

José María Espinosa Gutiérrez

Tesis Doctoral

2015



Composición, distribución espacio-temporal y abundancia de la Familia Sapphirinidae (Copepoda Cyclopoida) de la Región Canaria

Tesis doctoral
José María Espinosa Gutiérrez
Universidad de La Laguna
2015



Directores: Dr. Fernando Lozano Soldevilla
Dr. José María Landeira Sánchez
Tutor académico: Dr. Gonzalo Lozano Soldevilla

Departamento de Biología Animal, Edafología y Geología
Unidad Departamental de Biología Marina

TESIS DOCTORAL

**Composición, distribución espacio-temporal y
abundancia de la Familia Sapphirinidae
(Copepoda Cyclopoida) de la Región Canaria**

José María Espinosa Gutiérrez

Programa de Doctorado de Ciencias de la Vida y del Medio Ambiente
2015

Dr. D. FERNANDO LOZANO SOLDEVILLA Profesor Titular de Zoología del Departamento de Biología Animal, Edafología y Geología de la Universidad de La Laguna, Dr. D. GONZALO LOZANO SOLDEVILLA, Profesor Titular de Zoología del Departamento de Biología Animal, Edafología y Geología de la Universidad de La Laguna y D. JOSÉ MARÍA LANDEIRA SÁNCHEZ, Doctor en Biología por la Universidad de La Laguna.

CERTIFICAN

Que la Tesis doctoral titulada “Composición, distribución espacio-temporal y abundancia de la Familia Sapphirinidae (Copepoda Cyclopoida) de la Región Canaria” presentada por el licenciado José María Espinosa Gutiérrez, ha sido realizada bajo su dirección en la Unidad Departamental de Biología Marina del Departamento de Biología Animal, Edafología y Geología de la Universidad de La Laguna.

Y para que conste a los efectos oportunos, firman la presente en La Laguna a 27 de noviembre de 2015.

Dr. Fernando Lozano Soldevilla

Dr. José María Landeira Sánchez

Director

Co-Director

Dr. Gonzalo Lozano Soldevilla

Tutor Académico

A mi familia,
a mi sobrinita

La presente Tesis ha sido financiada, en su última fase, con un contrato investigador, asociado al Proyecto EXMAR (Proyecto Estructurante de Excelencia en Ciencias Marinas) del Gobierno de Canarias y con una Beca predoctoral Caja Canarias.

Agradecimientos

Esta puede que sea, quizá, la parte más difícil de redactar de toda la Tesis Doctoral. De hecho, la he redactado, borrado, reestructurado y reescrito varias veces. Creo que más veces que cualquier otra parte de este trabajo. No es nada fácil recordar fechas, datos, momentos... sin emocionarte y que tu cerebro interprete millones de microdescargas eléctricas con las cosas vividas. Esperemos que pueda seguir haciéndolo durante mucho tiempo y que ese *maldito alemán* se mantenga alejado de mí hasta que pueda, por lo menos, terminar todos mis proyectos.

Empleando ya un poco más de seriedad, tengo que empezar por el que siempre he considerado más que un jefe o un director de Tesis; un amigo: el Dr. D. Fernando Lozano Soldevilla. Gracias por abrirme la puerta de tu despacho para que me instalara dentro, con todos mis trastos. Gracias por permitirme, mediante una *Venia Docendi*, ayudarte con tus clases y demostrar mi valía como docente. Gracias por dejarme ser yo; por escucharme, por ayudarme cuando llegaba a un cuello de botella y por aguantarme; con mis cursos, mis másteres, mis proyectos, mis clases y demás. Por ser quién eres y por enseñarme que, antes que nada, hay que ser buena persona. Si sigo tu ejemplo, creo que sacaré matrícula de honor en la vida. GRACIAS.

Después de otra licenciatura y tres oposiciones, por fin tengo la estabilidad laboral que me ha permitido terminar esta tesis. Tu último doctorando termina y, con ello, nuestra relación “laboral”. Espero seguir a tu lado siempre, aquí o allí.

La labor de codirección, a veces casi tan importante como la propia dirección, se la debo al Dr. José María Landeira Sánchez. Es normal que los más jóvenes terminen enseñando a sus mayores, y creo que este es el caso. No porque hayas sido alumno mío -¡te libraste!- sino porque cuando empezaste en esto de la planctología, yo ya estaba; pero por las necesidades de la vida he tenido ahora el honor de que codirigieras esta Tesis, de la que te hago casi tan partícipe como yo. GRACIAS.

A todos los compañeros de la Unidad Departamental de Biología Marina, profesores, investigadores, becarios... amigos. Especialmente, a *Nacho*. Desgraciadamente te fuiste, pero creo que sabes que todas las mañanas, cuando abro la puerta del departamento, se que estás todavía aquí con nosotros: guiándonos. Sabes el vacío que dejaste, pero te prometo que vamos a mantener tu recuerdo de manera constante. Al Dr. D. Gonzalo Lozano Soldevilla, su hermano, por siempre estar ahí dispuesto a ayudarme con todo. Espero no defraudarte y “estar a tu altura” en la próxima, tú me entiendes. Al Dr. D. Alberto Brito, por despertar, mañana tras mañana, mi curiosidad científica; por llamarme a gritos para ver imágenes curiosas o publicaciones en tu despacho, por siempre tener una sonrisa y por tus ganas infinitas de trabajar y de ayudar. Al Dr. José A. García Braun, por enseñarme todo lo que se sobre la Oceanografía Física y Química y por guiarme cuando estaba perdido.

Al Dr. Alfonso García Pérez, de la UNED, por ser mi “guía espiritual” en lo que a tratamiento de datos se refiere, aún mucho tiempo después de haber concluido el Curso de Experto Universitario o el Máster en Técnicas Avanzadas de Estadística Aplicada, por él impartidos.

Al “otro Fernando”, D. Fernando Vizcaíno, el mejor Secretario de Departamento con el que puede contar cualquier Universidad. Gracias por

hacerme reír cada día. Esas dosis extra de energía con las que me recargabas me permitieron seguir adelante una y otra vez.

Al Dr. Antonio Machado, por permitirme compaginar mi trabajo técnico con mi labor investigadora, con mis campañas oceanográficas, mis clases en la facultad, las prácticas... Por sus sabios consejos y su orden casi militar, que comparto.

A todos los miembros de las distintas campañas oceanográficas que recogieron las muestras y tomaron los datos de las estaciones que me han permitido llevar a cabo este trabajo.

A mis amigos de navegación. Por los días que no pude salir con ellos a disfrutar del mar. Por los *forwards* y *table tops* que no les vi hacer. Por las olas que dejamos de mimar. Nunca entenderán los fines de semanas de viento o los veranos de alisios encerrado en el departamento.

A “*mis niños*”. Vi pasar diez generaciones de alumnos delante de mí, al tiempo que llevaba a cabo esta Tesis. Primero de secundaria y bachillerato; luego en las “*escuelas de pesca*” de Lanzarote y Tenerife. Ahora, en esta misma Universidad y en la de Las Palmas de Gran Canaria. Gracias por entenderme. Por aguantarme dando clase. Por hacerme sentir bien enseñando. Por enseñarme a ser feliz; trabajando.

A mis compañeros docentes. Por echarme una mano cubriéndome, cuando tenía publicaciones que sacar, charlas que dar o congresos a los que asistir. A mis compañeros en el OAG (Observatorio Ambiental Granadilla). Por revisarme capítulos y publicaciones, por cubrirme si tenía clase o prácticas en la universidad... ¡por aguantarme!

A mi familia. Soy lo que soy gracias a ellos. Gracias por permitirme dejar el tenis cuando era niño y volcarme en el windsurf, en el buceo, en la vela, en la Biología Marina; en todo lo relacionado con el mar. Me siento parte de él, y creo que, al final, lo habéis entendido. A mis hermanos: una aquí, juzgando; el otro más allá, aguardándonos. Los tres volveremos a estar juntos. Sólo hay que esperar.

Gracias a Vanessa, por cruzarte en mi vida y llenarla. Por ser tú. Por aguantarme los días de ansiedad. Los días de ¡Tengo que terminar esto, si o si! Por las vacaciones que no pudimos disfrutar, por los fines de semana y días de fiesta que... ¡tampoco! Por todo. GRACIAS

GRACIAS, GRACIAS y GRACIAS.

Índice

Introducción General

Características del área de estudio	3
Antecedentes	6
Metodología	10
Estructura y objetivos de la presente tesis doctoral	11

Capítulo 1

Taxonomía.

Introducción	17
Taxonomía	18
Clasificación taxonómica	19
Subclase Copepoda, generalidades	21
Fichas de especies	26
Clave de identificación de la Familia Sapphirinidae	59

Capítulo 2

Variabilidad espacial de Copepoda Cyclopoida Sapphirinidae de la Región Canaria I: Canarias 85.

Introducción	81
Metodología	82
Resultados	86
Discusión	105

Capítulo 3

Variabilidad espacial de Copepoda Cyclopoida Sapphirinidae de la Región Canaria II: Canarias 9110.

Introducción	111
Metodología	113
Resultados	118
Discusión	129

Capítulo 4

Variabilidad temporal de Copepoda Cyclopoida Sapphirinidae de la Región Canaria I: Influencia de factores ambientales.

Introducción	133
Metodología	134
Resultados	138
Discusión	151

Capítulo 5

Variabilidad temporal de Copepoda Cyclopoida Sapphirinidae de la Región Canaria II: Ciclo anual.

Introducción	157
Metodología	158
Resultados	161
Discusión	178

Conclusiones	183
---------------------	------------

Referencia Bibliográficas	189
----------------------------------	------------



Introducción

Introducción general

CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio de la presente Tesis está, lógicamente, condicionada por las campañas oceanográficas que hicieron posible su estudio y posterior redacción. El área está comprendida entre los 26°N y 29,5°N y los 12°O y 19°O. Abarcaría las dos zonas denominadas por Rodríguez (1996): Región Canaria (entre los 27,5° y 29,5°N y los 12,5° y 19°W) y Región Canario-Africana (entre los 26,5° y 27,8°N y los 13,5° y 16,3°W).

El Archipiélago Canario, de origen volcánico y claramente oceánico, está constituido por siete islas mayores y cuatro islotes, con una extensión total de 7.223 kilómetros cuadrados. De Este a Oeste, son: Lanzarote, Fuerteventura, Gran Canaria, Tenerife, La Gomera, La Palma y El Hierro. Lanzarote y el continente africano están separados tan sólo por una distancia de 90 kilómetros, mientras que hasta el límite oeste del archipiélago (El Hierro), hay una distancia de unos 600 kilómetros desde la costa africana (figura 1).

Entre las Islas Canarias discurre la rama más oriental de las tres en las que se divide la Corriente de Azores, la conocida como corriente fría de Canarias (Corral, 1970b). Se trata de una corriente relativamente fría, con temperaturas superficiales que oscilan entre los 18°C y los 23°C, observándose valores inferiores a 16°C en las zonas de afloramientos (Mittelstaedt, 1991). Además de la circulación oceánica de la Corriente de Canarias, en esta región tiene lugar otro fenómeno a gran escala: el afloramiento de aguas

subsuperficiales en la costa oeste de la península Ibérica y del noroeste de África (Arístegui *et al.*, 2009).

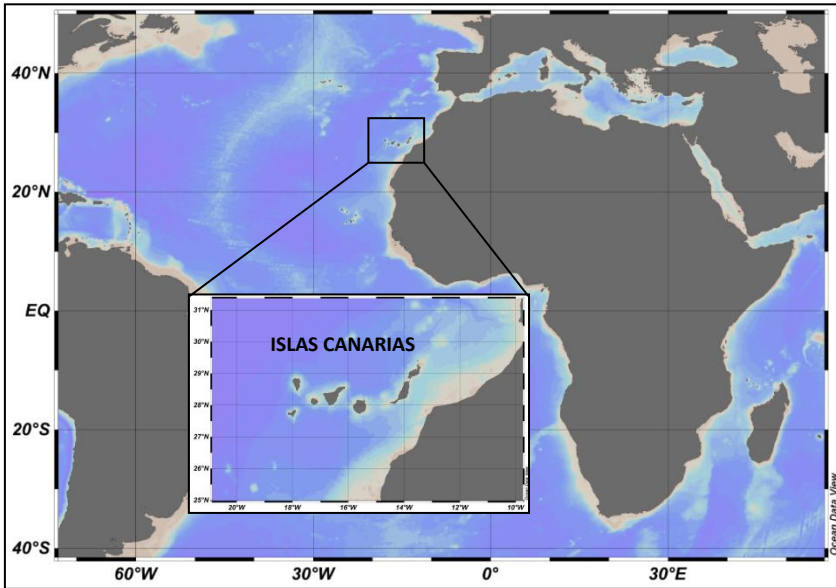


Figura 1.- Mapa de situación del Archipiélago Canario

Dada su extensión y orografía, el archipiélago representa un obstáculo para el flujo de la Corriente de Canarias y de los Vientos Alisios, dando lugar a una serie de procesos oceanográficos mesoescalares de relativa importancia; como son la formación de remolinos ciclónicos y anticiclónicos así como de las estelas cálidas a sotavento de las islas (Mittelstaedt, 1991). A nivel biológico, estos fenómenos se traducen en esencia en un incremento en la producción planctónica, dándosele el nombre, de manera genérica, de “Efecto de masa de isla” o “Efecto isla” (Hernández-León, 1986). Los giros ciclónicos elevan agua fría y rica en nutrientes hasta la capa eufótica aumentando la producción primaria fitoplanctónica, mientras que los remolinos anticiclónicos hunden agua cálida superficial y materia orgánica hasta la zona más profunda de la capa

eufónica (Arístegui & Montero, 2005). Se ha observado que el zooplancton se concentra en el borde de los remolinos ciclónicos y en centro de los anticiclónicos (Hernández-León *et al.*, 2001a).

Como se mencionó anteriormente, habría que sumar a estas estructuras mesoescalares, especialmente durante el verano y cuando los vientos alisios son fuertes y constantes, el afloramiento del noroeste africano. Éste se manifiesta de dos formas distintas en el archipiélago: por una parte, las aguas afloradas producen un fuerte gradiente térmico en sentido E-W hasta el punto de que las isotermas se alinean prácticamente paralelas a la costa africana; y por otra, periódicamente se producen extensiones del afloramiento en dirección a las islas (“filamentos de afloramiento”) que llegan a alcanzar la parte oriental de la Región Canaria (Mittelstaedt, 1991; Van Camp *et al.*, 1991; Hernández-Guerra *et al.*, 1993; Arístegui *et al.*, 1994). Dichos filamentos de afloramiento son especialmente notables en el Cabo Ghir (30°N) y en el cabo Juby (28°N) e introducen gran cantidad de nutrientes y materia orgánica en el área oceánica oligotrófica, produciendo cambios mesoescalares en la comunidad pelágica (Pelegrí *et al.*, 2005).

Superficialmente, el ciclo térmico anual característico de estas latitudes condiciona la estructura de la columna de agua. En invierno y primavera, la temperatura superficial es mínima, en torno a los 18°C – 19°C. En verano, esta temperatura superficial aumenta hasta los 21°C, al mismo tiempo que se empieza a formar la termoclina estacional, que alcanza su máxima extensión alrededor de los meses de septiembre y octubre, llegando a los 120 metros de profundidad (Arístegui *et al.*, 2001; Schmoker & Hernández-León, 2013). Durante el invierno esta termoclina estacional deja de existir. En verano la capa de mezcla alcanza su valor mínimo, en torno a los 15 metros de profundidad,

pasando a alcanzar su máxima profundidad (100 m) en invierno, periodo que coincide con la destrucción de la mencionada termoclina estacional (Braun, 1981).

El ciclo productivo en la Región Canaria presenta una gran variabilidad tanto a escala temporal como espacial, reflejo de las condiciones oceanográficas (Aristegui, 2001; Schmoker & Hernández-León, 2013). La familia Sapphirinidae Thorell, 1859 estudiada en la presente tesis tiene una distribución epipelágica, por lo que, como se verá; está muy influenciada por todos estos procesos oceanográficos y su variabilidad temporal y espacial.

ANTECEDENTES

Continuando con la línea de investigación que desarrolla el Departamento de Biología Animal, Edafología y Geología (Unidad Departamental de Biología Marina) de la Facultad de Ciencias (Sección de Biología) de la Universidad de La Laguna, dentro del estudio del mesozooplankton de las aguas del Archipiélago Canario, se realiza en este trabajo el estudio de los copépodos planctónicos pertenecientes a la familia Sapphirinidae (Copepoda, Cyclopoida), capturados durante la realización de las campañas “CANARIAS 85”, “CANARIAS 9110” y un ciclo anual en la isla de Gran Canaria durante los años 2005 y 2006.

Las aguas del Archipiélago Canario, situadas en el noreste del Atlántico, han sido objeto de un elevado número de trabajos oceanográficos desde finales del siglo XIX, entre otras causas, porque por su situación geográfica se ve afectada por el paso de la Corriente de Canarias, que en dirección sur-suroeste transporta aguas frías de procedencia más septentrional; y por la proximidad de

las islas a la costa africana, donde se localiza uno de los más importantes afloramientos de aguas frías que constituye un extraordinario recurso sometido a explotación pesquera desde mediados del siglo XX.

Se puede afirmar que los estudios dedicados a la oceanografía en general y la planctología en particular, comienzan a realizarse en las islas a finales del siglo XIX y primera mitad del siglo XX, coincidiendo con la realización de las primeras campañas de investigación oceanográfica a su paso por el archipiélago y cuyos resultados fueron principalmente de tipo sistemático.

Dejando de lado este tipo de trabajos, los estudios sobre el zooplancton de Canarias fueron iniciados por Thompson (1888), Lysholm & Nordgaard (1945), Furnestin (1957, 1958, 1959, 1961, 1966, 1976), Corral (1970a, 1970b, 1972a, 1972b, 1973), Baker (1970), Roe (1972a, 1972b, 1972c, 1972d) Corral y Pereiro (1974), Carnero (1975), Fernández-Bigler (1975), Furnestin et Belfquih (1976), Fernández de Puelles (1977), Hernández y Lozano (1984), Hernández (1986), Lozano Soldevilla (1990, 1991a, 1991b) y Lozano Soldevilla *et al.* (1988, 1991), con un enfoque de tipo taxonómico. Seguidamente, surgieron los trabajos destinados a la descripción cuantitativa y cualitativa de la comunidad zooplanctónica y que aportaron datos de la abundancia y biomasa del microzooplancton y mesozooplancton destacándose los de Braun (1981), Mingorance (1983), Hernández-León (1988a, 1988b, 1988c, 1991), Santamaría *et al.* (1989), García Ramos *et al.* (1990), Gómez (1991), Fernández de Puelles & Braun (1996), Gómez y Hernández-León (1998), Mingorance *et al.* (2004), Hernández-León & Arístegui (2007), Garijo & López (2011), Lozano Soldevilla *et al.* (2014), entre otros.

Últimamente ha surgido un gran interés por el conocimiento de la interacción existente entre las condiciones oceanográficas del medio y la dinámica de las comunidades marinas, para de esta forma comprender problemas globales que se están produciendo en el planeta como son el cambio climático y la reducción de las pesquerías. En el área de la Región Canaria se ha comenzado a estudiar de los fenómenos mesoescalares, así como los efectos biológicos que producen tanto en el zooplancton como en el ictioplancton (Hernández-León, 1988a; Arístegui *et al.* 1994, 1997; Ballesteros, 1994; Rodríguez *et al.*, 1996, 1999, 2001, 2004, 2006, 2009; Barton *et al.*, 1998, 2004; Basterretxea *et al.*, 2000, 2002; Rodríguez & García, 2000; Hernández-León *et al.*, 2001a, 2001b, 2002a, 2002b; Bécognée *et al.*, 2006, 2009; Brochier *et al.*, 2008, 2011; Moyano *et al.* 2009, 2011, 2014; Moyano & Hernández-León, 2009; Landeira, 2010). También se llevado a efecto un elevado esfuerzo para identificar estas estructuras mesoescalares por medio de sistemas de teledetección (Hernández-Guerra *et al.*, 1993), así como para modelar la generación de estos remolinos alrededor de las islas (Sangrá *et al.*, 2007).

Otro fenómeno objeto de estudio es el referente a la influencia de los filamentos producidos por el afloramiento de la costa del noroeste africano. En este sentido Rodríguez *et al.* (1999, 2004); Hernández-León *et al.* (2002a) han puesto de manifiesto que estos filamentos transportan una elevada cantidad de elementos meroplancónicos (ictioplancton y larvas de crustáceos decápodos) desde la plataforma continental africana hacia aguas oceánicas de la Región Canaria. Todas las campañas analizadas en este trabajo, exceptuando la Canarias 85, han sido estudiadas en relación a las larvas de peces y de crustáceos decápodos, lo que ha permitido un mejor análisis, comparación e interpretación de resultados.

En el grupo zooplanctónico de los crustáceos copépodos, objeto principal de estudio de esta tesis doctoral, su mejor conocimiento resulta fundamental puesto que representan la fracción principal de la composición y biomasa del mesozooplankton marino. Su estudio en Canarias y como indican Huys & Boxshall (1991) y Mauchline (1998), engloban a más de 8000 especies agrupadas en 10 órdenes, de los cuales los órdenes Cyclopoida, Harpacticoida, Mormonilloida y Monstrilloida tienen especies planctónicas.

Si tenemos en cuenta los trabajos realizados hasta el momento dentro de la subclase Copepoda en Canarias (Thompson, 1888; Vervoort, 1963, 1965; Corral, 1970a, 1970b, 1972a, 1972b, 1973; Roe, 1972a, 1972b, 1972c, 1972d; Corral & Pereiro, 1974; Carnero, 1975; Fernández-Bigler, 1975; Fernández de Puellas, 1977; Vives, 1982; Fernández de Puellas y Braun, 1996; Lozano Soldevilla *et al.*, 1988, 1996, 2004a, 2004b, 2006; Lozano Soldevilla, 1991a; Lozano Soldevilla y Hernández, 1991), observamos que el antes conocido como orden Poecilostomatoida (hoy nuevamente englobado en el orden Cyclopoida) y más concretamente la familia Sapphirinidae, objeto de estudio en este trabajo de investigación, se encuentra muy poco estudiada; tanto desde el punto de vista de su composición, distribución espacial, distribución temporal y su relación los fenómenos mesoescales antes referidos, es por lo que se ha llevado a cabo este trabajo.

METODOLOGÍA

En esta Tesis Doctoral se estudiaron las muestras de plancton obtenidas durante las campañas oceanográficas: “CANARIAS 85” que sirvió para caracterizar las distintas especies objetivo de este trabajo, así como de tener una primera aproximación de la distribución espacial de las distintas especies; “CANARIAS 9110” usada para llevar a cabo el capítulo tres, en los que se estudia la variabilidad espacial en dos transectos, uno al norte del archipiélago y otro al sur, comparándola con la campaña anteriormente mencionada; y “Ciclo Anual”, con el que se determinó la influencia de los factores ambientales en su distribución en los alrededores de la isla de Gran Canaria (capítulo cuatro) y la evolución temporal de la familia objeto de estudio por otra parte (capítulo cinco). En el capítulo cuatro se estudiaron durante nueve meses tres estaciones al sureste de Gran Canaria y para el capítulo cinco sólo se utilizó una de estas tres estaciones, pero ampliando el periodo de muestreo a dos años.

Para llevar a cabo el análisis de los datos obtenidos en las distintas campañas oceanográficas se usaron software estadísticos como el R, Excel, PRIMER v.6.1 y SPSS 15.0. Para el tratamiento georreferenciado de estos datos, se usó el Sistema de Información Geográfica gvSIG 12, así como un programa informático para la representación gráfica y tratamiento de datos oceanográficos marinos ODV, Ocean Data View.

El tratamiento de fotografías y textos se llevó a cabo con programas informáticos como el GIP y el paquete Office (Word 2012 y Power Point 2012).

ESTRUCTURA Y OBJETIVOS DE LA TESIS DOCTORAL

La presente Tesis Doctoral se justifica ante el escaso conocimiento que existe en la actualidad referente al grupo objetivo de estudio en el área de las Islas Canarias; tanto en su composición taxonómica, distribución espacial como temporal, así como su relación con los fenómenos mesoescalares que afectan al Archipiélago.

La Tesis Doctoral se presenta en cinco capítulos estructurados en introducción, metodología, resultados y discusión; a modo de artículos científicos. Los principales objetivos de cada uno de los capítulos desarrollados son:

Capítulo 1: Taxonomía

Dado que este grupo está muy poco estudiado en la Región Canaria, se describen y caracterizan las distintas especies encontradas en las distintas campañas (tomando como referencia principal la “CANARIAS 85”, en la que se encontraron todas las especies citadas para Canarias, exceptuando tres del género *Copilia* Dana, 1849 que son aportadas por campañas posteriores). También se presenta una guía de especies actualizada de la familia Sapphirinidae.

Capítulo 2: Variabilidad espacial de Copepoda Cyclopoida Sapphirinidae de la Región Canaria I: “Canarias 85”

En este segundo capítulo se estudia la variabilidad espacial y abundancia de los copépodos de la familia Sapphirinidae capturados durante la realización de la campaña de investigación denominada “CANARIAS 85”, destinada a la evaluación de los recursos vivos situados en la vertiente del talud de las Islas

Canarias. Para ello se estudiaron las muestras obtenidas en 46 estaciones oceanográficas alrededor de la totalidad de las islas.

Capítulo 3: Variabilidad espacial de Copepoda Cyclopoida Sapphirinidae de la Región Canaria II: “Canarias 9110”

En este tercer capítulo se estudia la variabilidad espacial de la familia Sapphirinidae en dos transectos, uno al norte y otro al sur del Archipiélago Canario (“Canarias 9110”). Se comparan también, aunque someramente, los resultados de esta primera parte de la campaña con los del capítulo anterior. Así mismo, se evalúa el grado de afección de las perturbaciones hidrográficas mesoescalares como el efecto isla o los giros ciclónicos y anticiclónicos sobre la distribución de los copépodos de esta familia, y se comparan con los resultados obtenidos por otros autores de biomasa mesozooplanctónica y abundancia de grupos meroplanctónicos (ictioplancton y larvas de crustáceos decápodos).

Capítulo 4: Variabilidad temporal de Copepoda Cyclopoida Sapphirinidae de la Región Canaria I: influencia de factores ambientales

Este cuarto capítulo tiene como objetivo el estudio de la variabilidad cuantitativa y específica de la familia Sapphirinidae a lo largo de siete meses de muestreo y la influencia de factores ambientales. Para ello se lleva a cabo el estudio de las distintas especies en tres estaciones alrededor de la isla de Gran Canaria, expuestas a distintas condiciones de viento y corrientes.

Capítulo 5: Variabilidad temporal de Copepoda Cyclopoida Sapphirinidae de la Región Canaria II: ciclo anual

El quinto capítulo estudia los cambios temporales en la distribución y abundancia de los copépodos de esta familia, relacionándolos con los aspectos

ecológicos y ambientales. Para ello se llevó a cabo un seguimiento semanal durante dos años de esta fracción holoplanctónica en una estación oceanográfica sobre la plataforma de Gran Canaria. Los datos fueron también comparados con las otras fracciones meroplanctónicas muestreadas y ya estudiadas.



Capítulo I

Capítulo 1: Taxonomía

INTRODUCCIÓN

Trabajando en la Unidad Departamental de Ciencias Marinas, era común que el despacho de mi Director de Tesis principal, ubicación donde yo también trabajaba, fuera el lugar de reunión de muchos compañeros.

Y fue allí donde, una vez tras otra, escuchaba lo mismo. Después de que hubieran sido miembros de algún Tribunal de Tesis, casi siempre se solía comentar que una de las cosas de las que nos olvidábamos muchos doctorandos es que, de muchos grupos taxonómicos, casi no hay nada publicado para las Islas Canarias. Nos convertimos nosotros, al publicar nuestras tesis, en pioneros y referencias de nuestros grupos para futuros estudiantes interesados en continuar con estos estudios.

Así que, siguiendo las indicaciones de estos compañeros, entre los que destaco a los doctores D. Alberto Brito, D. Gonzalo Lozano y D. Fernando Lozano, decidimos adaptar este capítulo, que lógicamente solamente será publicado aquí, a aquellos estudiantes que habiendo terminado su formación de Grado o Máster, deciden trabajar en este grupo (en sus TFG, TFM o Tesis); o aquellos que simplemente, siendo especialistas en otros taxones, necesitan trabajar en éste. Es por ello que el lenguaje que utilizo es sumamente didáctico.

La primera parte se ha elaborado como una introducción general a la Subclase Copepoda. Le sigue una segunda parte, donde se llevan a cabo unas fichas de las especies trabajadas, y; por último, se expone una guía de

identificación de estas especies. El material estudiado para la realización de la guía preliminar, procede de las muestras obtenidas en la campaña” CANARIAS 85” realizada a bordo del B/I. Taliarte del entonces Instituto Canario de Ciencias Marinas durante el mes de junio de 1985 en aguas de las Islas Canarias. Esta guía fue completada posteriormente con los individuos recogidos en la campaña “CANARIAS 9110” que se desarrolla en el capítulo siguiente. Esta nueva campaña aportó tres nuevas especies del género *Copilia* Dana, 1849 que no se encontraba en la guía preliminar (*Copilia lata* Giesbrecht, 1891, *Copilia mirabilis* Dana, 1852 y *Copilia vítrea* (Häeckel, 1864)). En las restantes campañas estudiadas en esta tesis, no se encontró ninguna especie que no estuviera ya en la guía preliminar. Por lo tanto, se ha trabajado con once especies del género *Sapphirina* Thompson J., 1829 y cinco del género *Copilia* Dana, 1849. *Copilia denticulata* Claus, 1863 y *Copilia quadrata* Dana, 1849 fueron primeramente separadas e incluidas en esta guía de forma independiente, pero actualmente se considera una sinonimia, siendo el único taxón aceptado *C. quadrata* Dana, 1849.

TAXONOMÍA

El superorden Podoplea Giesbrecht, 1882 constaba, tradicionalmente, con ocho órdenes diferentes. Entre ellos se encontraba el orden Poecilostomatida. Una revisión reciente de Zhang (2011), sugiere reagrupar este superorden en tan sólo siete órdenes. Esta última revisión es la seguida en esta tesis doctoral.

El subphylum Crustacea consta actualmente de seis clases: Branchiopoda Latreille, 1829; Remipedia Yager, 1981; Cephalocarida Sanders,

H. L. (1955); Maxillopoda Dahl, 1956; Ostracoda Latreille, 1802 y Malacostraca Latreille, 1802. La clase Maxillopoda abarca seis subclases entre las que encontramos la subclase Copepoda Milne – Edwards, 1840. Esta clase está subdividida en dos infraclases: Progymnoplea y Neocopepoda. Dentro de esta última nos encontramos con el superorden Podoplea, el cual a su vez engloba a 7 órdenes (y no ocho como se mencionó, al seguir la revisión reciente anteriormente mencionada). Estos órdenes son: Misophrioida, Cyclopoida, Gelyelloida, Mormonilloida, Harpacticoida, Siphonostomatoida y el Monstrilloida. El segundo orden mencionado, Cyclopoida, comprende 88 familias, entre las que encontramos la familia Sapphirinidae. Se exponen sólo las especies citadas para Canarias.

CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA

Subphylum **Crustacea** Brünnich, 1772

Clase **Branchiopoda** Latreille, 1817

Subclase **Copepoda** Milne – Edwards, 1840

Infraclase **Neocopepoda** Huys & Boxshall, 1991

Superorden **Podoplea** Giesbrecht, 1882

Orden **Cyclopoida** Burmeister, 1834

Familia **Sapphirinidae** Thorell, 1859

Género **Copilia** Dana, 1849

Copilia lata Giesbrecht, 1891

Copilia mediterranea (Claus, 1863)

Copilia mirabilis Dana, 1852

Copilia quadrata Dana, 1849

Copilia vitrea (Häeckel, 1864)

Género **Sapphirina** Thompson J., 1829

Sapphirina angusta Dana, 1849

Sapphirina auronitens Claus, 1863

Sapphirina bicuspidata Giesbrecht, 1891

Sapphirina darwinii Haeckel, 1864

Sapphirina gastrica Giesbrecht, 1891

Sapphirina gemma Dana, 1852

Sapphirina intestinata Giesbrecht, 1891

Sapphirina iris Dana, 1849

Sapphirina maculosa Giesbrecht, 1893

Sapphirina metallina Dana, 1849

Sapphirina nigromaculata Claus, 1863

Sapphirina opalina Dana, 1849

Sapphirina ovatolanceolata Dana, 1849

Sapphirina pyrosomatis Giesbrecht, 1892

Sapphirina sali Farran, 1929

Sapphirina scarlata Giesbrecht, 1891

Sapphirina stellata Giesbrecht, 1891

Género **Vetтория** Wilson C. B., 1924

Vetтория granulosa (Giesbrecht, 1891)

SUBCLASE COPEPODA, GENERALIDADES

Los copépodos son los animales más abundantes del mar, representando normalmente el 60-80% del total de la biomasa zooplanctónica (Björnberg, 1981; Raymont, 1983). Se hallan en todos los mares y océanos, desde la superficie hasta el fondo oceánico.

Su diversidad específica es baja en aguas interiores, más o menos cerradas al mar; aumenta en la plataforma costera y es máxima en aguas oceánicas (Vives & Shmaleva, 2006).

Presentan una morfología externa muy diversa, según el grupo a considerar. Se pueden diferenciar tres tipos morfológicos en función de su estilo de vida: copépodos planctónicos, bentónicos y parásitos. En los primeros se observan, por norma general, unas divisiones corporales muy bien delimitadas y fácilmente identificables. Las formas bentónicas suelen tener, sin embargo, un

cuerpo más estilizado, sin que resulten tan patentes estas divisiones corporales. Por último, las formas parásitas presentan morfologías tan extrañas que incluso no recuerdan a las características del grupo al que pertenecen.

Durante un tiempo ha existido una gran controversia entre los especialistas de copépodos, pero casi de manera general se ha aceptado una gran división llevada a cabo por Giesbrecht (1892), pero sin ser aceptada desde el punto de vista taxonómico por un gran número de autores. Este autor dividió a los copépodos en dos grandes grupos: Gymnoplea con la *tagmosis* ubicada entre el último segmento del tórax y el primer segmento abdominal y Podoplea, con la mencionada *tagmosis* entre el último y el penúltimo segmento del tórax. Aunque estuvo en desuso durante mucho tiempo, tal y como se ha indicado con anterioridad, vuelve a dividirse a la infraclase Neocopepoda en dos: superorden Gymnoplea (que incluye únicamente al orden Calanoida) y el superorden Podoplea, que engloba los otros 7 órdenes de la clase.

Owre y Foyo (1967), divide el cuerpo de los copépodos en dos partes principales: prosoma o cefalotórax y urosoma, pleon o abdomen. A su vez el Prosoma se divide en dos regiones: cephalon y tórax (Figura 1.1).

La región cefálica porta seis pares de apéndices que, por orden antero-posterior, son:

- 1.- Anténulas o primeras antenas (A1): unirrámeas y de 3 a 27 artejos.
- 2.- Antenas o segundas antenas (A2): birrámeas, con un basipodito del que parte una rama externa o exopodito (Exp.) y una rama interna o endopodito (Enp.).
- 3.- Mandíbula (Md): presenta un palpo con dos ramas. Es el órgano masticador.

4.- Maxílula o maxila primaria (Mx1): birrámea.

5.- Maxila o maxila secundaria (Mx2): sólo persiste el endopodito.

6.- Maxilípedos (Mxp): al igual que el apéndice anterior, sólo persiste el endopodito.

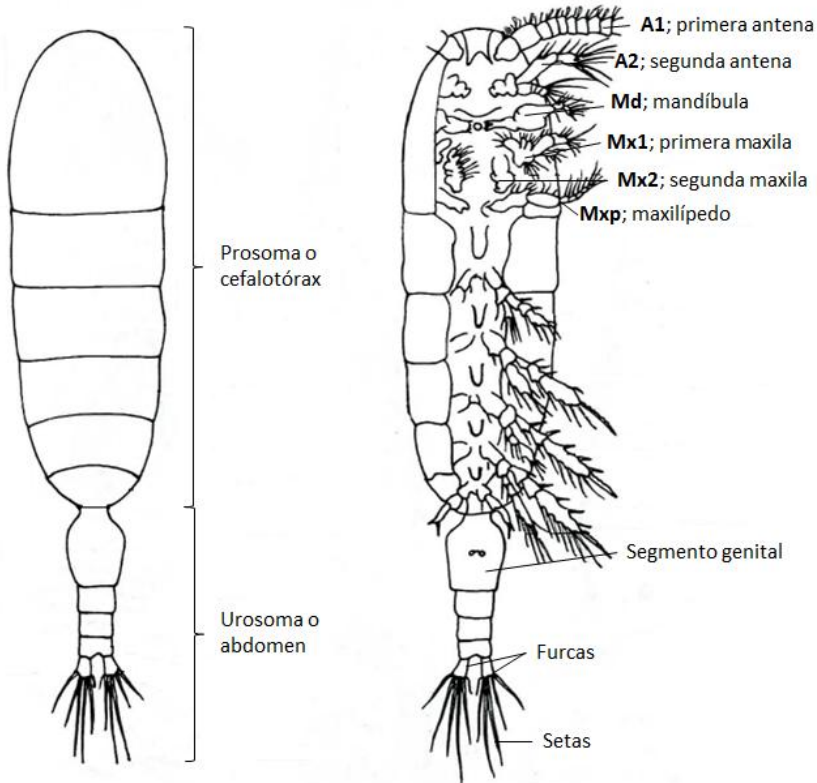


Fig. 1.1: Copépodos calanoide tipo mostrando sus partes y apéndices taxonómicos principales (modificado de Owre y Foyo, 1967).

En la familia Sapphirinidae, el prosoma o cefalotórax comprende la cabeza y cuatro segmentos pedígeros con patas natatorias (Owre y Foyo, 1967).

El urosoma o abdomen tiene seis segmentos en ambos sexos e incluye el complejo genital, constituido por una única gónada, también en ambos sexos.

En los machos esta gónada se comunica con el exterior por un único conducto. En las hembras existen dos conductos que desembocan en una única abertura genital. El complejo genital, en ambos sexos, se encuentra en el primer segmento del urosoma. En el último segmento de esta parte corporal se encuentra el ano. (Vives & Shmeleva, 2006).

El aparato digestivo es completo y sencillo, con musculatura estriada y no estriada.

El sistema excretor está constituido por dos tipos de glándulas: las antenulares (sólo funcionales en nauplius) y las maxilares, que permanecen en la forma adulta.

El sistema circulatorio está constituido por un corazón con cuatro aberturas y sus vasos. Se encuentra situado entre el segundo y tercer segmento torácico. La circulación de la hemolinfa es de tipo abierta, lagunar. Hay grupos en los que el corazón no ha sido observado, sugiriéndose por varios autores que la circulación de la hemolinfa se lleva a cabo por los movimientos corporales y los movimientos peristálticos del tubo digestivo.

El sistema nervioso está formado por un collar periesofágico que presenta en su parte superior los lóbulos cerebrales o cerebro y una cadena ventral que se extiende por el resto del cuerpo del animal. Muchos grupos, entre los que se encuentran los representantes de la familia Sapphirinidae, presentan ocelos derivados del ojo naupliar. Otros órganos sensoriales que podemos encontrar son: órgano de Gicklhorn (fotorrecepción), órgano de Bellonci y órgano pleural cefálico (quimiorrecepción) y sedas sensoriales (mecanorrecepción).

Los copépodos, como cualquier otro crustáceo, mudan. Estas mudas dan lugar a los distintos estados naupliales: 4-5 nauplius y 5-6 copepoditos, siendo el estado VI de éstos últimos la fase adulta, con separación de sexos macho y hembra ya totalmente diferenciados (Vives & Shmeleva, 2006).

Cada nueva fase se caracteriza por una mayor complicación morfológica, un aumento del número de extremidades y una mayor diferenciación en su exoesqueleto.

Los estados I y II (el ortonauplius) están caracterizados por presentar una morfología corporal redondeada, sin segmentación alguna y con 3 ó 4 pares de apéndices ovales. El ojo naupliar está situado en la parte dorsal de la cabeza.

Los estados III a VI (metanauplius) van mostrando progresivamente un cuerpo más fusiforme y alargado. En el último estadio, ya se dispone de ocho extremidades. Los espermatozoides son aflagelados y los machos no poseen órgano copulador. Evolutivamente, la cópula se ha resuelto ya que el macho genera espermátóforos (sacos de espermatozoides) que se adhieren a la hembra. Los espermatozoides pasan a la ooteca de la hembra. Cuando llega la época de desove, la fecundación de los óvulos tiene lugar en su paso por el poro genital.

Dada la desproporción existente entre el número de machos y de hembras, se sospecha que en muchas especies pueden darse casos de formas partenogénéticas (Vives & Shmeleva, 2006).

El periodo de puesta puede ser muy variable. Podemos encontrarnos con especies tropicales en las que la reproducción puede ser continua a lo largo de todo el año y otras, generalmente de aguas mucho más frías, que únicamente se reproducen una vez al año, en la época más cálida. En todas las especies

estudiadas hasta la fecha, la temperatura influye en el tiempo de eclosión del huevo.

FICHAS DE ESPECIES

Para las determinaciones y las descripciones del material estudiado, se han tenido en cuenta fundamentalmente las aportaciones dadas, entre otros, por Giesbrecht (1892), Rose (1933), Johnson (1942), Massuti y Margalef (1950), Trégouboff et Rose (1957), Corral (1970b), Björnberg (1981), Campos y Suárez (1994), Bradford-Grieve *et al.* (1999), Lozano-Soldevilla *et al.* (2004a), Vives & Shmeleva (2006).

Los antecedentes en Canarias se han obtenido de la revisión bibliográfica sobre el grupo en el área de estudio (Corral, 1970b; Fernández-Bigler, 1975; Fernández de Puellas, 1977, 1986; Lozano-Soldevilla, 1991a; Lozano-Soldevilla *et al.*, 1996).

Corral (1970b) llevó a cabo arrastres horizontales desde octubre de 1968 a septiembre de 1969 en una estación situada sobre la isobata de los 500 m, frente a Punta de los Órganos (Bahía de Santa Cruz, isla de Tenerife).

Fernández Bigler (1975) lleva a cabo, entre noviembre de 1970 y febrero de 1971, arrastres horizontales en una estación ubicada en Los Cristianos, (Tenerife).

Fernández de Puellas (1977) efectúa 16 arrastres horizontales superficiales con dos redes monocónicas del 29 de marzo al 2 de abril de 1971 en el sur de la isla de El Hierro.

Lozano-Soldevilla (1991a), lleva a cabo los días 22 y 23 de julio de 1984 ocho arrastres verticales en una estación situada frente al Puerto de La Restinga, al sur de El Hierro. Cuatro de los arrastres son diurnos, dos de 200 a 0 metros y dos de 500 a 0 metros y cuatro nocturnos, desde idénticas profundidades.

Lozano-Soldevilla *et al.* (1996), llevó a cabo arrastres oblicuos, en 16 estaciones, de 200 m a superficie en octubre de 1993, durante la campaña oceanográfica “Canarias 9310”, en cuatro radiales situadas entre El Médano y Los Cristianos (Sur de Tenerife).

Una vez comentados aquí los métodos de pesca, las campañas y las fechas de muestreo, no se repiten para cada una de las especies en el apartado de antecedentes en Canarias, mencionándose solamente los autores. La talla es la longitud total del prosoma y el urosoma, medida desde el rostro hasta las furcas, incluyendo las sedas si están presentes.

Copilia lata Giesbrecht, 1891; Fig. 1.10a y 1.10b

Sinonimias más frecuentes:

Copilia lata Giesbrecht, 1891.

Copilia elliptica Giesbrecht, 1893.

Hembra: talla entre 3,20 – 5,40 mm. Prosoma con escudo cefálico dorsal casi cuadrado. Urosoma mayor que el prosoma. Ojos muy separados y que ocupan uno y otro lado de la cabeza. Ésta es truncada y muestra dos puntos sensibles situados a 1/3 y 2/3 de la línea frontal. Furca muy larga: una 40-45 veces más larga que ancha y de ramas casi paralelas. Último artejo del prosoma terminado

en una punta central de dirección caudal. Segmento anal similar en longitud que la suma de los dos segmentos abdominales anteriores. Pata cuarta con un solo artejo en el endopodito y tres en el exopodito. Pata quinta constituida por dos sedas, una muy corta y otra mucho más larga.

Macho: talla entre 4,50 – 7,00 mm. Cuerpo con forma elipsoidal en visión dorsal. Prosoma tres o tres veces y media más largo que el urosoma. Furca que mide casi una cuarta parte del prosoma y la mitad que el urosoma. Antena con el cuarto artejo más largo que los otros tres por separado: tercer artejo con tres sedas largas y una corta en la parte distal. Maxilípedo con el segundo artejo provisto de un saliente poco anguloso en su tercio distal y del que salen dos sedas de longitud diferente.

Distribución geográfica: Atlántico (Congo, Golfo de Guinea, islas de Cabo Verde, Islas Canarias, Río de Janeiro, Mar de los Sargazos, Azores), Mar Mediterráneo (Argelia), Océano Índico (Mar de Arabia, mares de la India) y Pacífico tropical (Gran Barrera australiana) (Razouls, 1996; Khelifi-Touhami *et al.*, 2007).

Biología: especie epipelágica, que habita por encima de los 200 m en aguas tropicales y subtropicales de los océanos y mares citados en el apartado anterior. (Vives & Shmeleva, 2006).

Antecedentes en Canarias: citada por Hernández (2003) para las aguas de las Islas Canarias en la Lista de especies marina de Canarias (algas, hongos, plantas y animales).

Sinonimias más frecuentes:

Saphirinella mediterranea Claus, 1863.

Copilia mediterranea (Claus): F. Dahl, 1892.

Copilia denticulata Claus: Giesbrecht, 1893.

Copilia oblonga Giesbrecht: Giesbrecht, 1893.

Hembra: talla entre 3,20 – 4,40 mm. Cabeza casi cuadrada, pero menos que en *C. quadrata*. Lentillas oculares separadas un poco más de dos veces su diámetro. Tercer artejo de la antena menor que los otros tres y alrededor de 1/3 del primero. Segmento anal casi tan largo como el resto del abdomen y con dos puntas distales y laterales.

Macho: talla entre 4,50 – 6,10 mm. Cuerpo foliáceo con lentillas rostrales. Espina terminal de la antena sólo un poco más corta que el cuarto artejo, el cual es igual al segundo; tercer artejo igual a la tercera parte del primero. Abultamiento del segundo artejo del maxilípedo muy poco marcado o casi ausente.

Distribución geográfica: Atlántico tropical y templado, norte y sur. Islas Canarias (Lozano-Soldevilla, 1991a), Mar Mediterráneo (Alborán, golfo de León, Mónaco, Génova, Adriático, Nápoles, áreas centrales entre Baleares, Cerdeña y Argelia, mar levantino: Kovalev y Shmeleva, 1982). Océanos Índico y Pacífico (Vives & Shmeleva, 2006).

Biología: en aguas mediterráneas se ha descrito como especie de superficie a finales de otoño e invierno. Parece descender a 50-100 m en primavera y especialmente en verano (Massutí, 1942). En las zonas más septentrionales del

mar balear se ha capturado hasta a 500 m de profundidad (Vives, 1978). Según Hure (1955) su nivel medio es de 30 m, aunque puede descender otros 30 m. El máximo anual se da a finales de verano (Hure & Scotto di Carlo, 1968). En el Océano Atlántico se captura normalmente en la zona pelágica pero a veces invade las aguas neríticas y se pesca entre 0 y 200 m. (Vives & Shmeleva, 2006).

Antecedentes en Canarias: no ha sido capturada en ninguna de las campañas y estudios tomados como referencia, a excepción del trabajo realizado por Lozano-Soldevilla (1991a), donde se que encuentran 21 hembras de tamaño medio de $5,80 \pm 2,60$ mm y un único macho de 6,00 mm.

