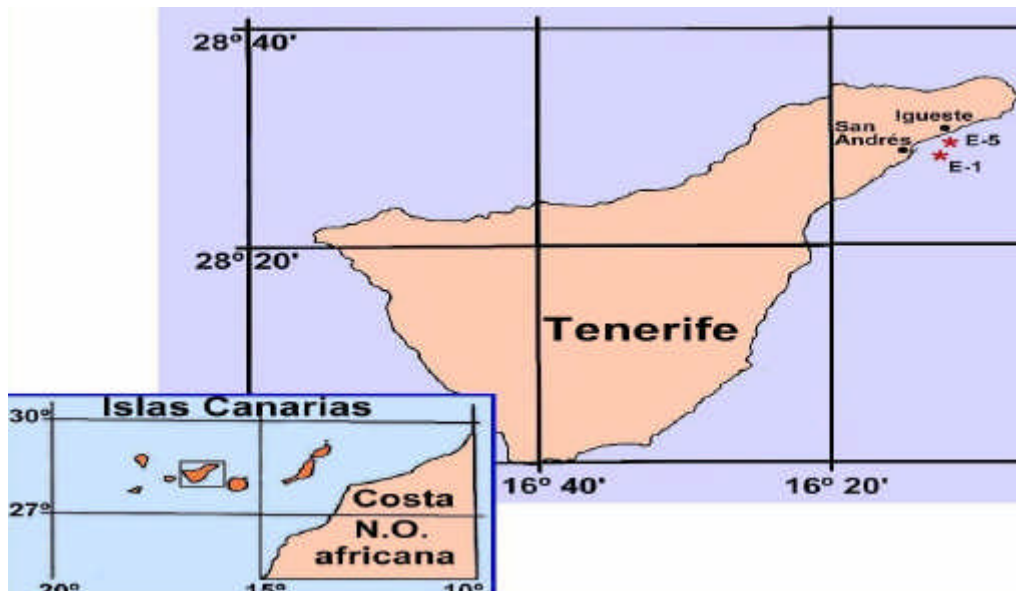
La comunidad planctónica es la base de todas las cadenas tróficas marinas; concretamente la mayor parte de los componentes del mesozooplancton son considerados una pieza clave en el control tanto de las poblaciones de plancton vegetal como de las tasas de exportación de carbono hacia el fondo marino.

La regulación de los flujos de carbono por parte del mesozooplancton está basada en su capacidad para compactar materia (orgánica e inorgánica), en paquetes fecales de mayor tamaño, aumentando así la velocidad de sedimentación de ésta. Esta mediación adquiere mayor importancia en mares y océanos oligotróficos, como es el caso de las aguas de Canarias. También, el carácter herbívoro de muchos integrantes del mesozooplancton es también uno de los principales factores responsables del control de las poblaciones del plancton vegetal (micro y nanoplancton).

Material y métodos

El material estudiado procede de los arrastres realizados durante el periodo mayo-octubre de 2002, en dos estaciones situadas en el noreste de la Isla de Tenerife (Islas Canarias). La estación E-1 se encuentra situada frente a la playa de Las Teresitas ($28^{\circ}29,767' N - 16^{\circ}10,550' W$), con fondo a 64 m; la segunda estación (E-5) está situada entre dos concesiones de acuicultura, en la zona de Igueste de San Andrés, siendo sus coordenadas $28^{\circ}30'53'' N - 16^{\circ}09'46'' W$, con fondo a 23 m (Figura 2).

Figura 2. Situación de las estaciones de muestreo.



Las características y condiciones en las que se realizaron la toma de muestras y la evolución de la temperatura superficial del agua en el momento de realizar los muestreos se reflejan en la Tabla 1.

Los arrastres de plancton fueron del tipo vertical en las dos estaciones de muestreo, entre 50 y 12,5 m de profundidad y superficie, empleándose una red del tipo Juday-Bogorov de 56 cm de diámetro de boca ($0,246 \text{ m}^2$), mallas de 250μ de diámetro y obteniéndose un volumen de agua filtrada de $12,3 \text{ m}^3$ y $3,08 \text{ m}^3$ respectivamente.

Tabla 1. Valores de los parámetros oceanográficos y atmosféricos en el momento de la toma de muestras.

