ULPGC

SUFICIENCIA INVESTIGADORA

"Análisis espacio-temporal de la pesquería de *Sepia officinalis* (Cephalopoda: Sepiidae) en aguas de Gran Canaria".

POR:

EDUARDO ALMONACID RIOSECO

-NOVIEMBRE 2005-

Agradecimientos

A mi director de tesis José Juan Castro Hernández, ya que sin su ayuda nada hubiera sido posible, a mis amigos Yeray Pérez, José Luis Hernández, Vicente Hernández, Aldo Solari, Concepción Cuyás, Vanessa Riveros y Alberto Crespo. Al Sr. Alejandro Medina y sus hermanos por permitirme compartir y develar sus secretos de la pesca. Finalmente, a los Sres. José María Lorenzo, Josep Coca y Alexander Redondo por su apoyo y buena voluntad.

Resumen.

El presente trabajo tuvo por objetivo describir las relaciones entre las distintas variables que determinan, condicionan y caracterizan los rendimientos de pesca con nasas sobre *Sepia officinalis*, en el suroeste de Gran Canaria. Para esto, se estudiaron los patrones de distribución y abundancia relativa en las campañas de pesca de 1998-99 y 2003-04.

La temperatura de agua de mar presentó un efecto claro y significativo sobre el rango de tallas capturadas, así como en la distribución, tamaño final que alcanzaron los individuos y las disparidades encontradas entre las cohortes detectadas en cada periodo. Los meses de junio, julio y agosto parecen ser decisivos en el ciclo vital de la especie, ocurriendo un claro relevo generacional en la población. Se confirmó la condición de especie euriterma de *S. officinalis*, según se desprende de la talla de primera madurez sexual.

Por otro lado, entre los factores físicos condicionantes de las capturas, el tiempo de reposo y la profundidad mostraron una lógica linealidad con los rendimientos de pesca. Las capturas de *Sepia officinalis* estuvieron principalmente condicionadas por la abundancia de especies acompañantes más que por la influencia de la temperatura, la velocidad del viento, la salinidad o por el recubrimiento algal en las nasas.

Palabras claves: *Sepia officinalis*, pesca artesanal, Gran Canaria, distribución y abundancia, temperatura.

Índice general

Pág.

Agradecimientos i
Resumen ii
Índice general iii
Índice de contenidos iv
Índice de tablas v
Índice de figuras v
Índice de fotografías vi

Índice de contenidos

Pág.

1. Introducción 1
   1.1. La especie 1
   1.2. La pesquería de *Sepia officinalis* 3

2. Objetivos 6
   2.1. Objetivo general 6
   2.2. Objetivos específicos 6

3. Materiales y método 7
   3.1. Patrón de distribución espacial 11
   3.2. Abundancia relativa y distribución 12
   3.3. Reclutamiento al arte de pesca 13
   3.4. Variación temporal de la talla de primera madurez sexual (TPM) 13
   3.5. Efecto de la temperatura en el reclutamiento 14
   3.6. Factores físicos y ecológicos condicionantes de las capturas 14

4. Resultados 15
   4.1. Patrón de distribución espacial 15
   4.2. Abundancia relativa y distribución 17
   4.3. Reclutamiento al arte de pesca 20
   4.4. Variación temporal de la talla de primera madurez sexual (TPM) 23
   4.5. Efecto de la temperatura en el reclutamiento 25
   4.6. Factores físicos y ecológicos condicionantes de la captura 26

5. Discusión 30

6. Conclusiones 35

7. Referencias bibliográficas 37

Índice de tablas

Tabla 1. Especies acompañantes de *Sepia officinalis* en el caladero de pesca de la flota artesanal de Arguineguín. (*) Rendimiento inferior al 2 %.....pág. 16.

Tabla 2. Agregación estimada mediante el índice de Lloyd (X^*). Número promedio de individuos que compartieron la unidad de muestreo y la proporción a la cual la media de agregación excedió la media de densidad estacional esperada..... pág 16.

Índice de figuras

Figura 1. Distribución de *Sepia officinalis* (en rojo). Extraída de Cephbase (2005)....pág. 2.

Figura 2. Capturas mundiales de cefalópodos entre 1950 y 2002 (FAO, 2004).....pág. 4.

Figura 3. Proporción de capturas mundiales de *Sepia officinalis* respecto de las capturas totales de cefalópodos entre 1950 y 2001.....pág. 4.

Figura 4. Capturas mundiales de *Sepia officinalis* entre 1950 y 2001.....pág. 5.

Figura 5. Localización geográfica del área de pesca.....pág. 7.

Figura 6. Área de estudio. Frecuencia de calado durante los períodos de 1998-99 (en rojo) y 2003-04 (en negro).....pág. 9.

Figura 7. Distribución espacial de los rendimientos obtenidos estacionalmente de *Sepia officinalis* durante las campañas de pesca de 1998-99 y 2003-04 en la zona de pesca adyacente al puerto de Arguineguín.....pág. 18.

Figura 8. Distribución espacial del rendimiento de *Sepia officinalis* obtenido durante el período 1998-99 en la zona de pesca adyacente al puerto de Arguineguín.....pág. 19.

Figura 9. Distribución espacial del rendimiento de *Sepia officinalis* obtenido durante el período 2003-04 en la zona de pesca adyacente al puerto de Arguineguín.....pág. 19.

Figura 10: Tallas medias mensuales de ejemplares capturados en el periodo 1998-99 en la zona de Arguineguín.....pág. 21.

Figura 11. Tallas medias mensuales de ejemplares capturados en el periodo 2003-04 en la zona de Arguineguín.....pág. 21.

Figura 12. Progresión de los valores medios mensuales de las cohortes estimadas para el periodo 1998-99 en la zona de Arguineguín.....pág. 22.

Figura 13. Progresión de los valores medios mensuales de las cohortes estimadas para el periodo 2003-04 en la zona de Arguineguín.....pág. 22.