Copilia mirabilis Dana, 1849; Fig. 1.8 a y 1.8b

Sinonimias más frecuentes:

Copilia mirabilis Dana, 1849.

Copilia mirabilis Dana, 1852.

Copilia atlántica Lubbock, 1856.

Saphirinella stylifera Lubbock, 1856.

Saphirinella stylifera (Lubbock, 1856).

Copilia mirabilis Giesbrecht, 1892.

Copilia mirabilis Rose, 1933.

Copilia mirabilis Mori, 1964.

Copilia mirabilis Owre y Foyo, 1967.

Copilia mirabilis Björnberg, 1981.

Copilia mirabilis Reid, 1990.

Hembra: talla entre 2,20 – 4,10 mm. Cuerpo en forma trapezoidal, más estrecho en la parte anterior. Cabeza con dos lentes oculares frontales situadas casi al doble de la longitud del diámetro de una lente. Primer segmento de la segunda antena con una hilera de pequeñas espinas en su margen anterior y una espina alargada cubierta de espinas muy pequeñas; segundo segmento con una espina en forma de árbol; tercer segmento con una espina similar a la anterior y sedas alargadas espiniformes; presenta un punto pigmentado en la superficie anterior, cuarto segmento en forma de gancho. Sin botón ciliado en el segundo basipodito de las patas, ni espina en la quinta pata. Abdomen con el segmento anal más largo que el resto de los segmentos; estrecho en su porción media. Furcas estrechas y más largas que el abdomen. Endopodito del cuarto par de patas unisegmentado, alcanzando la longitud del segundo segmento del exopodito.

Macho: talla entre 3,20 – 6,10 mm. Cuerpo foliáceo. Prosoma redondeado sin lentillas oculares frontales. Primer segmento de la segunda antena más largo que el segundo y el tercero. Segundo segmento del segundo maxilípodo con el borde distal interno muy ensanchado, con dos sedas desiguales y pelos pequeños. Gancho final que a veces carece de ensanchamiento importante y otras, en cambio, presenta un ensanchamiento notable en la parte proximal idem anterior comentario

Distribución geográfica: zonas tropicales del Atlántico y Pacífico, Marruecos (Vives, 1982), Islas Canarias (Lozano-Soldevilla, 1991a; Lozano-Soldevilla *et al.*, 1988, 1996), Mar Mediterráneo (Khelifi-Touhami *et al.*, 2007), Mar Rojo, Mar de Arabia, Sudáfrica, Mozambique, India y archipiélago malayo (Vives & Shmeleva, 2006).

Biología: en el Atlántico se halla en la zona pelágica, aunque puede, en ocasiones, invadir las aguas neríticas. Se ha pescado entre 0 y 1000 m (Vives & Shmeleva, 2006). En el Golfo de Bengala es una de las especies más abundantes a profundidades de 2500-2800 m (Rakhesh *et al.*, 2006).

Antecedentes en Canarias: Fernández Bigler (1975), la cita por primera vez, aunque dice que ya se sabía de su presencia al este de la isla de La Gomera (Corral com. per.). Raymont (1963) marca como límite de su distribución la isoterma de los 23 °C. Para Fernández Bigler (op. cit.) esto resulta curioso, puesto que la temperatura máxima que registró Corral durante todo su ciclo de investigación fue de 23,09 °C, mientras que los datos verbales de la cita para la isla de La Gomera hablan de temperaturas de 22,95 °C. Fernández de Puelles (1977) la cita para las aguas de El Hierro, aunque no da valores de abundancia al hacer arrastres horizontales sin flujómetro. Si da valores de “copéodos por minuto de pesca” y “porcentaje con respecto al total de copéodos capturados”, siendo ambos muy bajos. Lozano-Soldevilla (1991a), encuentra dos machos, de 5,20 y 5,70 mm en el sur de El Hierro; Lozano-Soldevilla *et al.* (1996), pesca 15 ejemplares en 10 de las 16 estaciones muestreadas en la campaña llevada a cabo en la campaña “Canarias 9310”.

Copilia quadrata Dana, 1849; Fig. 1.9a y 1.9b

Sinonimias más frecuentes:

Copilia quadrata Dana, 1849.

Copilia quadrata Dana, 1852.

Copilia nicaeensis Leuckart, 1859.

Copilia denticulata Claus, 1863.

Hyalophyllum pellucidum Haeckel, 1864.

Copilia pellucida (Haeckel, 1864).

Saphirinella pellucida Claus, 1866.

Copilia recta Giesbrecht, 1891.

Copilia quadrata Giesbrecht, 1892.

Copilia recta Giesbrecht: Giesbrecht, 1893.

Copilia quadrata Rose, 1933.

Copilia quadrata Stoner, 1938.

Copilia quadrata Wilson, 1942.

Copilia quadrata Owre y Foyo, 1967.

Copilia quadrata Björnberg, 1981.

Copilia quadrata Reid, 1990.

Hembra: talla entre 2,20 – 4,40 mm. Cabeza casi cuadrada, vista dorsalmente. Lentillas oculares frontales separadas entre sí más de dos veces su diámetro. Aguijón interno distal del tercer artejo de la antena más próximo a la articulación con el cuarto que a la espina proximal. Primer segmento de la segunda antena con una sola espina distal; segundo segmento con una espina en la superficie ventral; tercer segmento con tres espinas distales, último segmento en forma de gancho. Abdomen con el segmento anal más largo que el resto de los segmentos, estrecho en su porción media. Furcas estrechas y más largas que el abdomen. Endopodito del cuarto par de patas unisegmentado, no alcanza la longitud del primer segmento del exopodito. Segmento anal con dos puntas distales externas.

Macho: talla entre 3,50 – 5,70 mm. Cuerpo foliáceo. Prosoma redondeado sin lentillas oculares frontales. Segundo segmento de la segunda antena más corto que el resto de los segmentos; el tercero es igual al cuarto. Segundo segmento del segundo maxilípodo, con el borde distal interno no ensanchado, con seda larga y pelillos pequeños; segmento distal en forma de gancho curvo muy alargado.

Distribución geográfica: Océano Atlántico sur, tropical y templado (Islas Canarias y suroeste de Portugal). Mar Mediterráneo occidental y mar levantino (Kovalev & Shmeleva, 1982), océanos Índico (archipiélago malayo) y Pacífico (Chile) (Vives & Shmeleva, 2006).

Biología: oceánica aunque puede hallarse en la plataforma costera. Se captura entre 0-300 m de profundidad (Vives, 1978). En el Adriático aparece de octubre a enero en superficie y el resto del año se halla por debajo de los 50 metros; es más numerosa en verano (Vives & Shmeleva, 2006). El nivel medio de profundidad de preferencia es de 60 m y su amplitud de oscilación, unos 35 m (Hure, 1955).

Antecedentes en Canarias: es citada por primera vez por Corral (1970b) que encuentra 112 hembras con un tamaño medio de $3,26 \pm 1,92$ mm; 10 machos de $5,25 \pm 0,3$ y 122 jóvenes. Fernández Bigler (1975), menciona la captura juveniles y adultos distribuidos en 10 de las pescas, de febrero a noviembre en Los Cristianos. Fernández de Puelles (1977) la cita para las aguas de El Hierro, aunque no da valores de abundancia al hacer arrastres horizontales sin flujómetro. Si da valores de “copépodos por minuto de pesca” y “porcentaje con respecto al total de copépodos capturados”, siendo ambos muy bajos. Lozano-Soldevilla (1991a), encuentra 17 hembras de tamaño medio $3,35 \pm 3,70$ mm y 4

machos de $4,15 \pm 2,70$ mm; Lozano-Soldevilla *et al.* (1996), pesca 232 ejemplares en 15 de las 16 estaciones muestreadas.

Copilia vitrea (Häeckel, 1864); Fig. 1.7a y 1.7b

Sinonimias más frecuentes:

Hyalophylum vitreum Haeckel, 1864.

Saphirinella vítrea (Häckel): Claus, 1866.

Copilia brucii Thompson I.C., 1889.

Copilia vitrea (Häckel): Giesbrecht, 1891.

Copilia vitrea Giesbrecht, 1892.

Copilia vitrea Giesbrecht, 1892.

Copilia fultoni Scott T., 1894.

Copilia vitrea Rose, 1933.

Copilia vitrea Owre y Foyo, 1967.

Copilia vitrea Björnberg, 1981.

Hembra: talla entre 3,20 – 5,40 mm. Cuerpo ovalado. Lentillas oculares muy salientes y bastante juntas (separada una de otra por una distancia inferior a su diámetro). Patas natatorias segunda a cuarta con botón ciliado interno en el segundo basiopodito. Primer segmento de la segunda antena con una sola espina distal muy larga; segundo segmento con una espina en la superficie ventral; tercer segmento con tres espinas distales; último segmento en forma de gancho alargado. Segmento anal no estrecho en su porción media, con el borde distal portando un peine de pequeños dientes en ambos lados. Furcas estrechas y más

largas que el abdomen. Endopodito del cuarto par de patas unisegmentado, sobrepasando la longitud del segundo segmento del exopodito.

Macho: talla entre 5,50 – 9,00 mm. Cuerpo foliáceo. Prosoma redondeado sin lentillas oculares frontales. Primer segmento de la segunda antena casi igual al tercero, que es el más corto. Segundo y cuarto segmentos muy alargados, con sedas largas, no en forma de gancho. Segundo segmento del segundo maxilípodo con el borde anterior medio muy ensanchado, portando sedas largas y pelillos pequeños, segmento distal en forma de seta. Abultamiento en el tercio inferior del segundo artejo del maxilípodo marcado y con sus sedas mucho más largas que las otras. Seda final en forma de látigo. (Vives & Shmeleva, 2006).

Distribución geográfica: Atlántico norte, tropical y templado. Mar Mediterráneo y regiones tropicales de los océanos Índico y Pacífico (Kovalev & Shmeleva, 1982).

Biología: en general sólo se capturan individuos aislados. Es una especie de tendencias pelágicas, aunque en raras ocasiones se ha pescado en la zona nerítica. En aguas atlánticas se ha encontrado entre 0 y 750 m (Vives, 1982).

Antecedentes en Canarias: es citada por primera vez por Corral (1970b), que captura cuatro hembras en arrastres de plancton horizontales, una de ellas de 4,45 mm, en los meses de noviembre de 1968 a enero de 1969 en una estación situada sobre la isobata de 500 m, frente a Punta de los Órganos (Tenerife). Posteriormente, Fernández Bigler (1975), captura un número no especificado de ejemplares en sus arrastres horizontales, realizados de noviembre de 1970 a febrero de 1971, en Los Cristianos, (Tenerife). La encuentra distribuida equitativamente en todos los meses de muestreo, y obtiene ejemplares jóvenes en los meses de noviembre y de febrero. Lozano-Soldevilla (1991a), encuentra

dos hembras, de 3 y 4,5 mm y un macho de 3,5 mm.; tallas consideradas dentro del rango normal de esta especie tanto en machos como en hembras. Lozano-Soldevilla *et al.* (1996), pesca 17 ejemplares en 9 de las 16 estaciones en las que realiza arrastres oblicuos de 200 m a superficie en octubre de 1993, durante la campaña oceanográfica “Canarias 9310”, en cuatro radiales situadas entre El Médano y Los Cristianos (Sur de Tenerife), no especificándose las tallas y sus sexos.

Sapphirina angusta Dana, 1849; Fig. 1.15a y 1.15b

Sinonimias más frecuentes:

Sapphirina angusta Dana, 1849.

Sapphirina angusta Dana, 1852.

Sapphirina danae Lubbock, 1856.

Sapphirina opaca Lubbock, 1856.

Sapphirina fulgens Claus, 1863.

Pyromma clausii Haeckel, 1864.

Sapphirina clausii (Haeckel, 1864).

Sapphirina (Pyromma) clausi Häckel, 1864.

Sapphirina angusta Giesbrecht, 1892.

Sapphirina angusta Wilson, 1932.

Sapphirina angusta Rose, 1933.

Sapphirina angusta Owre y Foyo, 1967.

Sapphirina angusta Björnberg, 1981.

Sapphirina angusta Reid, 1990.

Hembra: talla entre 2,50 – 5,50 mm. Cuerpo aplanado, foliáceo y alargado. Prosoma más largo que ancho. Lentes oculares unidas. Primeras antenas cortas con cinco segmentos; el segundo más largo que los demás. Segundas antenas con una seda espiniforme en el extremo terminal del primer segmento, segundo segmento sin cresta en el borde interno; tercer segmento corto, con sedas terminales; cuarto segmento terminado con espina gruesa, pequeña. Abdomen con seis segmentos. Furcas casi dos veces más largas que anchas, con una marcada punta apical interna, muy característica. Segundo segmento del endopodito del cuarto par de patas con dos sedas terminales plumosas.

Macho: talla entre 4,00 – 6,90 mm. Cuerpo más redondeado y foliáceo que en la hembra. Lentes oculares no visibles en posición dorsal. Tercer artejo del endopodito de la segunda pata con una sola seda en lanceta y una seda externa, en estilete, más corta y dentada.

Distribución geográfica: Océano Atlántico (África del Sur, Namibia, Congo, Golfo de Guinea, islas de Cabo Verde, Canarias, Madeira, Lisboa, Azores, Argentina, sur de Brasil, Florida, Mar de las Antillas, Golfo de México, Mar de los Sargazos), Mar Mediterráneo (Mónaco, Córcega, Génova, Nápoles, mar levantino, Argel, costas ibéricas, Islas Baleares), Índico (India, archipiélago malayo, Tailandia) y Pacífico (Filipinas, Vietnam, Mar de China, Japón, Australia) (Razouls, 1996).

Biología: epiplanctónica de tendencias pelágicas, aunque rara vez se captura en la zona nerítica. Se pesca normalmente entre los 0-50 m. En diversas áreas mediterráneas se muestra como especie perenne, en otras es común entre

octubre y marzo. Los machos presentan su máxima iridiscencia con valores de 423 ± 15 nm, mostrando reflejos dorados (Vives & Shmeleva, 2006).

Antecedentes en Canarias: Fernández Bigler (1975), la cita por primera vez para Canarias al obtener una única hembra en el mes de febrero en Los Cristianos (Tenerife). Lozano-Soldevilla (1991a), encuentra 15 hembras de un tamaño medio de $2,70 \pm 1,10$ mm y un único macho de 4,00 mm en la isla de El Hierro. Lozano-Soldevilla *et al.* (1996), pesca 8 ejemplares en 6 de las 16 estaciones muestreadas en el Médano (Tenerife).

Sapphirina auronitens Claus, 1863; Fig. 1.14a y 1.14b

Sinonimias más frecuentes:

Sapphirina auronitens Claus, 1863.

Sapphirina auronitens Giesbrecht, 1892.

Sapphirina auronitens Wilson, 1932.

Sapphirina auronitens Rose, 1933.

Sapphirina auronitens Björnberg, 1981.

Sapphirina auronitens Reid, 1990.

Hembra: talla entre 1,40 – 2,80 mm. Cuerpo foliáceo, estrecho y corto. Prosoma más largo que ancho. Lentes oculares unidas en la mitad del rostro. Primeras antenas con cinco segmentos. Segunda antena con una pequeña espina en el extremo terminal del primer segmento; segundo segmento aproximadamente igual a la suma de la longitud del tercero y cuarto segmentos. Espina terminal alargada. Abdomen con cinco segmentos estrechos. Furcas un

tercio más anchas que largas, con una punta pequeña y afilada en el margen apical interno, con cuatro sedas marginales. Endopodito de la antena de longitud igual a los $7/8$ del basipodito. Gancho final situado en la mitad del segundo artejo del endopodito. Endopodito de la cuarta pata igual a los $2/3$ de la rama externa. Tercer artejo del endopodito casi igual al primero y segundo juntos y con dos sedas terminales.

Macho: talla entre 1,40 – 2,70 mm. Cuerpo más redondeado, foliáceo y alargado que en la hembra. Lentes oculares en el frente rostral, casi unidas. Tercer segmento del endopodito de la segunda pata con tres sedas lanceoladas terminales; una con bordes lisos y dos con verdes dentados. Anténula, furca y cuarta pata como en la hembra. Tercer artejo del endopodito de la segunda pata con una seda de forma lanceolada; los bordes de las otras sedas son dentados.

Distribución geográfica: Océano Atlántico tropical y templado, Mar Mediterráneo (Golfo de León, Córcega, canal Ligur-Provenzal, Génova, Tirreno, Jónico, Malta, norte de África, Cerdeña, Argelia y Adriático), Mar Rojo, Índico (Madagascar, India, archipiélago Malayo) y Pacífico (Filipinas, Japón, China, Mar de Bering, Islas Aleutianas, Australia, Nueva Zelanda, Islas Fiyi, Polinesia, Golfo de California, México, Islas Galápagos, Chile) (Vives & Shmeleva, 2006).

Biología: epiplanctónica oceánica. En el Atlántico se pesca entre 0-50 m. Notable iridiscencia de color dorado que es máxima con valores de longitud de onda de 666 nm (Chae y Nishida, 1999).

Antecedentes en Canarias: es citada por primera vez por Corral (1970b), que encuentra una hembra de 1,40 mm y un macho de 2,00 mm. Fernández Bigler (1975), pesca a esta especie en tres de sus arrastres, de enero a febrero de 1971

en Los Cristianos (Tenerife). Fernández de Puellas (1977) la cita para las aguas de El Hierro. Lozano-Soldevilla (1991a), obtiene 2 hembras de 1,30 y 2,00 mm y un único macho de 1,40 mm en el Mar de Las Calmas (El Hierro). Lozano-Soldevilla *et al.* (1996), encuentra 6 ejemplares en El Médano (Tenerife).

Sapphirina gastrica Giesbrecht, 1891; Fig. 1.16a y 1.16b

Sinonimias más frecuentes:

Sapphirina gastrica Giesbrecht, 1891.

Hembra: talla entre 2,30 – 2,70 mm. Cuarto segmento torácico, visto dorsalmente, con dos puntas centrales y los ángulos laterales romos. Furcas dos veces más largas que anchas y con la punta subapical interna delgada y avanzada; seda interna situada muy por detrás de la seda externa. Antena el doble de largo que la anténula y formada por cinco artejos. Seda del primer basipodito de la antena doble que la del segundo. Rama interna de la cuarta pata con dos sedas terminales y casi tan ancha como la rama externa

Macho: talla entre 2,20 – 2,65 mm. Furca dos veces más larga que ancha, con borde interno terminado en una fina punta larga. Segundo artejo de la antena con una fuerte espina en la parte media del borde interno y otro algo mayor en la parte distal interna del primer artejo. Rama interna de la segunda pata con tres sedas lanceoladas en el extremo distal, separadas por putas de diferente longitud.

Distribución geográfica: Océano Atlántico (África del Sur, Golfo de Guinea, Mauritania, Canarias, suroeste de Portugal, Brasil, sureste de Nueva Escocia),

Mar Mediterráneo, Mar Rojo, Índico (India, archipiélago Malayo) y Pacífico (Japón y sureste de las Islas Hawai) (Razouls, 1996).

Biología: En el Atlántico, entre 0 y 300 m, siempre de forma esporádica e individuos aislados. Chae y Nishida (2004) han descrito el comportamiento natatorio y la fotorrespuesta de esta especie que es máxima con valores de longitud de onda de 652 ± 49 nm, mostrando color dorado. Rara en el Mediterráneo (Vives & Shmeleva, 2006).

Antecedentes en Canarias: es citada por primera vez por Corral (1970b), que encuentra un solo ejemplar de 1,53 en Tenerife. Lozano-Soldevilla (1991a), obtiene 2 machos de 2,30 y 2,80 mm en el Hierro.

Sapphirina gemma Dana, 1849; Fig. 1.21a y 1.21b

Sinonimias más frecuentes:

Sapphirina gemma Dana, 1849.

Pyromma edwardsii Haeckel, 1864.

Sapphirina edwardsii (Haeckel, 1864).

Sapphirina (Pyromma) edwardsii Häckel, 1864.

Sapphirina gemma Brady, 1883.

Sapphirina gemma, Giesbrecht 1892.

Sapphirina gemma, Farran 1929.

Sapphirina gemma Wilson, 1932.

Sapphirina gemma Mori, 1937.

Sapphirina gemma Tanaka, 1960.

Hembra: talla entre 1,80 – 7,50 mm. Cuerpo foliáceo. Prosoma ligeramente más ancho que largo. Urosoma delgado, muy bien diferenciado del prosoma. Lentes oculares casi juntas, situadas ventralmente. Primeras antenas cortas, formadas por cinco segmentos. Segunda antena con una pequeña espina en el extremo terminal del primer segmento; segundo segmento mucho más largo que el tercero y el cuarto juntos. Furcas dos veces más largas que anchas, casi sin punta en el margen apical interno, con cuatro sedas marginales. La punta apical de la furca a menudo está atrofiada. Tercer segmento del endopodito de la segunda pata con tres sedas terminales lanceoladas. Endopodito de la cuarta pata más largo que el exopodito, con dos sedas terminales lanceoladas.

Macho: talla entre 2,10 – 7,50 mm. Cuerpo más redondeado que la hembra, con los segmentos abdominales alargados horizontalmente. La longitud del cuerpo es igual a dos veces y media su anchura máxima. Las lentes oculares, ventrales, no son visibles desde la posición dorsal. Longitud del cuerpo anterior unas dos veces su anchura. Furcas igual que en la hembra. Tercer segmento del endopodito de la segunda pata con tres sedas terminales lanceoladas.

Distribución geográfica: Océano Atlántico (Mauritania, Canarias, Portugal, costas americanas atlánticas), Mar Mediterráneo (Alborán, Córcega, Nápoles, Tirreno, mar levantino (Kovalev & Shmeleva, 1982)), Índico (India) y Pacífico (China, Japón, Islas Hawai, Nueva Zelanda, California y Chile) (Vives & Shmeleva, 2006).

Biología: especie epiplanctónica y subsuperficial. En aguas Atlánticas se pesca entre 0 y 200 m. Zona pelágica, aunque puede pescarse en zona nerítica. Relativamente abundante en aguas de Córcega (Mazza, 1963) y escasa en otras

áreas mediterráneas como Nápoles y el Adriático (Hure & Scotto di Carlo, 1968).

Antecedentes en Canarias: Lozano-Soldevilla (1991a), encuentra 7 hembras de tamaño medio de $1,90 \pm 1,00$ mm y dos machos de 2,50 y 3,00 mm en aguas de El Hierro; y por Lozano-Soldevilla *et al.* (1996), que obtiene un único ejemplar en El Médano (Tenerife).

Sapphirina intestinata Giesbrecht, 1891; Fig. 1.17a y 1.17b

Sinonimias más frecuentes:

Sapphirina intestinata Giesbrecht, 1891.

Sapphirina intestinata Giesbrecht, 1892.

Sapphirina intestinata Giesbrecht: Wolfenden, 1911.

Sapphirina intestinata Farran, 1929.

Sapphirina intestinata Rose, 1933.

Sapphirina intestinata Mori, 1937.

Sapphirina intestinata Mori, 1964.

Sapphirina intestinata Björnberg, 1981.

Sapphirina intestinata Reid, 1990.

Hembra: talla entre 1,60 – 2,80 mm. Cuerpo aplanado, foliáceo, con abdomen corto y estrecho, bien diferenciado del prosoma. Cephalon más ancho que largo. Lentes oculares juntas. Primeras antenas formadas por cinco segmentos. Segundas antenas con una seda espiniforme en el extremo terminal del primer

segmento; segundo segmento alargado con pequeña espina media; tercero y cuarto segmento juntos, más largos que el segundo. Espina terminal gruesa. Abdomen con cinco segmentos cortos y estrechos. Furca dos veces y media más largas que ancha y casi tan larga como el cuerpo posterior; seda interna adelantada con respecto a la externa; con cuatro sedas marginales. Endopodito de la cuarta pata doblando la longitud del exopodito, con una seda terminal lanceolada horizontalmente.

Macho: talla entre 1,65 – 2,90 mm. Cuerpo ovalado-piriforme, con la máxima anchura en el primer segmento torácico. Lentes oculares no visibles en posición dorsal. Tercer segmento del endopodito en la segunda pata con dos sedas lanceoladas y una terminal en forma aguda, con dos espinas, aproximadamente de la misma longitud que la lanceolada. La furca menor que la de la hembra, pero de constitución semejante.

Distribución geográfica: Especie circunglobal que se ha hallado en el Atlántico (Congo, Golfo de Guinea, islas de Cabo Verde, Mauritania, Canarias, Azores, isla de Trinidad, Brasil, Barbados, Venezuela, oeste de Gibraltar), Mar Mediterráneo (Alborán, Golfo de León, Estrecho de Mesina, Mar Jónico, Argel, Alejandría, Malta, mar levantino: Kovalev & Shmeleva, 1982), Índico (India, archipiélago Malayo) y Pacífico (mares de China, Japón, golfo de Alaska, Islas Hawai) (Razouls, 1996).

Biología: Según Rose y Vaissière (1952) es común en aguas argelinas, en superficie y durante la primavera y el otoño; en otras áreas mediterráneas se ha descrito como rara y esporádica. Sin embargo es la especie más capturada al sur de Baleares, en pescas de 0-50 m. En el Atlántico se halla normalmente en la zona pelágica, aunque en varias ocasiones invade la zona nerítica; suele

capturarse entre los 0 y 50 m (Vives & Shmeleva, 2006). Los machos muestran una notable iridiscencia con rápidos cambios de color pues son sensibles a una amplia escala de longitudes de onda (Chae y Nishida, 1999).

Antecedentes en Canarias: es citada por primera vez por Corral (1970b), al pescar 37 hembras de tamaño medio de $1,75 \pm 0,70$ mm; 20 machos de $1,83 \pm 0,35$ mm y 56 jóvenes. Las pescas en las que obtiene individuos se llevan a cabo de noviembre 1969 a febrero de 1970. Fernández Bigler (1975), recoge a esta especie en 6 de sus arrastres, de enero a febrero de 1971. Fernández de Puelles (1977) la cita para las aguas de El Hierro. Lozano-Soldevilla (1991a), captura 6 hembras de $1,90 \pm 0,30$ mm de talla media en El Hierro.

Sapphirina maculosa Giesbrecht, 1893; Fig. 1.19a y 1.19b

Sinonimias más frecuentes:

Sapphirina maculosa Giesbrecht, 1893.

Hembra: talla entre 1,80 – 2,15 mm. Furca con dos puntas en el extremo distal, separadas por una escotadura, seda interna muy poco retrasada con respecto a la seda externa. Anténula con cinco artejos. Endopodito de la cuarta pata mucho más estrecho que el exopodito, de longitud inferior a la mitad de la rama externa y con el tercer artejo provisto de una seda terminal.

Macho: talla entre 2,60 – 2,70 mm. Cuerpo anterior, visto dorsalmente, con el cuarto segmento torácico que cubre, en su región central, parte del primer segmento del cuerpo posterior. Tercer artejo del endopodito de la segunda pata con una lanceta y dos sedas en punzón, muy juntas. Cuarta pata con el

endopodito más delgado y la mitad de largo que el exopodito, terminando en dos puntas en lanceta.

Distribución geográfica: Océano Atlántico (África del Sur, Golfo de Guinea, Canarias, sureste de Nueva Escocia, Brasil), Mar Mediterráneo (Alborán, Tirreno y Adriático: Kovalev y Shmeleva, 1982), Mar Rojo e Índico (Sudáfrica, Mozambique, Golfo de Adén, Archipiélago Malayo, suroeste de la India) (Vives & Shmeleva, 2006).

Biología: según Rose y Vaissière (1952) es frecuente en la superficie de las aguas argelinas, principalmente en primavera y otoño, y también a finales de invierno. Resulta rara en el resto del Mediterráneo español.

Antecedentes en Canarias: es citada por Lozano-Soldevilla (1991a) que encuentra un macho de 2,30 mm.

Sapphirina metallina Dana, 1849; Fig. 1.13a y 1.13b

Sinonimias más frecuentes:

Sapphirina metallina Dana, 1849.

Sapphirina cylindrica Lubbock, 1860.

Sapphirina metallina Brady, 1883.

Sapphirina metallina Giesbrecht, 1892.

Sapphirina metallina Rose, 1933.

Sapphirina metallina Mori, 1964.

Sapphirina metallina Owre y Foyo, 1967.

Sapphirina metallina Bjöenberg, 1981.

Sapphirina metallina Reid, 1990.

Hembra: talla entre 1,60 – 2,50 mm. Cuerpo foliáceo. Prosoma trapezoidal. Lentes oculares grandes y juntas, ocupando todo el frente rostral. Primeras antenas con seis segmentos. Segundas antenas con dos sedas espiniformes largas, en el extremo terminal del primer segmento. Segmento con cinco segmentos. Tercer segmento del endopodito de la segunda pata con tres sedas terminales lanceoladas. Segundo segmento del endopodito del cuarto par de patas con una sola seda interna plumosa. Furcas con un carácter especial: está cortada bruscamente hacia atrás, en ángulo recto, y lleva dos sedas terminales lanceoladas y dos lisas.

Macho: talla entre 1,60 – 2,56 mm. Forma general del cuerpo más redondeado y foliáceo que en la hembra. Lentes oculares juntas. Furcas iguales que en la hembra. Anténula con cinco artejos. Antena con fuerte estilete terminal y una cresta hialina en el borde interno del segundo artejo. Tercer artejo del endopodito de la segunda pata con tres sedas terminales en lanceta en su borde distal.

Distribución geográfica: Circunglobal. Océano Atlántico (África del Sur, Angola, Golfo de Guinea, Canarias, Madeira, Río de Janeiro, Mar de las Antillas, Yucatán, Venezuela, Cuba, Florida, Mar de los Sargazos, suroeste de Azores), Mar Mediterráneo (Nápoles, Tirreno, Estrecho de Mesina, Jónico, Malta, mar levantino), Mar Rojo, Índico (Golfo de Adén, India, archipiélago malayo), Pacífico (Filipinas, Golfo de Tailandia, mares de China, Japón, Australia, Islas Hawai, California, Perú, Chile) y Antártico (Razouls, 1996).

Biología: especie típicamente epiplanctónica (entre 0 y 50 m). De clara tendencia pelágica aunque a veces se ha pescado en aguas (Vives & Shmeleva, 2006).

Antecedentes en Canarias: Corral (1970b) encuentra para las aguas de Tenerife 17 hembras con un tamaño medio de $2,17 \pm 0,19$ mm; 12 machos de $2,07 \pm 0,14$ y 17 jóvenes. Los adultos los pesca de octubre de 1969 a febrero de 1970, y los jóvenes entre abril y junio de 1970. Fernández Bigler (1975) para las aguas de Los Cristianos (Tenerife), comenta en su trabajo que aparece en una muestra en noviembre y no vuelve a encontrarla hasta finales de enero y principios de febrero de 1971. Fernández de Puellas (1977) la cita para las aguas de El Hierro. Lozano-Soldevilla (1991a), encuentra 52 hembras de tamaño medio $1,80 \pm 1,40$ mm y 21 machos de $2,00 \pm 1,00$ mm y Lozano-Soldevilla *et al.* (1996), pesca 169 ejemplares en 13 de las 16 estaciones muestreadas en El Médano (Tenerife).

Sapphirina nigromaculata Claus, 1863; Fig. 1.23a y 1.23b

Sinonimias más frecuentes:

Sapphiridina nigromaculata Claus, 1863.

Sapphiridina nigromaculata Brady, 1883.

Sapphiridina nigromaculata Giesbrecht, 1892.

Sapphirina lomae Esterly, 1905.

Sapphiridina nigromaculata Rose, 1933.

Sapphiridina nigromaculata Mori, 1964.

Sapphiridina nigromaculata Owre y Foyo, 1967.

Sapphiridina nigromaculata Björnberg, 1981.

Sapphiridina nigromaculata Reid, 1990.

Hembra: talla entre 1,20 – 2,80 mm. Cuerpo aplanado, foliáceo. Prosoma más ancho que largo. Lentes oculares casi juntas. Primeras antenas con cinco segmentos. Segundas antenas con seda pequeña, espiniforme en el extremo terminal del primer segmento; segundo segmento alargado, con espina media pequeña. Cuarto segmento terminado en una espina gruesa, pequeña. Abdomen con cinco segmentos, cortos y estrechos. Endopodito de la cuarta pata ligeramente más largo que la mitad del exopodito; segmento terminal con dos sedas lanceoladas. Furcas dos veces más largas que anchas, con pequeña punta apical interna y cuatro sedas marginales.

Macho: talla entre 1,70 – 3,00 mm. Cuerpo foliáceo con los segmentos abdominales más alargados horizontalmente. Lentes oculares no visibles dorsalmente. Tercer segmento del endopodito de la segunda pata con dos sedas lanceoladas y una aguda, dentada, ligeramente más larga que las lanceoladas. Furcas como en la hembra, pero más pequeñas.

Distribución geográfica: Océano Atlántico (África del Sur, Angola, Congo, Golfo de Guinea, islas de Cabo Verde, Canarias, Madeira, Azores, Mar de los Sargazos, Brasil, Argentina, islas Barbados, Yucatán, Cuba, Florida, Golfo de Vizcaya), Mar Mediterráneo (Alborán, Golfo de León, Marsella, Mónaco, Córcega, Génova, Tirreno, Argel, Jónico, Alejandría, mar levantino: Kovalev y Shmeleva, 1982), Mar Rojo, Índico (India, Golfo Pérsico, archipiélago Malayo) y Pacífico (mares de China, Japón, Gran Barrera australiana, California, Panamá, Islas Galápagos y Chile) (Razouls, 1996).

Biología: muy frecuente en el Mediterráneo occidental, tal vez sea la especie más abundante de este género, tanto en el Mediterráneo como en el Atlántico. Rara en superficie, se captura entre 0 y 300 m y en especial en los niveles intermedios (25-50 m). Presenta un máximo en agosto y disminuye en septiembre. De tendencias pelágicas, aunque a veces se captura en la zona nerítica (Vives & Shmeleva, 2006).

Antecedentes en Canarias: Corral (1970b) encuentra 4 hembras con un tamaño medio de $1,68 \pm 0,25$ mm y otra hembra joven de 1,35 mm. Fernández de Puelles (1977) la cita para las aguas de El Hierro. Lozano-Soldevilla (1991a), encuentra 5 hembras de tamaño medio $2,05 \pm 1,30$ mm y 7 machos de $3,00 \pm 1,40$ mm; Lozano-Soldevilla *et al.* (1996), pesca 106 ejemplares en 15 de las 16 estaciones muestreadas en El Médano.

Sapphirina opalina Dana, 1849; Fig. 1.18a y 1.18b

Sinonimias más frecuentes:

Carcinium opalinum Meyel, 1834.

Sapphirina opalina Dana, 1849.

Sapphirina versicolor Dana, 1849.

Sapphirina opalina Dana, 1852.

Sapphirina thompsoni Lubbock, 1860.

Sapphirina pachygaster Claus, 1863.

Sapphiridina pachygaster Claus, 1885.

Sapphirina opalina Giesbrecht, 1892.

Sapphirina opalina Rose, 1933.

Sapphirina opalina Owre y Foyo, 1967.

Sapphirina opalina Reid, 1990.

Hembra: talla entre 2,13 – 4,60 mm. Cuerpo foliáceo. Prosoma más ancho que largo. Lentes oculares contiguas. Primeras antenas cortas, trisegmentadas; las dos sedas terminales fusionadas en la base. Segundas antenas con pequeña espina en el extremo terminal del primer segmento; tercer segmento muy corto; cuarto segmento con la espina terminal casi de igual longitud que el segmento. Abdomen corto con seis segmentos. Ángulos posterolaterales de los segmentos abdominales puntiagudos. Furcas tan largas como anchas, con una estructura en el margen apical interno semejante a un diente.

Macho: talla entre 2,42 – 4,60 mm. Cuerpo foliáceo. Lentes oculares ventrales, sobrepasando el borde frontal por lo que se hacen visibles en posición dorsal. Furcas como en la hembra. Bordes del cuerpo y furcas iridiscentes.

Distribución geográfica: Océano Atlántico (África del Sur, Namibia, Angola, Golfo de Guinea, islas de Cabo Verde, Canarias, Madeira, Azores, Argentina, sur de Brasil, islas Barbados, Yucatán, Golfo de México, Florida, Mar de los Sargazos), Mar Mediterráneo (Alborán, Golfo de León, Adriático, Tirreno, Argel, mar levantino: Kovalev y Shmeleva, 1982), Mar Rojo, Índico (India, archipiélago Malayo) y Pacífico (Filipinas, mares de China, Japón, mar de Bering, Australia, Islas Hawai, Golfo de California, América Central, Islas Galápagos, Perú, Chile) (Razouls, 1996).

Biología: especie epiplanctónica y algo subsuperficial. Se ha capturado entre 50 y 100 metros en el Mediterráneo y por encima de los 300 m en el Atlántico. Es

rara y suele pescarse un número pequeño de individuos. Pelágica, aunque se ha pescado en la zona nerítica (Vives & Shmeleva, 2006). Chae y Nishida (2004) han descrito su comportamiento natatorio y la fotorrespuesta de los machos, que es máxima con valores bajos de longitud de onda (416 ± 12 nm) de color azul-violeta.

Antecedentes en Canarias: es citada por primera vez por Corral (1970b), que obtiene 7 hembras de tamaño medio de $2,56 \pm 0,09$ mm; un macho de 2,87 mm y un individuo joven en aguas de Tenerife. Fernández Bigler (1975), pesca individuos jóvenes en dos arrastres en noviembre de 1970 en Los Cristianos (Tenerife). Lozano-Soldevilla (1991a), encuentra 4 hembras de un tamaño medio de $1,85 \pm 0,50$ mm y dos machos de 1,1 y 2,1 mm en El Hierro. Lozano-Soldevilla *et al.* (1996), pesca 23 ejemplares en 11 de las 16 estaciones muestreadas en aguas de El Médano (Tenerife).

***Sapphirina ovatolanceolata* Dana, 1849; Fig. 1.20a y 1.20b**

Sinonimias más frecuentes:

Sapphirina ovato-lanceolata Dana, 1849.

Sapphirina ovatolanceolata Dana, 1853.

Pyromma gegenbauri Haeckel, 1864.

Sapphirina gegenbauri (Haeckel, 1864).

Sapphirina (Pyromma) gegenhauri Häckel, 1864.

Sapphirina ovatolanceolata Giesbrecht, 1892.

Sapphirina ovatolanceolata Wilson, 1932.

Sapphirina ovatolanceolata Rose, 1933.

Sapphirina ovatolanceolata Owre y Foyo, 1967.

Sapphirina ovatolanceolata Björnberg, 1981.

Sapphirina ovatolanceolata Reid, 1990.

Hembra: talla entre 2,20 – 3,60 mm. Cuerpo foliáceo, alargado y estrecho. Prosoma más ancho que largo. Lentes oculares casi juntas. Primeras antenas con cinco segmentos. Segundas antenas con seda pequeña, espiniforme en el extremo terminal del primer segmento; segundo segmento alargado, con seda media de igual longitud que la del primer segmento. Abdomen con cinco segmentos cortos y estrechos. Furcas dos veces más largas que anchas con una punta apical pequeña.

Macho: talla entre 2,30 – 4,50 mm. Cuerpo aplanado, foliáceo, con los segmentos abdominales más alargados horizontalmente que en la hembra. Longitud del cuerpo anterior unas dos veces su anchura. Frente saliente, lentillas oculares ventrales, lejos del borde frontal. Furcas igual que en la hembra. Pieza bucales atrofiadas.

Distribución geográfica: Océano Atlántico (África del Sur, Namibia, Congo, Golfo de Guinea, islas de Cabo Verde, Canarias, Río de Janeiro, islas Barbados, Yucatán, Cuba, Florida, Mar de los Sargazos), Mar Mediterráneo (Alborán, área central entre Baleares, Cerdeña y Argel, Adriático, Alejandría, Malta, mar levantino), Mar Rojo, Índico (Sudáfrica, Mozambique, India, archipiélago Malayo) y Pacífico (Filipinas, Vietnam, mares de China, Japón, Australia, Islas Hawai, golfo de California) (Razouls, 1996).

Biología: se captura de forma esporádica y con un pequeño número de ejemplares. Especie de hábitos pelágicos, aunque puede pescarse en la zona nerítica. En aguas baleares se ha capturado de 0 a 200 m (Vives & Shmeleva, 2006). La iridiscencia de los machos, estudiada por Chae y Nishida (1999) es máxima a los 506 ± 10 nm de longitud de onda y muestra un color verdoso.

Antecedentes en Canarias: es citada por primera vez por Corral (1970b) en Tenerife, que obtiene 3 hembras con un tamaño medio de $2,72 \pm 0,04$ mm; 2 machos de 3,21 y 3,30 mm y 1 ejemplar joven; Fernández Bigler (1975), la captura en 4 de las muestras del mes de febrero de 1971, en dos pescas diurnas y en otras dos nocturnas en aguas de Los Cristianos (Tenerife). Lozano-Soldevilla (1991a), obtiene 8 hembras de tamaño medio $2,20 \pm 2,00$ mm y un único macho de 3,90 mm en El Hierro; Lozano-Soldevilla *et al.* (1996), pesca 28 ejemplares en 12 de las 16 estaciones muestreadas en El Médano (Tenerife).

Sapphirina scarlata Giesbrecht, 1891; Fig. 1.22a y 1.22b

Sinonimias más frecuentes:

Sapphirina scarlata Giesbrecht, 1891.

Sapphirina scarlata Giesbrecht, 1892.

Sapphirina scarlata Esterly, 1905.

Sapphirina escarlata Giesbrecht: Candeias, 1926.

Sapphirina scarlata Wilson, 1932.

Sapphirina scarlata Rose, 1933.

Sapphirina scarlata Mori, 1964.

Sapphirina scarlata Björnberg, 1981.

Sapphirina scarlata Reid, 1990.

Hembra: talla entre 3,30 – 4,80 mm. Cuerpo foliáceo. Prosoma mucho más ancho que largo. Lentes oculares casi juntas. Primeras antenas con cinco segmentos. Segundas antenas con seda pequeña, espiniforme en el extremo terminal del primer segmento. Abdomen con cinco segmentos cortos y estrechos. Furcas al menos dos veces más largas que anchas. El cuarto segmento torácico, visto dorsalmente, se solapa en su zona central con el primer segmento abdominal.

Macho: talla entre 3,40 – 4,80 mm. Cuerpo foliáceo con los segmentos abdominales más alargados horizontalmente que en las hembras. Tercer segmento del endopodito de la segunda pata con dos sedas lanceoladas y una en forma aguda, dentada, ligeramente más larga que las lanceoladas. Lentes oculares no visibles en posición dorsal.

Distribución geográfica: Océano Atlántico (África del Sur, Angola, Golfo de Guinea, Mauritania, Canarias, oeste de Gibraltar, sur de Brasil, Venezuela, Cuba), Mar Mediterráneo (Golfo de León, Alborán), Mar Rojo, Índico (India, archipiélago Malayo) y Pacífico (Filipinas, mares de China, Japón, Australia, Nueva Zelanda, Islas Hawai, Galápagos, California, golfo de Panamá, Perú) (Vives & Shmeleva, 2006).

Biología: especie rara, de tendencias pelágicas aunque puede capturarse en muy pocas ocasiones en la zona nerítica, siempre de forma esporádica y en escaso número de ejemplares (Vives & Shmeleva, 2006).

Antecedentes en Canarias: la captura de una hembra de 1,9 mm de longitud en aguas del sur de la isla de La Palma (estación 42, Campaña Canarias 85), constituye la primera cita de esta especie para las aguas de las Islas Canarias.

Vettoria granulosa (Giesbrecht, 1891); Fig. 1.2a y 1.2b

Sinonimias más frecuentes:

Corina granulosa Giesbrecht, 1891.

Corine granulosa Giesbrecht, 1891.

Vettoria granulosa (Giesbrecht): C. B. Wilson, 1924.

Hembra: talla entre 0,63 – 0,75 mm. Cuerpo cilíndrico, alargado. El prosoma constituye casi la mitad del cuerpo anterior. Presenta dos grandes lentillas oculares en el frente rostral. El quinto apéndice locomotor está formado por tres espinas de diferente tamaño, situadas a cada lado del quinto segmento torácico. Mandíbula, Maxílula, maxila y maxilípedo terminados en ganchos. Furca característica: presenta cinco sedas espinosas, una lateral, una interna y tres terminales.

Macho: talla entre 0,66 – 0,72 mm. Cuerpo cilíndrico y alargado, muy parecido al de la hembra. El segmento genital es igual o mayor que los dos segmentos siguientes juntos. Maxilípedo con gancho terminal muy largo, mucho más que el último artejo.

Distribución geográfica: Atlántico (África del Sur, Mauritania, Canarias, Madeira, Brasil, islas Barbados, Mar de los Sargazos, islas Bermudas, oeste de Irlanda, oeste de Gibraltar), Mar Mediterráneo (Alborán, Mónaco, Nápoles, Argel, Mar Tirreno, Mar Egeo, mar levantino: Kovalev y Shmeleva, 1982), Mar

Rojo, Índico (suroeste de la India) y Pacífico (Filipinas, mares de China, Japón, Perú y Chile) (Vives & Shmeleva, 2006).

Biología: especie pelágica, aunque puede observarse en ocasiones en aguas neríticas. Normalmente se capturan individuos aislados o en pequeño número. Se han detectado hembras ovígeras en abril, mayo y octubre. En el mar Balear se captura entre 50-200 m y a partir de 50 m (es rarísima a menor profundidad) en el golfo ibero-marroquí (Vives & Shmeleva, 2006).

Antecedentes en Canarias: citada por Lozano-Soldevilla *et al.* (1988) en la lista preliminar del zooplancton de las Islas Canarias.

CLAVE DE IDENTIFICACIÓN DE ESPECIES DE LA FAMILIA SAPPHIRINIDAE EN CANARIAS

00.a.-Cuerpo cilíndrico, no foliáceo, con lentes o lentillas oculares (LO) ocupando todo el frente rostral. Furca característica, con cinco sedas espinosas: una lateral, una interna y tres terminales **_Género *Vettoria*** (Giesbrecht, 1891) (*V. granulosa*)

Ver figura 1.2.

00.b.-Cuerpo plano, foliáceo, con o sin lentes rostrales _____ **(0)**

0.a.-Las dos furcas terminales de aspecto bacilar, piliforme (no foliáceo), estrechas y largas, sin sedas _____ **Género *Copilia*** Dana, 1849 **(1)**

Ver figura 1.3.

0.b.- Las dos furcas terminales son de aspecto aplanado, con sedas _____ **Género *Sapphirinidae*** Thompson J., 1829 **(11)**

Ver figura 1.4.

1.a.- El cuerpo tiene forma trapezoidal, con dos lentes oculares frontales (extremo anterior del cefalotórax), con las piezas bucales completas _____ **2.- HEMBRAS del Género *Copilia*.**

Ver figura 1.5.

1.b.- El cuerpo es foliáceo, sin lentes o lentillas oculares y con las piezas bucales incompletas _____ **7.- MACHOS del Género *Copilia*.**

Ver figura 1.6.

2. HEMBRAS del género *Copilia*:

2.a.- Lentes oculares separadas por una distancia menor a su propia longitud; cefalotórax no tan cuadrangular como el resto de especies sino más fusiforme; 5ª pata natatoria (P5) con una espina larga delante de las dos sedas terminales _____ *C. vítrea* (Haeckel, 1864)

Ver figura 1.7a.

2.b.- Lentes oculares más separadas: P5 sin espina _____ **3**

3.a.- Cefalotórax trapezoidal con depresión entre las lentes oculares. Primer segmento de la segunda antena (A2) con numerosas espinas pequeñas. Segundo segmento de la misma antena (A2) con espina larga, con 4 a 6 espinas más pequeñas y tercer segmento con espina tridente seguida de dos más largas _____ *C. mirabilis* Dana, 1852

Ver figura 1.8a.