	Fecha	Hora (G.M.T.)	T ^a sup. agua	Estado de la mar	Cielo	Viento
E-1	31-5-02	10.10	19,5	Calma	Nublado	Nordeste flojo
	26-6-02	09.40	20,5	Mar de levas	Nublado	Nordeste flojo
	24-7-02	08.50	21,0	Mar de levas	Despejado	Nordeste flojo
	27-8-02	08.50	21,0	Mar de levas	Despejado	Nordeste flojo
	24-9-02	10.00	22,0	Calma	Nubes y claros	Nordeste flojo (inapreciable)
	29-10-02	09.00	22,0	Calma	Despejado	Este-sureste flojo
E-5	31-5-02	12.30	19,5	Calma	Nubes y claros	Nordeste flojo
	29-6-02	13.30	20,5	Calma	Despejado	Nordeste flojo
	24-7-02	10.30	22,0	Mar de levas	Despejado	Nordeste flojo
	27-8-02	10.15	21,0	Mar de levas	Despejado	Nordeste flojo
	24-9-02	15.10	23,0	Mar de levas	Despejado	Nordeste flojo
	29-10-02	13.27	22,0	Calma	Despejado	Este-sureste flojo

Las muestras fueron fijadas inmediatamente a bordo con formol al 4%, previamente neutralizado en el laboratorio, y debidamente etiquetadas, almacenándose para su posterior estudio.

Una vez en el laboratorio, se procedió a la subdivisión de las muestras hasta nivel 4 de fraccionamiento (16 submuestras) con un subdivisor Folsom, realizándose el recuento total en cada una de las 4 submuestras y ponderando los resultados a la muestra total; para el recuento se utilizó una placa de tipo Bogorov y una lupa binocular.

Resultados

En las Tablas 2 y 3 se expresan los resultados de los recuentos efectuados en las dos estaciones de muestreo, correspondientes a los 22 taxones considerados, con indicación del número de ejemplares/ m^3 y porcentaje (%) para cada uno de los grupos tenidos en cuenta.

La densidad de población en la estación E-1 osciló entre 736,26 ejemplares/ m^3 en agosto y 197,40 ejemplares/ m^3 en junio, mientras que en la estación E-5 osciló entre 146,49 ejemplares/ m^3 en agosto y 141,56 ejemplares/ m^3 en septiembre, siendo los valores medios 398,05 y 920,01 ejemplares/ m^3 respectivamente.

En todas las muestras, los copépodos han sido el taxón más abundante, tanto en número ejemplares/ m^3 como en porcentaje del mesozooplancton total, oscilando su porcentaje entre 41,07 y 65,90% en E-1 con un valor medio de 55,24%, y entre 33,33 y 77,81% en E-5 con un valor medio de 60,70%.

Hasta principios de otoño, se aprecia una alta abundancia de larvas de crustáceos, con porcentajes máximos de 3,63% en julio (E-1) y de 10,21% en junio (E-5) y de huevos, con porcentajes máximos de 47,85% en mayo (E-1) y de 56,83% en julio (E-5) mientras que a partir de finales de verano se observa un aumento considerable de apendicularios, que pasa a ser el segundo taxón más representado en septiembre con un 21,74% y 11,01% en E-1 y E-5 respectivamente.

En E-5, muy pocos taxones, aparte de los citados anteriormente, superan el 1,5% del total de mesozooplancton: sólo quetognatos en junio (6,63%), julio (2,18%), agosto (1,75%) y septiembre (3,67%), pterópodos en junio (2,65%) y septiembre (1,83%), estando ausentes en el muestreo de agosto, sifonóforos en julio (1,91%) y larvas de equinodermos en septiembre (1,83%). En esta estación, la muestra que presentó una mayor diversidad de taxones fue la del mes de junio, en la que estuvieron presentes 18 de los 22 taxones clasificados, no correspondiéndose con la muestra de mayor densidad (agosto).

Tabla 2. Densidad de población (Dp) (número ejemplares/m³) y porcentaje (%) de los taxones del mesozooplancton presentes en E-1.