Figura 14. Distribución de frecuencia de tallas de *Sepia officinalis* durante el periodo 1998-99 en la zona de Arguineguín. Las barras negras indican la fracción de ejemplares bajo la TPM.....pág. 24.

Figura 15. Distribución de frecuencia de tallas de *Sepia officinalis* durante el periodo 2003-04 en la zona de Arguineguín. Las barras negras indican la fracción de ejemplares bajo la TPM.....pág. 24.

Figura 16. Temperatura media mensual del agua de mar tomada en el caladero de pesca durante el periodo de estudio.....pág. 25.

Figura 17. Tasas de crecimiento mensual estimadas para los ejemplares capturados en la zona de Arguineguín durante el estudio.....pág 26.

Figura 18. Dendrograma de similitud representando la distancia entre las diversas variables medidas y *Sepia officinalis*.....pág. 28.

Figura 19. Distancia entre *Sepia officinalis* y variables físicas y ecológicas a través de un análisis de escalamiento multidimensional (MDS). Stress: 0,02.....pág. 28.

Figura 20. Análisis de correspondencia entre los distintos rendimientos de *Sepia officinalis* y las variables tipo de fondo y cobertura de algas o sedimentos en las nasas.....pág. 29.

Índice de fotografías

Fotografía 1. *Sepia officinalis*. Extraída de Cephbase (2005).....pág. 1.

Fotografía 2. Primer plano. Embarcación artesanal con bases en el puerto de Arguineguín utlizada para la pesca de *Sepia officinalis*.....pág. 10.

Fotografía 3. Nasas utilizadas para la pesca de *Sepia officinalis*.....pág. 10.

1. Introducción.

1.1. La especie.

Sepia officinalis (Linnaeus, 1758) pertenece a la familia Sepiidae del orden Sepioidea, y se caracteriza por poseer una concha calcárea interna (sepión), un manto ancho y robusto, ligeramente aplanado dorso-ventralmente, y dos aletas laterales finas, más o menos de la misma longitud del manto. Posee 10 apéndices, 8 brazos y dos tentáculos, con ventosas; los tentáculos son retráctiles y se encuentran dentro de dos pequeñas bolsas ubicadas ventro-lateralmente, a cada lado de la cabeza. Los ojos están cubiertos de una membrana córnea y su color es variable debido a la presencia de un gran número de cromatóforos (células pigmentarias). En los machos, el cuarto brazo izquierdo está hectocotilizado, con una reducción en el tamaño de las ventosas que les sirve como órgano copulador durante el periodo de apareamiento (Roper *et al.*, 1984; Guerra, 1992), (Foto 1).

Fotografía 1. *Sepia officinalis*. Extraída de Cephbase (2005).

Se distribuye por el Atlántico Oriental, desde el mar Báltico al mar del Norte y en el Mediterráneo (Boletzky, 1983), y por la costa noroeste africana, hasta los límites entre Mauritania y Senegal, incluyendo Azores, Madeira y Canarias (Hatanaka, 1979, Guerra *et al.*, 2001) (Fig.1).

Vive en aguas neríticas, en fondos de lodo y arena, desde la costa hasta los 200 metros de profundidad, encontrándose preferentemente alrededor de los 100 metros (Roper *et al.*, 1984). Realiza migraciones estacionales, tanto latitudinales como en profundidad, durante el período reproductivo, esto es desde abril hasta julio en el mar Mediterráneo y desde enero hasta abril en la costa noroeste africana (Roper y Sweeney, 1981).

Figura 1. Distribución de *Sepia officinalis* (en rojo). Extraída de Cephbase (2005).

1.2. La pesquería de *Sepia officinalis*.

En la actualidad, se reconoce que los cefalópodos constituyen el recurso pesquero de mayor proyección, debido a su abundancia, rápido crecimiento y calidad de su carne. Desde 1950 hasta 2002, se ha observado una tendencia creciente en las capturas (FAO, 2004) (Fig. 2). Particularmente, el género *Sepia* es considerado un recurso marino relativamente importante al nivel global (Guerra *et al.*, 2001), del cual, aún siendo el grupo más estudiado, se dispone de escasa información pesquera, sobre todo de la que se refiere a la actividad artesanal.

En 1965, *Sepia officinalis* no representó más del 2,1 % del total de las capturas de cefalópodos, con una caída creciente hasta un 0,4 % en el año 2002 (Fig. 3), experimentando importantes variaciones, entre 1951 y 1965, 1966 y 1981, 1982 y 1989, y 1993 y 2001 (Fig. 4), tal vez relacionadas con variaciones en el esfuerzo pesquero o en los niveles de distribución y abundancia del recurso. En este sentido, Denis *et al.* (2002) demostraron que la distribución y abundancia de cefalópodos procedentes de capturas comerciales realizadas en el noreste Atlántico están condicionadas por una serie de factores biológicos y físicos, especialmente las oscilaciones climáticas estacionales. No obstante, todavía hay mucho que hacer para conocer el potencial real de explotación de la mayoría de las especies (Piatkowski *et al.*, 2001).

En Canarias, la pesquería artesanal tiene como objetivo principal la captura de peces, quedando los cefalópodos en un segundo plano (Bas *et al.*, 1995). Esta pesquería está condicionada por varios factores, entre los cuales destaca el ciclo de vida de cada especie y la adecuación de las estrategias desarrolladas para la captura (González Pajuelo, 1997; Hernández García *et al.*, 1996; Hernández García *et al.*, 1998).