3.b.- Cefalotórax más cuadrangular que trapezoidal, sin una depresión tan pronunciada entre las lentillas oculares. Primer segmento de A2 sin esa ornamentación _____ **4**

4.a.- Lentillas oculares situadas a una distancia entre dos y tres veces la longitud de la lente, cefalotórax ligeramente trapezoidal 2º endopodito (Enp2) de A2 mucho más pequeño que el 1º endopodito (Enp1) y con 4 espinas: una pequeña, una mediana y dos grandes terminales; la última espina terminal casi tan larga como este Enp2 _____ *C. mediterranea* (Claus, 1863)

Ver figura 1.11a.

4.b.- Lentillas oculares situadas a una distancia más grande que 3 veces la longitud de la lente. Enp2 de A2 más pequeño que Enp1. Cefalotórax muy cuadrangular_____ **5**

5.a.- Con cuatro espinas en Enp2 de A2: una mediana terminal, una pequeña en el vértice externo de la articulación Enp1-Enp2 y otras dos pequeñas en el lado interno, separadas_____ **C. quadrata** Dana, 1849

Ver figura 1.9a.

5.b.- Con las mismas cuatro espinas en el Enp2 de A2: una mediana terminal, una pequeña en el vértice externo de la articulación Enp1-Enp2 y otras dos pequeñas en el lado interno, no separadas (muy juntas) _____ **C. lata** Giesbrecht, 1891

Ver figura 1.10a.

7.- MACHOS del Género *Copilia*:

7.a.- Segundo segmento del primer maxilípodo (Mx1) sin engrosamiento evidente, con el borde interno recto_____ **C. quadrata** Dana, 1849

Ver figura 1.9b.

7.b.- Segundo segmento del Mx1 con engrosamiento patente _____ **8**

8.a.- Segundo segmento del Mx1 con engrosamiento aproximado en la mitad de su longitud_____ **C. vítrea** (Haeckel, 1864)

Ver figura 1.7b.

8.b.- Segundo segmento del Mx1 con el engrosamiento más desplazado _____ **9**

9.a.- Engrosamiento del segundo segmento del Mx1 con el borde distal interno ensanchado _____ *C. mirabilis* Dana, 1852

Ver figura 1.8b.

9.b.- Engrosamiento del segundo segmento del Mx1 retrasado con respecto del borde distal _____ **10**

10.a.- Segundo segmento del Mx1 sin lóbulo prominente y Enp2 de A2 dos veces más largo que el segmento terminal; segundo segmento del Mx1 rechoncho (relación longitud/ancho= 3) _____ *C. lata* Giesbrecht, 1891

Ver figura 1.10b.

10.b.- Segundo segmento del Mx1 sin lóbulo prominente y Enp2 de A2 menor de que el segmento terminal; segundo segmento del maxilípodo elongado, menos rechoncho (relación longitud/ancho= 4) __ *C. mediterranea* (Claus, 1863)

Ver figura 1.11b

11.a.- Segmentos abdominales más estrechos que los torácicos. Mx1 cortos y bisegmentados __ **HEMBRAS del Género *Sapphirina*** Thompson J., 1829 (**12**).

Ver figura 1.12a

11.b.- Segmentos abdominales de igual tamaño que los torácicos. Mx1 largos y trisegmentados __ **MACHOS del Género *Sapphirina*** Thompson J., 1829 (**22**).

Ver figura 1.12b

12. HEMBRAS del género *Sapphirina*:

12.a.- Furcas con la porción distal en ángulo recto, con dos sedas lanceoladas. Lentes oculares grandes y juntas _____ *S. metallina* Dana, 1849

Ver figura 1.13a

12.b.- Furcas con la porción distal no cortada en ángulo recto _____ **13**

13.a.- Furcas aproximadamente una vez y media más largas que anchas. Lentes oculares grandes y juntas _____ *S. auronitens* Claus, 1863

Ver figura 1.14a

13.b.- Furcas más largas (casi dos veces más largas que anchas) _____ **14**

14.a.- Furcas con las características anteriores y una solo punta apical interna. Cuerpo alargado con lentillas oculares grandes ocupando todo el frente rostral _____ *S. angusta* Dana, 1849

Ver figura 1.15a

14.b.- Furcas y cuerpo sin estas características _____ **15**

15.a.- Furcas con dos pequeñas puntas características en el margen apical interno. Cuerpo corto y globoso (segmentos torácicos) y segmentos abdominales muy delgados. Sin lentes oculares ___ *S. gastrica* Giesbrecht, 1891

Ver figura 1.16a

15.b.- Furcas más de dos veces largas que anchas _____ **16**

16.a.- Furcas más de dos veces y media más largas que anchas, con una punta apical pequeña. Cuerpo corto y globoso. Con lentes oculares_____ *S. intestinata* Giesbrecht, 1891

Ver figura 1.17a

16.b.- Furcas tan largas como anchas _____ **17**

17.a.- Primeras antenas (A1) con tres segmentos, con las dos sedas terminales fusionadas_____ *S. opalina* Dana, 1849

Ver figura 1.18a

17.b.- A1 con cinco segmentos _____ **18**

18.a.- Tercer y cuarto segmento de A1 con una espina fuerte y curva_____ *S. maculosa* Giesbrecht, 1893

Ver figura 1.19a

18.b.- Tercer y cuarto segmento de A1 sin espinas _____ **19**

19.a.- End1 de la cuarta pata (P4) más largo que el exopodito (Exp) _____ **20**

19.b.- End1 de P4 más corto que el Exp _____ **21**

20.a.- Segmento terminal del End1 de P4 con dos sedas apicales lanceoladas desiguales _____ *S. ovatolanceolata* Dana, 1849

Ver figura 1.20a

20.b.- Segmento terminal del End1 de P4 con dos sedas apicales lanceoladas casi iguales _____ *S. gemma* Dana, 1852

Ver figura 1.21a

21.a.- Segundo segmento de A2 con una espina media muy pequeña_____ *S. scarlata* Giesbrech, 1891

Ver figura 1.22a

21.b.- Segundo segmento de A2 con una espina media pequeña, con lentes oculares_____ *S. nigromaculata* Claus, 1863

Ver figura 1.23a

22. MACHOS del género *Sapphirina*:

22.a.- Furcas con la porción distal en ángulo recto, con dos sedas lanceoladas. Lentes oculares grandes y juntas_____ *S. metallina* Dana, 1849

Ver figura 1.13b

22.b.- Furcas con la porción distal no cortada en ángulo recto_____ **23**

23.a.- Furcas aproximadamente una vez y media más largas que anchas. Lentes oculares medianas y casi juntas_____ *S. auronitens* Claus, 1863

Ver figura 1.14b

23.b.- Furcas más largas (casi dos veces más largas que anchas)_____ **24**

24.a.- Furcas con las características anteriores y una solo punta apical interna. Cuerpo alargado sin lentes oculares_____ *S. angusta* Dana, 1849

Ver figura 1.15b

24.b.- Furcas y cuerpo sin estas características_____ **25**

25.a.- Furcas con dos pequeñas puntas características en el margen apical interno. Cuerpo corto y globoso (segmentos torácicos) y segmentos abdominales muy delgados. Sin lentes oculares___*S. gastrica* Giesbrecht, 1891

Ver figura 1.16b

25.b.- Furcas más de dos veces largas que anchas_____ **26**

26.a.- Furcas más de dos veces y media más largas que anchas, con una punta apical pequeña. Cuerpo corto y globoso. Con lentes oculares_____ *S. intestinata* Giesbrecht, 1891

Ver figura 1.17b

26.b.- Furcas tan largas como anchas_____ **27**

27.a.- A1 con tres segmentos, con las dos sedas terminales fusionadas_____ *S. opalina* Dana, 1849

Ver figura 1.18b

27.b.- A1 con cinco segmentos_____ **28**

28.a.- Tercer y cuarto segmento de A1 con una espina fuerte y curva_____ *S. maculosa* Giesbrecht, 1893

Ver figura 1.19b

28.b.- Tercer y cuarto segmento de A1 sin espinas_____ **29**

29.a.- Enp1 de P4 más largo que el Exp_____ **30**

29.b.- Enp1 de P4 más corto que el Exp_____ **31**

30.a.- Segmento terminal del Enp1 de P4 con dos sedas apicales lanceoladas desiguales_____ *S. ovatolanceolata* Dana, 1849

Ver figura 1.20b

30.b.- Segmento terminal del Enp1 de P4 con dos sedas apicales lanceoladas casi iguales_____ *S. gemma* Dana, 1852

Ver figura 1.21b

31.a.- Segundo segmento de A2 con una espina media pequeña_____ *S. scarlata* Giesbrechth, 1891

Ver figura 1.22b

31.b.- Segundo segmento de A2 con una espina media alargada, un poco más grande que en el anterior caso_____ *S. nigromaculata* Claus, 1863

Ver figura 1.23b

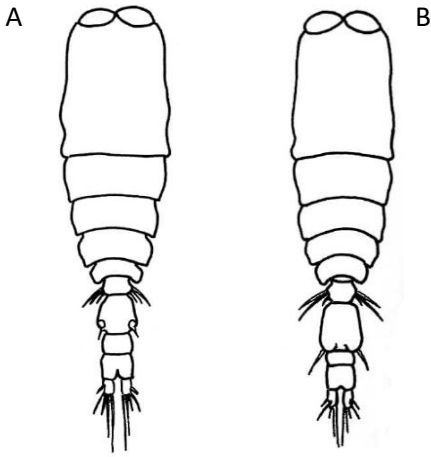


Fig. 1.2: Género *Vettoria*

A: hembra; B: macho.

(Modificado de Giesbrecht, 1892 y Bradford-Grieve, 1999)

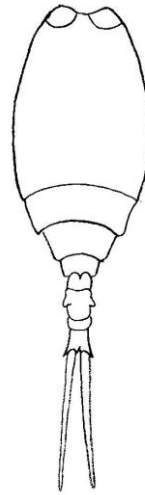


Fig. 1.3: Género *Copilia*

(Modificado de Giesbrecht, 1892 y Bradford-Grieve, 1999)

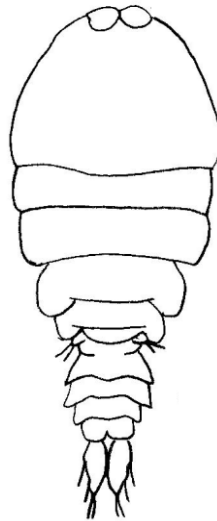


Fig. 1.4: Género *Sapphirina*

(Modificado de Giesbrecht, 1892 y Bradford-Grieve, 1999)

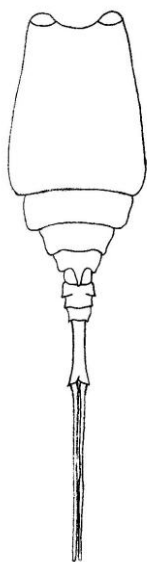


Fig. 1.5: Hembra del Género Copilia
 (Modificado de Giesbrecht, 1892 y Bradford-Grievé, 1999)

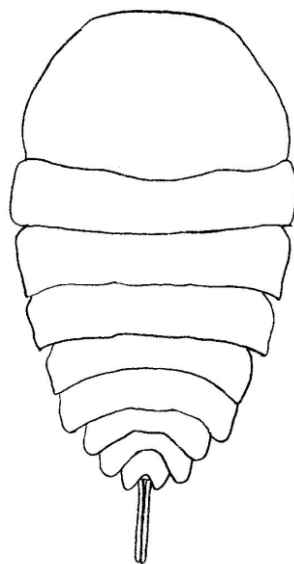


Fig. 1.6: Macho del Género Copilia
 (Modificado de Giesbrecht, 1892 y Bradford-Grievé, 1999)

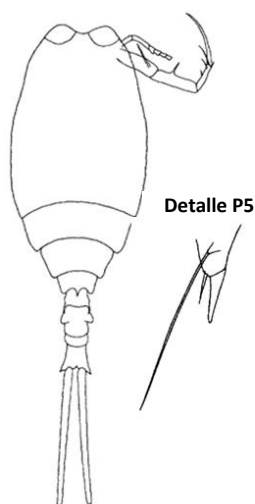


Fig. 1.7a: Hembra de Copilia vitrea
 (Modificado de Giesbrecht, 1892 y Bradford-Grievé, 1999)

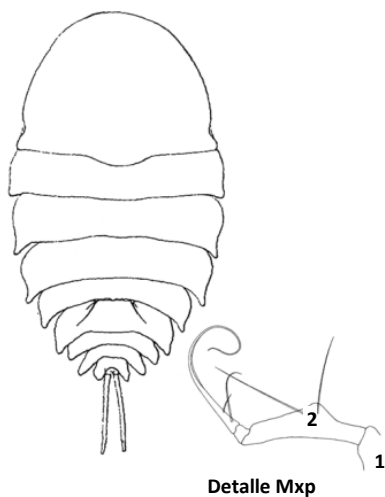


Fig. 1.7b: Macho de Copilia vitrea
 (Modificado de Giesbrecht, 1892 y Bradford-Grievé, 1999)

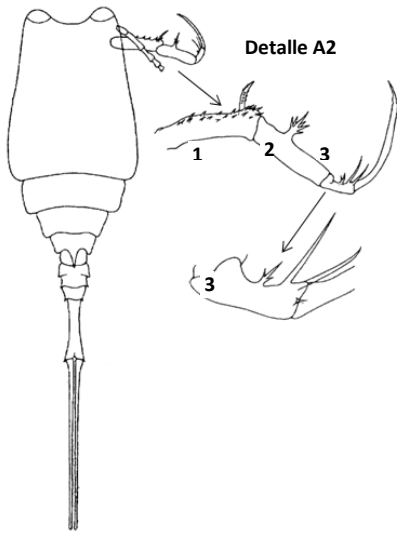


Fig. 1.8a.: Hembra de *Copilia mirabilis*
(Modificado de Giesbrecht, 1892 y Bradford-Grieve, 1999)

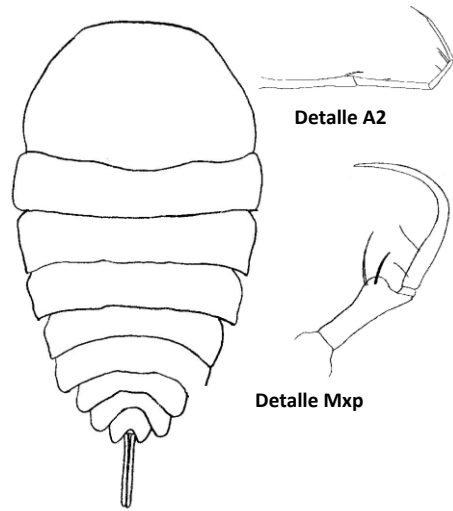


Fig. 1.8b.: Macho de *Copilia mirabilis*
(Modificado de Giesbrecht, 1892 y Bradford-Grieve, 1999)

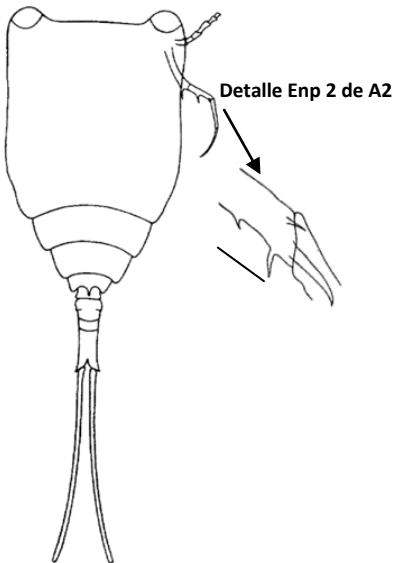


Fig. 1.9a.: Hembra de *Copilia quadrata*
(Modificado de Giesbrecht, 1892 y Bradford-Grieve, 1999)

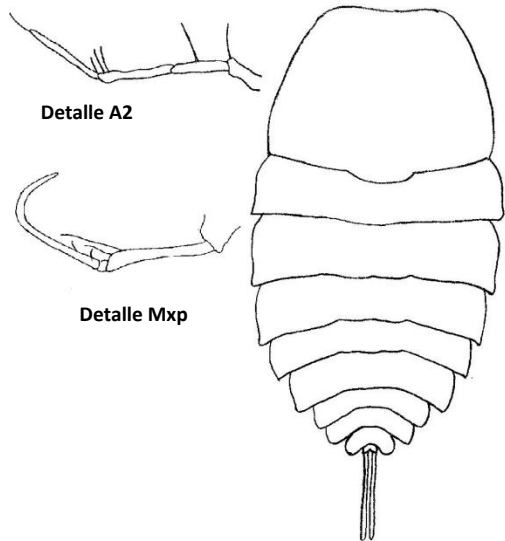


Fig. 1.9b.: Macho de *Copilia quadrata*
(Modificado de Giesbrecht, 1892 y Bradford-Grieve, 1999)

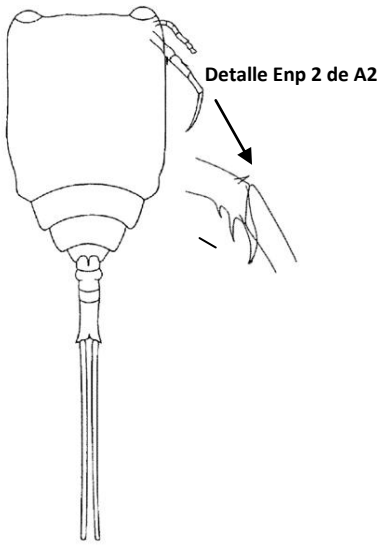


Fig. 1.10a.: Hembra de *Copilia lata*
(Modificado de Giesbrecht, 1892 y Bradford-Grieve, 1999)

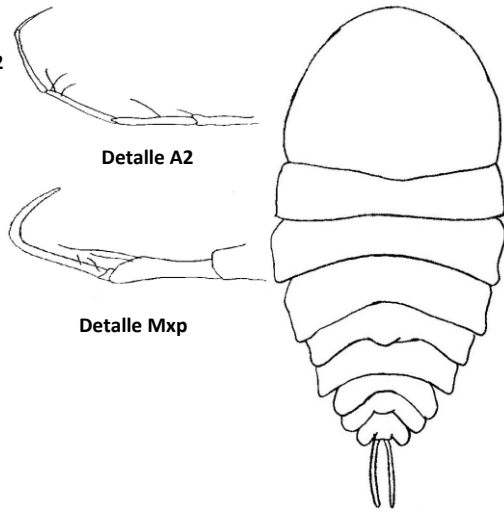


Fig. 1.10b.: Macho de *Copilia lata*
(Modificado de Giesbrecht, 1892 y Bradford-Grieve, 1999)

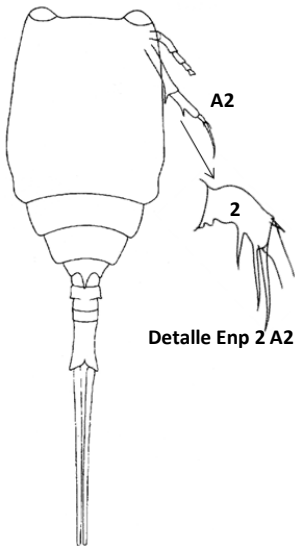


Fig. 1.11a.: Hembra de *Copilia mediterranea*
(Modificado de Giesbrecht, 1892 y Bradford-Grieve, 1999)

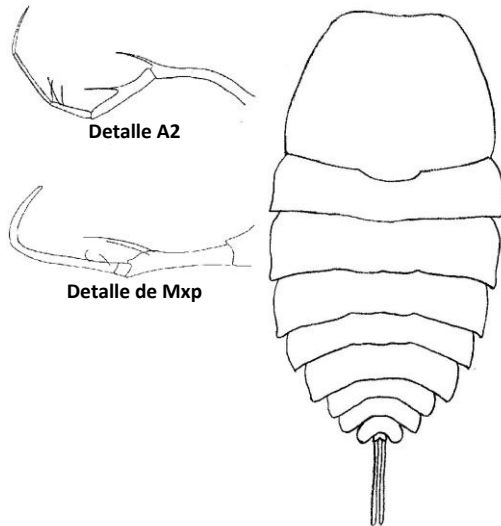


Fig. 1.11b.: Macho de *Copilia mediterranea*
(Modificado de Giesbrecht, 1892 y Bradford-Grieve, 1999)

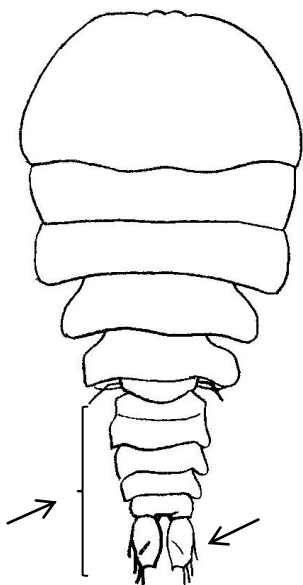


Fig. 1.12a.: Hembra del Género Sapphirina
(Modificado de Giesbrecht, 1892 y Bradford-Grieve, 1999)

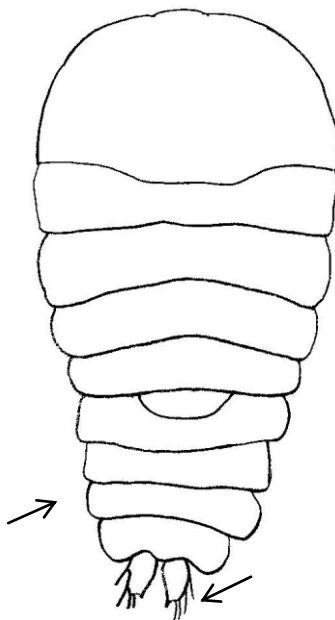


Fig. 1.12b.: Macho del Género Sapphirina
(Modificado de Giesbrecht, 1892 y Bradford-Grieve, 1999)

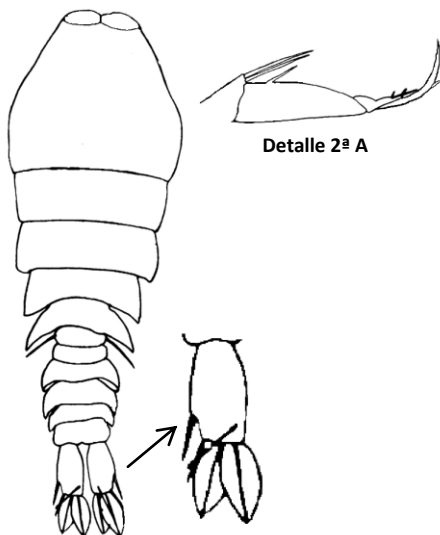


Fig. 1.13a.: Hembra de Sapphirina metallina
(Modificado de Giesbrecht, 1892 y Bradford-Grieve, 1999)

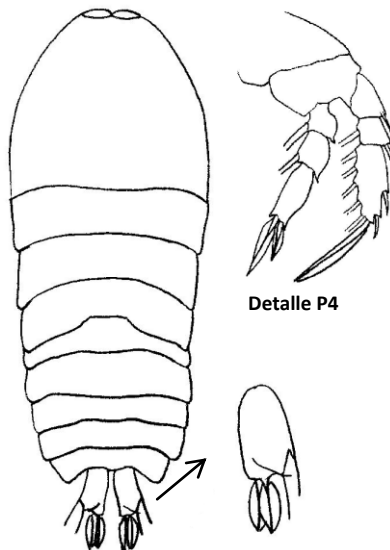


Fig. 1.13b.: Macho de Sapphirina metallina
(Modificado de Giesbrecht, 1892 y Bradford-Grieve, 1999)

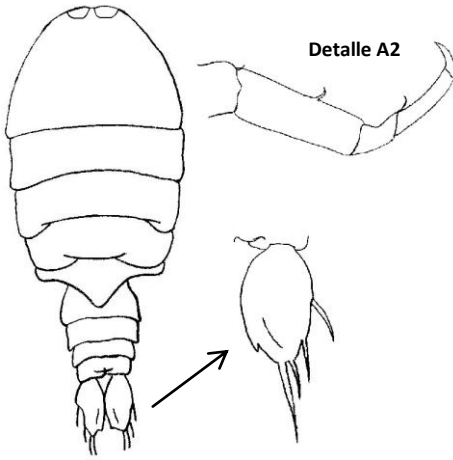


Fig. 1.14a.: Hembra de *Sapphirina auronitens*
(Modificado de Giesbrecht, 1892 y Bradford-Grievé, 1999)

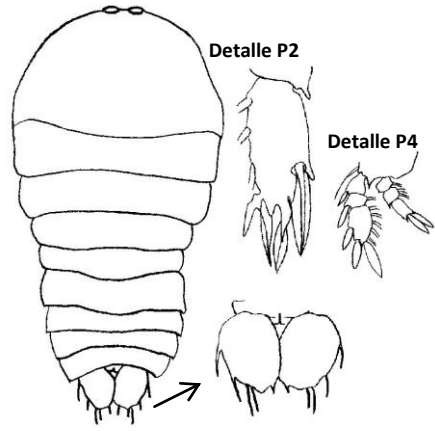


Fig. 1.14b.: Macho de *Sapphirina auronitens*
(Modificado de Giesbrecht, 1892 y Bradford-Grievé, 1999)

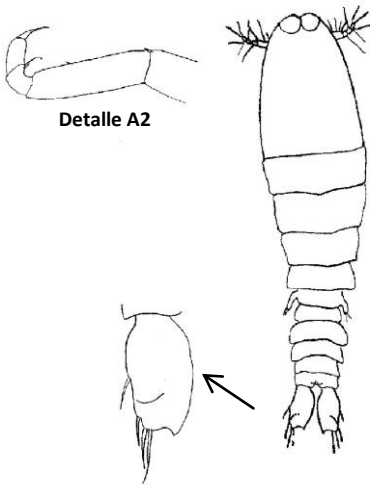


Fig. 1.15a.: Hembra de *Sapphirina angusta*
(Modificado de Giesbrecht, 1892 y Bradford-Grievé, 1999)

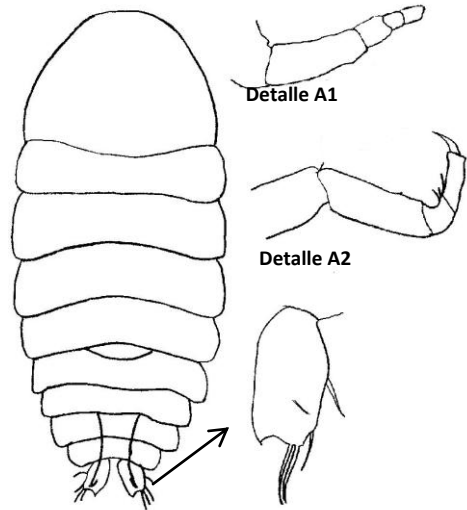


Fig. 1.15b.: Macho de *Sapphirina angusta*
(Modificado de Giesbrecht, 1892 y Bradford-Grievé, 1999)

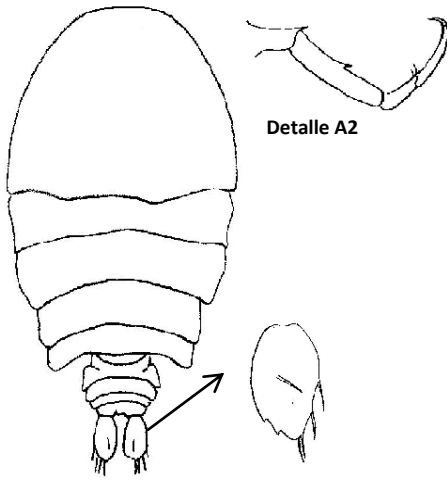


Fig. 1.16a.: Hembra de *Sapphirina gastrica*
 (Modificado de Giesbrecht, 1892 y Bradford-Grieve, 1999)

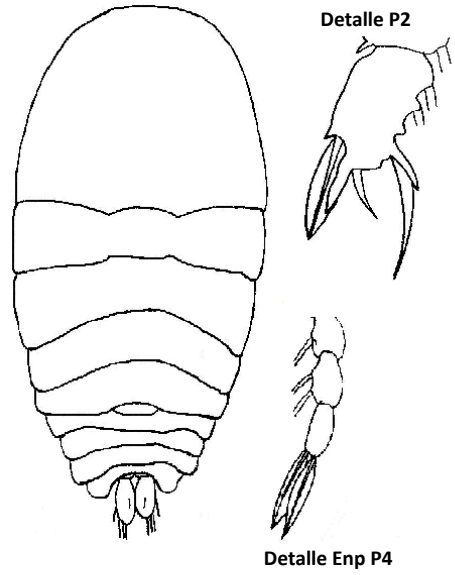


Fig. 1.16b.: Macho de *Sapphirina gastrica*
 (Modificado de Giesbrecht, 1892 y Bradford-Grieve, 1999)

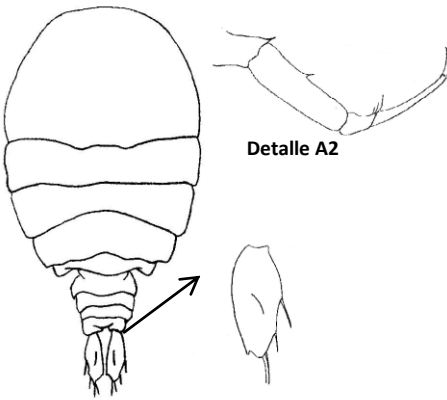


Fig. 1.17a.: Hembra de *Sapphirina intestinata*
 (Modificado de Giesbrecht, 1892 y Bradford-Grieve, 1999)

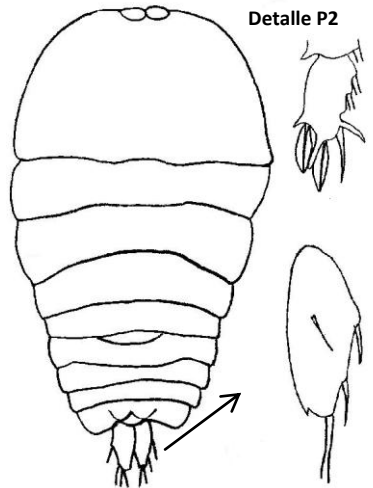


Fig. 1.17b.: Macho de *Sapphirina intestinata*
 (Modificado de Giesbrecht, 1892 y Bradford-Grieve, 1999)

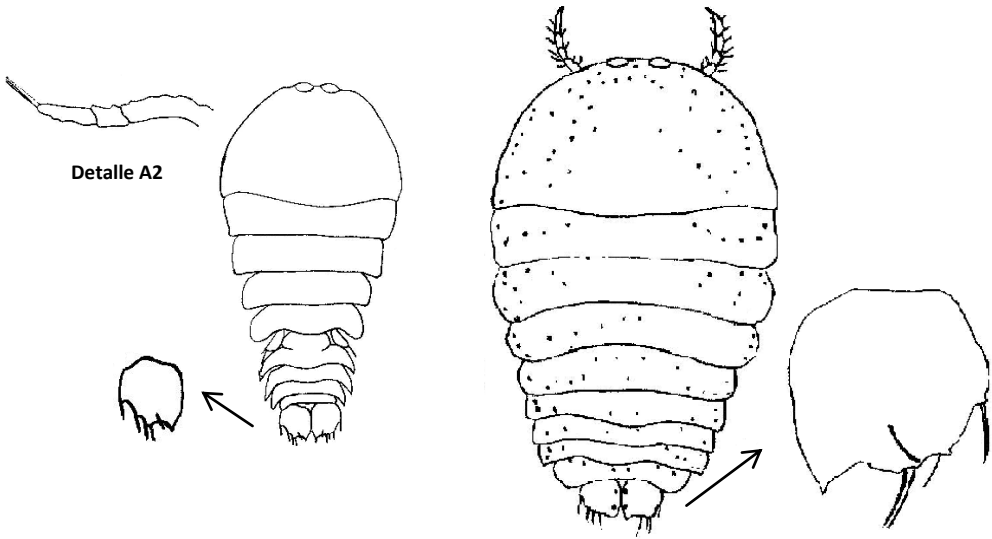


Fig. 1.18a.: Hembra de *Sapphirina opalina*
(Modificado de Giesbrecht, 1892 y Bradford-Grieve, 1999)

Fig. 1.18b.: Macho de *Sapphirina opalina*
(Modificado de Giesbrecht, 1892 y Bradford-Grieve, 1999)

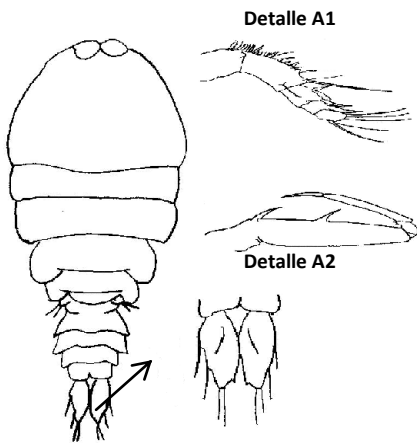


Fig. 1.19a.: Hembra de *Sapphirina maculosa*
(Modificado de Giesbrecht, 1892 y Bradford-Grieve, 1999)

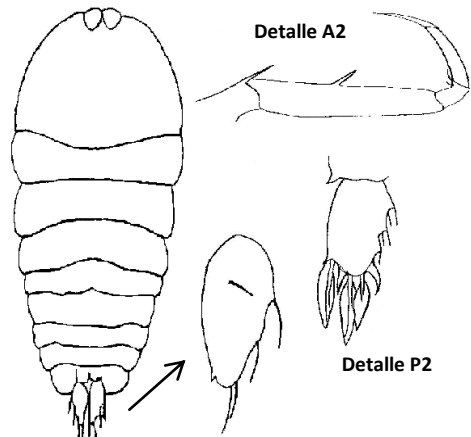


Fig. 1.19b.: Macho de *Sapphirina maculosa*
(Modificado de Giesbrecht, 1892 y Bradford-Grieve, 1999)

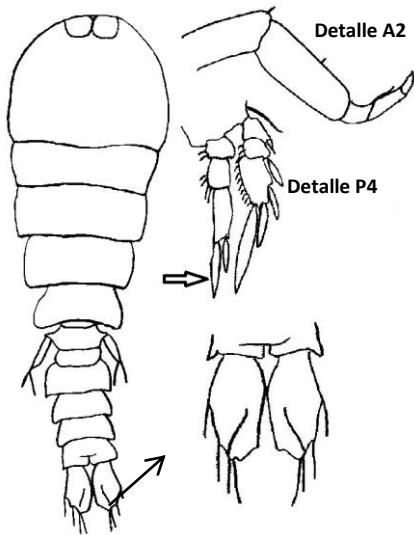


Fig. 1.20a.: Hembra de *Sapphirina ovatolanceolata*
 (Modificado de Giesbrecht, 1892 y Bradford-Grieve, 1999)

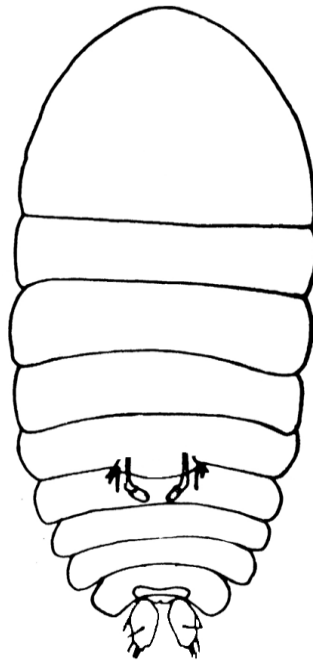


Fig. 1.20b.: Macho de *Sapphirina ovatolanceolata*
 (Modificado de Giesbrecht, 1892 y Bradford-Grieve, 1999)

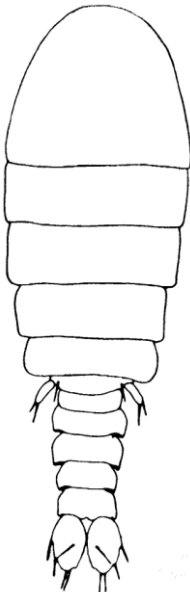


Fig. 1.21a.: Hembra de *Sapphirina gemma*
 (Modificado de Giesbrecht, 1892 y Bradford-Grieve, 1999)

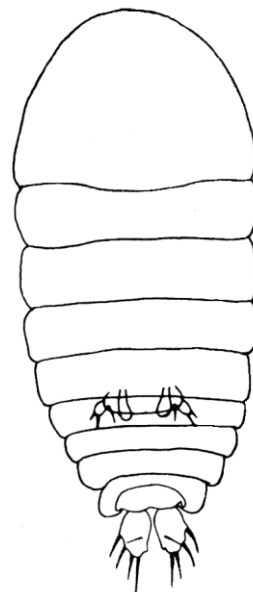


Fig. 1.21b.: Macho de *Sapphirina gemma*
 (Modificado de Giesbrecht, 1892 y Bradford-Grieve, 1999)

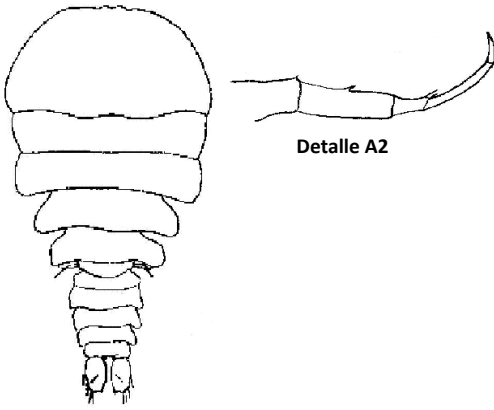


Fig. 1.22a.: Hembra de *Sapphirina scarlata*
(Modificado de Giesbrecht, 1892 y Bradford-Grieve, 1999)

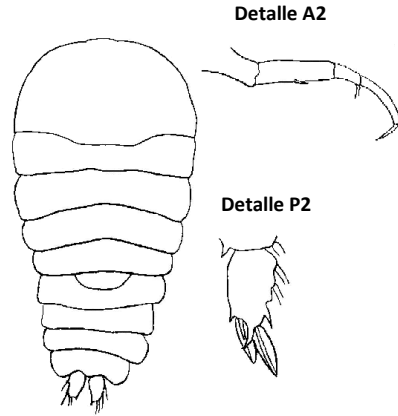


Fig. 1.22b.: Macho de *Sapphirina scarlata*
(Modificado de Giesbrecht, 1892 y Bradford-Grieve, 1999)

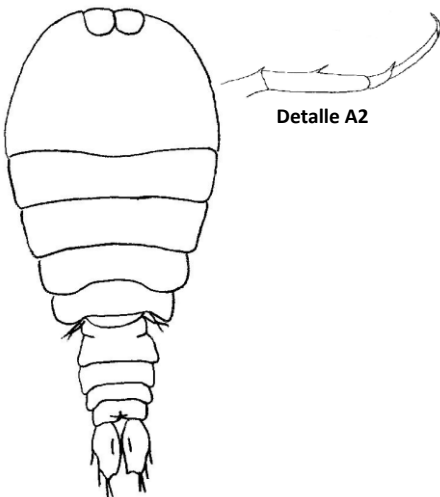


Fig. 1.23a.: Hembra de *Sapphirina nigromaculata*
(Modificado de Giesbrecht, 1892 y Bradford-Grieve, 1999)

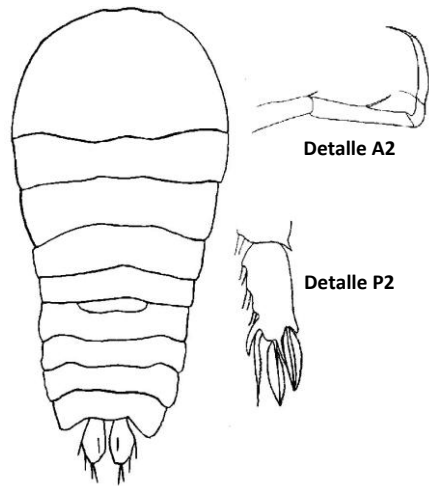


Fig. 1.23b.: Macho de *Sapphirina nigromaculata*
(Modificado de Giesbrecht, 1892 y Bradford-Grieve, 1999)

A black and white photograph of a white cylindrical net hanging from a rope over the ocean. The net is suspended by a central rope that branches into three lines at the top. The net has a dark band around its middle. The ocean surface is visible with small waves and reflections of light. The sky is a uniform light color.

Capítulo II

Capítulo 2: Variabilidad espacial de Copepoda Cyclopoida Sapphirinidae de la Región Canaria I: Canarias 85

INTRODUCCIÓN

Este trabajo se realizó continuando con la línea de investigación que desarrollaba el entonces denominado Departamento de Biología Animal (Unidad Docente e Investigadora de Ciencias Marinas) de la Facultad de Biología de la Universidad de La Laguna, dentro del estudio del zooplancton de las aguas del Archipiélago Canario. Se estudia y compara la cantidad de individuos de esta familia obtenidos en cuarenta y seis estaciones localizadas alrededor de las Islas Canarias durante la campaña oceanográfica “CANARIAS 85”.

Esta campaña que estuvo financiada por la Dirección General de Pesca de la Comunidad Autónoma de Canarias, y se dirigió al estudio de la evaluación de los recursos vivos situados en la vertiente del talud de las Islas Canarias. El objetivo de este capítulo es tener una visión general de la distribución espacial y composición de las especies de la familia Sapphirinidae Thorell, 1859 en aguas del archipiélago, sin relacionarlo, a priori, con ninguna estructura mesoescalar (remolinos y afloramientos). A pesar de ello, tras el estudio de los distintos taxones, se observa un claro gradiente este-oeste en la abundancia y en el patrón de distribución de varias de las especies objetivo.

En el presente capítulo se lleva a cabo una primera aproximación en los patrones de distribución horizontal de los copépodos de la familia Sapphirinidae en el Archipiélago Canario.

METODOLOGÍA

El material estudiado procede de las muestras obtenidas en cuarenta y seis estaciones de la campaña oceanográfica “CANARIAS 85” realizada a bordo del B/I Taliarte (figura 2.1A) del entonces Instituto Canario de Ciencias Marinas (I.C.C.M.), durante el mes de junio de 1985 en aguas de las Islas Canarias. La situación geográfica de las estaciones de muestreo y características de las mismas se exponen en la figura 2.2 y en la tabla 2.1.

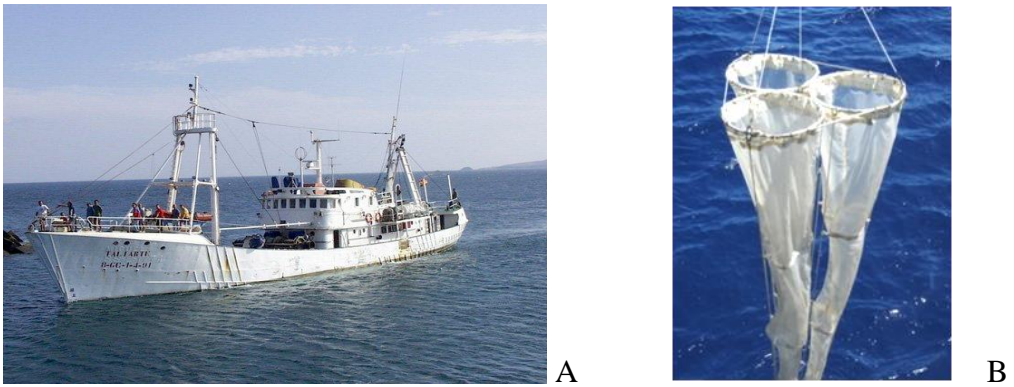


Figura 2.1.- A.- B/I Taliarte. B.- Red WP-2 de 3 bocas.

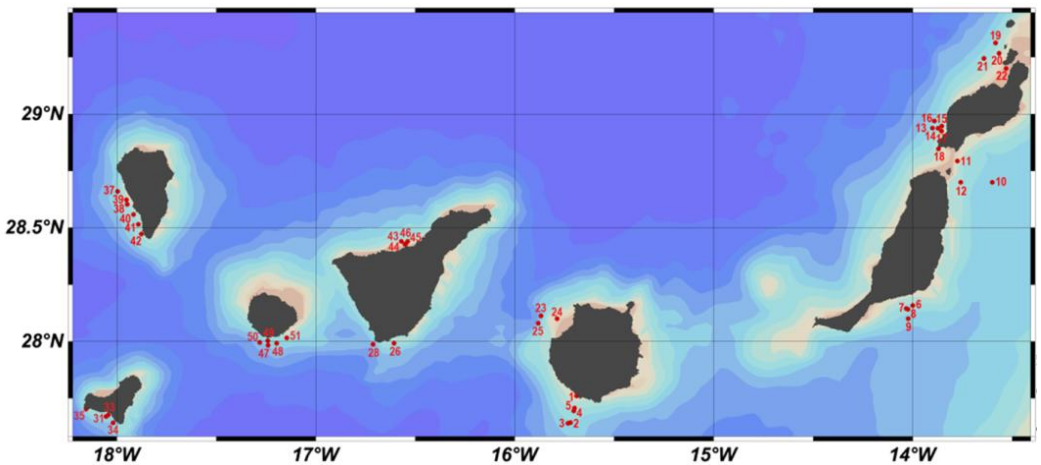


Figura 2.2.- Mapa de las Islas Canarias con las estaciones de la campaña oceanográfica “CANARIAS 85”.

Los arrastres de plancton se realizaron verticalmente desde los doscientos metros de profundidad (siempre que fue posible) hasta la superficie, utilizándose para su captura una red WP-2 de tres bocas (figura 2.1B), versión de la WP-2 estándar internacional (UNESCO, 1968), de 200 micras de luz de malla (Nylon Nylal), 0,25 m² de área de boca y colectores de PVC con sistema de fijación interno a la red. Este tipo de red es la recomendada para la captura de mesozooplancton en arrastres de tipo vertical.

Las muestras obtenidas fueron fijadas con formol al 4% neutralizado previamente con bórax, procediéndose con posterioridad al triado, medición y determinación taxonómica de la totalidad de los copépodos de la familia Sapphirinidae presentes en cada una de las muestras. No se llevaron a cabo fraccionamientos, estudiándose la muestra en su totalidad en cada una de las estaciones.

El volumen de agua filtrada por la red fue obtenido por medio del cálculo teórico usando el área de la embocadura de la red y la distancia recorrida durante el arrastre y aplicando una eficiencia de filtración del 94% calculada para dicha red (UNESCO, 1968). Los volúmenes filtrados estimados, junto con un resumen de los arrastres llevados a cabo se muestran en la tabla 2.1

Para analizar las diferencias entre las estaciones occidentales y orientales (con las centrales no se obtuvo una separación clara), se emplearon análisis estadísticos no paramétricos. Se ordenaron las estaciones en función de su abundancia (individuos/100m³). Estas ordenaciones se representan gráficamente mediante nMDS (“non-metric multidimensional scaling”), basadas en la distancia euclídea. Para estabilizar la varianza, los datos fueron transformados previamente mediante presencia/ausencia (Clarke & Warwick, 2001). Para

testar las diferencias entre los dos grupos se llevó a cabo un análisis de similaridad de una vía (ANOSIM). El valor del estadístico puede variar entre 0 y 1, siendo los valores próximos a 1 los que indican diferencias, mientras que los próximos a 0, los que no muestran una separación lo suficientemente robusta como para poder ser tomada en cuenta.

También se llevó a cabo un análisis del porcentaje de similaridad (SIMPER) para determinar la contribución de cada especie a las posibles diferencias entre el grupo de islas orientales y occidentales. Todos los análisis estadísticos se llevaron a cabo mediante el software Primer v.6.1.

Así mismo se empleó un análisis estadístico paramétrico t-student ($p < 0,05$) para evaluar la diferencia entre los tamaños de las especies. Antes de aplicar el análisis estadístico se empleó un test para determinar la homogeneidad de la varianza. Se llevaron a cabo dos estudios diferentes, entre las estaciones norte y sur; y entre las estaciones orientales y occidentales. Los análisis estadísticos paramétricos se llevaron a cabo mediante el paquete estadístico R.