Fechas de muestreos	31-5-02		26-6-02		24-7-02		27-8-02		24-9-02		29-10-02	
	Dp	%	Dp	%	Dp	%	Dp	%	Dp	%	Dp	%
Copepodos	124,23	41,07	130,08	65,90	121,30	52,09	440	59,76	304,39	58,14	216,26	54,50
Cladoceros	5,20	1,72	0,98	0,49	1,30	0,55	0,65	0,09	13,01	2,48	2,60	0,66
Ostracodos	3,90	1,29	1,30	0,66	0,33	0,13	2,77	0,31	12,36	2,36	3,90	0,99
Mysidaceos	-	-	-	-	-	-	2,60	0,35	-	-	0,98	0,25
Euphausiáceos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,33	0,08
Anfipodos	0,33	0,11	-	-	0,33	0,13	0,65	0,09	-	-	-	-
Larv. Crust.	7,15	2,37	6,83	3,46	8,46	3,63	21,79	2,96	7,15	1,37	1,63	0,41
Quetognatos	3,25	1,07	2,93	1,48	3,25	1,40	14,96	2,03	9,11	1,74	6,50	1,64
Apendicularios	5,20	1,72	5,85	2,97	7,15	3,07	115,12	15,64	113,82	21,74	81,63	20,61
Pteropodos	2,60	0,86	8,13	4,12	2,60	1,18	5,85	0,79	2,28	0,43	3,58	0,90
Sifonóforos	3,25	1,07	4,55	2,31	2,28	0,98	7,15	0,97	5,85	1,12	8,46	2,13
Salpidos	-	-	0,33	0,16	1,30	0,55	0,33	0,04	-	-	-	-
Doliolidos	-	-	-	-	0,98	0,42	3,57	0,49	2,60	0,50	1,63	0,41
Hidromedusas	1,63	0,54	2,28	1,15	2,28	0,98	4,55	0,62	3,90	0,75	4,23	1,07
Huevos	144,72	47,85	33,50	16,97	80,65	34,64	108,29	14,71	45,85	8,76	61,14	15,44
Larv. Peces	0,33	0,11	-	-	-	-	1,95	0,27	-	-	0,33	0,08
Poliquetos	-	-	-	-	0,65	0,27	4,23	0,57	0,33	0,06	0,98	0,25
Larv. Moluscos	-	-	-	-	-	-	-	-	0,65	0,12	0,33	0,08
Larv. Equinod.	0,65	0,22	0,65	0,33	-	-	2,28	0,31	2,28	0,43	1,63	0,41
Total	302,44	100	197,40	100	232,85	100	736,26	100	523,58	100	396,10	100

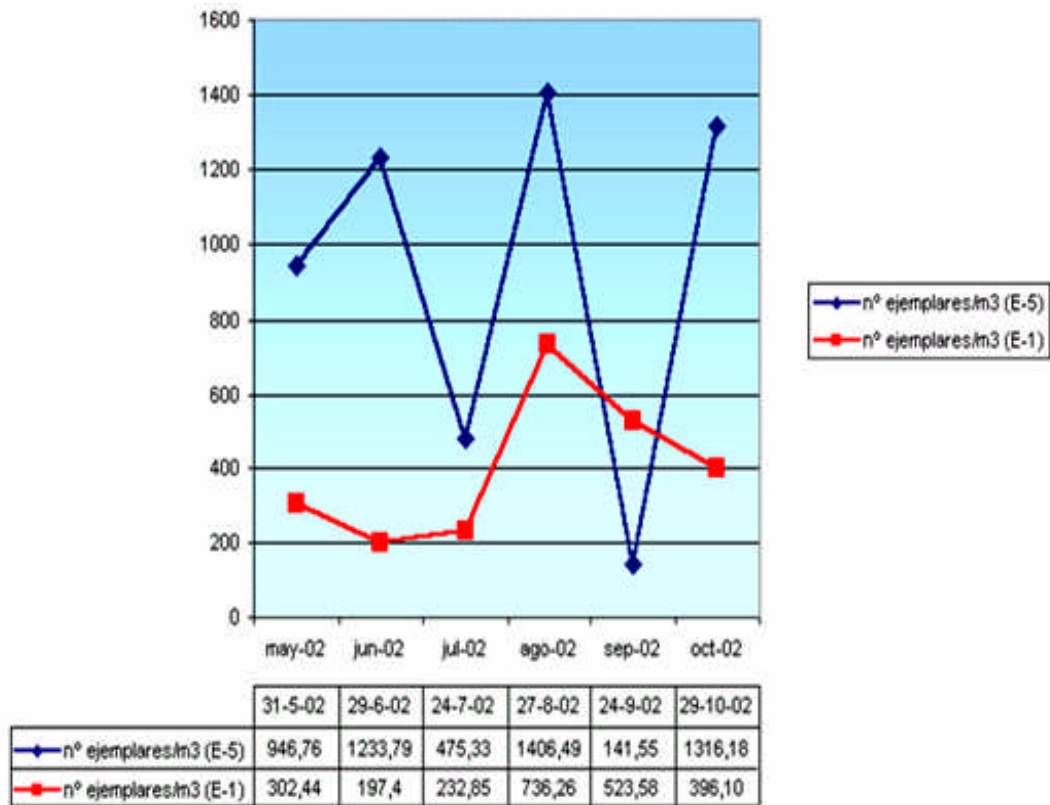
Además, comparando la densidad de población (número ejemplares/m³) de E-5 con E-1 se puede observar que durante el periodo de estudio dicha densidad de población fue siempre muy superior en E-5, excepto en el mes de septiembre, pudiendo ser debido a que en el momento en que se realizó el muestreo había mar de fondo del noroeste de 1 m, mientras que en los días previos (desde el día 17 al 21) hubo mar de fondo también del noroeste de 2 m, predominando, en los días previos al muestreo, los vientos de componente oeste y habiéndose producido una subida de temperatura atmosférica, registrándose valores de 29° y 30°C. Estas condiciones, provocaron turbulencia en el agua, apreciándose visualmente una considerable disminución en la transparencia de la misma.