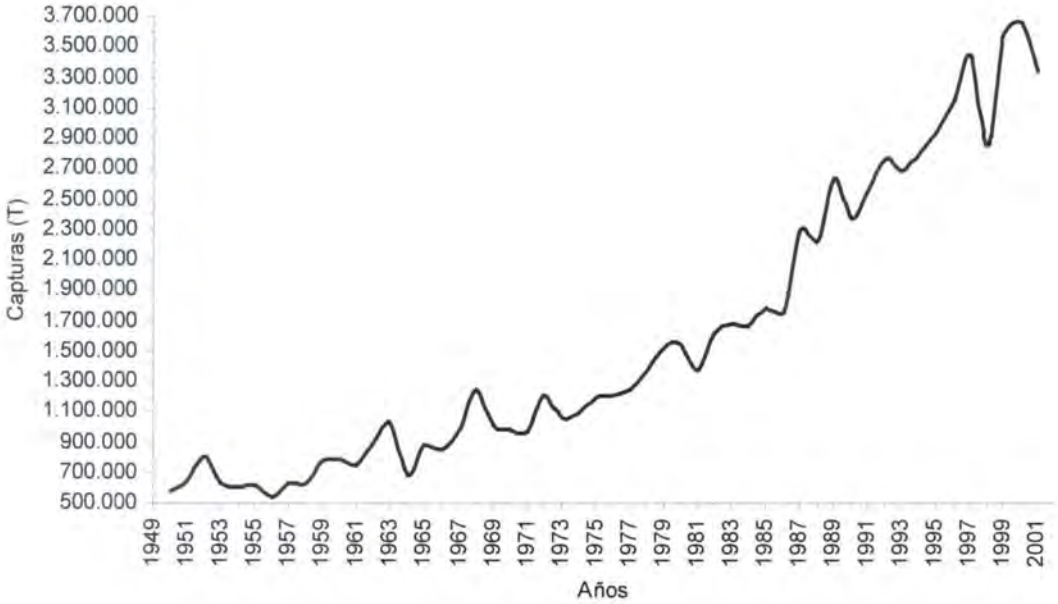

Figura 2. Capturas mundiales de cefalópodos entre 1950 y 2002 (FAO, 2004).

Figura 3. Proporción de capturas mundiales de *Sepia officinalis* respecto de las capturas totales de cefalópodos entre 1950 y 2001.

Figura 4. Capturas mundiales de *Sepia officinalis* entre 1950 y 2001.

Entre los cefalópodos explotados en Canarias, *Octopus vulgaris* y *Sepia officinalis* son los de mayor importancia, aunque también se capturan estacionalmente algunas especies de loligínidos, omastréfidos y otras especies de sépidos (Hernández García *et al.*, 1998). Hasta ahora, esto ha sido pobremente documentado y escasamente evaluado, debido a la compleja morfología de las costas insulares y el bajo conocimiento acerca del esfuerzo pesquero ejercido por la flota artesanal (Hernández García *et al.*, 1996). Por tanto, resulta importante definir y relacionar los factores que afectan a la distribución y abundancia de las especies y, consecuentemente, a las capturas, ya que esta información permite establecer futuras estrategias de gestión (Hoffman y Powell, 1998).

2. Objetivos.

2.1. Objetivo general.

El objetivo general que se persigue en este trabajo es describir los mecanismos a través de los cuales las variables físicas y ecológicas afectan a las capturas de *Sepia officinalis* al suroeste de Gran Canaria, zona sometida a una apreciable presión pesquera.

2.2. Objetivos específicos.

Los objetivos particulares que se pretenden alcanzar son los siguientes:

- Determinar los patrones de distribución y abundancia relativa en dos periodos de pesca.
- Determinar el mecanismo mediante el cual la temperatura condiciona el tamaño de los individuos en las capturas.
- Determinar la relación entre factores los físicos y ecológicos y los niveles de abundancia relativa.

3. Materiales y método.

Se analizaron datos de capturas de *Sepia officinalis* obtenidos durante dos temporadas de pesca, desde el 9 de enero de 1998 al 25 de junio de 1999 y desde el 27 de junio de 2003 al 7 de julio de 2004, en la zona de influencia de la flota artesanal con base en el puerto de Arguineguín, al suroeste de la isla de Gran Canaria (Fig. 5).