Estación	Fecha	Hora G.T.M.	LAT (N)	LONG (W)	Prof. Pesca (m)	Prof. Fondo (m)	Vol. Filtrado (m ³)
1	04/06/1985	11:01	27,760	-15,690	20	25	4,7
2	04/06/1985	14:50	27,643	-15,720	200	>1000	47
3	05/06/1985	10:00	27,640	-15,733	200	>1000	47
4	05/06/1985	13:14	27,075	-15,703	200	>1000	47
5	05/06/1985	16:30	27,707	-15,700	200	>1000	47
6	06/06/1985	13:25	28,158	-14,000	200	366	47
7	06/06/1985	18:07	28,145	-14,033	200	658	47
8	07/06/1985	15:22	28,142	-14,023	200	951	47
9	07/06/1985	18:30	28,207	-14,022	11	14	2,59
10	08/06/1985	10:32	28,700	-13,757	200	833	47
11	08/06/1985	16:34	28,793	-13,775	200	205	47
12	09/06/1985	10:41	28,700	-13,758	200	805	47
13	10/06/1985	10:15	28,938	-13,900	200	732	47
14	10/06/1985	15:07	28,937	-13,873	200	512	47
15	10/06/1985	18:26	28,947	-13,853	100	128	23,5
16	11/06/1985	12:07	28,970	-13,890	200	585	47
17	11/06/1985	16:07	28,925	-13,855	30	49	7,05
18	11/06/1985	18:02	28,847	-13,870	50	73	11,7
19	12/06/1985	13:09	29,313	-13,583	200	878	47
20	12/06/1985	19:02	29,267	-13,565	100	142	23,5
21	13/06/1985	12:32	29,245	-13,642	200	366	47
22	13/06/1985	17:15	29,200	-13,530	25	33	5,88
23	16/06/1985	10:53	28,112	-15,868	200	267	47
24	16/06/1985	20:12	28,100	-15,787	70	90	16,45
25	17/06/1985	16:06	28,807	-15,883	200	351	47
26	18/06/1985	11:30	27,992	-16,607	200	761	47
28	19/06/1985	15:30	27,988	-16,713	200	915	47
31	22/06/1985	11:32	27,670	-18,055	200	933	47
33	22/06/1985	17:12	27,677	-18,043	200	512	47
34	23/06/1985	16:08	27,642	-18,020	200	>1000	47
35	23/06/1985	19:50	27,702	-18,155	150	219	35,25
37	24/06/1985	19:31	28,660	-17,797	80	99	18,8
38	25/06/1985	12:52	28,603	-17,948	200	702	47
39	25/06/1985	19:30	28,623	-17,952	200	253	47
40	26/06/1985	12:21	28,558	-17,917	200	600	47
41	26/06/1985	13:11	28,515	-17,893	200	622	47
42	26/06/1985	13:53	28,473	-17,878	200	585	47
43	27/06/1985	12:53	28,440	-16,570	200	576	47
44	27/06/1985	19:20	28,428	-16,553	100	174	23,5
45	28/06/1985	14:57	28,430	-16,548	140	164	32,9
46	28/06/1985	18:59	28,440	-16,538	200	250	47
47	29/06/1985	11:23	27,983	-17,240	200	545	47
48	29/06/1985	14:34	27,992	-17,197	200	658	47
49	29/06/1985	19:17	28,003	-17,242	60	76	14,1
50	30/06/1985	13:21	27,995	-17,282	200	512	47
51	30/06/1985	18:46	28,015	-17,147	200	922	47

Tabla 2.1.- Cuadro con las estaciones de muestreo de la campaña oceanográfica "CANARIAS 85".

RESULTADOS

El estudio de las muestras de plancton dio como resultado la obtención de 226 ejemplares de copépodos pertenecientes a la familia Sapphirinidae: 134 del género *Sapphirina* Thompson J., 1829, 89 del género *Copilia* Dana, 1849 y 3 del género *Vetтория* Wilson C. B., 1924. El género *Vetтория* no volvió a estar presente en ninguna muestra del resto de campañas usadas para llevar a cabo la presente tesis doctoral. A continuación se exponen los resultados obtenidos para las diferentes especies capturadas:

Género *Copilia* Dana, 1849

<i>Copilia mediterranea</i> (Claus, 1863)	Estación	Hembras	Machos	Total
En la tabla 2.2.a se recogen los individuos capturados por estaciones y sexos. La figura 2.3.a representa la abundancia en número de individuos/100m ³ , según la longitud geográfica.	2	3	0	3
	5	1	0	1
	10	1	0	1
	25	2	0	2
	26	2	0	2
	40	1	0	1

Tabla 2.2.a.- Individuos capturados por sexos

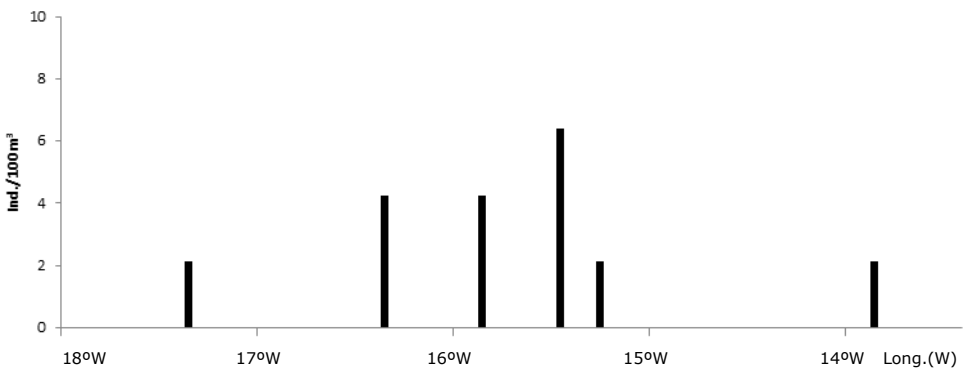


Figura 2.3.a.- Gráfica de abundancia (individuos/100m³) de la especie *C. mediterranea*.

<i>Copilia quadrata</i> Dana, 1849	Estación	Hembras	Machos	Total
	13	1	0	1
	15	1	0	1
	19	0	1	1
	23	1	0	1
	24	1	0	1
	25	4	0	4
	28	4	0	4
	33	3	1	4
	34	1	0	1
	35	3	0	3
	37	3	0	3
	38	4	1	5
	39	1	0	1
	40	2	0	2
	41	4	0	4
	42	2	1	3
	43	6	1	7
	44	7	0	7
	45	2	0	2
	46	8	0	8
	47	6	0	6
	48	3	0	3
	49	3	0	3
	50	3	0	3
	51	1	0	1

Tabla 2.2.b.- Individuos capturados por sexos

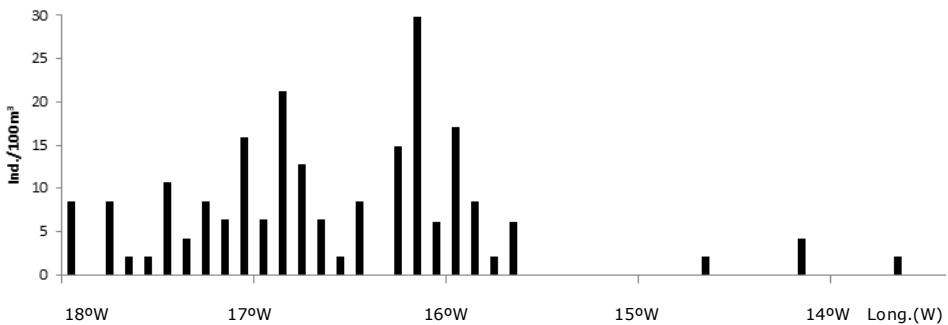


Figura 2.3.b.- Gráfica de abundancia (individuos/100m³) de la especie *C. quadrata*.

Género *Sapphirina* Thompson J., 1829

<i>Sapphirina angusta</i> Dana, 1849	Estación	Hembras	Machos	Total
En la tabla 2.2.c se recogen los individuos capturados por estaciones y sexos. La figura 2.3.c representa la abundancia en número de individuos/100m ³ , según la longitud geográfica.	25	1	0	1
	34	1	1	2
	43	1	0	1
	46	1	0	1

Tabla 2.2.c.- Individuos capturados por sexos

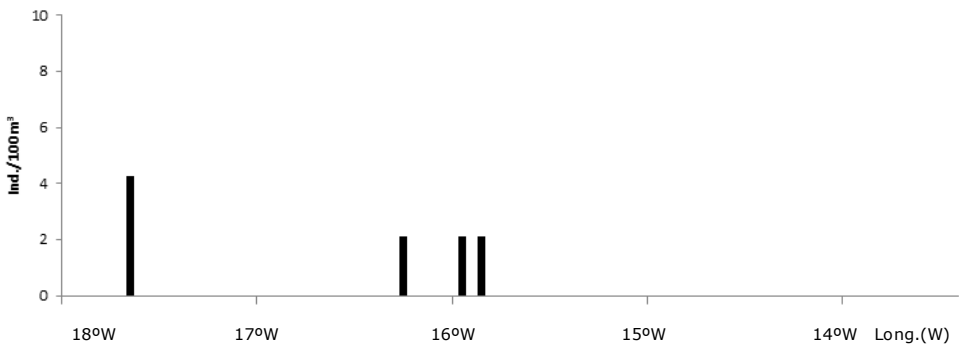


Figura 2.3.c.- Gráfica de abundancia (individuos/100m³) de la especie *S. angusta*.

<i>Sapphirina auronitens</i> Claus, 1863	Estación	Hembras	Machos	Total
En la tabla 2.2.d se recogen los individuos capturados por estaciones y sexos. La figura 2.3.d representa la abundancia en número de individuos/100m ³ , según la longitud geográfica.	35	1	0	1
	47	0	1	1
	49	1	0	1

Tabla 2.2.d.- Individuos capturados por sexos

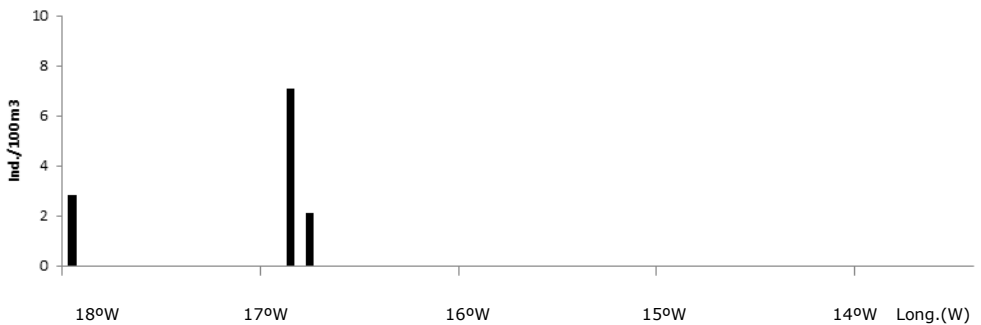


Figura 2.3.d.- Gráfica de abundancia (individuos/100m³) de la especie *S. auronitens*.

<i>Sapphirina gastrica</i> Giesbrecht, 1891	Estación	Hembras	Machos	Total
	7	0	2	2

Tabla 2.2.e.- Individuos capturados por sexos

En la tabla 2.2.e se recoge el único individuo capturado. La figura 2.3.e representa la abundancia en número de individuos/100m³, según la longitud geográfica.

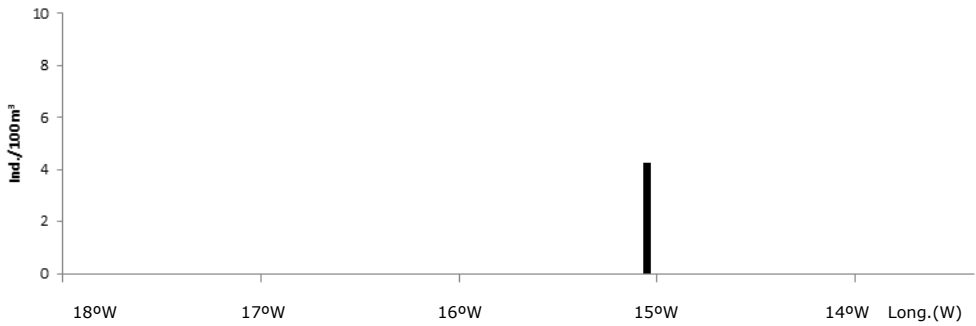


Figura 2.3.e.- Gráfica de abundancia (individuos/100m³) de la especie *S. gastrica*.

<i>Sapphirina gemma</i> Dana, 1852	Estación	Hembras	Machos	Total
	6	0	1	1

Tabla 2.2.f.- Individuos capturados por sexos

En la tabla 2.2.f se recoge el único individuo capturado. La figura 2.3.f representa la abundancia en número de individuos/100m³, según la longitud geográfica.

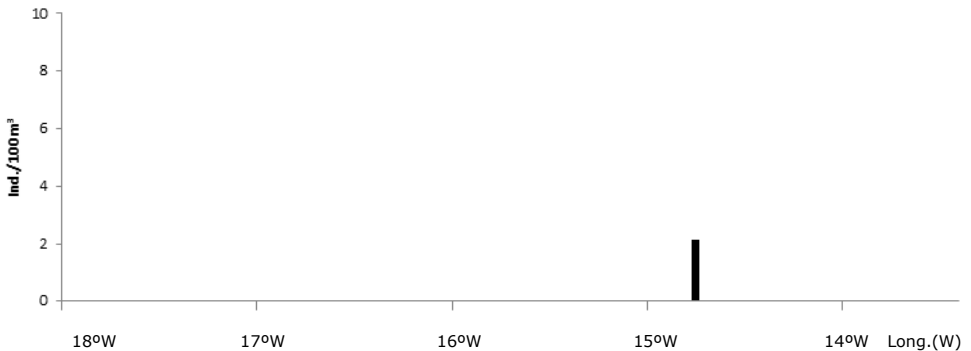


Figura 2.3.f.- Gráfica de abundancia (individuos/100m³) de la especie *S. gemma*.

<i>Sapphirina intestinata</i> Giesbrecht, 1891	Estación	Hembras	Machos	Total
En la tabla 2.2.g se recogen los individuos capturados por estaciones y sexos. La figura 2.3.g representa la abundancia en número de individuos/100m ³ , según la longitud geográfica.	37	1	0	1
	41	1	0	1
	44	1	0	1
	47	3	0	3

Tabla 2.2.g.- Individuos capturados por sexos

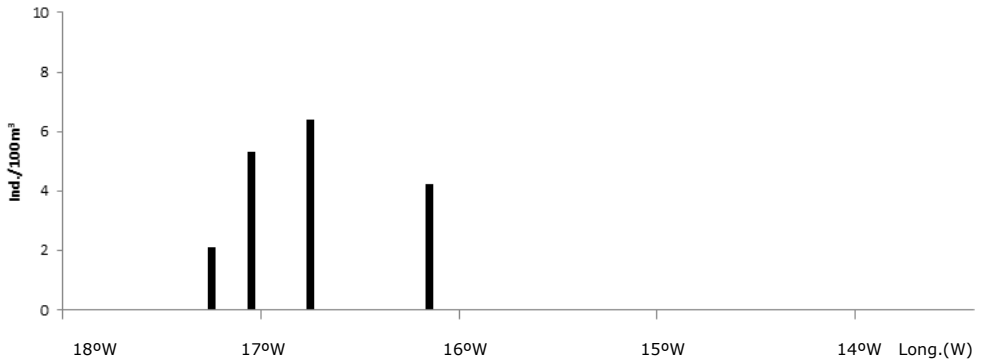


Figura 2.3.g.- Gráfica de abundancia (individuos/100m³) de la especie *S. intestinata*.

<i>Sapphirina maculosa</i> Giesbrecht, 1893	Estación	Hembras	Machos	Total
	8	1	0	1

Tabla 2.2.h.- Individuos capturados por sexos

En la tabla 2.2.h se recoge el único individuo capturado. La figura 2.3.h representa la abundancia en número de individuos/100m³, según la longitud geográfica.

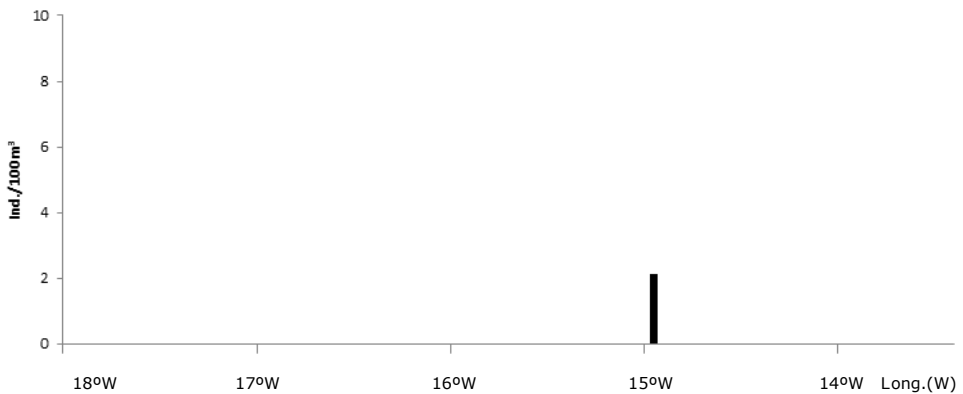


Figura 2.3.h.- Gráfica de abundancia (individuos/100m³) de la especie *S. maculosa*.

<i>Sapphirina metallina</i> Dana, 1849	Estación	Hembras	Machos	Total
<p>En la tabla 2.2.i se recogen los individuos capturados por estaciones y sexos.</p> <p>La figura 2.3.i representa la abundancia en número de individuos/100m³, según la longitud geográfica.</p>	2	2	1	3
	3	0	1	1
	7	2	0	2
	8	0	1	1
	11	2	0	2
	13	1	0	1
	23	2	1	3
	24	3	0	3
	25	1	0	1
	28	1	1	2
	31	0	2	2
	33	3	1	4
	34	1	0	1
	35	1	2	3
	38	3	1	4
	40	0	3	3
	41	10	2	12
	42	5	4	9
	43	2	1	3
	44	2	0	2
45	1	0	1	
46	2	0	2	
48	3	0	3	
50	5	0	5	

Tabla 2.2.i.- Individuos capturados por sexos

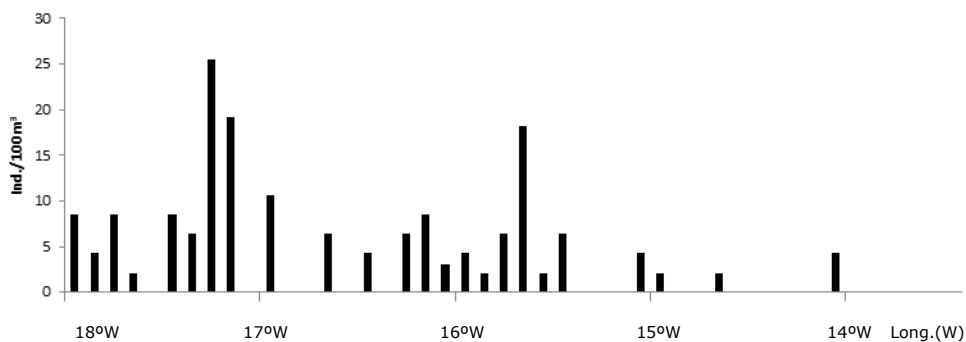


Figura 2.3.i.- Gráfica de abundancia (individuos/100m³) de la especie *S. metallina*.

<i>Sapphirina nigromaculata</i> Claus, 1863	Estación	Hembras	Machos	Total
<p>En la tabla 2.2.j se recogen los individuos capturados por estaciones y sexos.</p> <p>La figura 2.3.j representa la abundancia en número de individuos/100m³, según la longitud geográfica.</p>	11	2	0	2
	13	1	0	1
	14	0	1	1
	16	1	0	1
	21	1	0	1
	25	1	0	1
	37	1	0	1
	38	1	0	1
	41	1	0	1
	44	1	0	1
	45	2	0	2
	46	6	0	6
	47	4	1	5
	49	1	1	2
	50	1	1	2
51	1	0	1	

Tabla 2.2.j.- Individuos capturados por sexos

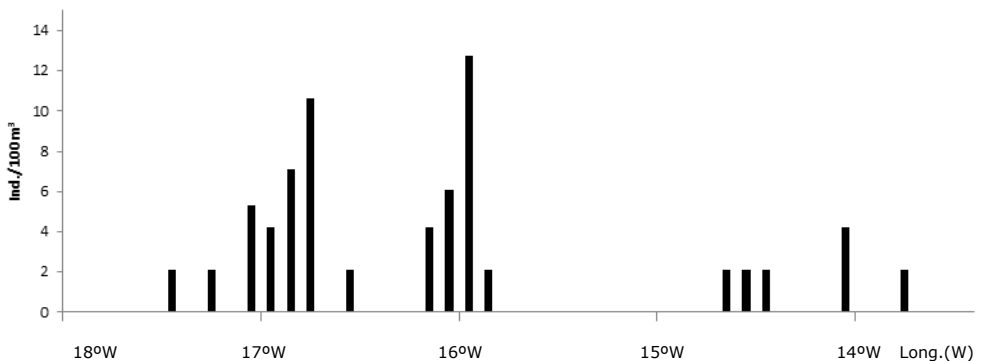


Figura 2.3.j.- Gráfica de abundancia (individuos/100m³) de la especie *S. nigromaculata*.

<i>Sapphirina opalina</i> Dana, 1849	Estación	Hembras	Machos	Total
<p>En la tabla 2.2.k se recogen los individuos capturados por estaciones y sexos.</p> <p>La figura 2.3.k representa la abundancia en número de individuos/100m³, según la longitud geográfica.</p>	8	1	0	1
	31	1	0	1
	39	0	1	1
	41	1	0	1
	43	1	0	1
	51	0	1	1

Tabla 2.2.k.- Individuos capturados por sexos

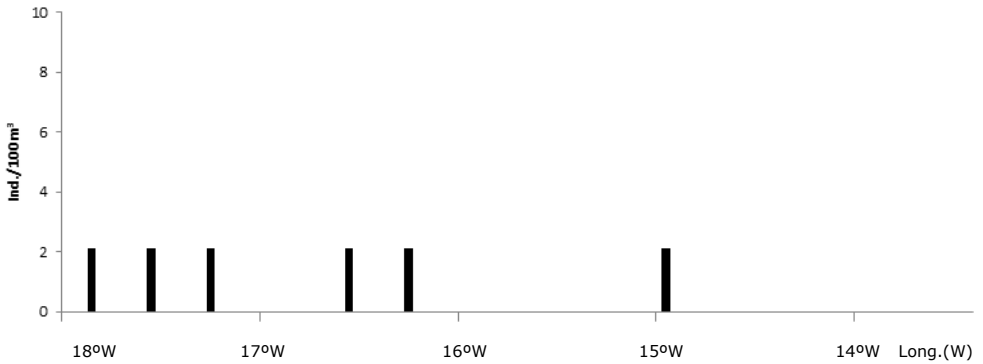


Figura 2.3.k.- Gráfica de abundancia (individuos/100m³) de la especie *S. opalina*.

<i>Sapphirina ovato lanceolata</i> Dana, 1849	Estación	Hembras	Machos	Total
<p>En la tabla 2.2.l se recogen los individuos capturados por estaciones y sexos.</p> <p>La figura 2.3.l representa la abundancia en número de individuos/100m³.</p>	3	1	0	1
	12	1	0	1
	42	1	1	2
	43	4	0	4
	48	1	0	1

Tabla 2.2.l.- Individuos capturados por sexos

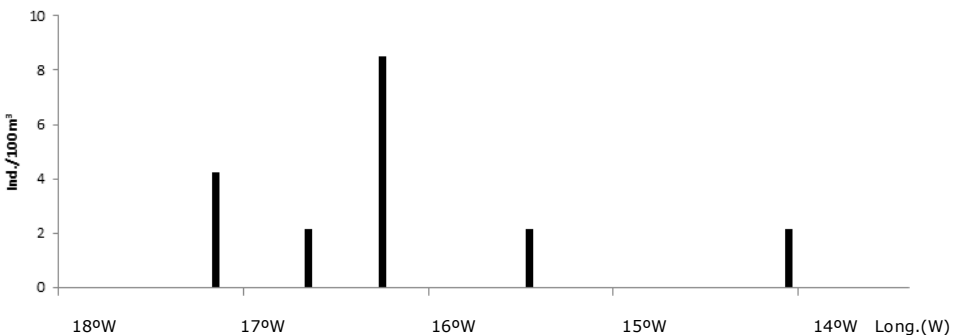


Figura 2.3.l.- Gráfica de abundancia (individuos/100m³) de la especie *S. ovato lanceolata*.

<i>Sapphirina scarlata</i> Giesbrecht, 1891	Estación	Hembras	Machos	Total
	42	1	0	1

En la tabla 2.2.m se recoge el único individuo capturado. La figura 2.3.m representa la abundancia en número de individuos/100 m³, según la longitud geográfica.

Tabla 2.2.m.- Individuos capturados por sexos

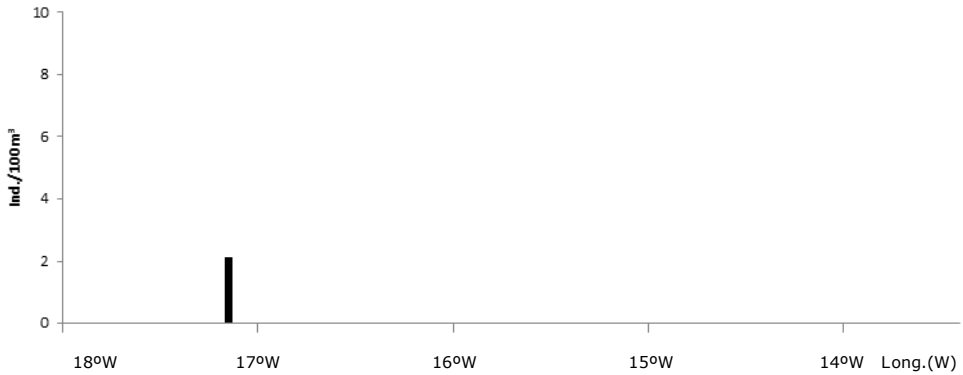


Figura 2.3.m.- Gráfica de abundancia (individuos/100m³) de la especie *S. scarlata*.

Género *Vettoria* Wilson C. B., 1924

<i>Vettoria granulosa</i> (Giesbrecht, 1891)	Estación	Hembras	Machos	Total
	6	1	0	1
	14	1	0	1
	44	1	0	1

En la tabla 2.2.n se recogen los individuos capturados por estaciones y sexos.

La figura 2.3.n representa la abundancia en número de individuos/100m³, según la longitud geográfica.

Tabla 2.2.n.- Individuos capturados por sexos

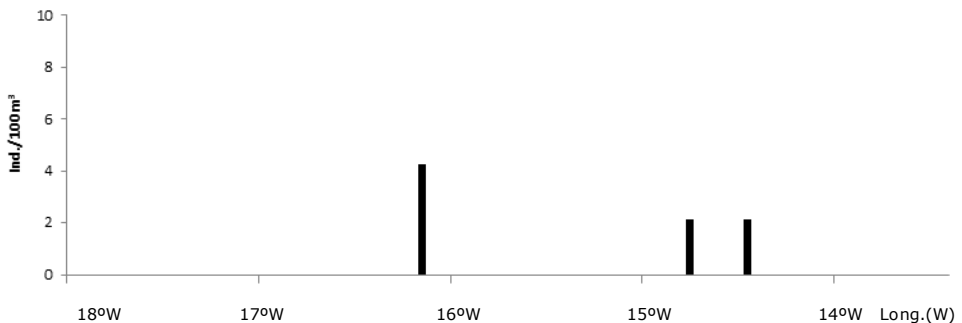


Figura 2.3.n.- Gráfica de abundancia (individuos/100m³) de la especie *V. granulosa*.

C. mediterranea estuvo presente en 6 estaciones (10 individuos), capturándose únicamente hembras, con un tamaño medio de $2,99 \pm 0,88$ mm (figura 2.3.a y 2.4.1.a). Aunque el número de ejemplares capturados es muy pequeño, su distribución es más o menos uniforme a lo largo de las estaciones muestreadas.

C. quadrata es la especie mejor representada de toda la familia, con 79 individuos capturados (figura 2.3.b y 2.4.1.b). Su sex ratio es de 15:1 (tabla 2.3). Tal y como se mencionó en el anterior capítulo, la desproporción existente entre el número de machos y de hembras hace sospechar que ésta, al igual que otras especies de esta familia, pueda presentar casos de formas partenogenéticas (Vives & Shmaleva, 2006).

El tamaño medio de los machos fue de $5,28 \pm 0,14$ mm (figura 2.5) y el de las hembras de $2,60 \pm 0,64$ mm (figura 2.6).

S. angusta (figura 2.3.c y 2.4.1.c), *S. auronitens* (figura 2.3.d y 2.4.1.d) y *S. intestinata* (figura 2.3.g y 2.4.1.g) están pobremente representadas, apareciendo solamente en las islas occidentales. El sex ratio de *S. angusta* es de 4 a 1 (tabla 2.3), siendo el tamaño del macho de 1,30 mm y el tamaño medio de las hembras de $2,70 \pm 0,45$ mm (figura 2.6). Junto con *S. nigromaculata* es la especie con mayor sex ratio de las encontradas. El sex ratio de *S. auronitens* es de 2:1 (tabla 2.3). El macho midió 1,4 mm y el tamaño medio de las hembras es de $1,65 \pm 0,45$ mm (figura 2.6). Por último, *S. intestinata* está representada sólo por hembras con un tamaño medio de $1,87 \pm 0,16$ mm (figura 2.6).

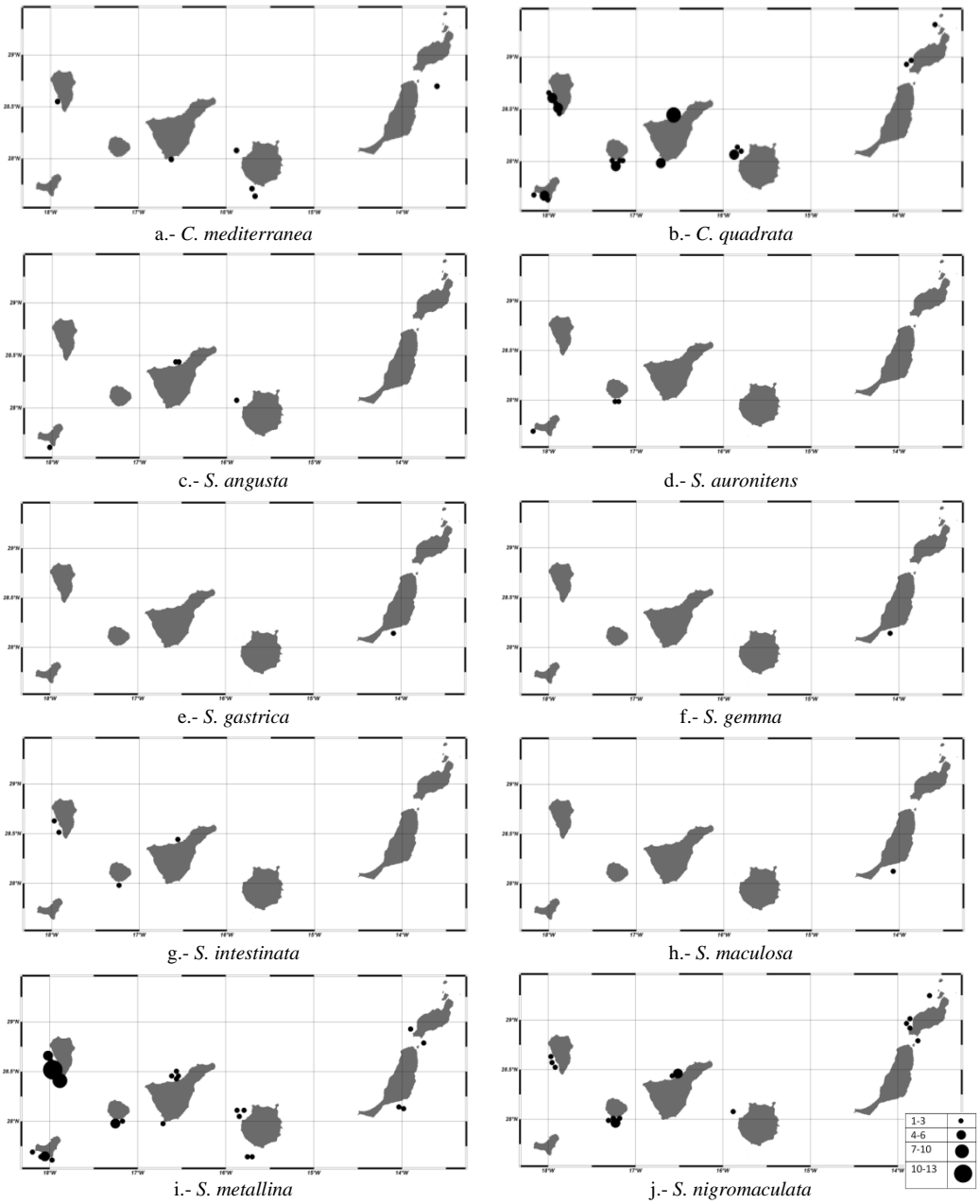


Figura 2.4.1. (a-j)- Mapas de abundancias por especies (individuos/100m³).

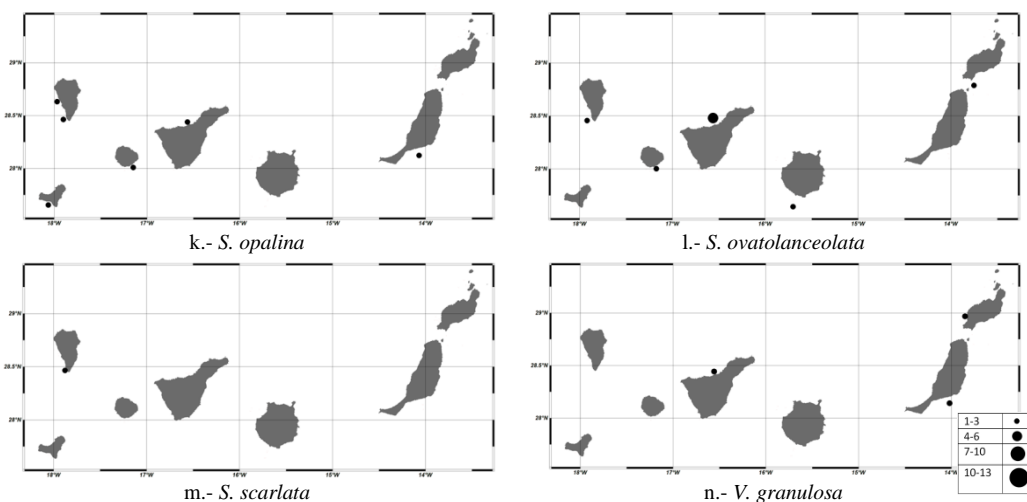


Figura 2.4.2. (k-n).- Continuación de los mapas de abundancias por especies (individuos/100m³).

De la especie *S. gastrica* (figura 2.3.e y 2.4.1.e) se encontraron dos individuos macho de 2,5 mm y 2,8 mm en la estación 7. De *S. gemma* (figura 2.3.f y 2.4.1.f), sólo se obtiene un único representante macho (2,2 mm) capturado en la estación 6; con *S. maculosa* (figura 2.3.h y 2.4.1.h), con otro único individuo, esta vez hembra, de 1,7 mm y pescado en la estación 8; y con *S. scarlata* (figura 2.3.m y 2.4.2.m), con otro único representante de sexo hembra (1,9 mm).

La especie *S. metallina* aparece equitativamente distribuida por todas las estaciones objeto de estudio en esta campaña, pero aparece en mayor número de ocasiones en las islas más occidentales (figura 2.3.i y 2.4.1.i). Se recogieron 73 individuos, por lo que es la especie con mayor número de ejemplares de este género. Constituye el segundo taxón más numeroso de la familia *Sapphirinidae*, siendo superada únicamente en toda la campaña, tal y como se ha mencionado con anterioridad, por *Copilia quadrata* (79 ejemplares). Aparecen tres hembras

por cada macho (tabla 2.3), siendo el tamaño medio de los machos de $2,14 \pm 0,24$ mm (figura 2.5) y el de las hembras de $1,80 \pm 0,41$ mm (figura 2.6).

S. nigromaculata se ha encontrada distribuida por todo el archipiélago (figura 2.3.j y 2.4.1.j). El sex ratio encontrado (tabla 2.3) es igual que el de *S. ovatolanceolata*, siendo el tamaño medio de los machos de $2,13 \pm 0,11$ mm (figura 2.5) y el de las hembras de $1,87 \pm 0,59$ mm (figura 2.6).

La especie *S. opalina* (figura 2.3.j y 2.4.1.j) parece estar mejor distribuida por las islas occidentales. Se recogieron muy pocos individuos (4 hembras y 2 machos), siendo el tamaño medio de los machos de $1,60 \pm 0,71$ mm (figura 2.5) y el de las hembras de $1,80 \pm 0,26$ mm (figura 2.6).

S. ovatolanceolata (figura 2.3.j y 2.4.2.1) aparece únicamente en cinco de las estaciones muestreadas y al igual que *C. mediterranea* parece estar equitativamente distribuida por el archipiélago. Su sex ratio es de 8 a 1 (tabla 2.3), siendo el tamaño medio de los machos de $2,29 \pm 0,74$ mm (figura 2.5) y el de las hembras de $2,20 \pm 0,00$ mm (figura 2.6). Junto con *S. nigromaculata* es la especie con mayor sex ratio de las encontradas en esta campaña.

El último género de esta familia, *Vettoria* (figura 2.3.n y 2.4.2.n), se encuentra representado por 3 individuos de la especie *V. granulosa*, todos hembras con una tamaño medio de $0,83 \pm 0,05$ mm (figura 2.6). Esta especie no vuelve a aparecer en ninguna estación de ninguna campaña de las estudiadas para la elaboración de esta tesis.

Especie	Sex-ratio
<i>S. metallina</i>	3:1
<i>S. ovatolanceolata</i>	8:1
<i>S. gemma</i>	0:1
<i>S. gastrica</i>	0:2
<i>S. maculosa</i>	1:0
<i>S. opalina</i>	2:1
<i>S. nigromaculata</i>	8:1
<i>S. angusta</i>	4:1
<i>S. auronitens</i>	2:1
<i>S. intestinata</i>	6:0
<i>S. scarlata</i>	1:0
<i>C. mediterranea</i>	10:0
<i>C. quadrata</i>	15:1
<i>V. granulosa</i>	3:0

Tabla 2.3.- Se muestra el sex-ratio: número de hembras y número de machos respectivamente.

Los machos, en general, presentan un tamaño medio mayor que el de las hembras ($2,43 \pm 1,25$ mm en los machos y $2,00 \pm 0,57$ mm en las hembras). Figuras 2.5 y 2.6.

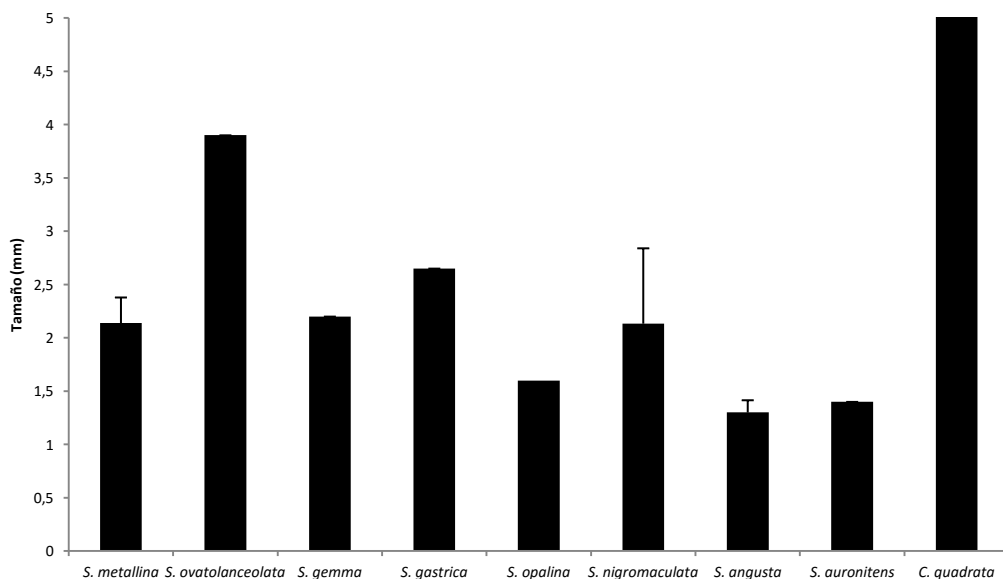


Figura 2.5.- Tamaño medio (mm) de los machos capturados.

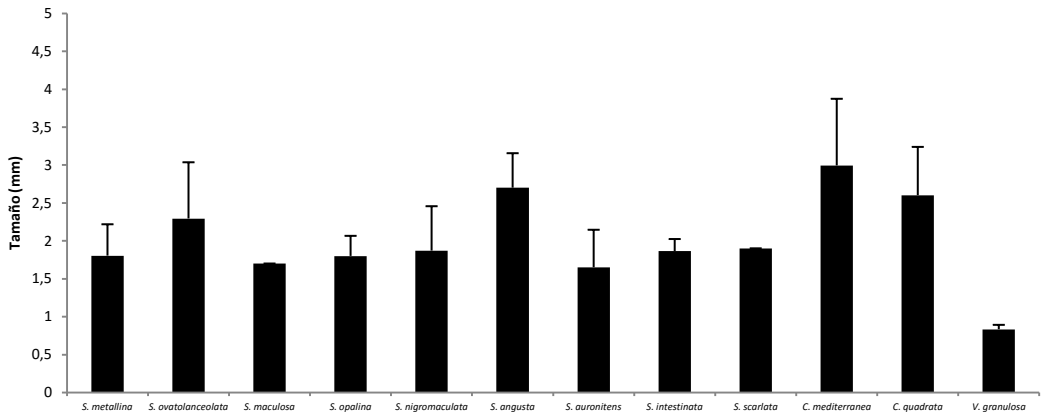


Figura 2.6.- Tamaño medio (mm) de las hembras capturadas.

Se llevó a cabo una *t-student* para observar posibles diferencias de tamaño en las distintas longitudes geográficas. Aunque los datos cumplían con las condiciones para poder aplicarles un test estadístico paramétrico (test de Levene positivo), no se pudo obtener un estadístico lo suficientemente robusto para poder afirmar que existen diferencias significativas ($p > 0,1$); ni agrupando las estaciones en occidentales y orientales; ni en las del norte y del sur. En la Figura 2.8 se representa el tamaño medio de los individuos (sin tener en cuenta esta vez el sexo), con su desviación media.

Tal y como se comentó en la metodología, para analizar las diferencias entre las estaciones occidentales y orientales se emplearon análisis estadísticos no paramétricos. Los análisis de ordenación (nMDS) en función de la abundancia de individuos mostraron una separación (Figura 2.7) en dos grupos claros. Se separan así las estaciones orientales de las más occidentales. El análisis de similitud (ANOSIM) reveló que las diferencias entre los dos grupos son significativas (Global $R = 0,586$; $p = 0,01$). El test de similitud (SIMPER) mostró una disimilitud media entre ambos tipos de estaciones del

90,00%. Los grupos (especies) que más contribuyeron a esta separación fueron: *C. quadrata* (38,29%), *S. metallina* (24,73%) y *S. nigromaculata* (12,54%).

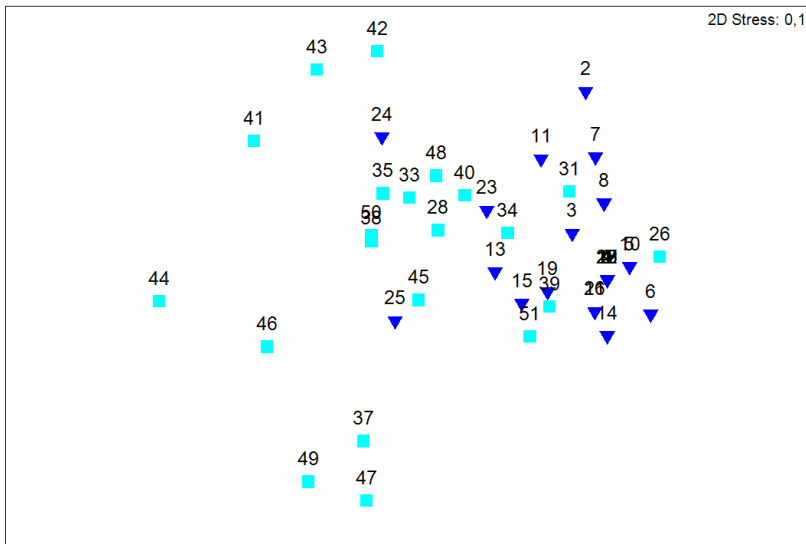


Figura 2.7.- Gráfica nMDS. Cuadrados: estaciones occidentales; Triángulos: estaciones orientales.

Tomando los datos brutos de las abundancias (figura 2.10), los valores han oscilado entre 51-2 ejemplares/100 m³ y un valor medio de 14,5 ejemplares/100 m³. Por sectores, las estaciones 1 a 25, distribuidas por las islas orientales (Lanzarote, Fuerteventura y Gran Canaria) han mostrado unas abundancias significativamente inferiores (máximo de 24 ejemplares/100 m³, mínimo de 2 ejemplares/100 m³ y un valor medio de 6,6 ejemplares/100 m³) que las obtenidas es las estaciones 26 a 51 de las islas occidentales (Tenerife, La Gomera, La Palma y El Hierro) donde los valores han oscilado entre un máximo de 51 ejemplares/100 m³, un mínimo de 4 ejemplares/100 m³ y un valor medio de 21,3 ejemplares/100 m³.

Esta misma figura 2.10 muestra la diferencia detectada por el estadístico e intuita de modo gráfico. Se puede observar una mayor abundancia entre los meridianos 18° y 16°, decreciendo paulatinamente según nos acercamos al meridiano 14°.

La figura 2.9, que representa el número de especies en función de la longitud geográfica, muestra también ciertas diferencias. El valor medio del número de especies en las estaciones occidentales es de $4,85 \pm 0,95$, mientras que las islas orientales tienen como media $2,65 \pm 1,20$. Las especies que únicamente aparecen en los arrastres planctónicos llevados a cabo en las islas occidentales son 4: *S. angusta*, *S. auronitens*, *S. intestinata* y *S. scarlata*. Las especies que aparecen solamente en las islas orientales son 3: *S. gastrica*, *S. gemma* y *S. maculosa*.

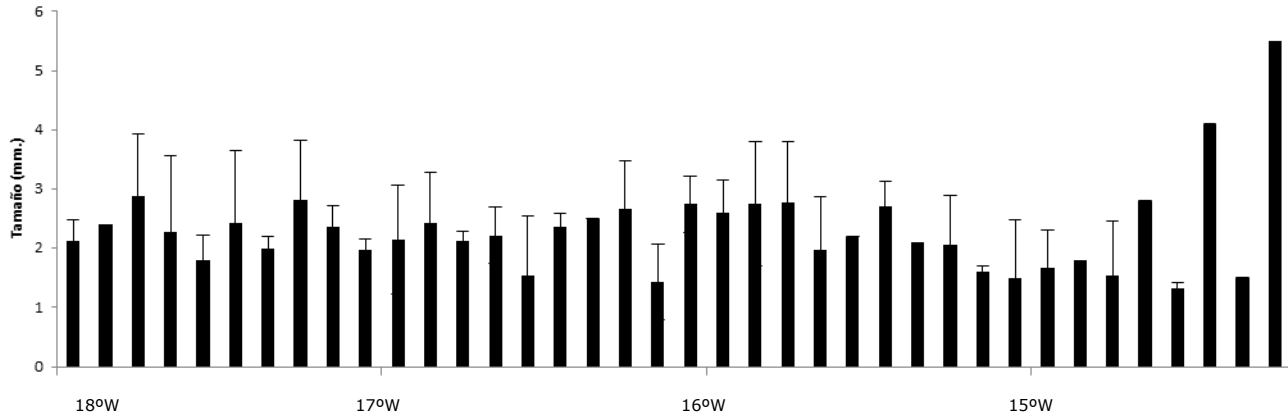


Figura 2.8.- Tamaño medio (mm) según su Longitud (W) geográfica.