Tabla 3. Densidad de población (Dp) (número ejemplares/m³) y porcentaje (%) de los taxones del mesozooplankton presentes en E-5.

Taxones	31-5-02		29-6-02		24-7-02		27-8-02		24-9-02		29-10-02	
	Dp	%	Dp	%	Dp	%	Dp	%	Dp	%	Dp	%
Copepodos	446,75	47,19	774,03	62,74	158,44	33,33	967,53	68,79	105,19	74,31	1024,68	77,81
Cladoceros	2,60	0,27	3,90	0,32	1,30	0,27	5,19	0,37	-	-	7,79	0,59
Ostracodos	3,90	0,41	7,79	0,63	-	-	-	-	-	-	14,29	1,08
Larv. Crust.	41,56	4,39	125,97	10,21	14,29	3,01	16,88	1,20	1,30	0,92	6,49	0,49
Quetognatos	9,09	0,96	81,82	6,63	10,39	2,18	24,68	1,75	5,19	3,67	9,09	0,69
Apendicularios	7,79	0,82	29,87	2,42	6,49	1,37	179,22	12,74	15,58	11,01	149,35	11,34
Pteropodos	11,69	1,23	32,47	2,63	2,60	0,55	-	-	2,60	1,83	5,19	0,39
Sifonóforos	3,90	0,41	10,39	0,84	9,09	1,91	15,58	1,11	1,30	0,92	14,29	1,08
Salpidos	1,30	0,14	9,09	0,74	-	-	-	-	-	-	-	-
Doliolidos	-	-	3,90	0,32	-	-	5,19	0,37	1,30	0,92	1,30	0,10
Hidromedusas	-	-	1,30	0,10	2,60	0,55	14,29	1,02	-	-	2,60	0,20
Huevos	415,58	43,90	136,36	11,05	270,13	56,83	154,55	10,99	5,19	3,67	77,92	5,92
Larv. Peces	-	-	3,90	0,32	-	-	2,60	0,18	-	-	-	-
Poliquetos	-	-	3,90	0,32	-	-	10,39	0,74	1,30	0,92	2,60	0,20
Larv. Moluscos	1,30	0,14	1,30	0,10	-	-	-	-	-	-	-	-
Larv. Equinod.	1,30	0,14	3,90	0,32	-	-	5,19	-	2,60	1,83	1,30	0,10
Heterópodos	-	-	2,60	0,21	-	-	-	-	-	-	-	-
Equinodermos	-	-	1,30	0,10	-	-	-	-	-	-	-	-
Crust. Decápodos	-	-	-	-	-	-	1,30	0,09	-	-	-	-
Pirosómidos	-	-	-	-	-	-	3,90	0,28	-	-	-	-
Total	946,75	100	1233,77	100	475,32	100	1406,49	100	141,56	100	1316,18	100

En la Figura 3 se reflejan los datos de las densidades de población (número ejemplares/m³) de ambas estaciones (E-1 y E-5), apreciándose en la estación situada entre las concesiones de acuicultura (E-5), una distribución altamente irregular y superior a la encontrada en E-1 en todos los muestreos, excepto en el correspondiente al mes de septiembre.

Figura 3. Distribución de la densidad del mesozooplancton en las estaciones muestreadas.



Discusión

En la serie de muestreos realizados y analizados, en todos los casos la densidad de población de mesozooplancton, expresada en número ejemplares/m³, ha sido siempre significativamente más alta en E-5 en comparación con la estación nerítica E-1, excepto en el mes de septiembre.

Además, la citada estación E-5 ha mostrado una distribución irregular a lo largo del periodo de estudio, no correspondiéndose con el patrón de distribución observado en la otra estación (E-1), lo que posiblemente esté influenciado no solamente por las condiciones ambientales, sino por los cambios en las concentraciones de nutrientes existentes en el medio.