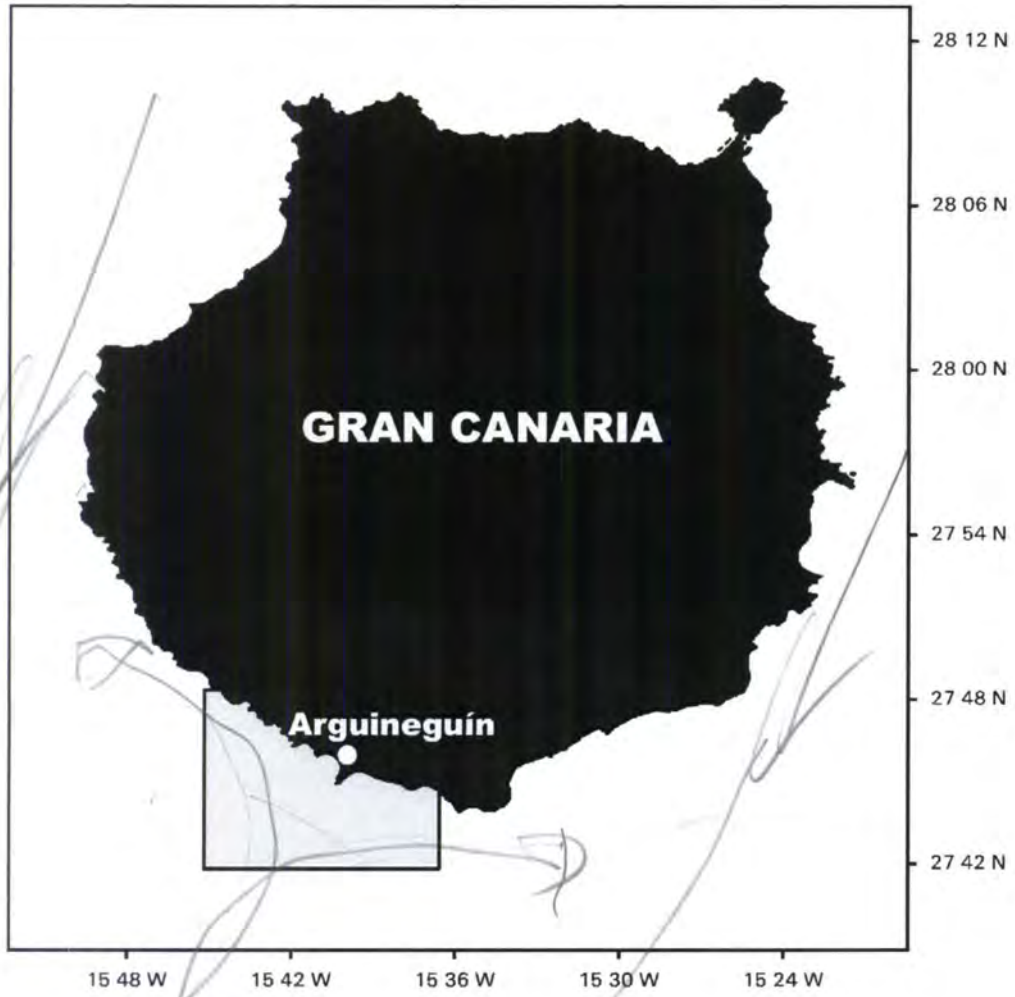

Figura 5. Localización geográfica del área de pesca.

El trabajo se basó en observaciones realizadas a bordo del "Cabrera", embarcación de pesca artesanal de 7 m de eslora por 2 m de manga, con motor intraborda de 23 CV (Foto 2). Como elementos de pesca se utilizaron 250 nasas circulares de aproximadamente 1,5 m de diámetro y 40 cm de alto, con un entramado de malla de entre 27 y 35 cm, provistas de dos mataderos en sus laterales, uno opuesto a otro, de 10 a 30 cm de diámetro (Foto 3).

Las nasas se calaron en tandas de seis a una distancia aproximada de 50 m unas de otras y dispuestas en forma paralela a la costa en un rango de profundidad entre 10 y 50 m. El sector de muestreo comprendió un área aproximada de 50 km^2. No obstante, durante la primavera 1998-99 se extendió a alrededor de 70 km^2 (Fig. 6).

Cada día sólo hubo una jornada de pesca continua de 5 a 6 horas de duración, a partir de las 6:00 AM. Cada punto fue elegido por los pescadores considerando el éxito o fracaso en el volumen de capturas de jornadas anteriores, sin considerar el rendimiento de *Sepia officinalis*.

La ubicación de cada tanda de nasas fue registrada con un GPS marca Garmin (GPS 12 XL). Además, durante el período en que las nasas estuvieron instaladas, se registró la temperatura y la salinidad del agua de mar, en cada punto de pesca en intervalos de 5 metros de profundidad, hasta los 40 m, así como la velocidad y la dirección del viento (Fig. 6).

El tiempo de reposo osciló entre 5 y 15 días dependiendo de las condiciones climáticas. En cada jornada de pesca se viraron entre 28 y 50 nasas, utilizando pan como cebo.