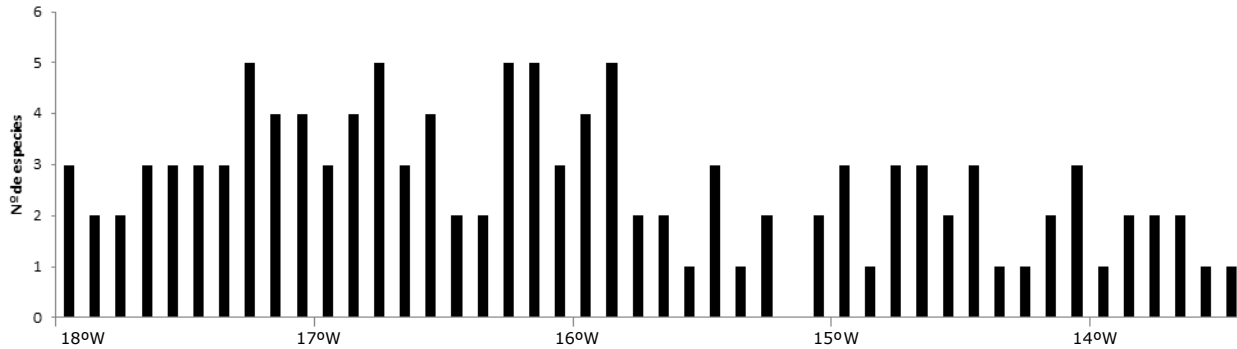


Figura 2.9.- Número de especies según su Longitud (W) geográfica.

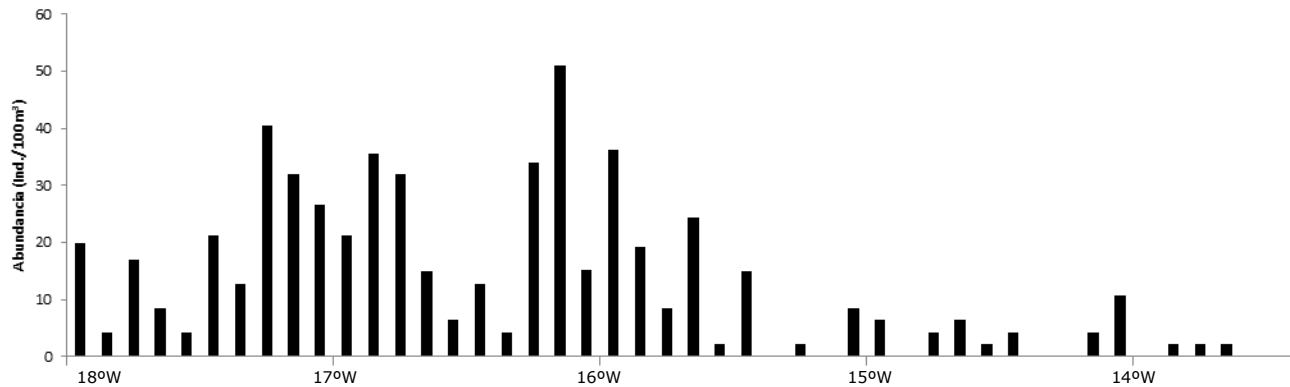


Figura 2.10.- Abundancia (individuos/100 m³) según su Longitud (W) geográfica.

DISCUSIÓN

Hernández-León (1986) encuentra para esta campaña tres situaciones bien diferenciadas con respecto a la temperatura superficial del agua marina: una primera situación se produce en las estaciones de las islas orientales donde las temperaturas superficiales se sitúan entre los 20 y 21°C. Una segunda situación hace referencia a las estaciones situadas al oeste de la isla de Lanzarote, en las cuales la temperatura superficial se sitúa entre los 19 y 20°C, aproximadamente un grado por debajo de las anteriores y la tercera situación se produce en las estaciones que se sitúan al oeste de la isla de Gran Canaria y hacia las islas occidentales, en las cuales la temperatura superficial es siempre superior a los 21°C.

Este mismo autor cita para la fecha de los muestreos el comienzo de la formación de la termoclina estacional entorno a los 40-60 metros de profundidad, pero ésta no se comporta igual para todas las estaciones muestreadas. La profundidad a la que se forma esta termoclina en las distintas estaciones varía, haciéndose más patente en las islas occidentales. También destaca la diferencia obtenida para una misma isla:

Para Lanzarote observa una diferencia entre las estaciones situadas al oeste, donde la termoclina prácticamente desaparece frente a sotavento, donde se produce un calentamiento superficial del agua y donde aparece la termoclina entorno a los 20 metros de profundidad;

En Gran Canaria observa dos situaciones bien diferenciadas: al noroeste de la isla se observa una termoclina típica, entorno a los 30-40 metros de profundidad, mientras que en el sur la termoclina no es tan acusada,

homogeneizándose la columna de agua con temperaturas más bajas en superficie con las encontradas en la vertiente norte.

En Tenerife también se denota una diferencia entre el norte y el sur, pero además encuentra una situación muy interesante en el sur, en donde se presenta un fenómeno físico relacionado con la turbulencia o la presencia de ondas internas, al formarse una zona de mezcla por encima de los 60 metros de profundidad y sobre los 100 metros un aumento de la temperatura.

Tal y como se mencionó en el apartado de resultados, las tres especies que más contribuyeron a las separación del gráfico nMDS (figura 2.7) fueron *C. quadrata* (38,29%), *S. metallina* (24,73%) y *S. nigromaculata* (12,54%).

Estas mismas especies son también las más frecuentes y abundantes para Lozano-Soldevilla (1991a) y Lozano-Soldevilla *et al.* (1996).

C. quadrata parece tener un patrón claro de distribución en las islas occidentales, con una temperatura superficial, en esta campaña, superior a los 21°C. Es la especie mejor representada de toda la familia Sapphirinidae en esta campaña. Estos resultados de abundancia coinciden con los obtenidos por Corral (1970b), que encuentra 112 hembras, 10 machos y 122 ejemplares jóvenes; por Lozano-Soldevilla (1991a), que obtiene 17 hembras y 4 machos y Lozano-Soldevilla *et al.* (1996), que halla 232 ejemplares. En todos los casos mencionados es también este taxón el más abundante. La diferencia entre machos y hembras también parece patente, reafirmando así la posible existencia de hembras partenogénicas (Vives & Shmeleva, 2006).

S. metallina también parece tener un patrón de distribución en forma de gradiente este-oeste, pero de forma menos patente que la especie anterior, puesto que aparece frecuentemente en las islas centrales. No obstante, la

temperatura superficial tomada en las estaciones de esta campaña y en donde aparece esta especie, sigue siendo superior a los 21°C. Según Corral (1970b) esta especie parece huir de las aguas superficiales en los meses del periodo primavera-verano. Los datos obtenidos en esta campaña contradicen esta afirmación, puesto que se obtiene asiduamente en todas las islas occidentales en arrastres de 200 metros a superficie y parecen reafirmar los mencionado por De Decker y Mombek (1964), que la citan desde la superficie hasta los 750 metros de profundidad en aguas del SW del Índico, no pareciendo tener el carácter tan marcadamente epiplanctónico que le asigna Corral (1970b).

Cuatro especies: *S. angusta*, *S. auronitens*, *S. intestinata* y *S. scarlata* sólo aparecen, una vez más en las islas occidentales, donde la temperatura es superior a los 21°C. Este hecho es reforzado al ser encontrada *S. angusta* por Fernández Bigler (1975), Lozano-Soldevilla (1991a) y Lozano-Soldevilla *et al.* (1996); *S. auronitens* por Corral (1970b), Fernández Bigler (1975), Fernández de Puelles (1977), Lozano-Soldevilla (1991a) y Lozano-Soldevilla *et al.* (1996); *S. intestinata* por Corral (1970b), Fernández Bigler (1975), Fernández de Puelles (1977) y Lozano-Soldevilla (1991a); y, en último lugar *S. scarlata* por Lozano-Soldevilla (1991a) y Lozano-Soldevilla *et al.* (1996); siempre en aguas de Tenerife y El Hierro.

Por otro lado, tres especies: *S. gastrica*, *S. gemma* y *S. maculosa* aparecen sólo en las islas orientales, donde la temperatura es entre uno y dos grados más baja que las islas occidentales. Su presencia en aguas frías se ve reforzada por la pobre representación e incluso en su ausencia total en los estudios tomados como referencia y mencionados con anterioridad (Corral (1970b), Fernández Bigler (1975), Fernández de Puelles (1977) y Lozano-Soldevilla (1991a) y Lozano-Soldevilla *et al.* (1996)) para las aguas de Tenerife

y El Hierro. No hay estudios anteriores sobre la fam. Sapphirinidae para las islas occidentales que nos permitan reafirmarnos en este patrón de distribución en función de la temperatura, pero parece que el gradiente de distribución es patente.

Hernández-León (1986), agrupa las estaciones respecto a los vientos alisios en cuatro grupos: situadas a barlovento sobre la plataforma, a barlovento fuera de la plataforma, a sotavento sobre la plataforma y a sotavento fuera de la plataforma, obteniendo una valores de biomasa mesozooplancónica (tabla 2.4) distintos para barlovento-sotavento y para sotavento y barlovento con respecto a si las estaciones están situadas sobre la plataforma insular o fuera de ella.

Estaciones	Biomasa (mg/m³)
Barlovento sobre la plataforma	19,31 ± 12,8
Barlovento fuera de la plataforma	10,72 ± 4,6
Sotavento sobre la plataforma	14,44 ± 5,78
Sotavento fuera de la plataforma	8,19 ± 2,96

Tabla 2.4.- Valores medios de biomasa como peso seco durante la campaña oceanográfica “Canarias 85”. Modificado de Hernández-León (1986).

Los valores brutos de abundancia de las especies de la familia. Sapphirinidae obtenidos en esta campaña (figura 2.10) coinciden con los valores medios de biomasa obtenidos por este autor, siendo claramente superiores en las estaciones de la 26 a la 51 (islas occidentales) frente a las islas orientales (1 a 25).

Capítulo III



Capítulo 3: Variabilidad espacial de Copepoda Cyclopoida Sapphirinidae de la Región Canaria II: “Canarias 9110”

INTRODUCCIÓN

El objetivo del presente capítulo es estudiar la variabilidad espacial de los copépodos de la familia Sapphirinidae en la región de las Islas Canarias. Para ello se estudia y compara la densidad de ejemplares capturados en dos transectos oceanográficos localizados, respectivamente, al norte y al sur del archipiélago. Los resultados son contrastados con los obtenidos previamente para larvas de peces y biomasa del mesozooplankton por Rodríguez *et al.* (2000) y con los obtenidos para larvas de invertebrados por Landeira *et al.* (2012).

Así mismo, se estudió durante 24 horas dos estaciones muy próximas a los dos transectos, norte y sur. Este hecho ofreció la oportunidad de abordar, aunque de manera muy superficial en las otras dos tesis llevadas a cabo con este mismo material; un problema bastante normal que ocurre cuando se hacen estudios de zooplankton, especialmente si hablamos de larvas, ya sean de peces (ictioplankton) o de crustáceos bentónicos (meroplankton). Durante la noche, generalmente, se capturan más larvas y más zooplankton, lo que puede llevar a la subestimación de las abundancias larvarias o de zooplankton cuando para su cálculo se utilizan únicamente datos provenientes de pescas diurnas (Rodríguez, 1996). En el zooplankton en general, dos pueden ser las causas de estas diferencias: la migración vertical nictimiral y la “evasión” de la red durante las pescas diurnas en las zonas más someras. En el caso de los copépodos safirínidos las migraciones nictimirales ocurren al revés, son inversas al patrón general, se asciende durante el día y se desciende durante la noche.

En todo caso, lo único que se podría constatar así es si han existido o no esas diferencias entre las pescas nocturnas y las pescas diurnas, pero siempre sin entrar a valorar en qué proporción se debe a uno u otro proceso. Para ello hubiera sido necesario que las pescas realizadas fueran estratificadas verticalmente.

La distribución del zooplancton puede estar condicionada por los fenómenos oceanográficos presentes en Canarias como son la corriente de Canarias, el afloramiento de la costa africana y por el denominado “efecto isla” (Rodríguez *et al.*, 2001). La presencia del Archipiélago Canario representa una barrera para el flujo normal de la Corriente de Canarias y de los vientos Alisios, lo que da origen a una serie de fenómenos oceanográficos mesoescalares como son la formación de remolinos y estelas cálidas a sotavento de las islas (Rodríguez, 1996). Estos remolinos atrapan tanto mero- como holoplancton en el centro de los giros anticiclónicos y en el borde de los ciclónicos, haciendo que permanezcan durante más tiempo cerca de las islas. Los giros ciclónicos elevan agua fría y rica en nutrientes hasta la capa eufótica aumentando la producción primaria fitoplanctónica, mientras que los remolinos anticiclónicos hunden agua cálida superficial y materia orgánica hasta la zona más profunda de la capa eufótica (Aristegui & Montero, 2005).

La hipótesis de trabajo supone, al igual que en los dos estudios mencionados con anterioridad, que las mayores densidades de individuos deberían encontrarse en el transecto Sur, debido a la presencia de remolinos ciclónicos y anticiclónicos, que actuarían como zonas de retención planctónica. Así mismo, se intenta demostrar que existe relación entre el tamaño medio de los individuos y su grado de desarrollo, y la capacidad de ser retenidos.

METODOLOGÍA

Para llevar a cabo este estudio se usaron las muestras tomadas durante la primera fase de la campaña oceanográfica “CANARIAS 9110” a bordo del buque oceanográfico RV Ignat Pavlyuchenkov. Esta campaña, junto con la CANARIAS 9308, estaba encuadrada en el proyecto “MAST Project 0031”. La campaña se llevó a cabo entre los días 18 y 24 de octubre de 1991. Durante este periodo, la climatología fue benigna, con vientos suaves y una fuerte estratificación de la columna de agua (Barton *et al.*, 1998).

Se realizaron dos transectos paralelos entre sí y perpendiculares a la costa africana. El primero se encontraba al norte del Archipiélago Canario y el segundo al sur. El transecto Norte estaba constituido por catorce estaciones oceanográficas, cinco de ellas de muestreo hidrológico y planctónico. El transecto Sur, a su vez, estaba constituido por once estaciones, de las cuales cuatro, eran de este segundo tipo mencionado con anterioridad (Figura 3.1).

Además de estas nueve estaciones planctónicas, se ubicó una estación al norte (cercana a las estaciones 7 y 10) y otra al sur (cerca de la estación 18). En estas dos estaciones oceanográficas se muestreó durante todo un día en intervalos de seis horas. Barton *et al.* (1998) demostraron que con este muestreo temporal se minimiza la variabilidad espacial debida a la distribución en manchas del zooplancton en aguas oceánicas. Como se comentó con anterioridad podemos cometer errores de subestimación debidos a la migración vertical nictimiral y a la evasión de la red (Rodríguez, 1996).

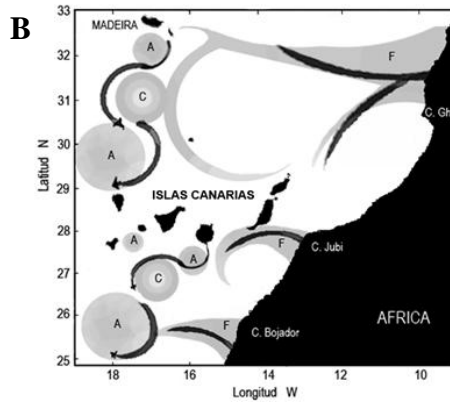
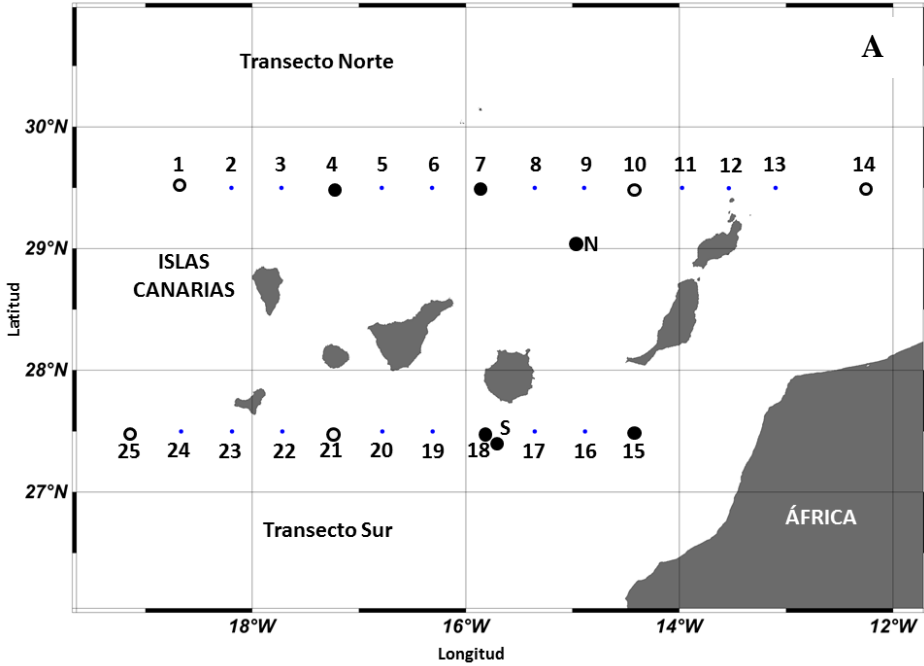


Figura 3.1.- A.- Mapa de las Islas Canarias donde se observan las estaciones de la campaña oceanográfica CANARIAS 9110. Los puntos pequeños representan las estaciones hidrológicas. Los círculos las estaciones hidrológicas y planctónicas: sin relleno: diurnas; rellenas: nocturnas. Las estaciones N y S, círculos rellenos, son las estaciones del ciclo de 24 horas. **B.-** mapa esquemático de las principales estructuras mesoescalares (remolinos y filamentos de afloramiento) presentes en la región de Madeira y Canarias, modificado de Landeira (2010).

Los muestreos planctónicos se llevaron a cabo mediante arrastres oblicuos desde 200 m de profundidad hasta la superficie. Para ello se usó una

red Bongo de 40 cm de diámetro de boca y 250 μm de luz de malla (figura 3.2), equipada con dos flujómetros “General Oceanics”.



Figura 3.2.- Red Bongo siendo izada a bordo.

Los arrastres se realizaron siguiendo la metodología siguiente: una vez situado el barco en la estación de muestreo, se arría la red con el buque a 1,5 ó 2 nudos. El arrío se hizo a una velocidad de unos 50 metros por minuto. Estabilizada la red a 200 m de profundidad y con un ángulo de 45° sobre la vertical se procede al izado de la misma a 20 metros por minuto, manteniéndose el buque a velocidad constante. De las dos muestras que se obtenían por estación, se preservaba una de ellas en formol neutralizado con tetraborato de sodio (bórax) al 5% en agua salada para taxonomía y la otra era congelada para llevar a cabo los cálculos de biomasa mesozooplancónica.

En el laboratorio se llevó a cabo el triado o separación de muestras, recuento, sexado y medición de los copépodos de la familia Sapphirinidae. Para facilitar la correcta determinación del estado de desarrollo y la especie, se tiñeron las muestras con azul de metileno diluido al 1%. Para la obtención de

valores de abundancia se estandarizaron los recuentos en número de individuos por 100 m³ (ind./100m³). La separación de ejemplares se realizó en primer lugar por géneros (*Sapphirina* y *Copilia*), por sexos, y finalmente se procedió a su determinación taxonómica y a su medición. Cuando no se pudo determinar la especie por el mal estado de alguna de sus estructuras características o por ser mudas, se dejó a nivel de género, sexando y midiendo si era posible; aunque estos ejemplares no fueron contabilizados.

Los datos meteorológicos fueron facilitados por la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET), habiendo sido tomados, los datos referentes a las condiciones de viento, en el aeropuerto de Gando. Los datos hidrográficos fueron obtenidos mediante CTD SBE25 “Sea-Bird Electronics” en cada estación y posteriormente en el laboratorio fueron realizados los perfiles oceanográficos usando el software ODV (OceanDataView). Los datos de biomasa del mesozooplankton fueron tomados de Rodríguez (1996), aunque el mapa de biomasa es de elaboración propia.

El objetivo de este estudio era ver si existían diferencias entre el transecto norte y el transecto sur. Para el análisis de estas diferencias entre ambos transectos se usaron métodos estadísticos no paramétricos. Primeramente se ordenaron las estaciones en función a su abundancia (ind./100m³) para cada uno de los distintos taxones. Una vez ordenadas, usando el software PRIMER 6 & PERMANOVA, se representaron gráficamente usando un gráfico nMDS (non-metric multi-dimensional scaling), basándonos en sus matrices de similaridad de Bray-Curtis. Las matrices de abundancias fueron primeramente transformadas, con el fin de estabilizar la varianza, mediante la raíz cuarta (Clarke & Warwick, 2001).

Usando este mismo software se realizó un análisis de similaridad de una vía (ANOSIM) para determinar si existían diferencias o no entre los grupos de estaciones en función de su composición faunística y abundancia; y un análisis de similaridad (SIMPER) para comprobar la cuantía de contribución de cada especie a estas diferencias entre los dos transectos.

Estos métodos multivariantes utilizados son métodos de análisis estadístico no paramétricos. Se usaron también métodos de estadística paramétrica para comparar la abundancia y el tamaño de los copépodos entre las estaciones 18 y 21 por un lado y entre la 15 y la 25. (T-Student con $p < 0,05$). Se eligieron estas estaciones porque: en el primer caso, la estación 18 se encuentra sobre un giro anticiclónico y la 21 sobre uno ciclónico y; en el segundo caso, la estación 15 está dentro del filamento de afloramiento africano y la 25 está alejada de éste, siendo esta última típicamente oceánica.

Por último se estudió la variabilidad temporal día-noche usando este mismo análisis estadístico (t -Student). Para ello se agruparon las estaciones que habían sido muestreadas de día (1, 10, 14, 21 y 25) y las que lo habían sido durante la noche (4, 7, 15 y 18). Así mismo, usando las dos estaciones fijas (N y S), se compararon también los datos de abundancia para día y noche. Lógicamente, para todos estos casos de estadística paramétrica, el primer paso fue calcular la homocedasticidad de los datos. Para ello se utilizó el test de Levene del software SPSS-15 y R, mismos programas con los que se llevó a cabo toda la estadística paramétrica.

RESULTADOS

Si observamos la figura 3.3, en la que se representan los perfiles de temperatura, salinidad y fluorescencia (clorofila) de los transectos Norte y Sur, vemos las típicas condiciones oceanográficas de mediados de otoño, en donde todavía se dan unos elevados niveles de insolación, lo que unido a que durante estas fechas disminuye la intensidad de los vientos alisios (Mittelstaedt, 1991), da lugar a un fuerte calentamiento de la capa superficial del océano, lo que conduce a una fuerte estratificación térmica. Con respecto a la temperatura, en ambos gráficos (transectos Norte y Sur), se observa que en la superficie ésta es elevada, llegando a superar los 23,5 °C y que hay una marcada estratificación de la columna de agua, con una termoclina formada en torno a los sesenta metros de profundidad. El transecto Norte tiene unas características típicamente oceánicas al no estar influenciado por la perturbación de la corriente por las islas. No se observan en él apenas turbulencias. El transecto Sur presentó mayor variabilidad, con evidencias de gran turbulencia, pero que, debido a la fuerte estratificación, casi no se observa en los primeros cien metros (Aristegui & Montero, 2005). La turbulencia delata la presencia de remolinos ciclónicos (ascenso de agua fría y profunda) en las estaciones 16, 20 y 21 al suroeste de Fuerteventura y Gran Canaria y de un remolino anticiclónico (hundimiento de agua superficial cálida) en la estación 18 (Barton *et al.*, 1998).

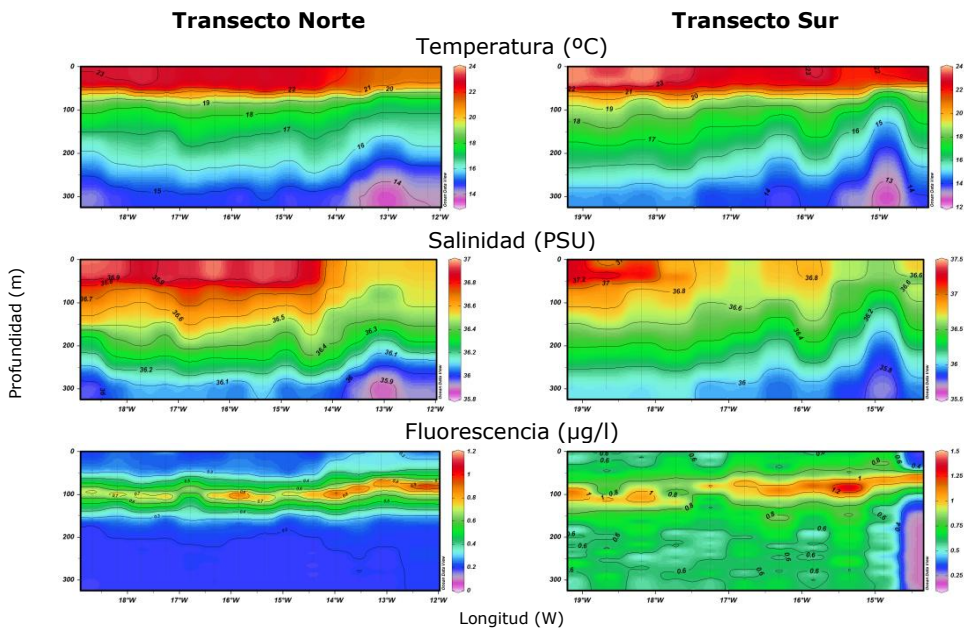


Figura 3.3.- Secciones verticales de temperatura (°C), salinidad (PSU) y fluorescencia (clorofila a) de los transectos Norte y Sur. Elaboración propia.

También se observa cómo las isotermas van ascendiendo hacia la superficie a medida que nos acercamos al continente africano, lo que denota un marcado gradiente térmico horizontal. Este gradiente, es el factor determinante en la abundancia y distribución de especies.

El valor de clorofila, en mg de clorofila *a* / m³ de agua de mar, se calcula a partir de los datos del fluorómetro (Wetlabs Eco), el cual nos da el dato de fluorescencia en µg/l de agua salada. Dado que aquí sólo son usados para representar las condiciones oceanográficas generales se ha trabajado con los datos facilitados directamente por el CDT, expresados como fluorescencia.

Se identificaron un total de 1.191 individuos pertenecientes a la familia Sapphirinidae; 677 del género *Sapphirina* y 514 del género *Copilia* (tabla 3.1). La especie más abundante, tanto en el transecto norte como en el del sur fue *Copilia vitrea* y la menos abundante *Sapphirina scarlata*. La especie de mayor tamaño medio es *C. mirabilis* y la de menor tamaño *S. auronitens*. No parece haber, a priori diferencias significativas de tamaño entre el transecto Norte y el Sur (tamaño medio Norte = $3,01 \pm 1,38$ mm y tamaño medio Sur = $2,94 \pm 1,31$ mm).

Especies	Nº individuos	Transecto Norte			%	Nº individuos	Transecto Sur		
		Abundancia	Tamaño medio				Abundancia	Tamaño medio	
<i>S. metallina</i>	39	1,95 ± 1,94	2,06 ± 0,80	10,25	84	6,87 ± 5,29	2,04 ± 0,78	10,44	
<i>S. ovatolanceolata</i>	40	2,08 ± 2,59	3,65 ± 0,11	10,93	63	5,12 ± 3,31	3,76 ± 0,11	7,78	
<i>S. gemma</i>	30	1,34 ± 2,17	3,11 ± 0,23	7,04	78	6,29 ± 4,87	2,87 ± 0,35	9,56	
<i>S. gastrica</i>	6	0,28 ± 0,04	2,74 ± 0,09	1,47	11	0,89 ± 1,33	2,69 ± 0,11	1,35	
<i>S. maculosa</i>	4	0,18 ± 0,03	2,11 ± 0,13	0,95	5	0,42 ± 0,60	2,03 ± 0,11	0,64	
<i>S. opalina</i>	6	0,31 ± 0,61	4,08 ± 0,17	1,63	45	3,66 ± 2,89	4,09 ± 0,29	5,56	
<i>S. nigromaculata</i>	37	1,89 ± 1,19	2,30 ± 0,07	9,93	71	5,75 ± 6,59	2,29 ± 0,09	8,74	
<i>S. angusta</i>	22	1,15 ± 0,77	3,06 ± 0,09	6,04	38	3,06 ± 3,01	3,11 ± 0,06	4,65	
<i>S. auronitens</i>	14	0,71 ± 0,51	2,01 ± 0,07	3,73	36	2,89 ± 2,48	2,07 ± 0,32	4,39	
<i>S. intestinata</i>	23	1,24 ± 1,41	2,51 ± 0,25	6,52	24	1,93 ± 1,27	2,45 ± 0,32	2,93	
<i>S. scarlata</i>	0	0	0 ± 0	0,00	1	0,09 ± 0,27	2,36 ± 0,00	0,14	
<i>C. mirabilis</i>	46	2,38 ± 1,34	5,49 ± 0,47	12,51	113	8,99 ± 6,56	4,84 ± 0,69	13,66	
<i>C. lata</i>	36	1,90 ± 1,60	4,69 ± 0,28	9,98	80	6,55 ± 3,83	4,87 ± 0,52	9,95	
<i>C. vitrea</i>	75	3,62 ± 1,13	4,33 ± 0,99	19,02	164	13,31 ± 9,92	4,10 ± 1,31	20,22	

Tabla 3.1.- Lista de las especies recolectadas, número de individuos encontrados, valor medio de abundancia (nº de individuos / 100 m³ ± desviación estándar), tamaño medio (cm ± desviación estándar) y porcentaje respecto del total.

Las estaciones con una mayor abundancia fueron, para el transecto Norte, la 1; y para el transecto Sur, la 25 y 21 (Figura 3.4 A). La diferencia más acusada entre dos estaciones de los distintos transectos se da entre la 4 y la 21. La 4 es típicamente oceánica y sin perturbación, mientras que la estación 21 se encuentra influenciada por un remolino ciclónico por el que asciende agua fría profunda.

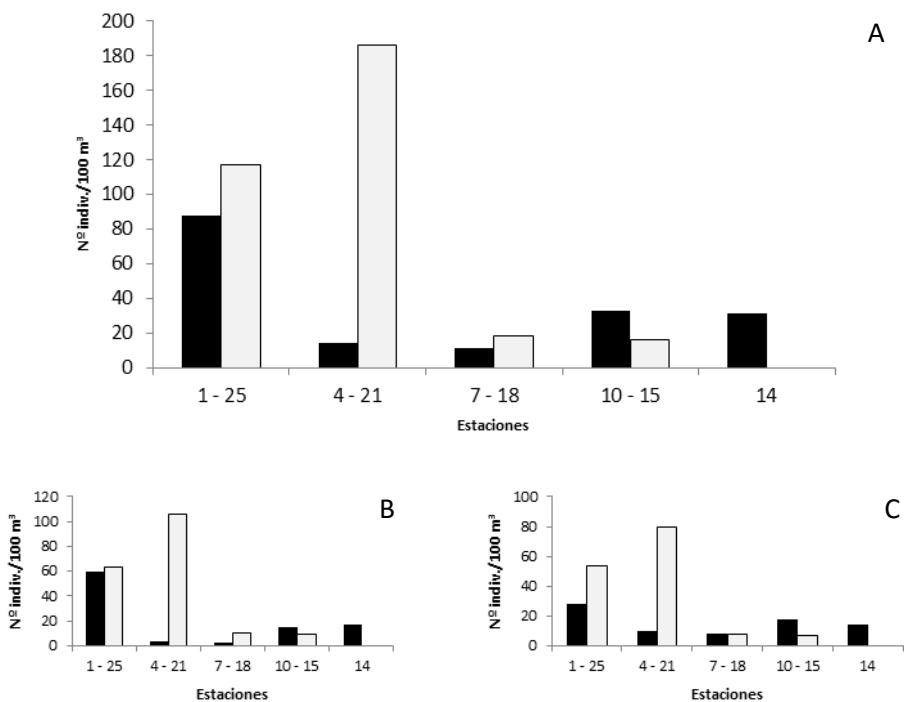


Figura 3.3.- Abundancia (individuos / 100 m³) en las estaciones de los transectos norte (barras negras) y sur (barras grises): (A) total de especies; (B) género *Sapphirina*; (C) género *Copilia*.

Los dos géneros, *Sapphirina* y *Copilia*, parecen comportarse más o menos de la misma forma ante estos remolinos (figuras 3.4b y 3.4c), con una menor abundancia en la estación 4 (norte); un poco mayor en las estaciones 1 (norte, pero más occidental) y 25 (sur, pero también occidental); y mucho mayor en la estación 21 que, tal y como se ha dicho está influenciada por un remolino ciclónico.

En las estaciones N y S las diferencias observadas en las densidades de biomasa del mesozooplankton, expresadas como peso seco (figura 3.5), entre las muestras correspondientes a las pescas realizadas durante la noche y las realizadas durante el día no fueron estadísticamente significativas ($p = 0,73$). Sin embargo, lo que sí resultaba evidente es que esas densidades eran sistemáticamente bastante más elevadas en las pescas efectuadas en la estación

S que en las correspondientes de la estación N (Rodríguez, 1996). Los resultados de las estaciones fijas muestreadas durante 24 horas también evidenciaron diferencias entre la “zona perturbada” al sur con la “no perturbada” al norte. Nuevamente se encontró mayor abundancia de larvas invertebrados en la estación S, situada cerca de un remolino ciclónico, que en la estación N (Landeira, 2010).

Con respecto a los integrantes de la familia Sapphirinidae ocurre algo similar (figura 3.6). La estación sur duplica en casi todos los casos el número de individuos por 100 m³, debido a que este remolino ciclónico actúa atrapando tanto el meroplancton (Rodríguez, 1996; Landeira, 2010), como el holoplancton de ésta.

Un aspecto curioso, que para poder ser confirmado habría que estudiar con arrastres estratificados, es que, al contrario de los resultados obtenidos por Chae & Nishida (1995), parece que los copépodos de la familia Sapphirinidae en las Islas Canarias se sitúan muy por debajo de los 75 m que podemos tomar como referencia para ellos en el Océano Índico. El dato en el que nos sostenemos, aunque repito que no de manera contrastada, es que al ser los arrastres efectuados en la campaña de -200 a 0 metros, suponemos que los individuos que no han sido capturados en las horas nocturnas (existen diferencias significativas entre el día y la noche, con $p < 0,05$, ver figura 3.6) es porque están por debajo de la cota de captura. Dado que la finalidad de este capítulo es el estudio de la distribución horizontal de esta familia de copépodos y a la incorrección del método de muestreo para este fin, no continuaremos con esta hipótesis. Únicamente lo menciono como dato curioso para un futuro estudio, porque, siendo las aguas canarias típicamente oligotróficas, con una

zona fótica en torno a los 75-100 m, no veo lógica a la hipótesis que intento sostener.

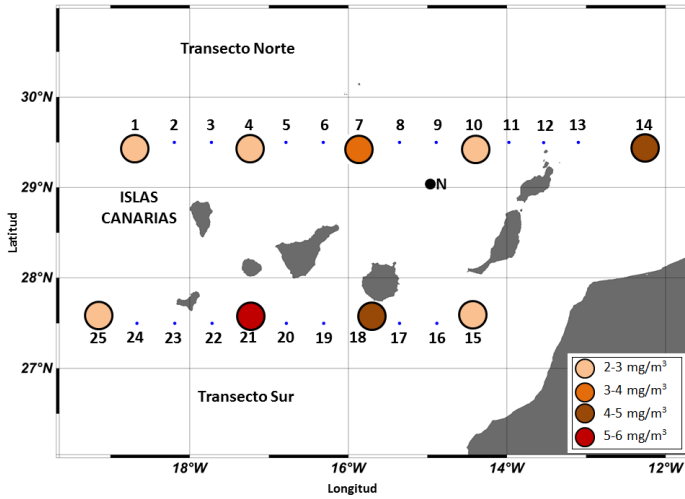


Figura 3.5.- Mapa de biomasa del zooplancton en forma de peso seco (mg/m^3) elaborado a partir de los datos obtenidos por Rodríguez (1996). Elaboración propia.

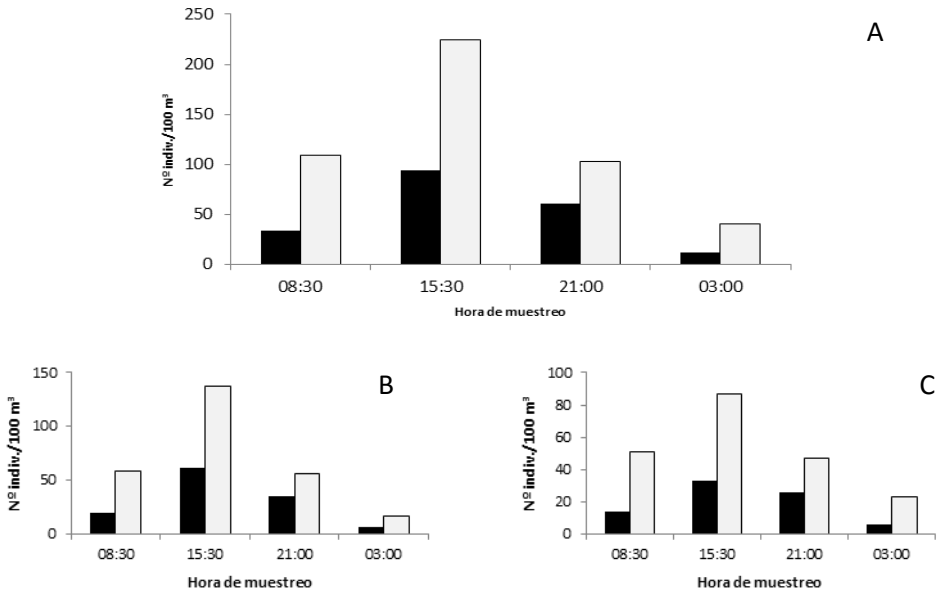


Figura 3.6.- Comparación temporal de la abundancia (individuos / 100 m^3) en las estaciones fijas del norte (barras negras) y del sur (barras grises) a las distintas horas de muestreo: (A) abundancia total de copépodos safirínidos; (B) Abundancia para el género *Sapphirina*; (C) Abundancia para el género *Copilia*.

Esta es la razón por la que para el análisis de la influencia de las zonas de turbulencia en la distribución espacial se decidió no incluir las estaciones norte y sur (donde se habían realizado las pescas durante 24 horas), puesto que si existían diferencias significativas (t-Student con $p < 0,05$). Llevando a cabo el mismo proceso con el resto de estaciones, el resultado fue que no existían diferencias significativas ($p > 0,05$), por lo que no se tenía en cuenta las migraciones nictimerales inversas para el análisis espacial, pudiéndose considerar a todas las estaciones menos a las del ciclo diario, iguales con respecto a este factor.

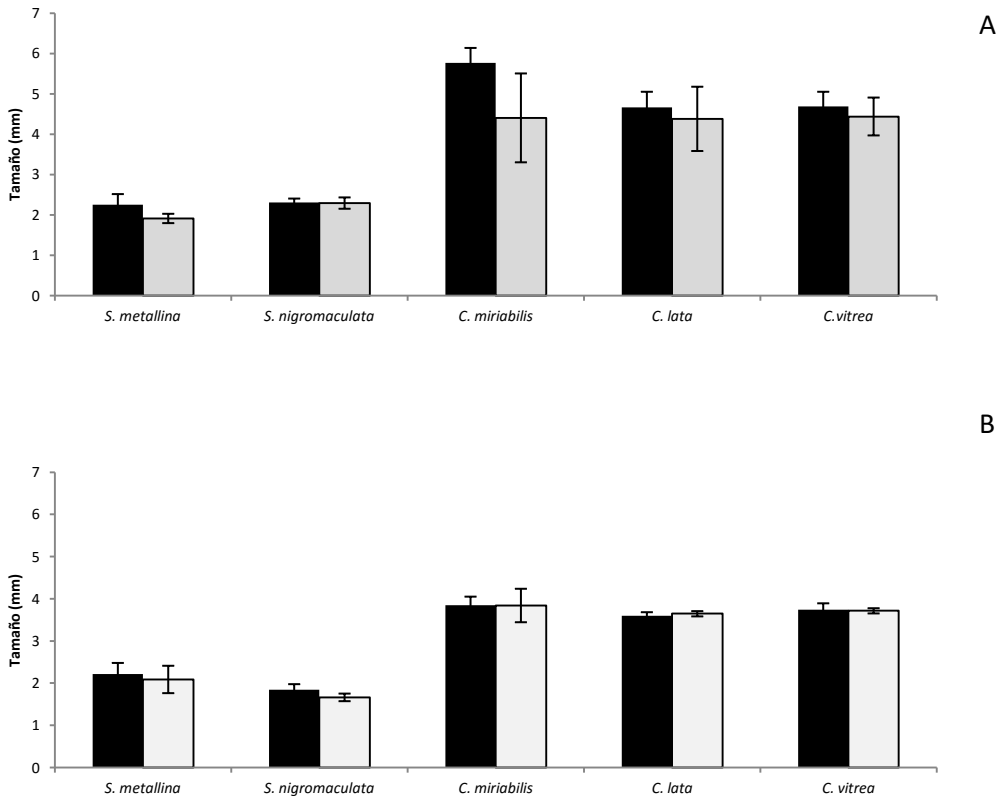


Figura 3.7.- Comparación de los tamaños (en mm, con representación de su desviación estándar) de las cinco especies que mejor explican la separación entre estaciones. Las estaciones del norte están representadas por barras negras y del sur por barras grises. (A) Machos; (B) Hembras.

Tal y como se comentó al principio de este capítulo, no parecía haber, a priori, diferencias significativas de tamaño entre el transecto norte y el sur (tamaño medio norte = $3,01 \pm 1,38$ y tamaño medio sur = $2,94 \pm 1,31$). Tomando las especies más representativas (las que más contribuyeron a la disimilitud entre estaciones que se comentará con posterioridad), separadas por sexos (figura 3.7), no se obtienen diferencias significativas en ninguna de las especies estudiadas (ningún test resulta ser significativo, todos con $p > 0,05$). Ni siquiera se obtiene diferencia en el tamaño en las estaciones fijas N y S (figura 3.8).

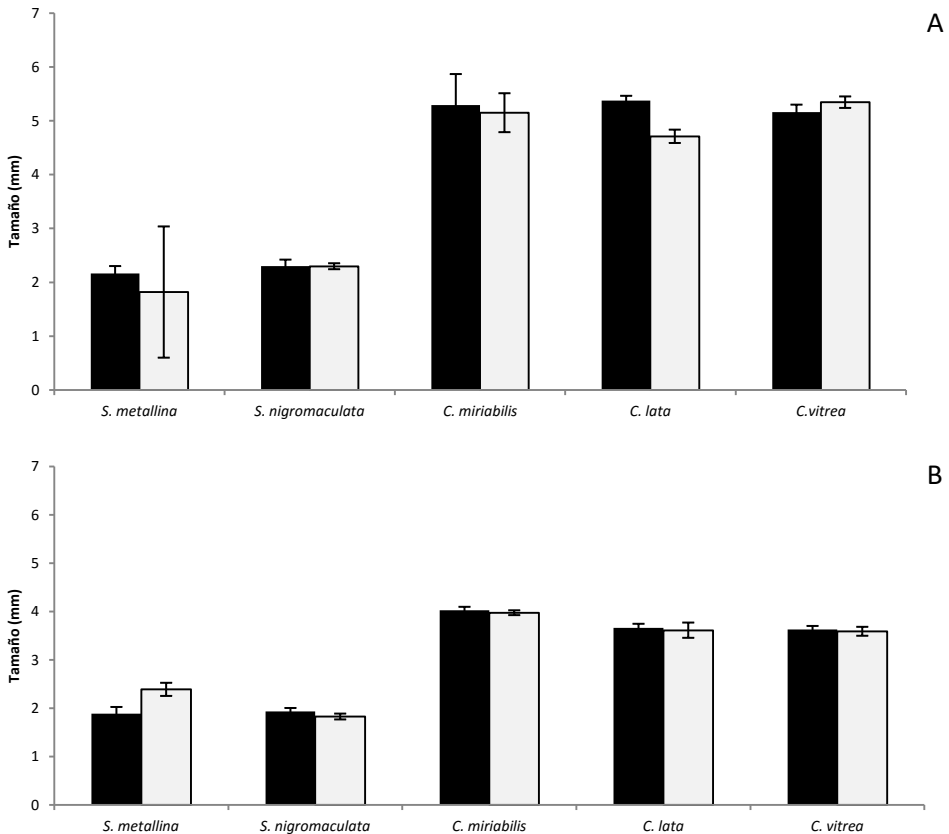


Figura 3.8.- Comparación de los tamaños (en mm, con representación de su desviación estándar) de las cinco especies que mejor explican la separación entre estaciones. La estación fija del norte está representada por barras negras y del sur por barras grises. (A) Machos; (B) Hembras.

El análisis de ordenación (MDS) en función de la abundancia de individuos, mostró una gran diferencia entre las estaciones (figura 3.9), formando tres grupos diferenciados. El MDS en función del tamaño no mostró diferencias, por lo que no se representa. Lógicamente, su posterior análisis de la similitud reveló que las diferencias nos eran suficientemente robustas.

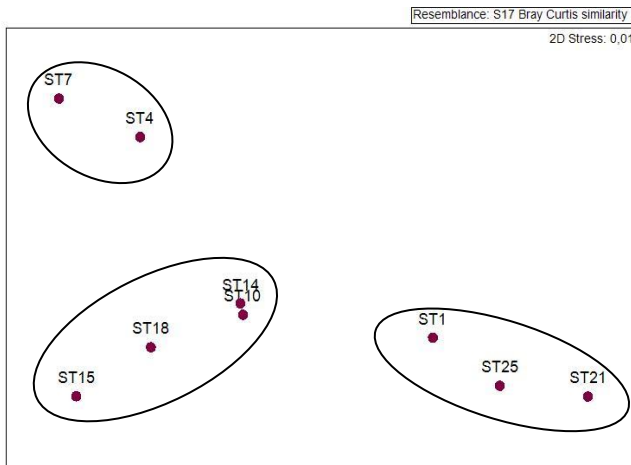


Figura 3.9.- Gráfico MDS que muestra la ordenación de las estaciones de muestreo en función de la abundancia de individuos.

El análisis de similitud (ANOSIM) mostró que las diferencias eran significativas para el primer caso, para la abundancia de individuos/100 m³ (Global R = 0,849; $p = 0,01$).

El primer grupo formado (figura 3.9), está integrado por las estaciones 1, 21 y 25. Todas son estaciones diurnas. La estación 1 pertenece al transecto norte, mientras que la 21 y la 25 lo hacen al del sur. La 1 y la 25 son típicamente oceánicas, mientras que la estación 21, como ya hemos comentado, está

influenciada por un giro ciclónico. Geográficamente se disponen en el extremo occidental del archipiélago.

El segundo grupo (figura 3.9) está formado por las estaciones 10, 14, 15 y 18. Las dos primeras son diurnas y pertenecen al transecto norte y las dos segundas son nocturnas y pertenecen al transecto sur. La estación 15 está influenciada por el afloramiento del continente africano, mientras que la 18 lo está por un giro anticiclónico. Geográficamente se disponen en el extremo oriental del archipiélago.

El último grupo (figura 3.9) está constituido por las estaciones 4 y 7. Las dos son nocturnas y pertenecen al transecto norte. Son típicamente oceánicas no estado influenciadas ni por el filamento de afloramiento africano ni por estructuras mesoescalares. Geográficamente se disponen en la mitad del archipiélago.