Existen trabajos previos de la producción de las aguas de las Islas Canarias (Braun y cols, 1982), así como estudios realizados en la misma zona. Mingorance (1983) encuentra densidades de 370,78 y 428,04 ejemplares/m³ en arrastres correspondientes a octubre y diciembre de 1981, siendo los copépodos el taxón más abundante en ambos meses con un 66,38% y un 74,75% respectivamente. Santamaría y cols. (1989) encuentran en los meses de enero, marzo y mayo de 1980 y en una estación próxima a E-1 densidades de población elevadas, oscilando los valores entre 1056 y 3895 ejemplares/m³, siendo los copépodos también el taxón más representativo, con valores comprendido entre el 81% y el 61%; además, en el mes de mayo encuentra un aumento significativo de huevos y larvas de peces, alcanzando estos últimos porcentajes que oscilaron entre el 14% y el 21%. Fernández de Puellas y cols. (1996), en el periodo comprendido entre junio de 1983 y febrero de 1985,

refleja una densidad media de población de 279,69 ejemplares/m³ siendo este valor inferior a los encontrados en las muestras estudiadas en este trabajo.

Agradecimientos

Expresamos nuestro más sincero agradecimiento a los alumnos del Instituto de F.P. Marítimo-Pesquero de Santa Cruz de Tenerife, por su contribución en la realización de los muestreos; a los profesores de dicho Instituto, especialmente a D. Modesto Mamposo García, D. Rubén Darío Vega Arias y D. Manuel C. Osorio Díaz que han colaborado tanto en la realización de los muestreos como en el gobierno y el mantenimiento del barco "Alisio"; también a D. Juan Andrés Padrón Álvarez, que participó como patrón y que también ayudó en la recogida de muestras.

Asimismo, agradecemos a los responsables de las dos concesiones de acuicultura (Cedra y Sudoeste de cultivos), las facilidades dadas para la realización de los muestreos.

Bibliografía

1. Braun, J.G., F. Real y J.D. Armas. (1982). Production studies in Canary Island waters. Rapp. P.-v. Réun. Cons. Int. Explor. Mer, 180:219-220
2. Cognetti, G., M. Sarà y G. Magazzù. (2001). Biología marina. Ariel Ciencia. 619 pp
3. Fernández de Puellas, M.L. y J.G. Braun. (1996). Micro and mesozooplankton in Canarian waters (28°30'-16°6'). En: Oceanografía y Recursos Marinos en el Atlántico Centro-oriental. O. Llinás, J.A. González y M.J. Rueda. Dirección General de Universidades e Investigación del Gobierno de Canarias y Excmo. Cabildo Insular de Gran Canaria. 69-90
4. Fontán, A., A. del Campo, M. González, A. Uriarte, J. Bald y A. Borja. (2002). Modelización numérica del impacto ambiental de la acuicultura en mar abierto. Primer Congreso Iberoamericano Virtual de Acuicultura. CIVA 2002. 573-582. URL: <http://www.civa2002.org>
5. Goulão, M.V., C.A.P. Andrade, N.M.A. Gouveia, J.R.J. Gomes, V.M.F.A. Timóteo y F. Soarea. (2001). Evaluación de pérdidas de piensos en una piscifactoría en mar abierto y su uso en modelos del crecimiento de peces de cultivo y de la ración diaria. Revista AquaTIC, 13 URL: <http://www.revistaaquatic.com/aquatic/art.asp?t=h&c=113>
6. Mingorance, M.C. (1983). Introducción al estudio del ciclo anual del zooplankton de la isla de Tenerife, con especial atención al grupo de los Cladóceros. Tesis de Licenciatura. Fac. Biol. Univ. La Laguna. 109 pp
7. Mingorance, M.C. (2001). Visión general de la ganadería (1998-2000) en el Archipiélago Canario y especial referencia al subsector de la acuicultura. XI Congreso de Zootecnia: A Zootecnia nas regiões ultraperiféricas da União Europeia. Madeira.
8. Santamaría, M.T.G., J.G. Braun, J.D. de Armas, F. Real, J.E. Escanez y J.E. Villamandos. (1989). Estudio comparativo de las comunidades zooplanctónicas en San Andrés y Los Cristianos (Tenerife). Bol. Inst. Esp. Oceanog., 5(2):57-70.
9. Sieburth, J.M., V. Smetacek y J. Lenz. (1978). Pelagic ecosystem structure: heterotrophic compartments of the plankton and their relationship to plankton size fractions. Limnol. and Oceanog., 23:1256-1263