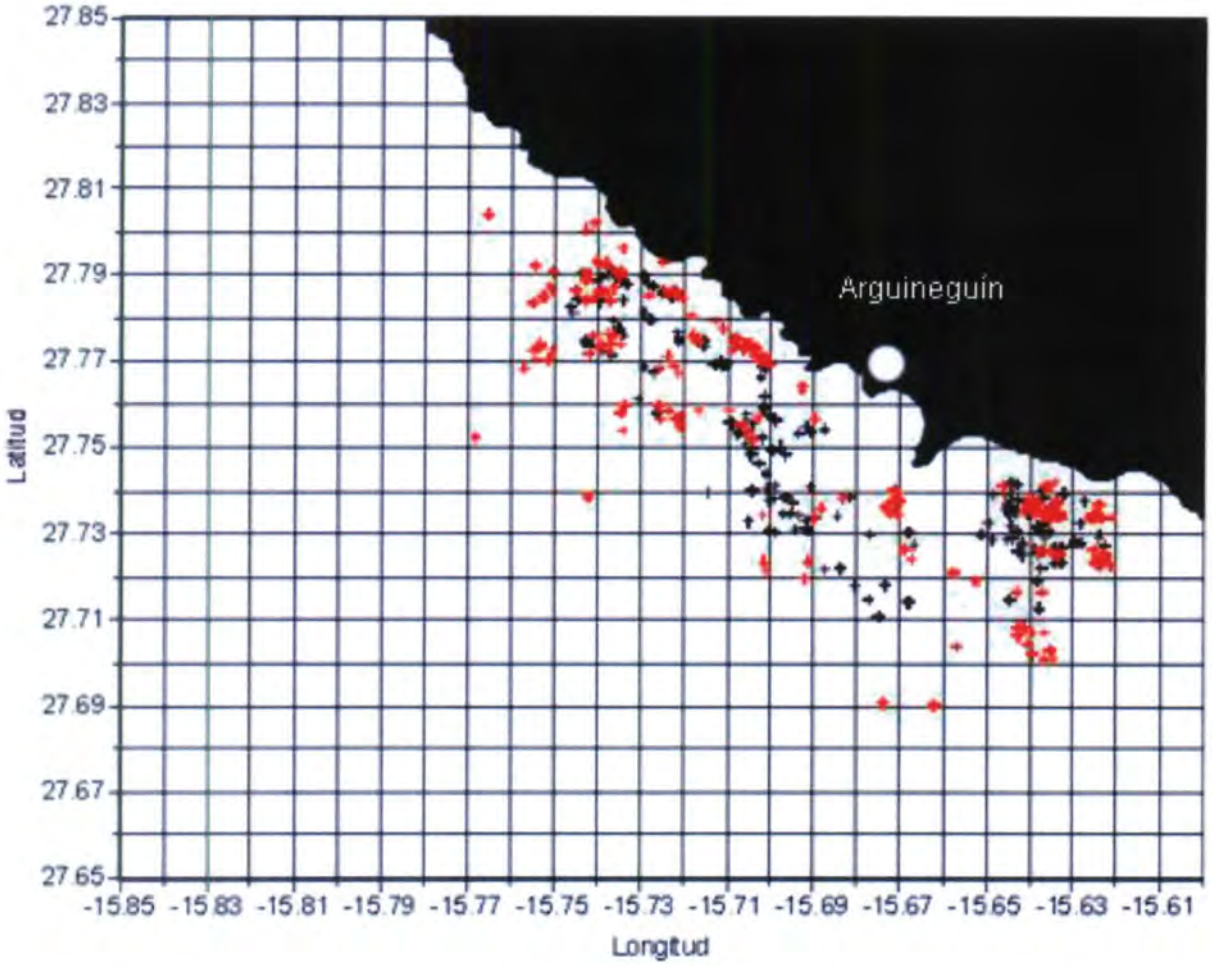

Figura 6. Área de estudio. Frecuencia de calado durante los períodos de 1998-99 (en rojo) y 2003-04 (en negro).

Se registró el número de ejemplares capturados de *Sepia officinalis* y de las especies acompañantes. Los ejemplares de *S. officinalis* capturados fueron llevados al laboratorio y analizados.

Cada individuo fue sexado y medido (longitud dorsal del manto, LDM), con una precisión de 0,1 cm, y pesado (peso húmedo) con una precisión 0,01 g. Posteriormente, fueron eviscerados y sus gónadas pesadas y conservadas en formol al 2 % para su posterior análisis.

Fotografía 2. Primer plano. Embarcación artesanal con bases en el puerto de Arguineguín utlizada para la pesca de *Sepia officinalis*.

Fotografía 3. Nasas utilizadas para la pesca de *Sepia officinalis*.

Se registró el número de nasas por jornada de pesca, el tiempo que permanecieron caladas, volúmenes de captura de la especie objetivo y la fauna acompañante, esto último con objeto de obtener la proporción de *Sepia officinalis* respecto del total. Se tuvieron en cuenta las interferencias producidas por agentes externos, como la acción de tortugas y malas condiciones atmosféricas, así como el porcentaje de descarte de otras especies.

Se definió como zona de influencia la extensión geográfica en la cual la acción de un grupo de personas, residentes de una localidad, se hace efectivo a través del desarrollo de diversas actividades relacionadas con su economía. En el caso particular de la flota con base en Arguineguín, las actividades de pesca con nasas se realizaron en el suroeste de Gran Canaria, para un total aproximado de 10 embarcaciones dedicadas exclusivamente a éste tipo de pesca y de características similares.

Dada la naturaleza de los datos y las exigencias matemáticas, la información fue tratada aplicando estadística no paramétrica en la mayoría de los casos.

3.1. Patrón de distribución espacial.

Se aplicó el índice de Lloyd o media de agregación (Lloyd, 1967) para conocer el promedio de ejemplares de *Sepia officinalis* que compartieron la unidad de muestreo. Este índice, que estima sobre el número de individuos y no sobre la unidad de muestreo, viene definido por la siguiente expresión:

$$X^* = \overline{X} + \left(\frac{S^2}{\overline{X}} - 1 \right),$$

donde X^* representa el índice de agregación, $\overline{X}$ la media de densidad relativa de *Sepia officinalis* y S^2 la varianza.

La razón $X^*/\overline{X}$ ("agregación") permite conocer el tipo de distribución de la especie en estudio. Esa razón es igual a 1 cuando la distribución espacial es aleatoria, cuando es menor que 1 es regular o uniforme y cuando es mayor que 1 es por contagio.

3.2. Abundancia relativa y distribución.

Teniendo en cuenta el patrón de distribución espacial, se realizó una interpolación que permitió reconocer la tendencia estacional de abundancia relativa de *Sepia officinalis* en forma visual. El método estimó niveles de abundancia a partir de valores medios e interpoló a partir de las tendencias encontradas. Para esto, se calculó el rendimiento medio de *S. officinalis* por cuadrantes de pesca de 0,1° x 0,1° de latitud-longitud, utlizándo una carta náutica donde se representaron los valores superiores a cero. La información estacional fue comparada para ambos periodos.

La abundancia relativa se determinó en relación con la captura por unidad de esfuerzo y su estimación se realizó conforme a la siguiente expresión:

$$CPUE = \frac{\sum y_{ij}}{\sum E_{ij}} = R_t,$$

donde $CPUE$ representa la captura por unidad de esfuerzo, y_{ij} las capturas en número de ejemplares y E_{ij} el esfuerzo expresado en número de nasas viradas por jornada de pesca.

Para que la información de ambos periodos pudiera ser comparada, previamente se determinó si la frecuencia de calado de nasas por unidad de área fue similar. Para esto, primero se agruparon las capturas totales de *Sepia officinalis* y fauna acompañante por cuadrante geográfico y estacional (primavera, verano, otoño e invierno) y, posteriormente, se contrastaron los datos en términos de frecuencia promedio.

3.3. Reclutamiento al arte de pesca.

Las tallas individuales medidas en los animales fueron agrupadas en intervalos de 1 cm de longitud y se calculó la frecuencia en porcentaje de individuos en cada intervalo para los dos periodos estudiados. Los histogramas de frecuencias de las series correspondientes a los dos periodos analizados fueron comparados visualmente.

Estos datos fueron analizados por meses a fin de determinar tendencias anuales en los tamaños de los ejemplares capturados. Se aplicó un análisis no paramétrico de covarianza para detectar diferencias entre los dos periodos estudiados mediante la función sm.ancova (R Development Core Team, 2004), comparando sus respectivas curvas de regresión en forma gráfica (Young y Bowman, 1995).