El test del porcentaje de similaridad (SIMPER) mostró una disimilaridad media entre los transectos norte y sur del 90,01%. Las especies que contribuyeron en mayor medida a esta disimilitud fueron *S. metallina*, *S. nigromaculata*, *C. miriabilis*, *C. lata* y *C. vitrea*.

Las densidades de larvas de crustáceos decápodos más elevadas fueron encontradas en las estaciones del sur 18 y 21 para la mayoría de los taxones estudiados (Landeira, 2010). La mayor abundancia de copépodos de la familia Sapphirinidae se encontró, como ya se ha indicado en las estaciones 21 y 25, no en la 18 y 21 como indica Landeira (2010).

Se enfrenta, por tanto, por un lado, las estaciones 18 y 21; y por el otro, la 15 y la 25. La estación 18, situada en el centro de un remolino anticiclónico, presentó el $6 \pm 2\%$ de la totalidad de individuos presentes en el transecto sur,

mientras que la estación 21, localizada en el borde de un remolino ciclónico, presentó el $48 \pm 18\%$ (figura 3.10). Estos resultados son coincidentes con los aportados por Landeira (2010).

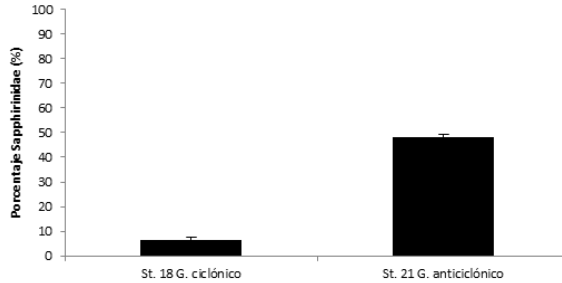


Figura 3.10.- Porcentaje de individuos (\pm desviación estándar) presentes en los giros ciclónicos y anticiclónicos en relación al total de copépodos de la familia Sapphirinidae capturados en el transecto Sur.

La estación 15, influenciada por el filamento de afloramiento del continente africano, presentó el $5 \pm 4\%$ de la totalidad de individuos presentes en el transecto sur, mientras que la estación 25, localizada en el otro extremo del archipiélago, donde no se percibe la influencia de este afloramiento, presentó el $40 \pm 16\%$ (figura 3.11). Los t-test revelaron diferencias significativas en ambos casos ($p < 0,05$), en la capacidad de retención entre las dos estructuras mesoescalares (estaciones 18 y 25) y entre la influencia o no del afloramiento (estaciones 15 y 25).

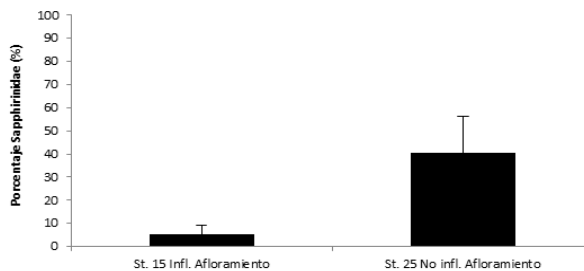


Figura 3.11.- Porcentaje de individuos (\pm desviación estándar) presentes en la estación 15, influenciada por el afloramiento del continente africano y la estación 25, no influenciada, en relación al total de copépodos de la familia Sapphirinidae capturados en el transecto Sur.

DISCUSIÓN

Al igual que ocurre con el ictioplancton (Rodríguez, 1995) y con una fracción del meroplancton (Landeira, 2010), los resultados obtenidos establecen una relación entre la distribución espacial del holo/meroplancton y la variabilidad en la actividad oceanográfica de tipo mesoescalar existente en el área de las Islas Canarias. La diferencia entre abundancias fueron claras, siendo superiores en el transecto sur y en la estación fija al sur de Gran Canaria.

Rodríguez *et al.* (2000) y Landeira (2010) obtuvieron resultados similares, con mayores concentraciones de ictioplancton, meroplancton y biomasa del mesozooplancton en los remolinos ciclónicos, especialmente alrededor de la estación 18. Los remolinos actúan atrapando plancton en el centro de los anticiclones y en el borde de los ciclones, reteniéndolo cerca de las islas. En el futuro, se debería realizar un estudio más detallado sobre el efecto de los remolinos en la composición de determinados grupos taxonómicos incluyendo un gran número de estaciones que corten el remolino, y así, obtener resultados más robustos.

Parece haber una migración nictimiral inversa en los integrantes de esta familia, tal y como mantienen Chae & Nishida (1995), pero el tipo de muestreo no nos permite afirmarlo de manera contundente.

Tal y como se comentó en el capítulo segundo, las especies estudiadas son típicamente de aguas templadas o templado-cálidas. Su distribución espacial en las aguas de las Islas Canarias está íntimamente relacionada con la existencia de un gradiente térmico de las aguas superficiales y subsuperficiales, en sentido este-oeste como consecuencia de la influencia que ejerce el afloramiento (upwelling) y con la presencia de estructuras mesoescalares ciclónicas y

anticiclónicas como consecuencia de la perturbación de la corriente de Canarias a su paso por las islas, el conocido como efecto masa de isla (Doty & Oguri, 1956).

Estos resultados se ven reforzados por la escasa abundancia y diversidad observada en las estaciones más orientales, frente a las occidentales. No obstante, los resultados obtenidos para la estación 21 por Rodríguez (1995) y Landeira (2010) parecen contradecir este gradiente de este a oeste para los integrantes de la familia Sapphirinidae, ya que en esta estación se produce afloramiento de aguas frías profundas, y sin embargo encontramos gran cantidad de safirínidos. La explicación a este hecho podemos encontrarla en que realmente la estación 21 no está situada en el centro del giro ciclónico, sino en su zona exterior, donde se acumula el zooplancton.



Capítulo IV

Capítulo 4: Variabilidad temporal de Copepoda Cyclopoida Sapphirinidae de la Región Canaria I. Influencia de factores ambientales

INTRODUCCIÓN

Las aguas que bañan las Islas Canarias son típicamente oligotróficas. Hernández-León (1988a) estudia la variación de la biomasa mesozooplancónica durante un ciclo anual comprendido entre abril de 1984 y 1985. Si bien Braun (1980) y Fernández de Puelles (1986) señalan valores de producción primaria ligeramente superiores a los que cabría esperar en un área típicamente oceánica, es el estudio de Hernández-León (1988b) uno de los primeros trabajos en observar la posible influencia de la plataforma de la isla de Gran Canaria en los valores de biomasa del zooplancton. Hernández-León *et al.* (1984) encuentran una evolución de la biomasa fito y zooplancónica en el sur de Gran Canaria y Braun y Real (1984), al realizar una comparación entre aguas oceánicas y costeras en el norte de Tenerife, llegan a la conclusión de que no existe una barrera definida entre ambas.

La distribución y desarrollo de las poblaciones de zooplancton depende principalmente de factores físicos; las condiciones ambientales afectan al zooplancton directa (temperatura, salinidad, fenómenos a mesoescala, iluminación) e indirectamente, al afectar a la abundancia y distribución de sus fuentes de alimento, el fitoplancton (Yedra, 2001).

Con respecto al grupo taxonómico objeto de estudio en la presente tesis, sólo se tienen datos de su distribución temporal en un ciclo anual llevado a cabo por Corral (1970b) en una estación fija del Instituto Español de Oceanografía en

la bahía de Santa Cruz de Tenerife (Isla de Tenerife). Solamente se describen los ejemplares capturados y las fechas de captura, habiéndose capturado muy pocos individuos; y de únicamente siete especies del género *Sapphirina* y dos del género *Copilia*. Fernández-Bigler (1975), lleva a cabo un estudio para obtener lo que ella denomina una *imagen de las comunidades invernales de copépodos*, de noviembre de 1970 a febrero de 1971, llevando a cabo pescas horizontales en las aguas de Los Cristianos (Sur de Tenerife).

Fernández de Puellas (1986), lleva a cabo un estudio de la comunidad meso y microzoopláctónica, pero de manera general, en aguas de la bahía de Santa Cruz de Tenerife y posteriormente Lozano-Soldevilla (1991a) y Lozano-Soldevilla *et al.* (1996) sobre los copépodos safirínidos de las aguas de la isla de El Hierro y del sur de la isla de Tenerife, respectivamente. Con posterioridad no se ha realizado ningún trabajo sobre la temporalidad de este grupo de especies para las aguas de las Islas Canarias.

En el presente capítulo se estudia la variabilidad cualitativa y cuantitativa de la familia Sapphirinidae a lo largo del tiempo y su influencia con factores ambientales. Para ello se lleva a cabo el estudio de las distintas especies en tres estaciones alrededor de la isla de Gran Canaria, expuestas a distintos patrones e intensidades de vientos y corrientes. Se muestreó durante un periodo de siete meses (enero-julio de 2005).

METODOLOGÍA

Se muestrearon tres estaciones situadas al este y sureste de la isla de Gran Canaria, separadas entre sí por una distancia aproximada de veinte millas náuticas y sobre la isobata de los cien metros de profundidad (figura 4.1).

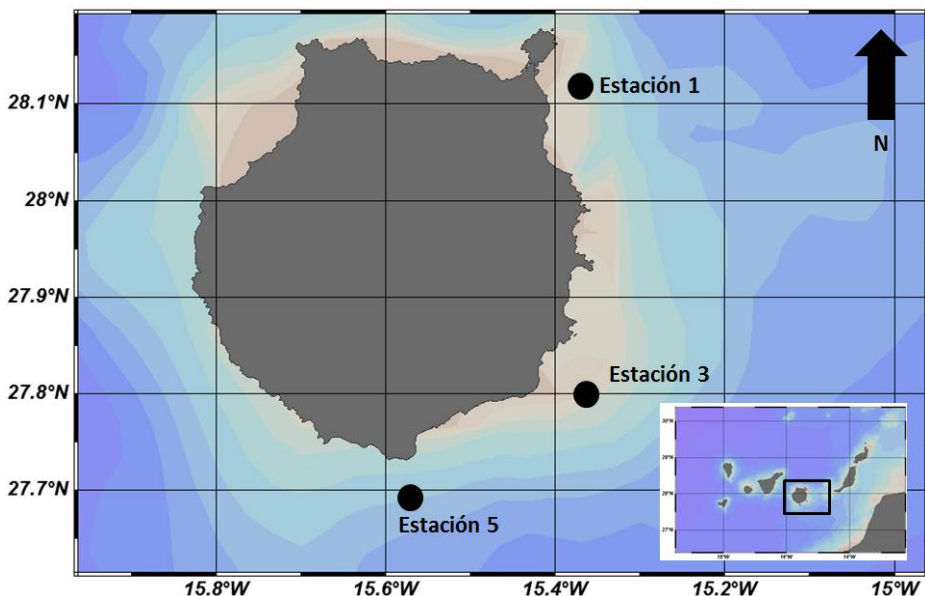


Figura 4.1.- Mapa de la isla de Gran Canaria donde se señalan las tres estaciones de muestreo.

Las tres estaciones presentan distintas características ambientales: la estación 1 ($28^{\circ}7'2,87''N$ $15^{\circ}22'10,33W$) se encuentra en una zona de estancamiento y retención debido a la divergencia de la Corriente de Canarias al chocar con la isla de Gran Canaria; la estación 3 ($28^{\circ}47'34,51''N$ $15^{\circ}22'49,97W$) está localizada en una zona de cizallamiento expuesta al viento y de fuertes corrientes; y por último la estación 5 ($27^{\circ}41'3,73''N$ $15^{\circ}34'36,55W$) está situada en una zona de alta retención, a sotavento de la isla donde se produce una estela.

Los muestreos fueron diurnos y se llevaron a cabo semanalmente, a bordo del BI Solana II, desde enero a julio de 2005. Las condiciones hidrográficas (temperatura, salinidad y fluorescencia) se muestrearon en cada estación a través de perfiles verticales con un CTD SBE25 “Sea-Bird Electronics”. La concentración de clorofila *a* fitoplanctónica se analizó por el

método fluorométrico, a partir de la filtración de 500 ml de agua de mar tomada con una botella Niskin a 15 m de profundidad en cada una de las estaciones (Yentsch & Menzel, 1963).

Los datos de velocidad del viento fueron obtenidos de la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) en las estaciones costeras de San Cristóbal (próxima a la estación 1), aeropuerto de Gando (para la estación 3) y Maspalomas (cercanía a la estación 5). Las condiciones oceanográficas generales se estudiaron diariamente mediante imágenes de satélite de la temperatura superficial de agua de mar (SST) y de clorofila (Sea-WiFS).

El muestreo de zooplancton se llevó a cabo mediante arrastres oblicuos, desde 90 m de profundidad hasta la superficie, con una red Bongo de 40 cm de diámetro de boca y 200 μm de luz de malla (figura 4.2), equipada con flujómetros “General Oceanics” para estimar el volumen filtrado. Una de las muestras obtenidas se fijó inmediatamente en formalina al 4% tamponada para llevar a cabo los recuentos y las determinaciones taxonómicas. Una vez en el laboratorio, se triaron todas las muestras sin llevar a cabo fraccionamiento alguno, extrayéndose todos los copépodos de la familia objeto de estudio. Se identificaron al nivel de especie todos los ejemplares adultos, pero con los estados juveniles, se identificó al nivel taxonómico más bajo posible. Todos fueron medidos y agrupados en los dos géneros, por machos, hembras y juveniles.



Figura 4.2.- A.- Red Bongo. B.- Detalle de embocaduras con flujómetros

Para estudiar si existían diferencias de las condiciones ambientales medidas (salinidad, temperatura, clorofila *a* y velocidad del viento) y de la abundancia (individuos/100 m³) entre las tres estaciones objeto de estudio, se utilizó la estadística multivariante no paramétrica, usando el software PRIMER V6.1. La hipótesis nula de partida es que no existen diferencias entre las distintas estaciones, ni desde el punto de vista ambiental, ni de la abundancia de individuos de la familia Sapphirinidae.

Primeramente, se exploraron las asociaciones entre las estaciones mediante una representación gráfica MDS, basadas en sus respectivas matrices de similitud Bray-Curtis y generadas desde la matriz de abundancia. Para estabilizar la varianza, los datos fueron transformados previamente aplicándoles la raíz cuadrada (Clarke & Warwick, 2001). Se recuerda que este gráfico sirve únicamente para ver cómo se agrupan las variables, pero para poder analizar las diferencias entre las tres estaciones es necesario hacer un test ANOSIM, utilizando la misma matriz de similitud anterior y si hay diferencias significativas el análisis de similitud (SIMPER) para ver qué especies contribuyen más a estas diferencias.

Para ver las asociaciones entre las estaciones en función de las variables ambientales fue necesario hacer un análisis de componentes principales (PCA), pero para ello, previamente se realizó un “Draftman plot”, por si hubiera que transformar alguna variable. Este test indicó que era necesario transformar la variable clorofila *a*, cosa que se hizo mediante el $\log(x)$ (Clarke & Gorley, 2006). Luego se normalizaron las variables y se llevó a cabo el PCA usando distancia euclídea (las transformaciones aportaron valores negativos). Después vuelve a ser necesario realizar un test ANOSIM. Si se detectan diferencias significativas, se lleva a cabo el análisis de similaridad (SIMPER) para determinar qué variables ambientales eran las que más contribuían a generar las diferencias entre las estaciones.

RESULTADOS

Si bien es cierto que los muestreos se llevaron a cabo desde enero a agosto de 2005, se seleccionaron las muestreas de febrero a junio para hacerlo coincidir con el periodo primaveral y después del Bloom de finales de invierno (BFI). Este fenómeno sucede en torno a febrero-marzo por el enfriamiento de la superficie del mar, erosionando la termoclina estacional que impide el ascenso de nutrientes a las capas someras (Schomer *et al.*, 2012).

Al ser erosionada esta termoclina estacional, los nutrientes pueden ascender, lo que lleva consigo un incremento de la productividad y por tanto un aumento de la concentración de clorofila *a*. Entre abril y mayo, la termoclina comienza a formarse otra vez, restaurándose las condiciones de estratificación habituales de la capa eufótica de bajas concentraciones de nutrientes (Arístegui *et al.*, 2001).

Esta erosión de la termoclina estacional puede ser observada en la figura 4.3, entre los meses de enero a marzo, comenzado la estratificación en abril y alcanzando su máximo en junio. Los valores de salinidad se mantuvieron estables (entre 36,63 y 36,80), pero la temperatura tuvo diferencias de hasta 3,6 °C. La estación 5 presentó las mayores variaciones de estos dos parámetros.

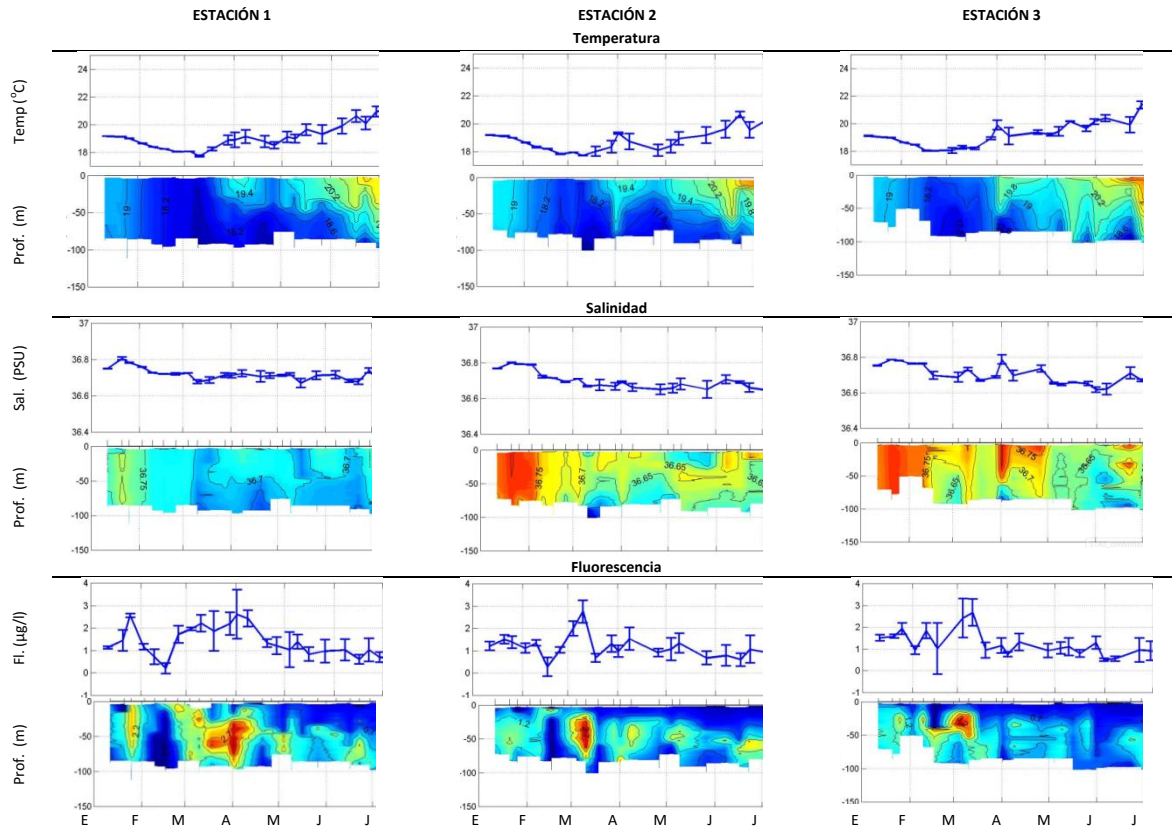


Figura 4.3.- Evolución temporal de las condiciones ambientales (temperatura, salinidad y fluorescencia) a lo largo del periodo de estudio en las estaciones 1, 3 y 5.

Con respecto a la clorofila *a* (medida como fluorescencia), se alcanzaron los valores máximos en marzo-abril, seguido de otro pequeño pico fitoplanctónico en abril-mayo. Con respecto al viento, las estaciones 1 y 5, mostraron valores medios bajos ($3,34 \pm 1,29$ m/s y $3,68 \pm 1,42$ m/s, respectivamente), mientras que la estación 3 tuvo los valores más altos ($6,83 \pm 2,43$ m/s).

Se capturaron 5.339 copépodos de la familia Sapphirinidae, 3.272 ejemplares del género *Sapphirina* y 2.068 del género *Copilia*. Los datos se resumen en la tabla 4.1.

Especies	Estación	Estación	Estación	Total
	1	3	5	
<i>S. metallina</i>	175	26	374	575
<i>S. ovatolanceolata</i>	160	22	344	526
<i>S. gemma</i>	163	25	342	530
<i>S. gastrica</i>	17	5	82	104
<i>S. maculosa</i>	21	1	98	120
<i>S. opalina</i>	86	10	186	284
<i>S. nigromaculata</i>	175	31	381	587
<i>S. angusta</i>	39	6	119	164
<i>S. auronitens</i>	44	7	123	174
<i>S. intestinata</i>	38	6	122	166
<i>S. scarlata</i>	16	2	27	45
<i>C. mediterranea</i>	188	29	372	589
<i>C. quadrata</i>	263	40	548	851
<i>C. lata</i>	9	1	25	35
<i>C. mirabilis</i>	212	29	352	593
Total	1606	240	3495	5343

Tabla 4.1.- Total de especies capturas por estaciones.

La estación número 1, localizada en el norte y expuesta a viento y a la corriente, mostró valores altos de abundancia ($446,70 \pm 24,00$ individuos/100 m³), pero menores que la estación 5, situada en la zona resguardada de sotavento de la isla, donde los valores son altísimos ($1.101,02 \pm 50,89$ individuos/100 m³). Los valores medios más bajos ($81,05 \pm 4,46$ ind./100 m³) se dieron en la estación 3, más expuesta a los vientos (figura 4.4 y tabla 4.2).

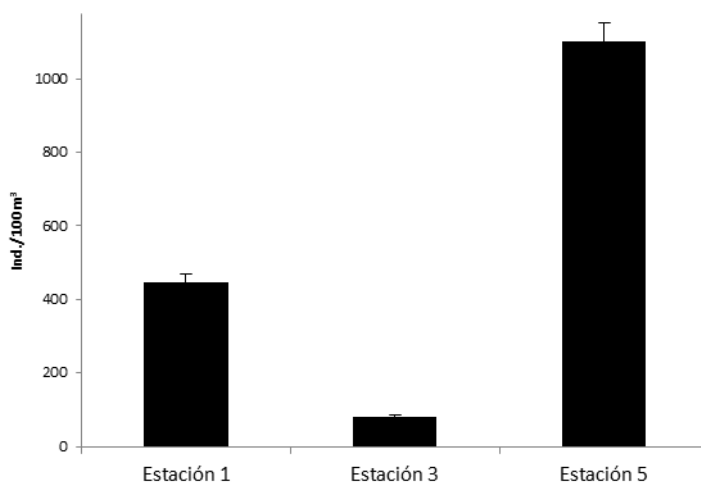


Figura 4.4.- Abundancia media (Ind./100m³) en las tres estaciones de estudio.

Especies	Estación 1		Estación 3		Estación 5	
	Abundancia	%	Abundancia	%	Abundancia	%
<i>S. metallina</i>	48,67 ± 14,65	10,90	8,78 ± 3,13	10,83	117,89 ± 35,29	10,71
<i>S. ovatolanceolata</i>	44,50 ± 15,51	9,96	7,43 ± 3,06	9,17	108,27 ± 32,77	9,83
<i>S. gemma</i>	45,33 ± 14,19	10,15	8,44 ± 3,31	10,42	107,80 ± 29,87	9,79
<i>S. gastrica</i>	4,73 ± 2,36	1,06	1,69 ± 2,35	2,08	25,85 ± 15,31	2,35
<i>S. maculosa</i>	5,84 ± 3,14	1,31	0,34 ± 1,26	0,42	30,73 ± 17,33	2,79
<i>S. opalina</i>	23,92 ± 29,55	5,35	3,38 ± 5,38	4,17	58,63 ± 60,91	5,32
<i>S. nigromaculata</i>	48,67 ± 15,02	10,90	10,47 ± 3,31	12,92	120,09 ± 34,79	10,91
<i>S. angusta</i>	10,85 ± 7,98	2,43	2,03 ± 2,43	2,50	37,35 ± 18,94	3,39
<i>S. auronitens</i>	12,24 ± 7,67	2,74	2,36 ± 2,45	2,92	38,77 ± 18,31	3,52
<i>S. intestinata</i>	10,57 ± 7,57	2,37	2,03 ± 2,43	2,50	38,46 ± 19,15	3,49
<i>S. scarlata</i>	4,45 ± 12,45	1,00	0,68 ± 1,72	0,83	8,51 ± 9,32	0,77
<i>C. mediterranea</i>	52,29 ± 21,70	11,71	9,79 ± 3,92	12,08	117,26 ± 40,29	10,65
<i>C. quadrata</i>	73,15 ± 48,19	16,38	13,51 ± 7,61	16,67	172,58 ± 98,99	15,67
<i>C. lata</i>	2,50 ± 8,04	0,56	0,34 ± 1,26	0,42	7,88 ± 8,51	0,72
<i>C. miriabilis</i>	58,96 ± 47,93	13,20	9,79 ± 5,07	12,08	110,95 ± 55,07	10,08

Tabla 4.2.- Listado de especies capturadas, sus valores medios de abundancia (Nº individuos /100 m³), desviación estándar y el porcentaje respecto al total en cada una de las estaciones 1, 3 y 5.

La distribución temporal de la mayoría de las especies presenta dos picos de abundancia (figura 4.5), uno más pronunciado a mediados de marzo y otro menos manifiesto en mayo. Este patrón temporal es evidente en las estaciones 1 y 5; no así en la estación 3, cuya abundancia fue mínima.

Cinco de los muestreos no aportaron ningún copépodo safirínido, a finales de mayo y principios de junio para las tres estaciones; y a mediados de abril, para las estaciones 3 y 5 (figura 4.5).

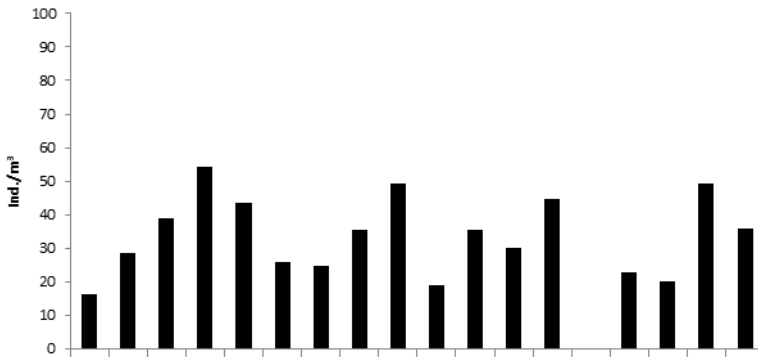
Los gráficos representados en las figuras 4.6A, 4.6B y 4.6C, muestran la distribución temporal de las distintas especies desde el día juliano 54 (febrero) al 180 (julio). Un primer grupo, constituido por las especies *S. metallina*, *S. ovatolanceolata*, *S. gemma*, *S. gastrica* (figura 4.6A), *S. nigromaculata* (figura 4.6B) y *C. mirabilis* (figura 4.6C), presentan un patrón temporal similar, con una mayor abundancia en marzo y mayo para las estaciones 1 y 5. La estación 5, en todos los casos y tal y como ya se ha comentado anteriormente, aporta los mayores datos de abundancia. La especie *C. mirabilis* (figura 4.6C) presenta además un tercer pico de abundancia para ambas estaciones a principios de julio.

Un segundo grupo, constituido por las especies *S. maculosa*, *S. opalina* (figura 4.6B), *S. intestinata* y *C. quadrata* (figura 4.6C), presentan otro patrón temporal, con un solo pico de máxima abundancia en marzo para las estaciones 1 y 5; y aparentemente en algunos casos para la estación 3.

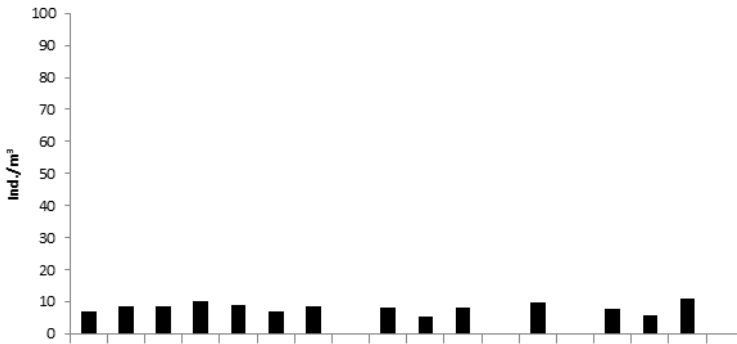
Un último grupo, constituido por las especies *S. angusta* (figura 4.6B), *C. mediterranea* y *C. lata* (figura 4.6C), no parecen tener un patrón definido, si bien todas presentan, en mayor o menor medida, el pico de abundancia del mes

de marzo, íntimamente relacionado con el “Bloom” de finales de invierno del fitoplancton y del zooplancton, sustento alimentario del grupo estudiado. Moyano et al. (2009) cita para el mismo periodo una media de biomasa zooplanctónica de $13,5 \pm 10,9$ mg de peso seco y una abundancia de larvas de peces de $0,59 \pm 0,46$ ind./m³.

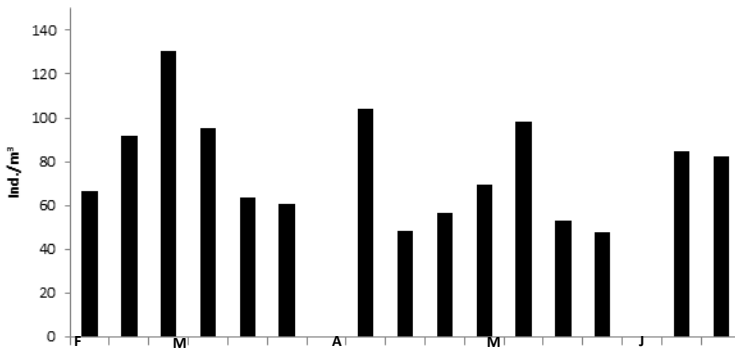
La especie *C. lata* (figura 4.6C), aparece únicamente en la estación 5, a sotavento de la isla. Fue capturada entre febrero y abril, presentando valores de abundancia muy bajos, no estando presente el resto del periodo de muestreo.



A



B



C

Figura 4.5.- Distribución temporal de la abundancia de ejemplares de la familia Sapphirinidae en las estaciones 1 (A), 3 (B) y 5 (C).

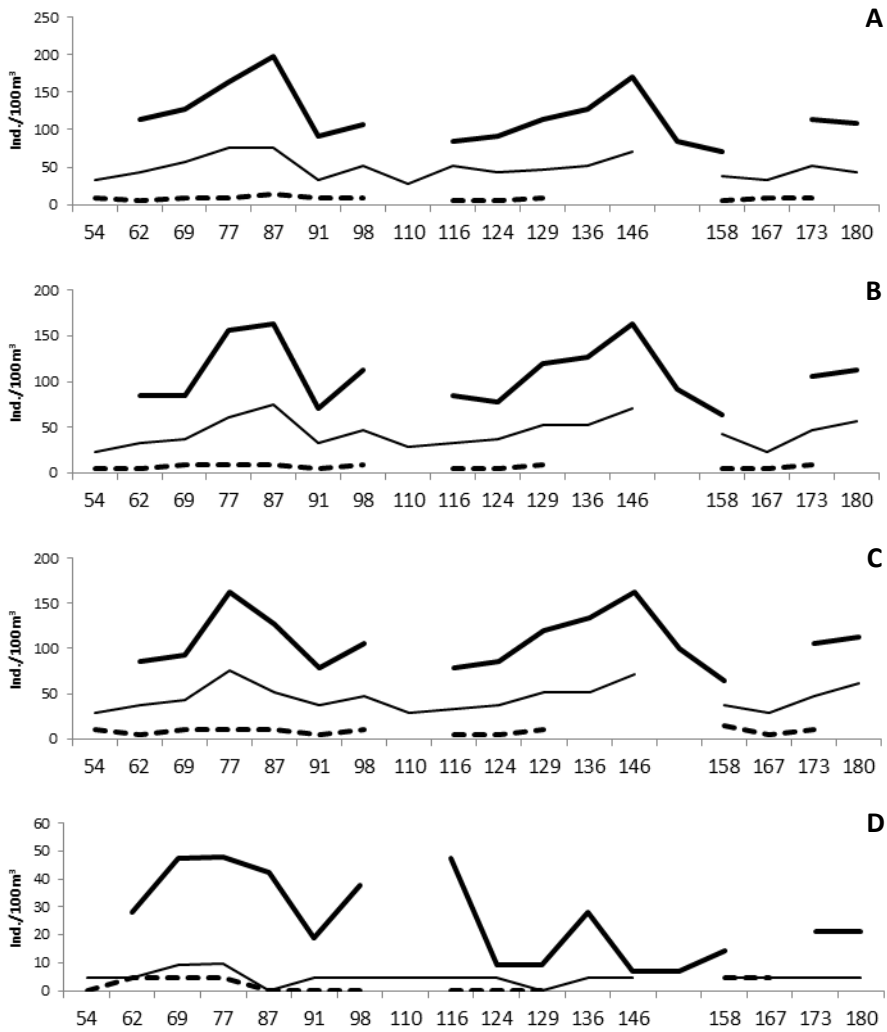


Figura 4.6A.- Distribución temporal de la abundancia de ejemplares, por especies, en las estaciones 1 (línea continua delgada), 3 (línea discontinua) y 5 (línea continua gruesa). *S. metallina* (A), *S. ovatolanceolata* (B), *S. gemma* (C) y *S. gastrica* (D).

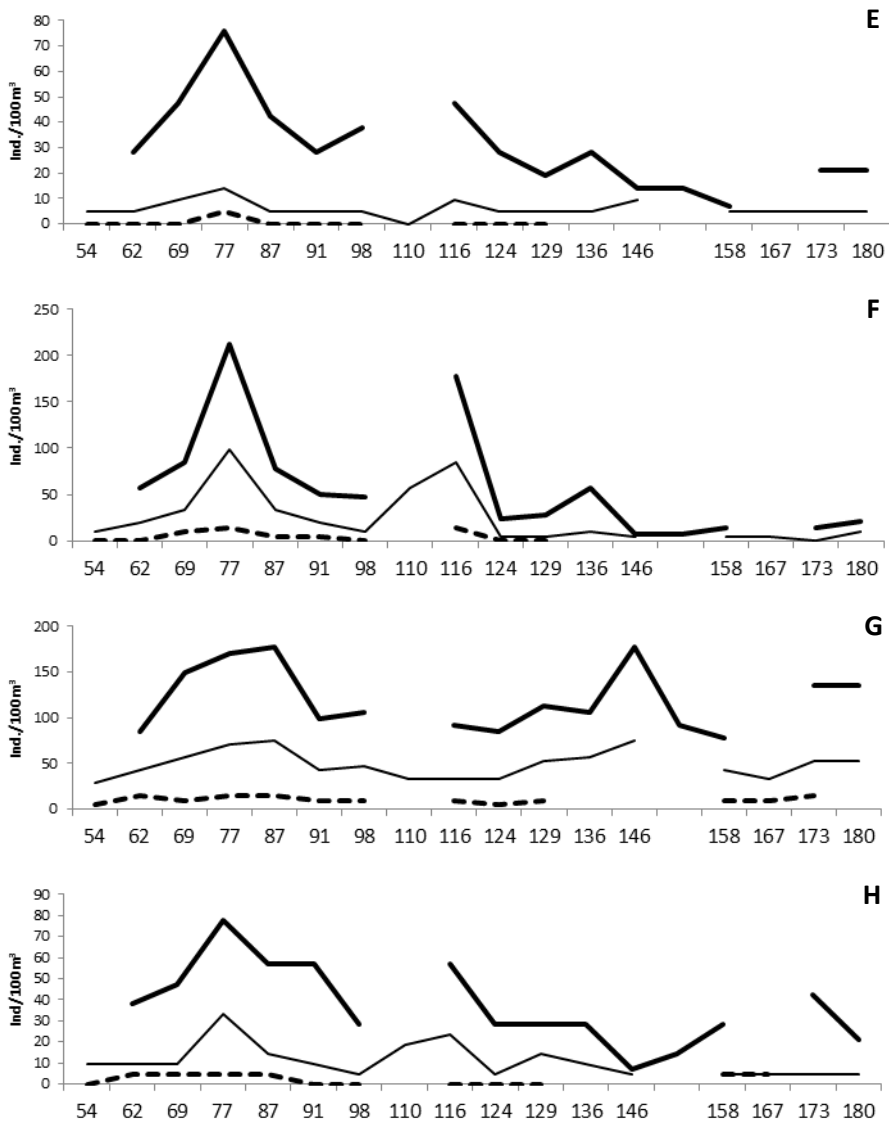


Figura 4.6B.- Distribución temporal de la abundancia de ejemplares, por especies, en las estaciones 1 (línea continua delgada), 3 (línea discontinua) y 5 (línea continua gruesa). *S. maculosa* (E), *S. opalina* (F), *S. nigromaculata* (G) y *S. angusta* (H).

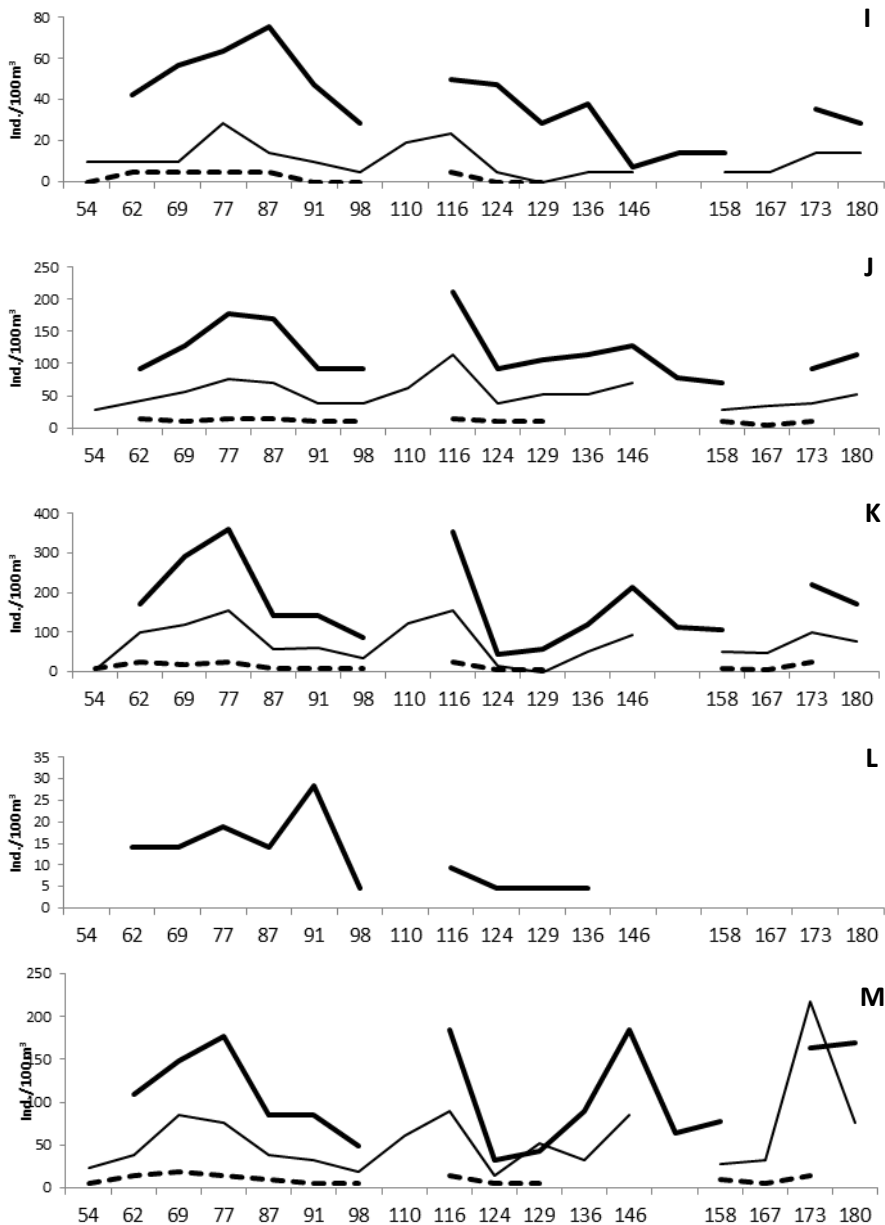


Figura 4.6C.- Distribución temporal de la abundancia de ejemplares, por especies, en las estaciones 1 (línea continua delgada), 3 (línea discontinua) y 5 (línea continua gruesa). *S. intestinalis* (I), *C. mediterranea* (J), *C. quadrata* (K), *C. lata* (L) y *C. mirabilis* (M).

El gráfico MDS basada en la abundancia de individuos (figura 4.7A), muestra diferencias significativas. El nivel de stress de 0,06 es considerado bueno, pudiendo observar la formación de dos grupos claros, el de la estación 3, frente a otro subconjunto formado por la estación 1 y 5 juntas. Dentro de este subconjunto, se aprecia una pequeña separación entre estas dos estaciones, pero como mostraré ahora, no es estadísticamente robusta.

Una vez realizado el MDS y vista la separación, se procedió a llevar a cabo un análisis de similitud de una vía (ANOSIM), con un Global R de 0,78 y $p < 0,01$. Los t-test entre los tres posibles pares de estaciones reflejaron diferencias sólo entre el par 1-3 y 3-5. Este resultado apoya los datos observados en la figura 4.5.

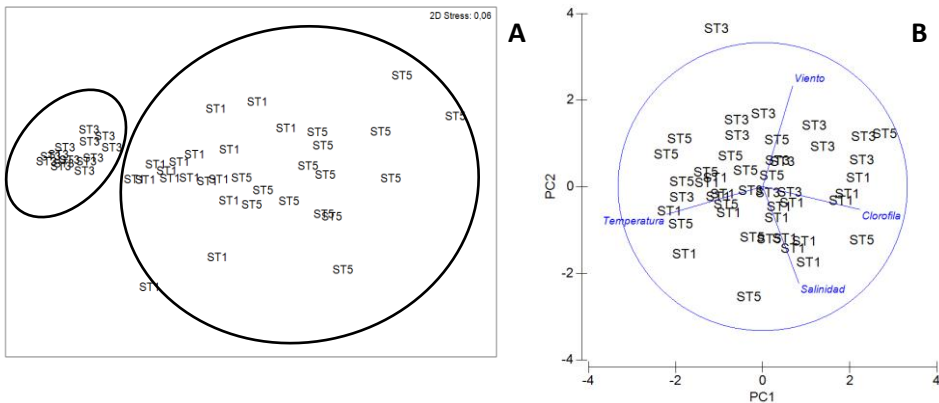


Figura 4.7.- Gráfico MDS basado en la abundancia de individuos (A) y análisis de componentes principales (PCA) para las variables ambientales estudiadas (B).

Al realizar el análisis de similitud de una vía (ANOSIM) pero con las variables ambientales, se obtuvo un Global R de 0,69 y $p < 0,01$. Igual que en el apartado anterior, los t-test entre los tres posibles pares de estaciones reflejaron diferencias sólo entre el par 1-3 y 3-5 (tabla 4.3). El análisis de componentes principales (PCA), permitió resumir la variabilidad ambiental (figura 4.7B) a

dos ejes que explicaban el 75.2% de la variabilidad acumulada (PC1: 44,8% y PC2: 30,4%). Los autovectores (*eigenvectors*) dieron la siguiente combinación lineal:

$$PC1 = -0,666 (\text{Temperatura}) + 0,249 (\text{Salinidad}) + 0,672 (\text{Clorofila}) + 0,207 (\text{Viento})$$

$$PC2 = -0,194 (\text{Temperatura}) - 0,669 (\text{Salinidad}) - 0,159 (\text{Clorofila}) + 0,700 (\text{Viento})$$

En el análisis de componentes principales se puede observar que las muestras de la estación 5 se sitúan en el lado negativo del componente principal 1, donde la temperatura es mayor. Las muestras de la estación 3, se encuentran en el lado positivo de la componente principal 2, donde la variable viento tiene mayor influencia. Este patrón espacial es idéntico a los obtenidos por Moyano *et al.* (2009) y Landeira *et al.* (2012) en larvas de peces (ictioplancton) y larvas de decápodos y biomasa de zooplancton, analizando las mismas muestras en aguas de Gran Canaria.

El análisis del porcentaje de similaridad SIMPER (tabla 4.4), apoya los resultados del PCA. Entre las estaciones 1 y 3, la variable que mejor tipificó estas diferencias es el viento (36,09%), seguida por la temperatura (23,52%). Entre las estaciones 3 y 5, la variable más importante vuelve a ser el viento (32,97%), pero la segunda en importancia es la salinidad (23,74%), aunque seguida muy de cerca por la temperatura (23,04%).

	VARIABLES AMBIENTALES Global R = 0,69 (<i>p</i> = 0,005)*	VARIABLES AMBIENTALES Global R = 0,78 (<i>p</i> = 0,003)*
ST. 1 vs ST. 3	R = 0,744 (<i>p</i> = 0,003)*	R = 0,501 (<i>p</i> = 0,001)*
ST. 1 vs ST. 5	R = 0,060 (<i>p</i> = 0,080)	R = 0,288 (<i>p</i> = 0,060)
ST. 3 vs ST. 5	R = 0,622 (<i>p</i> = 0,003)*	R = 0,589 (<i>p</i> = 0,001)*

Tabla 4.3.- Resultados del análisis de similaridad de una vía (ANOSIM) y las comparaciones entre estaciones tanto para las variables ambientales como para los copépodos. Asterisco (*): diferencias estadísticamente significativas (*p* = 0,01).

VARIABLES AMBIENTALES	ST. 1 vs ST. 3	ST. 3 vs ST. 5
Viento	36,09 %	32,97 %
Temperatura	23,52 %	23,04 %
Clorofila <i>a</i>	22,74 %	20,26 %
Salinidad	17,65 %	23,74 %

Tabla 4.4.- Resultados del análisis del porcentaje de similaridad (SIIMPER) para estimar la contribución de las variables ambientales en diferenciar las estaciones 1-3 y 3-5.

DISCUSIÓN

Las implicaciones oceanográficas que tiene la variabilidad de la intensidad del viento alrededor de la Isla de Gran Canaria han sido estudiadas en detalle por autores como Barton *et al.*, 2000; Basterretxea *et al.*, 2002. Estos trabajos describen el efecto de masa de isla que produce una zona de calma y la formación de una estela cálida en el sureste de la isla (donde se encuentra ubicada la estación 5). Este incremento de temperatura y aplaceramiento de las aguas parece tener una relación directa en el aumento de la abundancia de los copépodos de la familia Sapphirinidae en las Islas Canarias.

Respecto al número de especies, no hay diferencias significativas entre las distintas especies, estando distribuidas alrededor de la isla de Gran Canaria de manera homogénea. *C. lata*, es la única que aparece solamente en la estación 5, en la zona cálida, lo que parece indicar su carácter tropical. Hubiera sido de interés poder comparar esta distribución con la de las otras campañas de esta tesis, pero no apareció en ninguna otra campaña objeto de estudio en esta tesis doctoral. La primera campaña, tratada en el capítulo 2 fue en junio, y la del capítulo 3 fue en octubre; ambos periodos lejos del periodo febrero-abril en el

que fue encontrada. En el siguiente capítulo se estudia mejor su distribución temporal, al abarcar un periodo de tiempo mayor.

Con respecto a la abundancia general, las estaciones 1 y 5 presentaron mayores densidades que las mostradas por la estación 3 a lo largo de todo el periodo de estudio. Los valores de la estación 5, a sotavento y en la estela cálida, fueron muy superiores al resto de estaciones (figura 4.5).

La variable ambiental viento fue la que más influencia tuvo en la diferenciación de las estaciones. La causa es que la velocidad del viento en la estación 3 fue aproximadamente tres veces superior a la que nos encontramos en las otras dos estaciones. Los otros dos factores que también tuvieron importancia en la abundancia de estos copépodos son la temperatura y la clorofila. La salinidad fue el valor ambiental que menos influencia tuvo, lógico si vemos los valores, muy constantes en el periodo de estudio.

El viento y las corrientes arrastran las larvas de crustáceos decápodos a lo largo de la plataforma insular hacia el sur, acumulándose en la zona de calma (Landeira, 2010). Al igual que ocurre con las larvas de decápodos, estos vientos arrastran no sólo al meroplancton, sino también al holoplancton, llevándolo a zonas donde es propicio su desarrollo; al existir factores ambientales ideales, junto a mayor cantidad de biomasa planctónica, lo que puede traducirse en alimento. Este patrón de distribución coincide con el de larvas de crustáceos (Rodríguez *et al.*, 2001; Landeira, 2010) y de ictioplancton (Bécognée *et al.*, 2006; Moyano *et al.*, 2009; Moyano & Hernández-León, 2009), siendo para estos procesos de retención, de gran importancia el efecto isla (Hernández-León, 1991).

El estudio se hubiera podido realizar de forma más precisa si se hubiera tenido hembras ovígeras y jóvenes, para determinar si estas condiciones ambientales ideales influyen también en el ciclo reproductivo. Las muestras estudiadas habían sido a priori triadas para obtener otros grupos distintos, lo que desgraciadamente, hace que las hembras que pudieran llevar puestas las pierdan, y que los jóvenes pierdan las características taxonómicas necesarias para su determinación.



Capítulo V

Capítulo 5: Variabilidad temporal de Copepoda Cyclopoida Sapphirinidae de la Región Canaria II: Ciclo anual

INTRODUCCIÓN

De los diversos océanos, no cabe la menor duda de que es el Atlántico en la actualidad el mejor estudiado en cuanto a la distribución de las especies en sus diversas áreas, si bien, para algunas de éstas solo se tiene una visión global, que no aborda aspectos más detallados de sus estrategias de vida (Corral, 1970; Gómez & Hernández León, 1988a, 1988b; Hernández-León & Arístegui, 2007). Las aguas que bañan las Islas Canarias son típicamente subtropicales oligotróficas, donde la producción primaria es baja durante la mayor parte del año salvo a finales de invierno y principios de primavera (De León y Braun, 1973; Garijo et al., 2011). Este máximo se produce por pérdida de la característica estratificación de la columna de agua que se observa durante gran parte del ciclo anual y el consiguiente aumento de la capa de mezcla (Hernández-León, 1986). Esto hace que la termoclina desaparezca, produciéndose una leve fertilización de las aguas superficiales, que origina un aumento de la biomasa fito y zooplanctónica. En aguas de Canarias el desfase entre los máximos fito y zooplanctónicos no es excesivo produciéndose ambos máximos con una superposición relativa bastante amplia (Hernández-León *et al.*, 1984).

Como ya se mencionó en el capítulo anterior, Hernández-León *et al.* (1984 y 1988b) observan valores de biomasa mesozooplanctónica en el Sur de Gran Canaria del orden de magnitud tres veces superiores a las halladas por Braun (1981) para las aguas del sur de Tenerife siendo éstas las primeras

observaciones sobre el efecto de la masa de la isla en la biomasa zooplanctónica en aguas de Gran Canaria. También se ha comentado en el mismo capítulo, que con respecto a la familia Sapphirinidae sólo se tienen datos de su distribución temporal en un ciclo anual llevado a cabo por Corral (1970) en una estación oceanográfica fija del Instituto Español de Oceanografía en la Bahía de Santa Cruz de Tenerife, con resultados de una escasa representación específica y escasos valores de abundancia; por Fernández-Bigler (1975) en aguas de Los Cristianos (Tenerife); por Fernández de Puellas (1986) en la bahía de Santa Cruz de Tenerife, por Lozano-Soldevilla (1991) y Lozano-Soldevilla *et al.* (1996) en aguas del Mar de las Calmas (El Hierro) y aguas de El Médano (sur de Tenerife) respectivamente.

En el presente capítulo se lleva a cabo un estudio detallado de los patrones temporales que caracterizan el ciclo anual de esta familia de copépodos en la isla de Gran Canaria, relacionándolos con los aspectos ecológicos y ambientales.

METODOLOGÍA

Se muestreó semanalmente durante un periodo de dos años (enero de 2005 a diciembre de 2006) en la estación 1 del capítulo anterior ($28^{\circ} 7'2,87''\text{N}$ $15^{\circ}22'10,33''\text{W}$), en una zona caracterizada por su gran capacidad de retención tanto de larvas de peces (Moyano *et al.*, 2009) como de crustáceos decápodos (Landeira *et al.*, 2012) al noreste de la isla de Gran Canaria (figura 5.1).

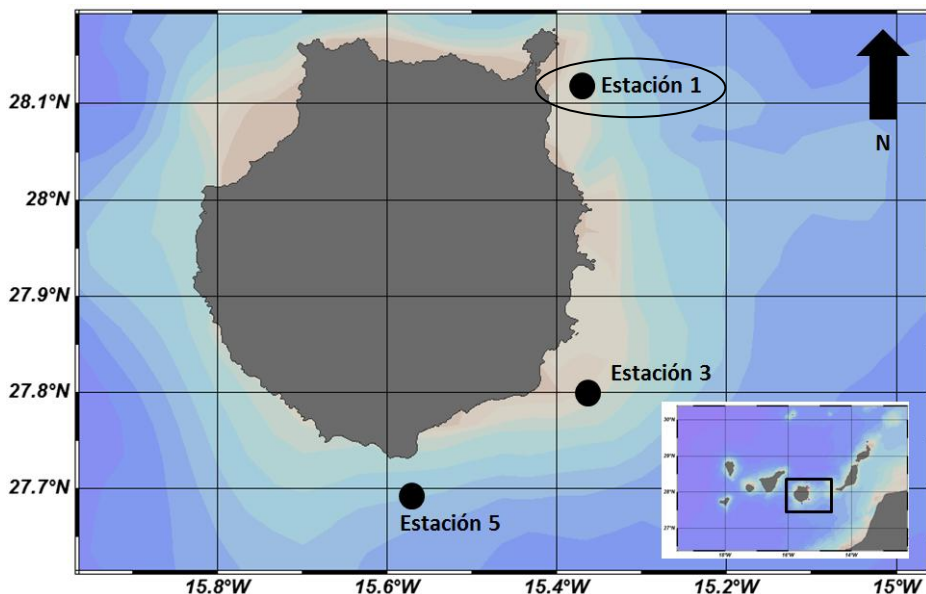


Figura 5.1.- Mapa de la isla de Gran Canaria donde se señala la estación de muestreo.

Los muestreos, al igual que el capítulo cuatro, fueron diurnos y se llevaron a cabo semanalmente, a bordo del BI Solana II. Las condiciones hidrográficas (temperatura, salinidad y fluorescencia) se muestrearon en cada estación a través de perfiles verticales con un CTD SBE25 “Sea-Bird Electronics”. La concentración de clorofila a fitoplanctónica se analizó por el método fluorimétrico, a partir de la filtración de 500 ml de agua de mar tomada con una botella Niskin a 15 m de profundidad en cada una de las estaciones (Yentsch & Menzel, 1963).

El muestreo de zooplancton se llevó a cabo mediante arrastres oblicuos, desde 90 m de profundidad hasta la superficie, con una red Bongo de 40 cm de diámetro de boca y 200 μm de luz de malla (figura 4.2 del capítulo anterior), equipada con un flujómetro “General Oceanics” para estimar el volumen de agua filtrado. Una de las muestras obtenidas se fijó inmediatamente en formalina al 4% tamponada para llevar a cabo los recuentos y las

determinaciones taxonómicas. Una vez en el laboratorio, se triaron todas las muestras sin llevar a cabo fraccionamiento alguno, extrayéndose todos los copépodos de la familia objeto de estudio.

En este estudio se parte de la hipótesis nula de que no existían diferencias en composición y abundancia de copépodos safirínidos a lo largo de los distintos muestreos del año. Al igual que en otras ocasiones, para ello se utilizó la estadística multivariante no paramétrica. Se agruparon los dos años, promediando las abundancias por meses. Para disminuir la influencia de las especies más abundantes, se transformaron los datos previamente mediante $\log(x+1)$. Tras esta transformación previa, y una vez realizada la matriz de similaridad Bray-Curtis, se llevó a cabo un análisis cluster para agrupar las muestras en función de la abundancia de individuos, y así poder definir patrones temporales. Para definir los grupos por meses se utilizó la rutina SIMPROF a un nivel de similaridad del 95%. Usando esta misma matriz se llevó a cabo una representación gráfica MDS, basándonos en sus matrices de similaridad de Bray-Curtis. Todos estos análisis estadísticos se llevaron a cabo con el programa estadístico PRIMER v6.1.

Usando este mismo software se realizó un análisis de similaridad de una vía (ANOSIM) para determinar si existían diferencias o no entre los grupos de meses detectados en el test SIMPROF; y un análisis de similaridad (SIMPER) para testar en qué medida cada una de las especies contribuía en generar estos patrones temporales.

RESULTADOS

Las variables ambientales siguieron un patrón típico en el ciclo anual de las aguas de las Islas Canarias (figura 5.2). Los vientos alisios determinaron la estacionalidad del parámetro velocidad del viento. Los meses de verano (junio, julio y agosto) presentaron los valores más altos, mientras que el resto del año presentó, de forma general, valores mucho más bajos.

La temperatura presentó también una estacionalidad patente, con valores mínimos en invierno ($17,82 \pm 0,21^{\circ}\text{C}$) y máximos a finales del verano y principios de otoño ($23,73 \pm 0,42^{\circ}\text{C}$). En enero, la temperatura superficial descendió por debajo de los 19°C , lo que distorsiona la termoclina permanente, ampliando así la capa de mezcla y facilitando el movimiento ascendente de nutrientes a capas someras que, a su vez, generan un aumento de fitoplancton (Hernández-León, 1986; Landeira *et al.*, 2013).

La salinidad presentó los valores normales para las Islas Canarias, variando entre 36,5 y 37,0 a lo largo del año, aunque con oscilaciones bruscas. Landeira (2010) y Moyano *et al.*, (2009) relacionan estos descensos bruscos de la salinidad con la intrusión de agua proveniente del afloramiento africano en la plataforma de la isla de Gran Canaria, pudiendo explicar así la presencia de larvas de especies que no presentaban poblaciones conocidas en el Archipiélago Canario.

La clorofila *a* puso de manifiesto el fenómeno ya comentado en el capítulo 4, el “late winter bloom” o bloom de finales de invierno (BFI), que tiene lugar en febrero y marzo. Si bien es verdad que se manifestó para los dos años estudiados, en el año 2005, con un valor máximo de $0,90 \text{ mg/m}^3$ y un valor medio de $0,70 \pm 0,16 \text{ mg/m}^3$ fue muy superior al año 2006 (valor medio de $0,36$

$\pm 0,05 \text{ mg/m}^3$ y valor máximo de $0,47 \text{ mg/m}^3$). Como suele ocurrir en la región canaria, a partir del mes de marzo vuelve a producirse un aumento de la temperatura superficial del océano, lo que se traduce en la formación de la termoclina y por tanto en el cese del flujo de nutrientes proveniente de aguas más profundas, por lo que se produce un descenso en la concentración de clorofila *a*, con valores típicamente oligotróficos ($0,21 \pm 0,06 \text{ mg/m}^3$). Este fenómeno suele alargarse, como es nuestro caso, hasta el mes de noviembre.

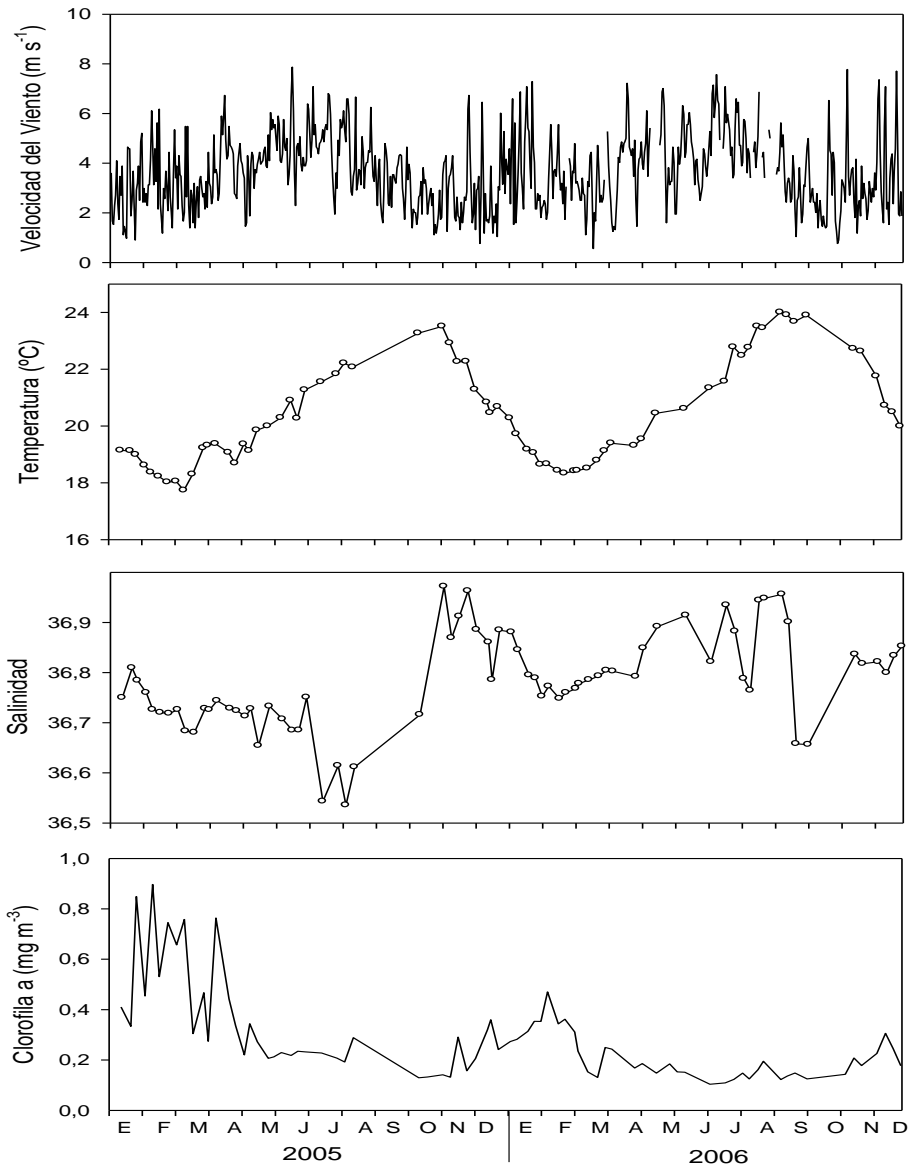


Figura 5.2.- Evolución temporal de la velocidad del viento, la temperatura, la salinidad y la clorofila *a* medidas a 15 m de profundidad en la estación 1 a lo largo de dos ciclos anuales, 2005 y 2006.

En cuanto a la composición y abundancia de copépodos de la familia Sapphirinidae se capturaron 8.569 individuos (5.198 del género *Sapphirina* y 3.371 del género *Copilia*). Los datos correspondientes se exponen en la tabla 5.1.

Especies	Ejemplares	Abundancia	%
<i>S. metallina</i>	1.091	54,64 ± 30,42	12,52
<i>S. ovatolanceolata</i>	897	44,72 ± 23,17	10,25
<i>S. gemma</i>	1.074	53,59 ± 29,26	12,28
<i>S. gastrica</i>	69	4,00 ± 1,92	0,92
<i>S. maculosa</i>	84	4,22 ± 2,28	0,97
<i>S. opalina</i>	481	24,00 ± 19,45	5,50
<i>S. nigromaculata</i>	773	38,93 ± 20,31	8,92
<i>S. angusta</i>	245	12,41 ± 6,40	2,84
<i>S. auronitens</i>	250	12,51 ± 6,19	2,87
<i>S. intestinata</i>	148	7,45 ± 3,38	1,71
<i>S. scarlata</i>	86	4,71 ± 3,49	1,08
<i>C. mediterranea</i>	880	44,23 ± 17,05	10,13
<i>C. quadrata</i>	1.218	61,25 ± 29,15	14,03
<i>C. lata</i>	23	7,19 ± 4,60	1,65
<i>C. mirabilis</i>	1.250	62,60 ± 38,64	14,34
Total	8.569	---	100

Tabla 5.1.- Listado de especies capturadas, número de ejemplares, valores medios de abundancia (Nº individuos/100 m³), desviación estándar y el porcentaje respecto al total.

Las especies capturadas fueron las mismas que en el capítulo anterior, no encontrándose ningún individuo de algún otro taxón de la familia Sapphirinidae. Del género *Sapphirina*, las dos especies más abundantes han sido *S. metallina* y *S. gemma*, y del género *Copilia*: *C. quadrata* y *C. mirabilis*. De esta última especie fue de la que se capturó un mayor número de individuos de todas las obtenidas y determinadas.

En términos de composición relativa las especies más abundantes fueron: *C. mirabilis* (14,34%), *C. quadrata* (14,03%), *S. metallina* (12,52%), *S. gemma* (12,28%), *S. ovatolanceolata* (10,25%) y *C. mediterranea* (10,13%). Las especies *S. gastrica* (0,92%), *S. maculosa* (0,97%), *S. angusta* (2,84%), *S. auronitens* (2,87%), *S. intestinata* (1,71%), *S. scarlata* (1,08%) y *C. lata* (1,65%) no presentaron abundancias superiores al 3% (tabla 5.1).

En la tabla 5.2 se muestran los valores medios de abundancias por especies para el año 2005 y 2006; y en la tabla 5.3 los valores mensuales una vez promediados los dos años de estudio.

Especie	Año 2005	Año 2006	Años 2005 y 2006
<i>S. metallina</i>	53,91 ± 27,56	55,36 ± 34,28	54,64 ± 30,42
<i>S. ovatolanceolata</i>	50,01 ± 24,00	39,43 ± 22,04	44,72 ± 23,17
<i>S. gemma</i>	58,87 ± 29,02	48,30 ± 29,77	53,59 ± 29,26
<i>S. gastrica</i>	4,07 ± 1,82	2,92 ± 2,54	3,50 ± 2,24
<i>S. maculosa</i>	4,66 ± 2,01	3,78 ± 2,53	4,22 ± 19,45
<i>S. opalina</i>	25,94 ± 19,09	22,06 ± 20,46	24,00 ± 19,45
<i>S. nigromaculata</i>	43,05 ± 20,02	34,80 ± 20,61	38,93 ± 20,31
<i>S. angusta</i>	13,59 ± 6,86	11,23 ± 5,95	12,41 ± 6,40
<i>S. auronitens</i>	13,40 ± 2,95	11,62 ± 8,34	12,51 ± 6,19
<i>S. intestinata</i>	9,06 ± 3,54	5,84 ± 2,39	7,45 ± 3,38
<i>S. scarlata</i>	4,30 ± 4,41	4,33 ± 2,73	4,32 ± 17,05
<i>C. mediterranea</i>	45,02 ± 18,52	43,44 ± 16,24	44,23 ± 17,05
<i>C. quadrata</i>	67,44 ± 36,24	55,06 ± 19,48	61,25 ± 29,15
<i>C. lata</i>	0,89 ± 2,72	1,51 ± 3,72	1,20 ± 3,20
<i>C. miriabilis</i>	61,60 ± 35,40	63,60 ± 43,20	62,60 ± 38,64

Tabla 5.2.- Listado de especies capturadas con sus valores medios de abundancia (Nº individuos /100 m³) para el año 2005 y 2006 y su abundancia media total para los dos años (Nº individuos /100 m³).

La distribución temporal de la abundancia total de individuos de la familia objeto de estudio (figura 5.3) muestra un máximo en septiembre, casi de manera idéntica para ambos años, que coincide con el incremento periódico de la temperatura superficial del mar.

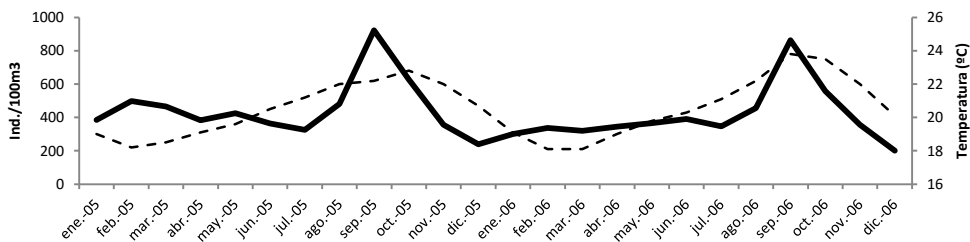


Figura 5.3.- Evolución temporal de la abundancia total de individuos de la familia Sapphirinidae en los años 2005 y 2006.

Además de estos picos o incrementos de verano, otros periodos de densidades elevadas, tal y como se ha observado en el capítulo anterior, fueron los periodos de octubre y noviembre (para los dos años) y el de febrero y abril (muy patente en el año 2005 y menos en el año 2006), asociado al bloom de finales de invierno (BFI). Estos máximos se producen por pérdida de la característica estratificación de la columna de agua que se observa durante gran parte del ciclo anual y el consiguiente aumento de la capa de mezcla (Hernández-León, 1986). Esto hace que la termoclina desaparezca y se produzca una leve fertilización de las aguas superficiales, que origina un aumento de la biomasa fito y posteriormente de la zooplanctónica.

ESPECIES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Media
<i>S. metallina</i>	37,43	50,83	46,69	49,65	50,24	68,56	49,05	49,65	143,62	53,19	33,10	23,64	54,64
<i>S. ovatolanceolata</i>	31,13	37,43	29,55	34,87	31,91	36,05	33,10	54,96	76,24	94,56	50,83	26,00	44,72
<i>S. gemma</i>	38,22	41,57	33,10	37,83	37,83	40,19	41,96	64,42	96,34	122,34	59,69	29,55	53,59
<i>S. gastrica</i>	4,33	3,94	3,55	5,91	5,91	3,55	---	1,77	3,55	2,96	2,96	7,09	3,79
<i>S. maculosa</i>	6,11	4,33	4,14	5,32	4,73	2,96	2,36	3,55	6,50	5,32	1,18	4,14	4,22
<i>S. opalina</i>	22,06	24,82	26,00	6,50	10,05	10,64	16,55	44,92	68,56	39,60	9,46	8,87	24,00
<i>S. nigromaculata</i>	30,14	49,25	31,32	36,64	37,23	21,87	30,73	60,28	72,70	64,42	26,60	5,91	38,93
<i>S. angusta</i>	8,27	19,50	10,05	5,32	13,59	9,46	14,78	10,05	15,37	9,46	23,64	9,46	12,41
<i>S. auronitens</i>	13,00	11,82	10,64	20,69	8,87	15,37	10,05	9,46	14,18	10,64	14,18	11,23	12,51
<i>S. intestinata</i>	5,91	10,24	9,46	4,73	9,46	6,50	7,68	8,27	1,77	7,68	10,05	7,68	7,45
<i>S. scarlata</i>	2,17	2,96	9,46	2,36	1,18	7,68	3,55	1,18	5,32	5,32	7,09	6,50	4,56
<i>C. mediterranea</i>	34,28	49,05	53,78	40,19	34,87	26,60	32,51	48,46	78,61	60,87	45,51	26,00	44,23
<i>C. quadrata</i>	64,81	62,06	59,69	62,65	68,56	55,56	41,96	57,33	134,16	62,06	39,01	27,19	61,25
<i>C. lata</i>	---	3,74	10,64	---	---	---	---	---	---	---	---	---	1,20
<i>C. miriabilis</i>	44,52	45,90	54,37	52,01	80,97	72,70	53,19	54,37	176,71	53,19	33,10	30,14	62,60

Tabla 5.3.- Listado de especies capturadas con sus valores medios de abundancia (N° individuos /100 m³) promediando los valores de los años 2005 y 2006 y su media total para los dos años (N° individuos /100 m³).

La representación gráfica de la abundancia de las especies encontradas, deja patente la existencia de dos grandes grupos: un primer grupo constituido por las especies *S. metallina*, *S. ovatolanceolata* (figura 5.4), *S. gemma*, *S. opalina* (figura 5.5), *S. nigromaculata*, *C. mediterranea* (figura 5.6), *C. quadrata* y *C. miriabilis* (figura 5.7), en las que su abundancia sigue el patrón de la temperatura y un segundo grupo constituido por el resto de especies: *S. gastrica*, *S. maculosa* (figura 5.8), *S. angusta*, *S. auronitens* (figura 5.9), *S. intestinata*, *S. scarlata* (figura 5.10) y *C. lata* (figura 5.11) en el que parece haber una total independencia entre la temperatura y la abundancia, siendo ésta casi constante a lo largo del periodo estudiado.

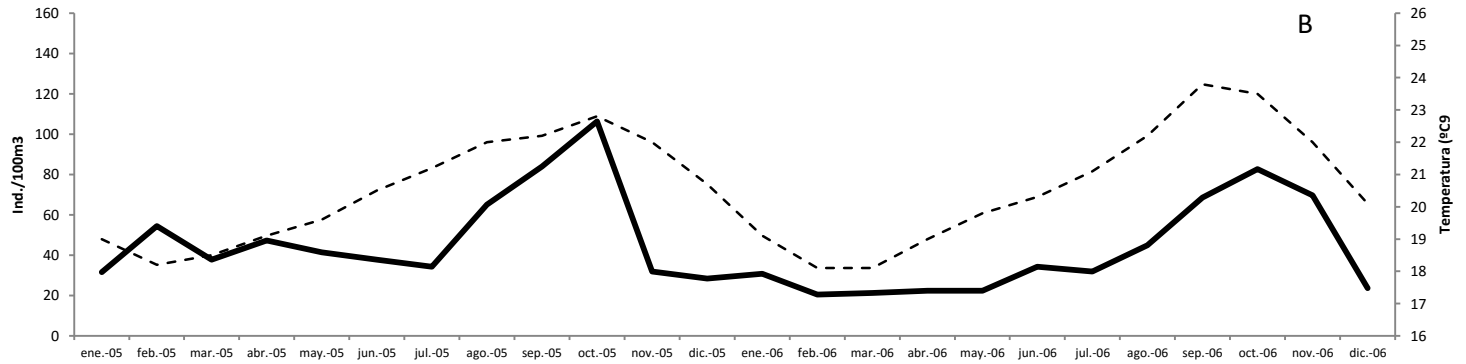
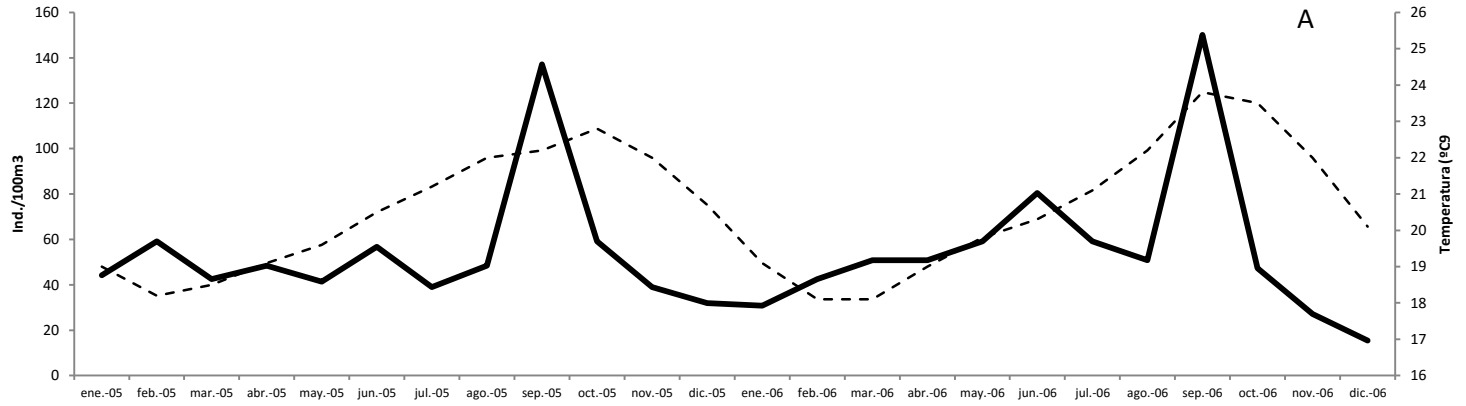


Figura 5.4.- Evolución temporal de la abundancia en los años 2005 y 2006 de las especies *S. metallina* (A) y *S. ovatolanceolata* (B)

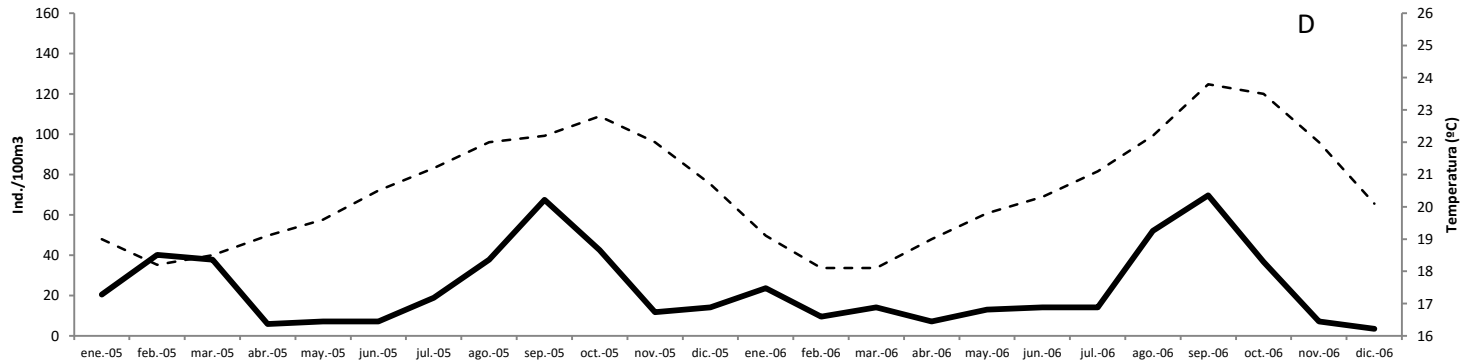
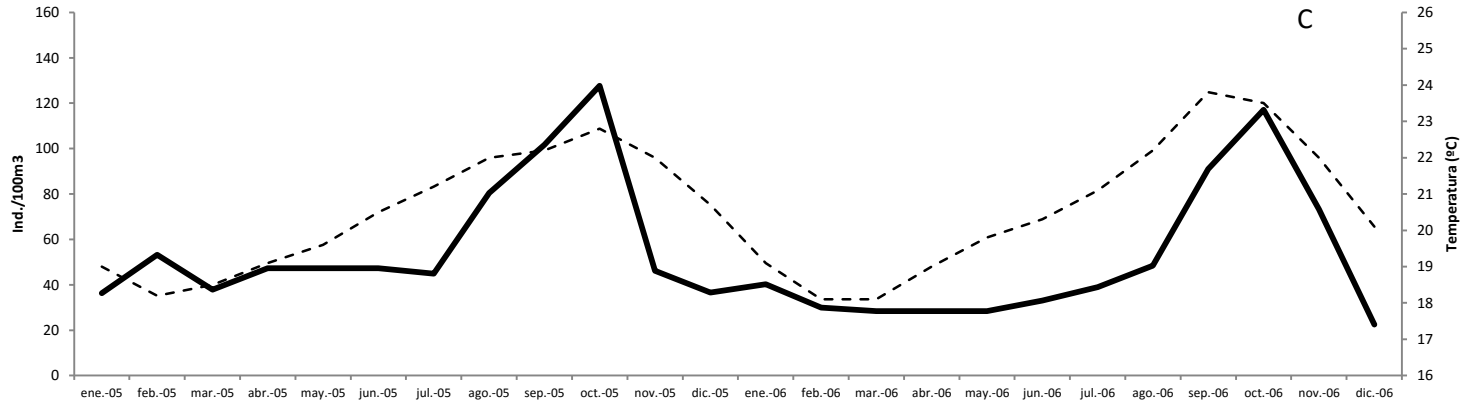


Figura 5.5.- Evolución temporal de la abundancia en los años 2005 y 2006 de las especies *S. gemma* (C) y *S. opalina* (D)

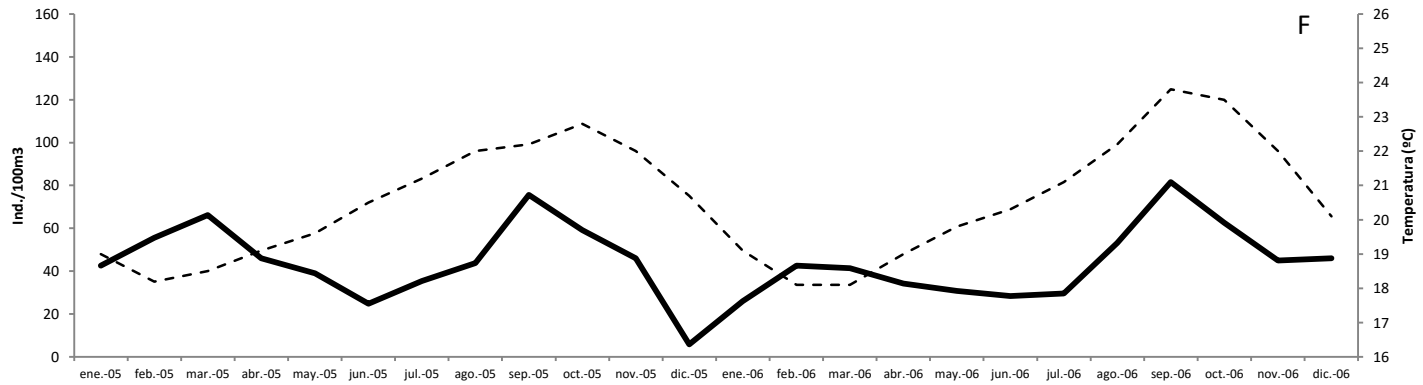
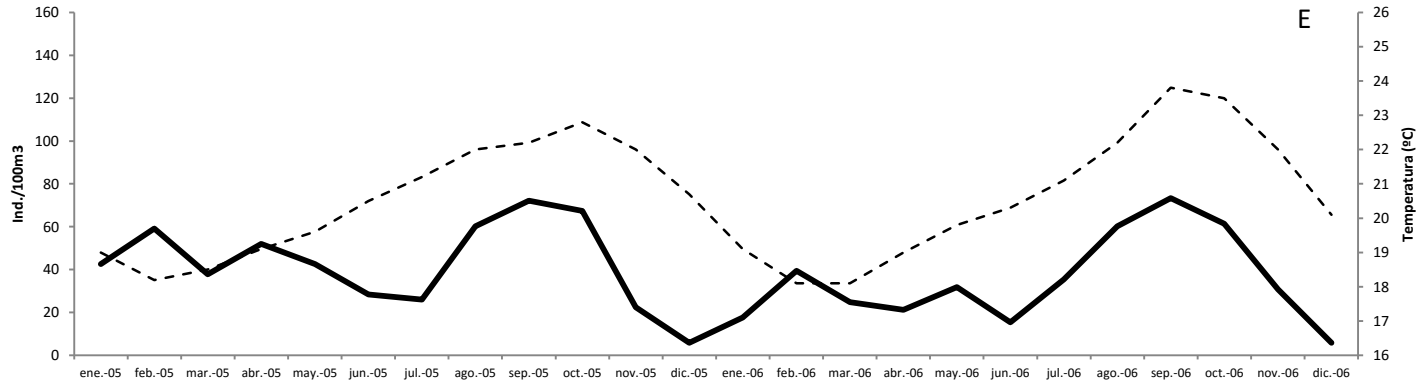


Figura 5.6.- Evolución temporal de la abundancia en los años 2005 y 2006 de las especies *S. nigromaculata* (E) y *C. mediterranea* (F)

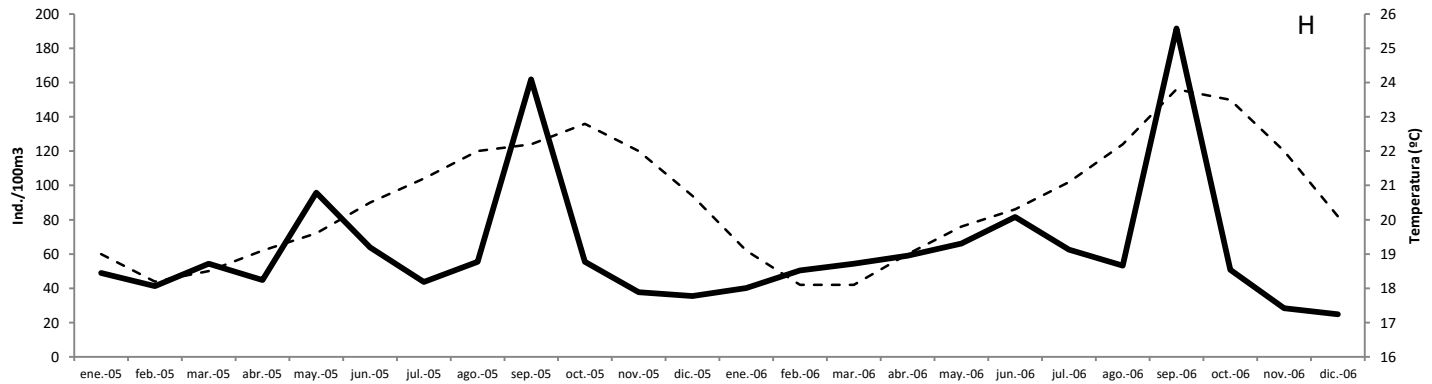
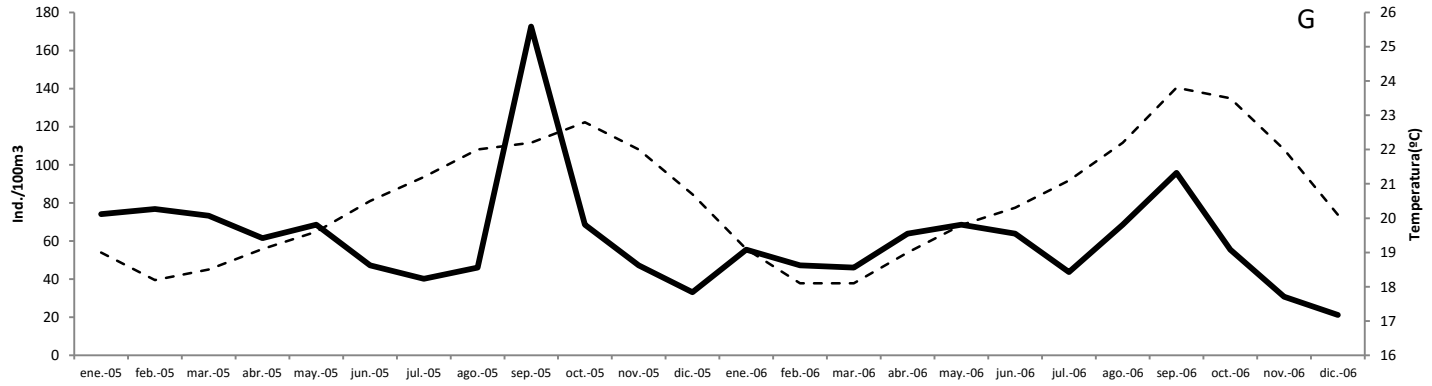


Figura 5.7.- Evolución temporal de la abundancia en los años 2005 y 2006 de las especies *C. quadrata* (G) y *C. mirabilis* (H)

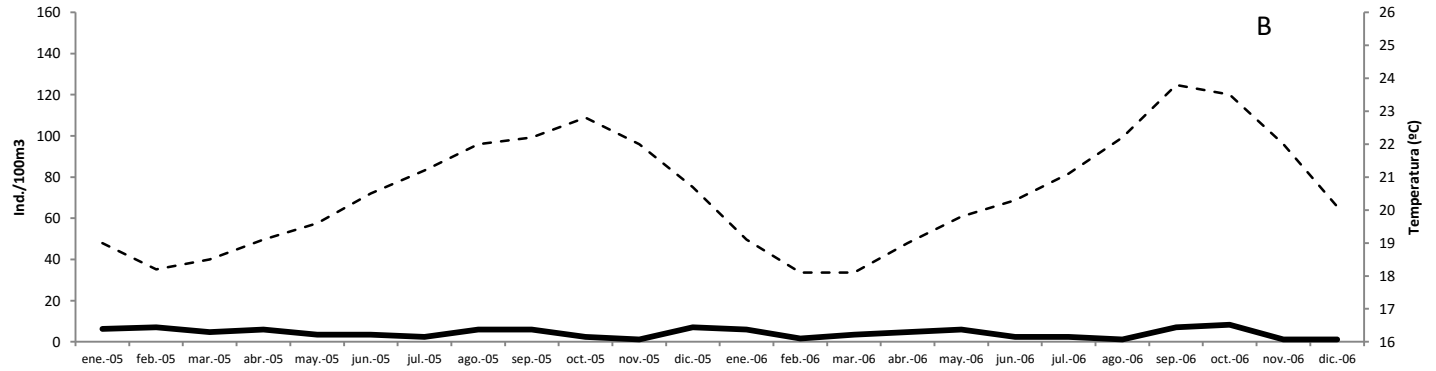
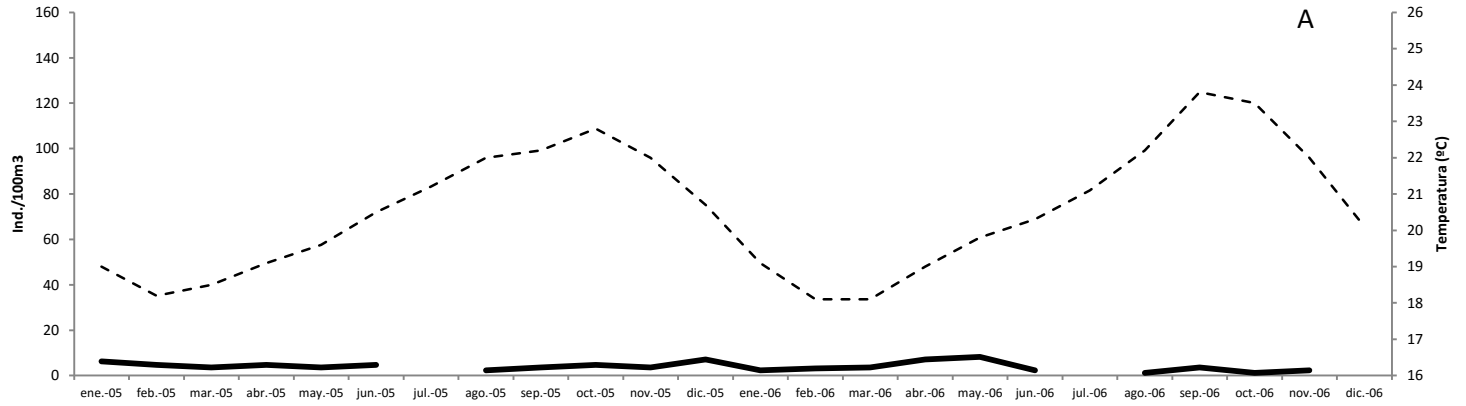


Figura 5.8.- Evolución temporal de la abundancia en los años 2005 y 2006 de las especies *S. gastrica* (A) y *S. maculosa* (B)

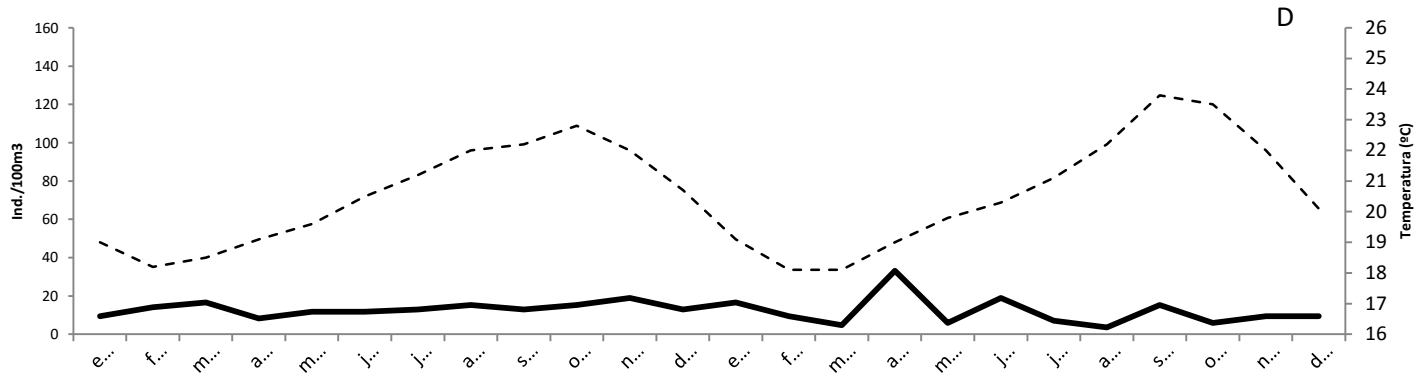
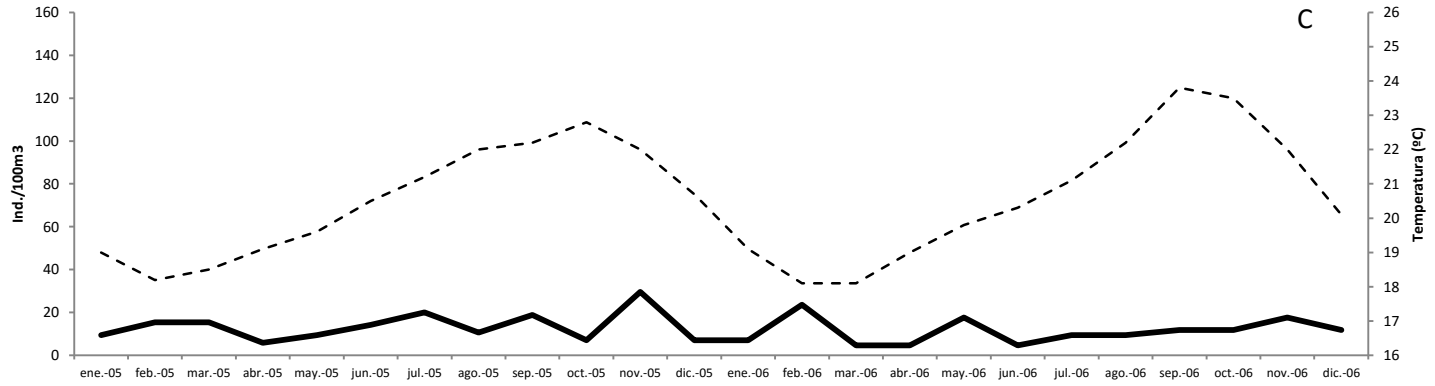


Figura 5.9.- Evolución temporal de la abundancia en los años 2005 y 2006 de las especies *S. angusta* (C) y *S. auronitens* (D)

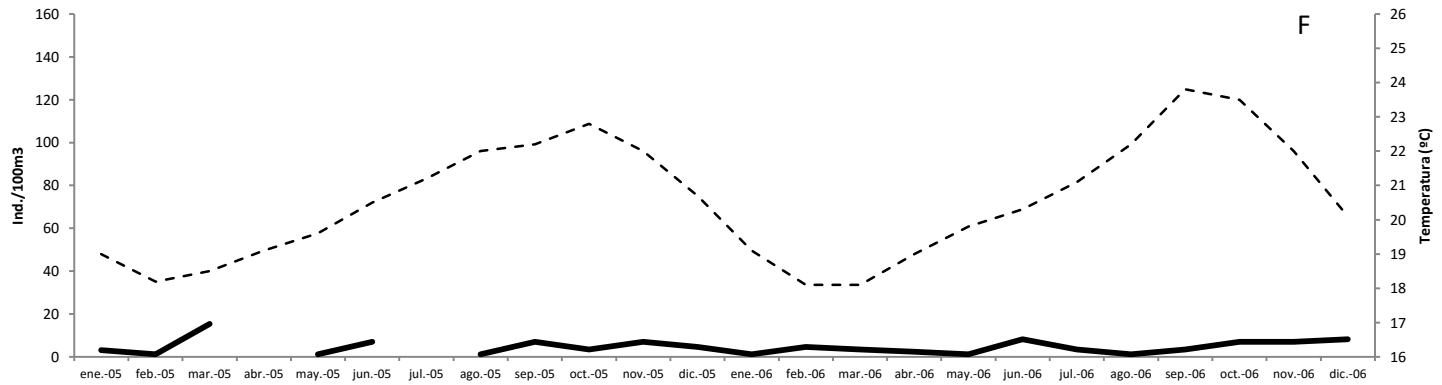
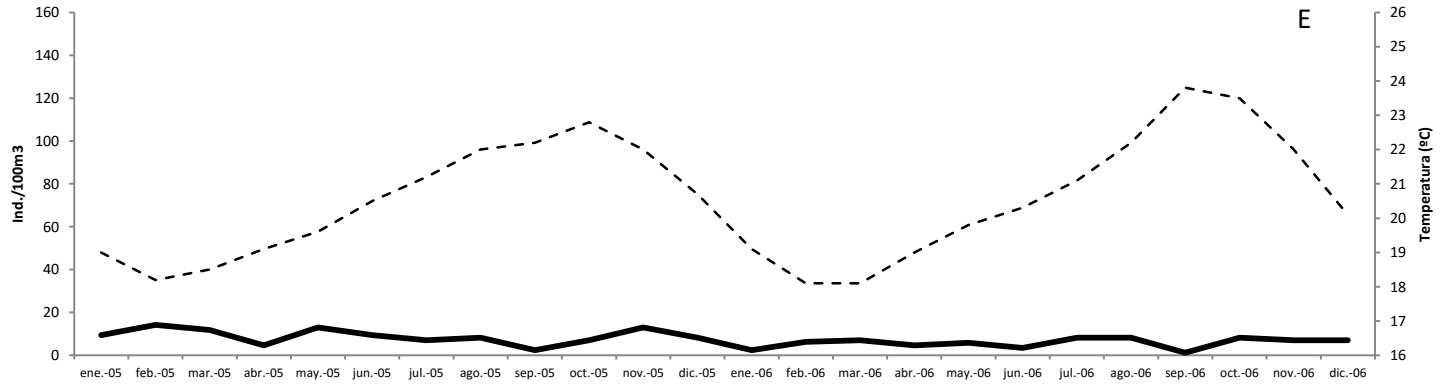


Figura 5.10.- Evolución temporal de la abundancia en los años 2005 y 2006 de las especies *S. intestinata* (E) y *C. scarlata* (F)

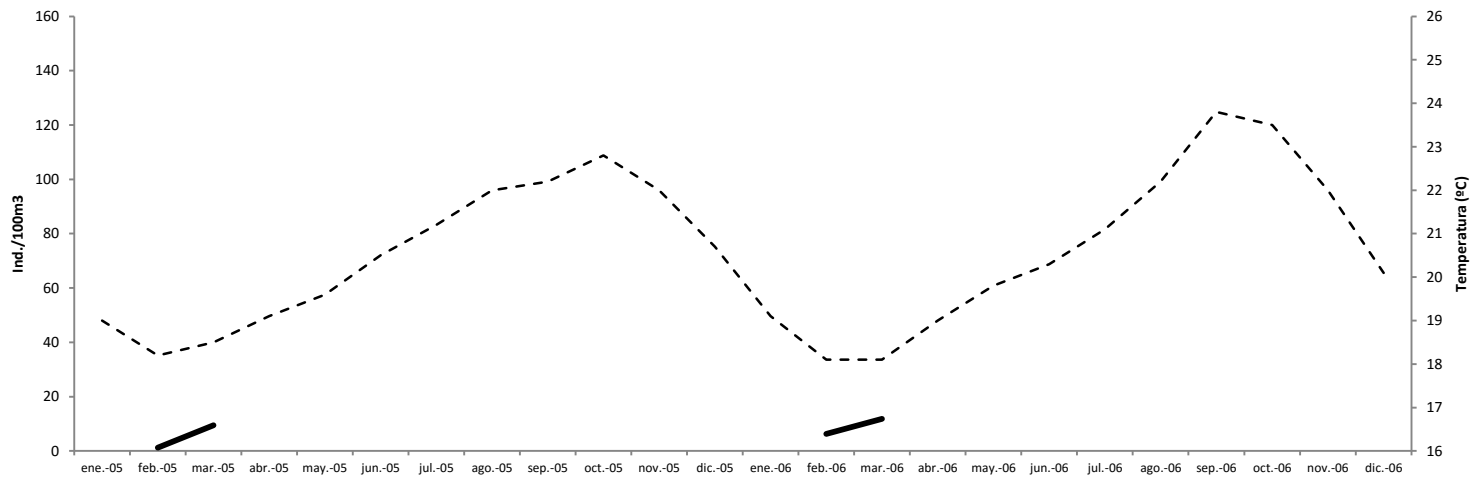


Figura 5.11.- Evolución temporal de la abundancia en los años 2005 y 2006 de las especies *C. lata*

El análisis SIMPROF realizado al dendrograma, a un nivel de similaridad del 95%, clasificó a los meses en tres grupos principales: un primer grupo constituido por los meses de febrero y marzo; otro que engloba a los meses de junio, noviembre y diciembre; y el último que contaría con los meses de enero, abril, mayo, agosto y octubre. Los meses de julio y septiembre quedan sin agrupar a este porcentaje de similaridad (figura 5.12).