Con la finalidad de explicar las posibles variaciones observadas entre los dos periodos, se realizó un análisis de progresión modal (APM) mediante la utilización de los métodos de Bhattacharya y NORMSEP, utilizando el paquete estadístico Fisat II, versión 1.2.0 (FAO, 2004-2005). De esta manera, fue posible identificar mircrohortes mensuales que fueron reclutadas en la fracción explotada de la población (Caddy, 1991). Este método fue utilizado, además, para determinar el periodo en que los individuos alcanzaron la talla de primera madurez sexual.

3.4. Variación temporal de la talla de primera madurez sexual (TPM).

El sexo y el estado de madurez de los individuos se establecieron mediante observación macroscópica de las gónadas. En la asignación del estado de madurez se utilizó la escala propuesta por Richard (1971). Esta información se utilizó para la determinación de la talla de primera madurez sexual (TPM) y la dilucidación de posibles variaciones en las capturas de ejemplares maduros e inmaduros en los dos periodos.

3.5. Efecto de la temperatura en el reclutamiento.

Con la finalidad de explicar las posibles variaciones en las tallas de individuos capturados se realizó un análisis de regresión lineal contrastando la LDM y la temperatura media del agua de mar. Para esto, las temperaturas medias fueron comparadas mensualmente entre los dos periodos. Posteriormente, se contrastó el tamaño medio de los ejemplares capturados mensualmente para cada lapso.

3.6. Factores físicos y ecológicos condicionantes de las capturas.

Con la finalidad de averiguar los factores que condicionaron las capturas de *Sepia officinalis*, se buscaron correspondencias entre éstas y las variables físicas reinantes durante la ejecución de las pescas tales como el tipo de fondo (arenosos, de piedras o comunidades de fanerógamas); la cobertura de las nasas con sedimentos y/o algas; la dirección e intensidad del viento durante el período en que las nasas estuvieron instaladas, la salinidad y la temperatura del agua de mar.

Por otro lado, se registró la riqueza de especies acompañantes en cada nasa, así como la abundancia de cada una de ellas. Para simplificar el análisis, se trabajó con aquellas especies cuya abundancia relativa fue superior al 2 % del total, siguiendo las recomendaciones de Clarke y Warwick (1994).

Para determinar las relaciones subyacentes entre *Sepia officinalis* y la riqueza y abundancia de especies acompañantes, la intensidad del viento, la salinidad y la temperatura, la profundidad y el tiempo de reposo, se realizó un análisis de escalamiento multidimensional (MDS), a partir de una matriz de similitud, apoyado por un dendrograma en donde se representó gráficamente las distancias entre las distintas variables. Los niveles de correlación fueron determinados mediante el coeficiente de Spearman.

4. Resultados.

No se detectaron diferencias significativas entre los puntos de pesca de las dos campañas (Wilcoxon matched pair test, Z=-0,398; P=0,69).

Se registraron interferencias en las pescas en un 5,5 % de las nasas caladas en cada periodo, atribuidos generalmente a la acción de tortugas (*Caretta caretta*), especialmente durante los meses de verano.

Los descartes globales se estimaron en un 15 %, debido principalmente a que las especies no alcanzaron las tallas mínimas establecidas o porque no presentaron atractivo comercial en el mercado local. *Sepia officinalis* representó entre el 3,8 y el 3,2 % del total de capturas, en términos de número de ejemplares para las campañas 1998-99 y 2003-04, respectivamente.

Del total de especies asociadas a *Sepia officinalis*, 26 fueron peces, un crustáceo y un molusco (Tabla 1).

4.1. Patrón de distribución espacial.

Los valores medios de abundancia de *Sepia officinalis* (individuos/nasa/día) por unidad de área no fueron significativamente diferentes entre los dos periodos considerados (Sign test; Z = 0,5; P = 0,62). Se observó además, una fuerte agregación en torno al material de pesca en todas las estaciones, con escasas variaciones entre ellas, denotando que la nasa funcionó como un importante atractor (Sign test; Z = 1,5; P = 0,13) (Tabla 2).

Tabla 1. Especies acompañantes de *Sepia officinalis* en el caladero de pesca de la flota artesanal de Arguineguín. (*) Rendimiento inferior al 2 %.

	Orden	Familia	Nombre Científico
Peces			
Tapaculo	Pleuronectiformes	Bothidae	*Bothus podas*
Medregal*	Perciformes	Carangidae	*Seriola dumerili*
Roncador	Perciformes	Haemulidae	*Pomadasys incisus*
Gallo, gallo verde	Tetraodontiformes	Monacanthidae	*Stephanolepis hispidus*
Salmonete, salmón	Perciformes	Mullidae	*Mullus surmuletus*
Morena papuda*	Anguilliformes	Muraenidae	*Gymnothorax* sp.
Vieja	Perciformes	Scaridae	*Sparisoma cretense*
Rascancio, rascacio*	Scorpaeniformes	Scorpaenidae	*Scorpaena* sp.
Cabrilla*	Perciformes	Serranidae	*Serranus atricauda*
Vaquita, vaca, cabrilla pintada*	Perciformes	Serranidae	*Serranus scriba*
Besugo	Perciformes	Sparidae	*Pagellus acarne*
Bosinegro, payete (juv.)*	Perciformes	Sparidae	*Pagrus pagrus*
Boga	Perciformes	Sparidae	*Boops boops*
Breca	Perciformes	Sparidae	*Pagellus erythrinus*
Sama roquera, catalineta*	Perciformes	Sparidae	*Pagrus auriga*
Chopa	Perciformes	Sparidae	*Spondyliosoma cantharus*
Herrera	Perciformes	Sparidae	*Lithognathus mormyrus*
Mugarra, mojarra *	Perciformes	Sparidae	*Diplodus annularis*
Salema, panchona-machete	Perciformes	Sparidae	*Sarpa salpa*
Dorada, sama zapata	Perciformes	Sparidae	*Sparus auratus*
Sargo, sargo blanco	Perciformes	Sparidae	*Diplodus sargus cadenati*
Seifía*	Perciformes	Sparidae	*Diplodus vulgaris*
Lagarto*	Aulopiformes	Synodontidae	*Synodus saurus*
Gallinita*	Tetraodontiformes	Tetraodontidae	*Canthigaster capistratus*
Tamboril	Tetraodontiformes	Tetraodontidae	*Sphoeroides marmoratus*
Crustáceos			
Cangrejo ermitaño*	Decapoda	Diogenidae	*Dardanus callidus*
Moluscos			
Pulpo	Octopoda	Octopodidae	*Octopus vulgaris*

Tabla 2. Agregación estimada mediante el índice de Lloyd (X^*). Número promedio de individuos que compartieron la unidad de muestreo y la proporción a la cual la media de agregación excedió la media de densidad estacional esperada.

Estación	X^*	Agregación
Primavera 1998-99	1,74	6,48
Verano 1998-99	2,08	10,45
Otoño 1998-99	1,75	11,88
Invierno 1998-99	1,70	7,58
Primavera 2003-04	3,63	5,87
Verano 2003-04	0,94	6,23
Otoño 2003-04	1,44	5,35
Invierno 2003-04	0,66	2,55

4.2. Abundancia relativa y distribución.

Durante la campaña de pesca 1998-99, los valores de abundancia relativa variaron desde 0,55 individuos/nasa/día, en verano, a 0,31 individuos/nasa/día, en otoño. Sin embargo, en el periodo 2003-04, el rendimiento máximo fue 0,40 individuos/nasa/día, en invierno, y el mínimo fue 0,13 individuos/nasa/día, en verano. No se observaron diferencias significativas entre los rendimientos globales estimados durante ambos periodos (Mann-Withney test, U = 836165,0; Z = -0,879; P = 0,38).

Al comparar ambas campañas por estación y cuadrante geográfico, se observó que los rendimientos obtenidos durante el periodo 1998-99 fueron superiores a los registrados en el periodo 2003-04 (Wilcoxson matched pair test, Z=2,101; P = 0,04). Las diferencias estuvieron centradas en primavera y verano (Wilcoxson matched pair test, Z=2,718, P = 0,007), tanto en abundancia como en la distribución. No obstante, en otoño e invierno, la única variación se observó en la distribución espacial de las capturas (Fig. 7).

En el periodo 2003-04 se observó un desplazamiento de rendimientos máximos hacia zonas más alejadas de la costa y a mayor profundidad (Figs. 8 y 9).

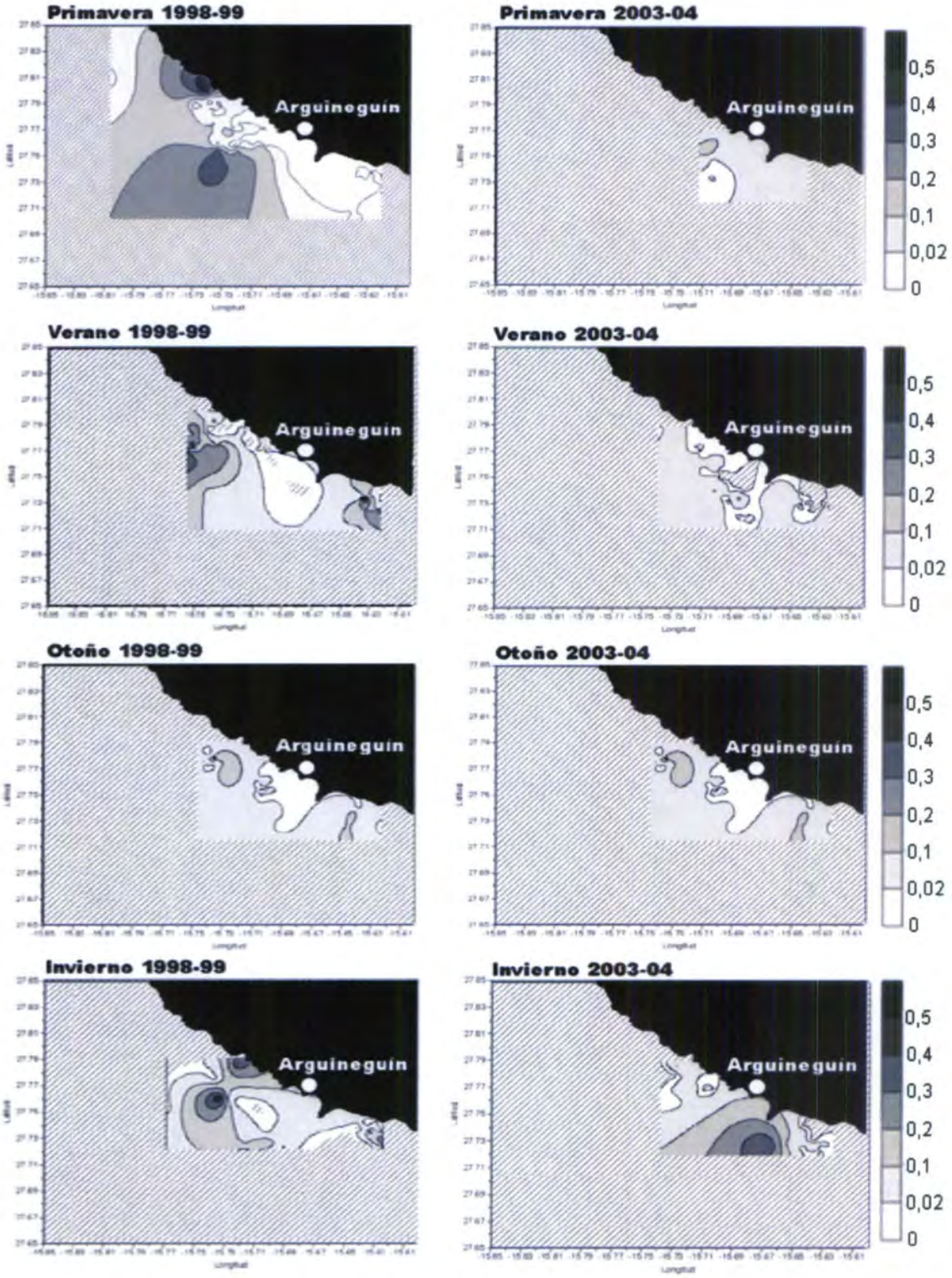

Figura 7. Distribución espacial de los rendimientos obtenidos estacionalmente de *Sepia officinalis* durante las campañas de pesca de 1998-99 y 2003-04 en la zona de pesca adyacente al puerto de Arguineguín.