Para comprobar si las diferencias entre los grupos encontrados eran significativas se realizó una análisis de similaridad (ANOSIM). Este análisis mostró que la composición y abundancia de especies eran significativamente diferentes para los tres grupos de estaciones (Global R = 0,829; $p = 0,01$), siendo los R obtenidos para cada par de grupos de: R = 0,891 para los grupos A y C; R = 0,703 para los grupos A y B y R = 1 para los grupos B y C.

El análisis del porcentaje de similaridad (SIMPER) reflejó que estas diferencias estaban generadas principalmente por las especies *C. lata*, *S. scarlata* y *S. gastrica* con un 15,30%, 12,89% y 11,17 % de disimilaridad respectivamente.

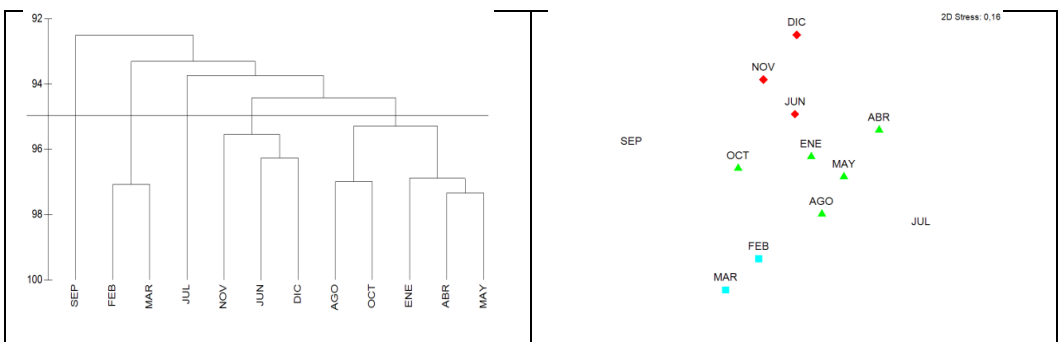


Figura 5.12.- Dendrograma y MDS mostrando la clasificación y ordenación de los 12 meses a partir de la abundancia. Cuadrados azul celeste: meses del BFI, fríos; triángulos rojos: meses fríos; triángulos verdes: meses cálidos.

DISCUSIÓN

Los dos ciclos anuales transcurrieron con las típicas condiciones oceanográficas y ambientales del área de estudio. Es por ello que los resultados obtenidos pueden considerarse como los patrones típicos del Archipiélago Canario.

Las ocho especies que presentan un comportamiento anual similar: *S. metallina*, *S. ovatolanceolata* (figura 5.4), *S. gemma*, *S. opalina* (figura 5.5), *S. nigromaculata*, *C. mediterranea* (figura 5.6), *C. quadrata* y *C. mirabilis* (figura 5.7), presentan cuatro picos de abundancia en los dos años de muestreo: los dos más importantes en los meses de septiembre y octubre, que coinciden con los incrementos de temperatura; y dos más pequeños, en los meses de febrero y marzo que coinciden con el Bloom de finales del invierno. Este BFI es más patente en el año 2005 que en el 2006.

Un segundo grupo de especies estaría constituido por: *S. gastrica*, *S. maculosa* (figura 5.8), *S. angusta*, *S. auronitens* (figura 5.9), *S. intestinata*, *S. scarlata* (figura 5.10) y *C. lata* (figura 5.11) en el que parece haber una total independencia entre la temperatura y la abundancia, siendo ésta casi constante a lo largo del periodo estudiado, y bastante baja.

Corral (1970), considerando la distribución estacional de las 109 especies que captura en los arrastres horizontales que lleva a cabo desde octubre de 1968 a septiembre de 1969 en una estación situada sobre la isóbata de los 500 m, frente a Punta de los Órganos (Tenerife), establece 4 grupos diferentes: “especies fijas o perennes”: formado por las especies que en un muestreo con red adecuada en las aguas canarias, deben aparecer en cualquier época del año;

“especies estacionales”: que incluye a las especies que aparecen sólo en una determinada época del año (incluye en este grupo a *S. metallina*); “irregulares”: formado por aquellas especies irregularmente distribuidas en el año, que no parecen mostrar ninguna norma de presencia o ausencia (incluye en este grupo a *S. intestinata*, *S. opalina*, *C. quadrata* y *C. vitrea*) y “ocasionales”: formado por aquellas especies que aparecen en una o muy pocas ocasiones, casi siempre un solo ejemplar (incluye en este grupo a *S. nigromaculata*, *S. auronitens*, *S. gastrica* y *S. ovatolanceolata*).

S. metallina (figura 5.4.A) está presente durante todo el año, con una abundancia media de $54,64 \pm 30,42$ individuos/100m³, con incrementos importantes en los meses de septiembre-octubre, y dos menos importantes en los meses de febrero-marzo y junio. Corral (1970b) clasifica, sin embargo a esta especie como “estacional”, con aparición de adultos de octubre a febrero y jóvenes de abril a junio. Fernández-Bigler (1975) encuentra a la especie bien representada en los meses noviembre y luego en enero y febrero.

Otras especies que en el presente estudio contradicen lo obtenido por Corral (1970b) son *S. opalina* (figura 5.5.D), *S. nigromaculata* (figura 5.6.E) y *C. quadrata* (figura 5.6.G), al encontrarse presentes durante todo el año con una abundancia media de $24,00 \pm 19,45$ ind./100 m³; $38,93 \pm 20,31$ ind./100 m³ y $61,25 \pm 29,15$ ind./100 m³, respectivamente.

S. ovatolanceolata y *S. gemma* presentan un patrón de distribución anual parecido, y sin embargo no son capturadas por Corral (1970b). Fernández-Bigler (1975) tampoco captura a *S. gemma*, pero sí a *S. ovatolanceolata*, en el mes de febrero. Lozano-Soldevilla (1991b) encuentra ambas especies para las aguas del sur de El Hierro.

Los análisis estadísticos pusieron de manifiesto que el ciclo anual de la familia Sapphirinidae estaba caracterizado por dos épocas al año. Un periodo frío, con un máximo de abundancia en los meses de febrero y marzo y que coincide con el BFI y otro cálido, mucho más importante en abundancia, en los meses de septiembre y octubre. La variable ambiental más importante para este patrón de distribución anual es la temperatura para las ocho especies más abundantes, no habiendo sido posible encontrar un patrón aparente para el resto, aunque estén presentes casi todo el año.

El resto de especies capturadas en el presente estudio sí parecen estar en concordancia con los conocimientos de este grupo hasta la fecha.



Conclusiones

Conclusiones

- 1.- La región de las Islas Canarias se caracteriza por presentar una gran cantidad de actividad oceanográfica de tipo mesoescalar, donde los remolinos y estelas cálidas asociadas al efecto de masa de isla influyen en la abundancia y distribución específica de los copépodos de la familia Sapphirinidae.
- 2.- Del estudio realizado en las campañas Canarias 85, Canarias 9110 y de los ciclos anual y bianual, se han obtenido un total de 15.325 individuos correspondientes 17 especies de copépodos de la familia Sapphirinidae incluidos en los géneros: *Sapphirina* (*S. angusta*, *S. auronitens*, *S. gastrica*, *S. gemma*, *S. intestinata*, *S. maculosa*, *S. metallina*, *S. nigromaculata*, *S. opalina*, *S. ovatolanceolata* y *S. scarlata*), *Copilia* (*C. lata*, *C. mediterranea*, *C. mirabilis*, *C. quadrata* y *C. vítrea*) y *Vettoria* (*V. granulosa*), de ellas *S. scarlata* se cita por primera vez para aguas de las Islas Canarias.
- 3.- Las especies más abundante fueron *C. mirabilis*, seguida de *C. quadrata*, *S. metallina*, *S. gemma*, *S. ovatolanceolata* y *C. mediterranea*. Todas estas especies además están presentes durante todo el año.
- 4.- Se encuentra mayor biodiversidad al oeste de las islas que al este de éstas, debido al gradiente de temperatura superficial y al carácter templado o tropical de las especies de esta familia.
- 5.- Existe un gradiente de abundancia con idéntica distribución espacial, siendo mayor al oeste que al este del Archipiélago. Estos resultados son coincidentes con varios estudios llevados a cabo en la misma escala especio-temporal para la

misma zona con respecto al mesozooplancton, tanto para su fracción holo- como meroplanctónica.

6.- Los procesos oceanográficos que se generan a sotavento cuando la Corriente de Canarias choca con las islas influyen en la distribución de los integrantes de esta familia, encontrando mayor abundancia y diversidad específica en los centros de los giros ciclónicos y en la periferia de los anticiclónicos.

7.- La desproporción existente entre machos y hembras de todas las especies parecen sostener la teoría de fenómenos partenogenéticos en las hembras, pero los resultados obtenidos y el planteamiento de los muestreos no permiten demostrarlo.

8.- La aparición de determinadas especies en distintas profundidades en función de las horas de luz y de oscuridad parecen sostener otra teoría contrastada ya para estas especies en el Océano Índico, la migración nictimiral inversa. Al igual que con la conclusión anterior, los resultados obtenidos y el planteamiento de los muestreos no permiten demostrarlo. Sin embargo, este fenómeno se está estudiando ya para las aguas de las Islas Canarias con la campaña “FAX 99”, con muestreos estratificados.

9.- A excepción de las influencias de los fenómenos oceanográficos mesoescalares y al gradiente de temperatura, la distribución espacial de la familia es típicamente oceánica.

10.- Las variables ambientales que más influyen en la distribución de esta familia en aguas de Canarias son la temperatura y la concentración de clorofila.

11.- El ciclo anual se caracteriza por la presencia de un máximo de abundancia entorno a los meses de septiembre y octubre de ambos años estudiados, coincidiendo con los máximos de temperatura.

12.- Otra característica del ciclo anual es la presencia de otro máximo de abundancia entre febrero y abril, pero de menor magnitud, coincidente con el Bloom de finales de invierno (BFI). Es más patente para el año 2005 que para el año 2006.

13.- La abundancia media anual está caracterizada por la presencia constante de integrantes de esta familia, con una abundancia media de 429,54 ind./100m³ durante todo el año, y dos máximos en septiembre-octubre (abundancia media de 742,5 ind./100m³) y en febrero-abril (abundancia media de 391,16 ind./100m³).

14.- La distribución de especies a lo largo del ciclo anual está caracterizada, a diferencia de estudios anteriores, por la presencia constante de determinadas especies que hasta la fecha se creían “estacionales” como *S. metallina*; “irregularmente distribuidas en la escala temporal”, como *C. quadrata* u “ocasionales”, como *S. ovatolanceolata*.

15.- El ciclo anual distingue periodos de mayor abundancia relacionados con la temperatura pero no permite hacer una separación clara entre especies de periodo frío y de periodo cálido.



Referencias

bibliográficas

Referencias bibliográficas:

- Arístegui, J. & Montero, M.F. (2005). Temporal and spatial changes in plankton respiration and biomass in the Canary Islands region: the effect of mesoscale variability. *Journal of Marine Systems*, 54: 65-82.
- Arístegui, J., Sangrà, P., Hernández-León, S., Cantón, M., Hernández-Guerra, A. & Kerling, J. L. (1994). Island-induced eddies in the Canary Islands. *Deep-Sea Research I* 41: 1509-1525.
- Arístegui, J., Tett, P., Hernández-Guerra, A., Basterretxea, G., Montero, M. F., Wild, K., Sangrà, P., Hernández-León, S., Cantón, M., García-Braun, J. A., Pacheco, M. & Barton, E. D. (1997). The influence of island generated eddies on chlorophyll distribution: a study of mesoscale variation around Gran Canaria. *Deep-Sea Research I* 44: 71-96.
- Arístegui, J., Tett, P., Hernández-León, S., Montero, M. F. & Gómez, M. (2001). The seasonal planktonic cycle in coastal waters of the Canary Islands. *Scientia Marina*, 65 (Suppl. 1): 51-58.
- Arístegui, J., Barton, E. D., Álvarez-Salgado, X. A., Santos, A. M., Figueiras, F. G., Kifani, S., Hernández-León, S., Mason, E., Machú, E. & Demarcq, H. (2009). Sub-regional ecosystem variability in the Canary Current upwelling. *Progress in Oceanography* 1-4: 33-48.
- Baker, A. C. (1970). The vertical distribution of Euphausiids near Fuerteventura, Canary Islands ("Discovery" Sond Cruise). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 50: 301-342.
- Ballesteros, S. (1994). *Influencias de las estructuras mesoescales sobre la distribución y abundancia de bacterias y cianobacterias en aguas de Canarias*. Tesis Doctoral, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, 114 pp.
- Barton, E. D., Arístegui, J., Tett P., Cantón, M., García-Braun, J., Hernández-León, S., Nykjaer, L., Almeida, C., Almunia, J., Ballesteros, S., Basterretxea, G., Escanez, J., García-Weill, L., Hernández-Guerra, A., López-Latzen, F., Molina, R., Montero, MF., Navarro-Pérez, E., Van

- Lenning, K., Vélez, H. & Wild, K. (1998). The transition zone of the Canary Current upwelling region. *Progress in Oceanography*, 41: 455-504.
- Barton, E.D., Basterretxea, G., Flament, P., Mitchelson-Jacob, E.G., Jones, B., Arístegui, J. & Herrera, F. (2000). Lee region of Gran Canaria. *Journal of Geophysical Research*, 105: 17173-17194.
- Barton, E. D., Arístegui, J., Tett P. & Navarro-Pérez, E. (2004). Variability in the Canary Islands area of the filaments-eddy exchanges. *Progress in Oceanography*, 62: 71-94.
- Basterretxea, G. & Arístegui, J. (2000). Mesoscale variability in phytoplankton biomass distribution and photosynthetic parameters in the Canary-NW Africa coastal transition zone. *Marine Ecology Progress Series*, 197: 27-40.
- Basterretxea, G., Barton, E. D., Tett, P., Sangrà, P., Navarro-Pérez, E. & Arístegui, J. (2002). Eddy and DCM response to wind shear in the lee of Gran Canaria. *Deep-Sea Research I* 49: 1087-1101.
- Bécognée, P., Almeida, C., Barrera, A., Hernández-Guerra, A. & Hernández-León, S. (2006). Annual cycle of clupeiform larvae around Gran Canaria Island, Canary Islands. *Fisheries Oceanography*, 15: 293-300.
- Bécognée, P., Moyano, M., Almeida, C., Rodríguez, J. M^a., Fraile-Nuez, E., Hernández-Guerra, A. & Hernández-León, S. (2009). Mesoscale distribution of clupeoid larvae in an upwelling filament trapped by a quasi-permanent cyclonic eddy off Northwest Africa. *Deep-Sea Research I* 56: 330-343.
- Björnberg, T. K. S. (1981). Copepoda. In: Boltovskoy, D. (ed.). *Atlas del Zooplankton del Atlántico Sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplankton marino. Publicación Especial I.N.I.D.E.P.*, Mar del Plata: 587-679.

- Bradford-Grieve, J.M., Markhaseva E.L., Rocha, C. E. F. & Abianhy, B. (1999). Copepoda. En: *South Atlantic Zooplankton*. Vol. 2: 869-1098. Ed. Boltovoskoy. Backhuys Publishers, Leiden.
- Braun, J.G. (1980). Estudios de producción en aguas de las Islas Canarias. I. Hidrografía, nutrientes y producción primaria. *Boletín del Instituto Español de Oceanografía*, 5 (285): 149-154.
- Braun, J. G. (1981). Estudios de producción de las Islas Canarias. II. Producción del zooplancton. *Boletín del Instituto Español de Oceanografía*, 290: 89-96.
- Braun, J. G. y Real, F. (1984). Estudios de producción en la Bahía de Antequera: una comparación con aguas oceánicas. *Boletín del Instituto Español de Oceanografía*, 6(1): 134-140.
- Brochier, T., Ramzi, A., Lett, C., Machu, E., Berraho, A., Freón, P. & Hernández-León, S. (2008). Modelling sardine and anchovy ichthyoplankton transport in the Canary Current System. *Journal of Plankton Research*, 30: 1133-1146.
- Brochier, T., Mason, E., Moyano, M., Berraho, A., Colas, F., Sangrà, p., Hernández-León, S., Omar, E. & Lett, C. (2011). Ichthyoplankton transport from the African coast to the Canary Islands: a case study using a high-resolution hydrodynamic model. *Journal of Marine Systems*, 87: 109-122.
- Campos, A. y Suárez, E. (1994). *Copépodos pelágicos del Golfo de México y Mar Caribe. I Biología y Sistemática*. Centro de Investigaciones de Quintana Roo (CIQRO), México, 353 pp.
- Carnero, A. (1975). Estudio comparado de las poblaciones de *Temora stylifera* (Dana), de la costa del Sahara Español (Cabo Juby) y del Archipiélago Canario (Fuerteventura y Tenerife). *Anales de la Facultad de Ciencias de la Universidad de La Laguna*, 32 pp.

- Chae, J. & Nishida, S. (1995). Vertical distribution and diel migration in the iridescent copepods of the family Sapphirinidae: a unique example of reverse migration. *Marine Ecology Progress Series*, Vol. 119: 111-124.
- Chae, J. & Nishida, S., (1999). Spectral patterns of the iridescence in the males of Sapphirina (Copepoda: Poecilostomatoida). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 79 (3): 437-443.
- Chae, J. & Nishida, S., (2004). Swimming behaviour and photoresponses of the iridescent copepods, Sapphirina gastrica and Sapphirina opalina (Copepoda: Poecilostomatoida). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 84 (4): 727-731.
- Clarke, K. & Warwick, R. (2001). *Change in Marine Communities: An Approach to Statistical Analysis and interpretation*. 2nd edition: PRIMER-E, Plymouth, UK, 172 pp.
- Clarke, K. & Gorley, R. (2006). *PRIMER v6: user manual/tutorial*. PRIMER-E Ltd., Plymouth, UK, 91 pp.
- Corral, J. (1970a). Nota sobre la presencia en el Atlántico de dos especies recientes de *Calocalanus* (Copepoda, Calanoida). *Vieraea*, 1: 12-20.
- Corral, J. (1970b). *Contribución al conocimiento del plancton de Canarias. Estudio cuantitativo, sistemático y observaciones de los copépodos epipelágicos en la zona de Santa Cruz de Tenerife en el curso de un ciclo anual*. Tesis Doctoral. Publicaciones de la Facultad de Ciencias. Madrid. 343 pp.
- Corral, J. (1972a). La Familia Calocalanidae (Copepoda, Calonidea) en aguas del Archipiélago Canario. *Boletín del Instituto Español de Oceanografía*, 149: 1-49.
- Corral, J. (1972b). Nueva aportación al conocimiento de los copépodos pelágicos del Archipiélago Canario. *Boletín del Instituto Español de Oceanografía*, 155: 1-19.
- Corral, J. (1973). Ciclo anual de la diversidad específica en las comunidades superficiales de copépodos de las Islas Canarias. *Vieraea*, 3: 95-99.

- Corral, J. & Pereiro, J. A. (1974) Estudio de las asociaciones de copépodos planctónicos en una zona de las Islas Canarias. *Boletín del Instituto Español de Oceanografía*, 175: 1-32.
- De Decker, A. & Mombeck, F. J. (1964). South African Contribution to the International Indian Ocean Expedition. 4. A preliminary report on the planktonic Copepoda. *Department of Commerce and Industries. Division of Sea Fisheries. South Africa. Investigation Report*, n.º 51.
- De León, A. R. y Braun, J. G. (1973). Ciclo anual de la producción primaria y su relación con los nutrientes en aguas Canarias. *Boletín del Instituto Español de Oceanografía*, 167: 1-24.
- Doty, M.S. & Oguri, M. (1956). The island mass effect. *Journal du Conseil International pour l'Exploration de la Mer*, 22: 33-37.
- Fernández-Bigler, A. (1975). *Contribución al estudio de las comunidades de copépodos planctónicos de invierno del SW de Tenerife*. Anales de la Facultad de Ciencias de la Universidad de La Laguna. 69 pp.
- Fernández de Puellas, M^a. L. (1977). *Un estudio a corto plazo de la comunidad de copépodos pelágicos del sur de El Hierro (Islas Canarias)*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Biología. Universidad de Madrid. 77 pp.
- Fernández de Puellas, M^a. L. (1986). *Ciclo anual de la comunidad de meso y microzooplancton; su biomasa, estructura, relaciones tróficas y producción en aguas de las Islas Canarias*. Tesis. Universidad de Madrid, 275 pp.
- Fernández de Puellas, M^a. L. & BRAUN, J. G. (1996). Micro and mesozooplankton in Canarian waters (28° 30'N 16° 6'W), pp. 71-89. In: O. LLINÁS, J. A. GONZÁLEZ & M. J. RUEDA (eds.), *Oceanography and Marine Resources in the Eastern central Atlantic*. Las Palmas de Gran Canaria.
- Furnestin, M. L. (1957). Chaetognathes et zooplancton du secteur Atlantique Marocain. *Revue des Travaux de l'Institut des Pêches Maritimes*, 21 (1-2): 1-356.

- Furnestin, M. L. (1958). Méduses du plancton marocain. *Revue des Travaux de l'Institut des Peches Maritimes*, 23 (1): 105-124.
- Furnestin, M. L. (1959). Mysidacés du plancton marocain. *Revue des Travaux de l'Institut des Peches Maritimes*, 23 (3): 297-316.
- Furnestin, M. L. (1961) Pteropods et Heteropods du plancton marocain. *Revue des Travaux de l'Institut des Peches Maritimes*, 25 (3): 293-326.
- Furnestin, M. L. (1966). Chaetognathes des eaux africaines. *Atlantide Report*, 9: 105-135.
- Furnestin, M. L. (1976). Les copépodes du plateau continental marocain et du détroit canarien. I. Repartition quantitative. *CIEM. Com. du Plancton*, L: 8 (mimeo).
- Furnestin, M. L. et Belfquih, M. (1976). Les copépodes du plateau continental marocain et du détroit canarien. II. Les espèces en cours d'un cycle annuel dans les zones d'up-welling. *Journal du Conseil International pour l'Exploration de la Mer*, 1976/L9.
- García-Ramos, C., Braun, J. G., Rodríguez, J. M^a. & Escanez, J. E., (1990). Seasonal distribution of zooplankton in Canary Island waters in the upper 200 meters. ICES. *Biological Oceanography Committee*, N1/199.
- Garijo, J. C. & López, G. (2011). *Zooplankton biomass and abundance in the Coastal Transition Zone off Northwest Africa*. Ms Thesis. University of Las Palmas de Gran Canaria, Las Palmas.
- Giesbrecht, W. (1892). *Systematik und Faunistik der pelagischen Copepoden des Golfes von Neapel und der angrenzenden Meeresabschnitte*. Fauna und Flora des Golfes von Neapel. Vol. XIX. Pp. 1-831.
- Gómez, M. (1991). *Biomasa y actividad metabólica del zooplancton en relación con un efecto de masa de isla en aguas de Gran Canaria*. Tesis Doctoral. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, 236 pp.

- Gómez, M. y Hernández-León, S. (1998). Estudio de la comunidad mesozooplancónica en relación a un efecto de isla en aguas de Gran Canaria. *Vieraea*, 26: 11-21.
- Hernández, F. (1986). *Los Quetognatos del Archipiélago Canario y aguas adyacentes*. Tesis doctoral, Facultad de Biología de la Universidad de La Laguna. 362 pp.
- Hernández, F., Copepoda. En: Moro, L., Martín, J. L., Garrido, M. J. y Izquierdo, I (eds.) 2003. *Lista de especies marinas de Canarias (algas, hongos, plantas y animales)*. Consejería de Política Territorial y Medio Ambiente del Gobierno de Canarias. 249 pp.
- Hernández, F. y Lozano, G. (1984). Contribución al estudio de los Quetognatos de Tenerife. *Investigación Pesquera*, 48: 371-376.
- Hernández-Guerra, A., Arístegui, J., Cantón, M. & Nykjaer, L. (1993). Phytoplankton pigment patterns in the Canary Islands as determined using Coastal Zone Colour Scanner data. *International Journal of Remote Sensing*, 14: 1431-1497.
- Hernández-León, S. (1986). "*Efecto de masa de isla*" en aguas del archipiélago canario según estudios de biomasa y actividad del sistema de transporte de electrones en el mesozooplankton. Tesis Doctoral. Facultad de Biología de la Universidad de La Laguna. 402 pp.
- Hernández-León, S. (1988a). Ciclo anual de la biomasa del mesozooplankton sobre un área de plataforma en aguas del Archipiélago canario. *Investigación Pesquera*, 52 (1): 3-16.
- Hernández-León, S. (1988b). Gradients of mesozooplankton biomass and ETS activity in the wind shear area as evidence of an Island mass Effect in the Canary Islands waters. *Journal Plankton Research*, 10 (6): 1141-1154.
- Hernández-León, S. (1988c). Algunas observaciones sobre la abundancia y estructura del mesozooplankton en aguas del Archipiélago canario. *Boletín del Instituto Español de Oceanografía*, 5 (1): 109-118.

- Hernández-León, S. (1991). Accumulation of mesozooplankton in a wake area as a causative mechanism of the "island-mass effect" *Marine Biology*, 109: 141-147
- Hernández-León, S., Llinás, O., y Braun, J.G. (1984). Nota sobre la variación de la biomasa del mesozooplankton en aguas de Canarias. *Investigación Pesquera*, 48(3): 495-508.
- Hernández-León, S., Almeida, C., Gómez, M., Torres, S., Montero, I. & Portillo-Hahnefeld, A. (2001a). Zooplankton biomass and indices of feeding and metabolism in island-generated eddies around Gran Canaria. *Journal of Marine Systems*, 30:51-66.
- Hernández-León, S., Almeida, C., Yedra, L., Arístegui, J., Fernández de Puelles, M. L. & García-Braun, J. (2001b). Zooplankton abundance in subtropical waters: is there a lunar cycle? *Scientia Marina*, 65: 59-64.
- Hernández-León, S., Almeida, C., Portillo-Hahnefeld, A., Gómez, M., Rodríguez, J. M. & Arístegui, J. (2002a). Zooplankton biomass and indices of feeding and metabolism in relation to an upwelling filament off northwest Africa. *Journal of Marine Research*, 60: 327-346.
- Hernández-León, S., Almeida, C., Yedra, L. & Arístegui, J. (2002b). Lunar cycle of zooplankton biomass in subtropical waters: biogeochemical implications. *Journal of Plankton Research*, 24: 935-939.
- Hernández-León, S., Gómez, M. & Arístegui, J. (2007). Mesozooplankton in the Canary Current System: the coastal-ocean transition zone. *Progress in Oceanography*, 74: 397-421.
- Hure, J., (1955). Distribution annuelle verticale du zooplancton sur une station de l'Adriatique méridionale. *Acta Adriatica*, 7(7): 1-69.
- Hure, J. & Scotto Di Carlo, B., (1968). Comparazione tra lo zooplancton del Golfo di Napoli e dell'Adriatico meridionale presso Dubrovnik. I. Copepoda. *Pubblicazioni della Stazione Zoologica di Napoli*, 36: 21-102.
- Huys, R. & Boxshall, G. A. (1991). *Copepod evolution*. London. The Ray Society, 468 pp.

- Johnson, M. W., (1942). Concerning the hitherto unknown males of the copepods *Microsetella rosea* (Dana), *Vetтория granulosa* (Giesbrecht) and *Corissa parva* Farran. *Transactions of the American Microscopical Society*, 61: 430-437.
- Khelifi-Touhami, M., Semroud, R., Hamdi, E. H., Ounissi, M. Haridi, A., Néjib Daly, m. & Aissa, P. (2007). The planktonic copepod communities from the southern Mediterranean Sea (Algeria, Tunisia) with a re-description of *Paracalanus indicus* Wolfenden 1905 (Copepoda: Calanoida). *Cahiers de Biologie Marine*, 48(4): 327-337.
- Kovalev, A. V. & Shmeleva, A. A. (1982). [Fauna of Copepoda in the Mediterranean.] *Ekologiya Morya*, 1982(8): 82-87.
- Landeira, J. M^a. (2010). *Larvas planctónicas de crustáceos decápodos en las Islas Canarias*. Tesis Doctoral. Facultad de Biología de la Universidad de La Laguna. 136 pp.
- Landeira, J. M^a., Lozano-Soldevilla, F. & Hernández-León, S. (2012). Temporal and alongshore distribution of decapods larvae in the oceanic island of Gran Canaria (NW Africa). *Journal of Plankton Research*, 35(2): 309-322.
- Lozano-Soldevilla, F. (1990). Nota sobre la presencia de *Thetys vagina* Tilesius, 1802 (Thaliacea, Desmomyaria), en aguas de las Islas Canarias. *Boletín del Instituto Español de Oceanografía*, 6 (2): 145-148.
- Lozano-Soldevilla, F. (1991a). Nota sobre la familia Sapphirinidae (Copepoda, Cyclopoida) en aguas de las Isla de El Hierro. *Boletín del Instituto Español de Oceanografía*, 7(1): 171-178.
- Lozano-Soldevilla, F. (1991b). Sobre la presencia de *Euphausia gibboides* Ortmann, 1893 (Crustacea, Euphausiacea) en la costa del NE de Tenerife (Islas Canarias). *Vieraea*, 20: 109-112.
- Lozano-Soldevilla, F. (2001). *Antecedentes Históricos de la Taxonomía Planctónica en Canarias*. *Atlas del Plancton de Canarias I*. En: Memoria final del Proyecto de Investigación Biodiversidad Pelágica de Canarias: 7-

26. Secretaría de Estado de Universidades, Investigación y Desarrollo del Plan Nacional de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico (Programas Nacionales I+D) Capítulo de Acciones Especiales. 209 pp.

- Lozano-Soldevilla, F. & Hernández, P. (1991). Preliminary list of zooplankton of the Canary Islands. II. Siphonophora, Pteropoda, Heteropoda, Ostracoda, Amphipoda and Decapoda. *Boletim Museu Municipal do Funchal*, 43 (230): 149-158.
- Lozano-Soldevilla, F., Hernández, F., Ros, M^a. M, Jiménez, S., Mingorance, M^a. C., Pérez, A. & Lorenzo, M^a. C. (1988). Preliminary list of zooplankton of the Canary Islands. I. Cladocera, Copepoda, Euphausiacea, Chaetognatha and Salps. *Boletim Museu Municipal do Funchal*, 40 (196): 55-64.
- Lozano Soldevilla, F., Rodríguez, J. M^a. y Lozano, G. (1996). Copepoda Sapphirinidae del sur de Tenerife (Campaña IEO CANARIAS 9310). *Real Sociedad Española de Historia Natural (Tomo Extraordinario, 125 Aniversario)*, 170-171.
- Lozano Soldevilla, F., Landeira, J. M^a., Mingorance, M^a. C., Espinosa, J. M^a. y Izquierdo, F. (2004a). Clave de especies del Superorden Podoplea Giesbrecht, 1882 (Crustacea, Copepoda) de las aguas de las Islas Canarias. *Capitán*, 4 (I): 59-87.
- Lozano Soldevilla, F., Landeira, J. M^a., Mingorance, M^a. C., Espinosa, J. M^a. y Izquierdo, F. (2004b). Clave ilustrada de las familias del Orden Calanoida (Crustacea, Copepoda) presentes en aguas del Archipiélago Canario. *Capitán*, 5 (II): 45-65.
- Lozano Soldevilla, F., Landeira, J. M^a., Espinosa, J. M^a., Izquierdo, F. y Mingorance, M^a. C. (2006). Catálogo del mesozooplancton de las aguas de las Islas Canarias. *Capitán*, 8 (I): 41-73.
- Lozano Soldevilla, F., Mingorance, M^a. C., Espinosa, J. M^a. y Escanez, A. (2014). Nota sobre la variación de la biomasa del mesozooplancton en aguas de las Islas Canarias occidentales (Campaña Cetobaph 2012). *Revista de la Academia Canaria de Ciencias*, XXVI: 243-250.

- Lysholm, B & Norgaard, O. (1945). Copepoda from the "Michael Sars" North Atlantic Deep-sea Expedition 1910. *Report on the scientific results of the "Michael Sars" North Atlantic Deep-sea Expedition 1910*, Vol. (7): 1-60.
- Massutí, M., (1942). *Contribución al estudio del plancton del Mediterráneo occidental. Los copépodos de la Bahía de Palma de Mallorca*. Tesis Doctoral. Universidad Complutense de Madrid. Madrid. 127 pp.
- Massutí, M. y Margalef, R., (1950). *Introducción al estudio del plancton marino*. Patronato Juan de la Cierva de Investigación Técnica (C.S.I.C.). Sección de Biología Marina. 182 pp.
- Mauchline, J. (1998). The Biology of Calanoid Copepods. *Advances in Marine Biology*, 33: 1-710.
- Mazza, J. (1963). Copépodes des côtes occidentale de Corse. *Rapports et Procés Verbaux des Réunions – Commissions Internationale pour l'Exploration Scientifique de la Mer Méditerranée*, 17(2): 563-572.
- Mingorance, M^a. C. (1983). *Introducción al estudio del ciclo anual del zooplancton en la isla de Tenerife con especial atención al grupo de los cladóceros*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Biología de la Universidad de La Laguna, 109 pp.
- Mingorance, M^a. C., Lozano-Soldevilla, F., Braun, J. A., Landeira, J. M^a., Espinosa J. M^a. y Gómez, J. I. (2004). Estudio de la distribución vertical de la comunidad mesozooplancónica en aguas de la isla de Tenerife (Islas Canarias). *Revista de la Academia Canaria de Ciencias XV*, (3-4): 99-114.
- Mittelstaedt, E. (1991). The ocean boundary along the northwest African coast: Circulation and oceanographic properties at the sea surface. *Progress in Oceanography*, 26: 307-355.
- Moyano, M. & Hernández-León, S. (2009). Temporal and along-shelf distribution of the larval fish assemblage at Gran Canaria, Canary Islands. *Scientia Marina*, 73: 85-96.

- Moyano, M. & Hernández-León, S. (2011). Intra- and interannual variability in the larval fish assemblage off Gran Canaria (Canary Islands) over 2005-2007. *Marine Biology*, 158: 257-273.
- Moyano, M., Rodríguez, J. M^a. & Hernández-León, S. (2009). Larval fish abundance and distribution during the late winter bloom off Gran Canaria Island, Canary Islands. *Fisheries Oceanography*, 18: 51-61.
- Moyano, M., Rodríguez, J. M^a., Benítez-Barrios, V. M. & Hernández-León, S. (2014). Larval fish distribution and retention in the Canary Current system during the weak upwelling season. *Fisheries Oceanography*, 23: 191-209.
- Owre, H. B. & Foyo, M., (1967). *Copepods of the Florida Current. Fauna Caribaca No. 1: Crustacea, I: Copepoda*. Institute of Marine Science of the University of Miami, 137 pp.
- Pelegrí, J. L., Arístegui, J., Cana, L., González-Dávila, M., Hernández-Guerra, A., Hernández-León, S., Marrero-Díaz, A., Montero, M.F., Sangrá, P. & Santana-Casiano, M. (2005). Coupling between the open ocean and the coastal upwelling region off northwest Africa: water recirculation and offshore pumping of organic matter. *Journal of Marine Systems*, 54: 3-37.
- Rakesh, M., Raman, A. V. & Sudarsan, D., (2006). Discriminating zooplankton assemblages in neritic and oceanic waters: a case for the northeast coast of India, Bay of Bengal. *Marine Environmental Research*, 61 (1): 93-109.
- Raymont, J., (1963). Plankton and productivity in the Oceans. *International Series of Monographs in pure and applied Biology. Zoology*, Vol. 18.
- Raymont, J., (1983). Plankton and productivity in the Oceans. *Vol. II. Zooplankton.*, Pergamon Press Ltd. New York.: 660 pp.
- Razouls. C., (1996). Diversité et repartition géographique chez les copepods pélagiques. 2. Platycopioida, Misophrioida, Mormonilloida, Cyclopoida, Poecilostomatoida, Siphonostomatoida, Harpacticoida, Monstrilloida. *Annales de l'Institut Océanographique.*, 72(1): 5-149.

- Rodríguez, J. M^a. (1996). *El ictioplancton en la Región Canaria: abundancia, distribución y composición taxonómica larvaria*. Tesis Doctoral. Facultad de Biología de la Universidad de La Laguna. 209 pp.
- Rodríguez, J.M^a., Braun, J. G. & García, A. (2000). Spatial variability of the mesozooplankton biomass and ichthyoplankton in the Canary region, in autumn 1991. *Journal of Plankton Research*, 22: 1377-1391.
- Rodríguez, J. M^a., Lozano-Soldevilla, F. y Lozano, G. (1996). Ictioplancton del Sur de Tenerife (Campaña IEO Canarias 9310). *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural (Tomo Extraordinario 125 Aniversario)*, 225-228.
- Rodríguez, J.M^a., Hernández-León, S. & Barton, E.D. (1999). Meso-scale distribution of fish larvae in relation to an upwelling filament off northwest Africa. *Deep Sea Research I*, 46: 1969-1984.
- Rodríguez, J.M^a., Barton, E.D., Eve, L. & Hernández-León, S. (2001). Mesozooplankton and ichthyoplankton distribution around Gran Canaria, an oceanic island in the NE Atlantic. *Deep Sea Research I* 48: 2161-2183.
- Rodríguez, J.M^a., Barton, E. D., Hernández-León, S. & Arístegui, J. (2004). The influence of meso-scale physical processes on the larval fish community in the Canaries CTZ, in summer. *Progress in Oceanography*, 62: 171-188.
- Rodríguez, J.M^a., Hernández-León, S. & Barton, E. D. (2006). Vertical distribution of fish larvae in the Canaries-African coastal transition zone in summer. *Marine Biology*, 149: 885-897.
- Rodríguez, J.M^a., Moyano, M. & Hernández-León, S. (2009). The ichthyoplankton assemblage of the Canaries-Africa coastal transition zone: a synthesis. *Progress in Oceanography*, 83: 314-321.
- Roe, H. S. J. (1972a). The vertical distributions and diurnal migrations of Calanoid Copepods collected on the Sond cruise, 1965. I. The total population and general discussion. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 52: 277-314.

- Roe, H. S. J. (1972b). The vertical distributions and diurnal migrations of Calanoid copepods collected on the Sond cruise, 1965. II. Systematic account: families Calanidae up to and including the Aetideidae. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 52: 315-342.
- Roe, H. S. J. (1972c). The vertical distributions and diurnal migrations of Calanoid copepods collected on the Sond cruise, 1965. III. Systematic account: families Euchaetidae up to and including the Metridiidae. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 52: 525-552.
- Roe, H. S. J. (1972d). The vertical distributions and diurnal migrations of Calanoid copepods collected on the Sond cruise, 1965. IV. Systematic account of families Lucicutiidae to Candaciidae. The relative abundance of the numerically most important genera. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 52: 1021-1044.
- Rose, M. (1933). *Copépodes pelagiques*. Faune France 26 pp.: 1-374.
- Rose, M. et Vaissière, R., (1952). Catalogue préliminaire des Copépodes de l'Afrique du Nord. *Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle de l'Afrique du Nord*, 43: 113-136.
- Sangrà, P, Auladell, M., Marrero-Díaz, A., Pelegrí, J. L., Fraile-Nuez, E., Rodríguez-Santana, A., Martín, J. M., Mason, E. & Hernández-Guerra, A. (2007). On the nature of oceanic eddies shed by the Island of Gran Canaria. *Deep Sea Research I* 54: 687-709.
- Santamaría, M^a. T., Braun, J. G., De Armas, J. D., Real, F. C., Escanez, J. E. & Villa-mandos, J. E. (1989). Estudio comparativo de las comunidades zooplanctónicas en San Andrés y Los Cristianos (Tenerife). *Boletín del Instituto Español de Oceanografía*, 5 (2): 57-70.
- Schomoker, C. & Hernández-León, S. (2013). Stratification effects on the plankton of the subtropical Canary Current. *Progress in Oceanography*, 119: 24-31.

- Schomoker, C., Arístegui & Hernández-León, S. (2012). Planktonic biomass variability during a late winter bloom in the subtropical waters of the Canary Islands. *Journal of Marine Systems*, 95: 24-31.
- Thompson, I. C. (1888). Copepoda of Madeira and the Canary Islands, with description of new genera and species. *Journal of the Linnean Society (Zoology)*, 20: 145-156.
- Trégouboff, G. et Rose, M. (1957). *Manuel de planctonologie Méditerranéenne*. Centre National de la Recherche Scientifique. T. I, 587 pp. T. II, 108 planches.
- Unesco, (1968). Zooplankton sampling. *Monographs on Oceanographic Methods*, Vol. 2, 174 pp.
- Van Camp, L., Nykaer, L., Mittelstaedt, E. & Schlittenhardt, P. (1991). Upwelling and boundary circulation off Northwest Africa as depicted by infrared and visible satellite observations. *Progress in Oceanography*, 26: 357-402.
- Vervoort, W. (1963). Pelagic Copepoda. Part I. Copepoda Calanoida of the families Calanidae up to and including Euchaetidae. *Atlantide Report*, 7: 77-194.
- Vervoort, W. (1965). Pelagic Copepoda. Part II. Copepoda Calanoida of the families Phaennidae to and Acartiidae, containing the description of a new species of Aetideidae. *Atlantide Report*, 8: 9-216.
- Vives, F., (1978). Distribución de la población de Copépodos en el Mediterráneo occidental. *Resultados - Expediciones Científicas del Buque Oceanográfico Cornide de Saavedra*, 7: 263-302.
- Vives, F. (1982). Sur les copépodes de la region CINECA (parties nord et centrale). *Conseil International pour l'Exploration de la Mer*, 180: 289-296.
- Vives, F. & Shmeleva, A., (2006). *Crustacea*, Copépodos Marinos I. *Calanoida*. En: *Fauna Ibérica*, vol. 29. Ramos, M. A. et al. (Eds.). Museo Nacional de Ciencias Naturales. CSIC. Madrid, 1, 152 pp.

- Yedra, L. (2001). *Estudio del crecimiento y de la mortalidad del zooplancton en aguas de Canarias*. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. 147 pp.
- Yentsch, C.S. & Menzel, D.W. (1963). A method for the determination of phytoplankton chlorophyll and phaeophytin fluorescence. *Deep Sea Research*, 10: 221-231.
- Zhang, Z. Q. (2011). Animal biodiversity: An outline of higher-level classification and survey of taxonomic richness. *Zootaxa*, 3148: 1-237.