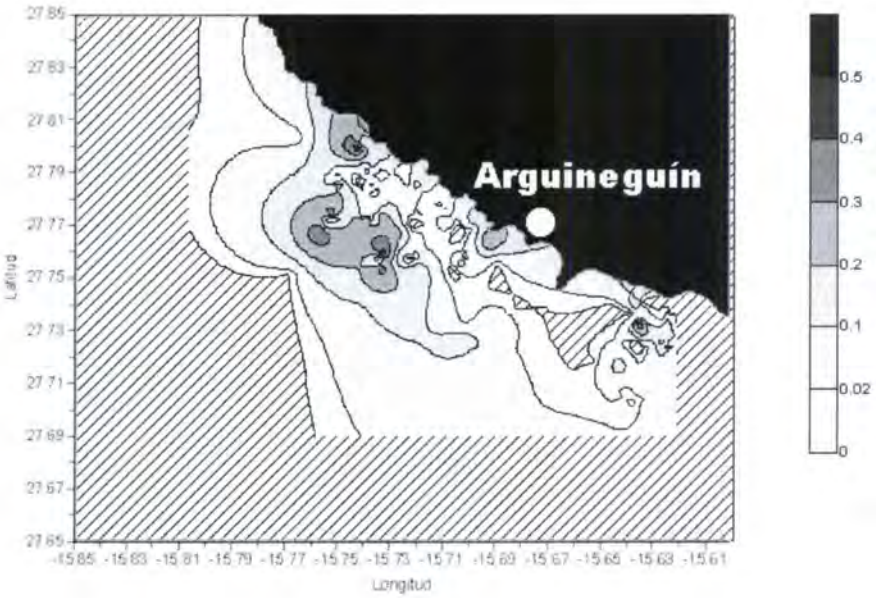

Figura 8. Distribución espacial del rendimiento de *Sepia officinalis* obtenido durante el periodo 1998-99 en la zona de pesca adyacente al puerto de Arguineguín.

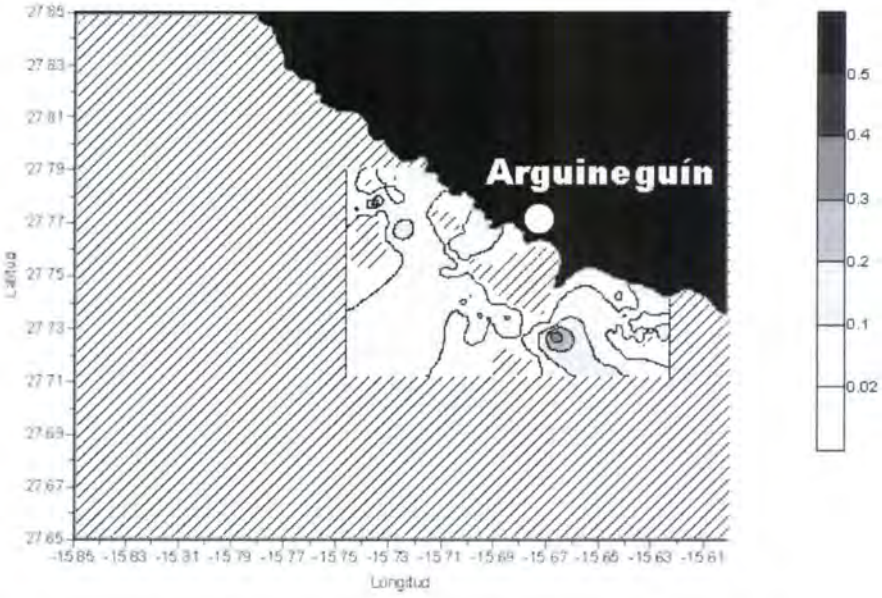

Figura 9. Distribución espacial del rendimiento de *Sepia officinalis* obtenido durante el periodo 2003-04 en la zona de pesca adyacente al puerto de Arguineguín.

4.3. Reclutamiento al arte de pesca.

Durante el periodo 1998-99, los valores de LDM oscilaron entre 7,0 y 25,0 cm; mientras que durante el periodo 2003-04 variaron entre 9,3 y 24,5 cm. No se observaron diferencias significativas entre ambas campañas de pesca en la frecuencia de tallas (Wilcoxson matched pair test, $Z = 0,926$; $p > 0,05$).

Se observó una tendencia de aumento de la talla de los individuos a lo largo del año a partir del momento de la captura de la LDM mínima. Contrastando ambos periodos mediante un análisis no paramétrico de la covarianza (Young y Bowman, 1995), se determinó que las tendencias observadas fueron similares (test de igualdad de líneas; $h = 0,535$; $p < 0,286$). Sin embargo, la talla mínima de captura se obtuvo en el mes de julio durante la primera campaña (Fig. 10), y en el mes de agosto durante la segunda (Fig. 11).

En los dos periodos se observaron dos cohortes mensuales, cuyos valores medios, de un mes al siguiente, se ajustaron a una función potencial.

En la campaña de pesca 1998-99, la primera cohorte mensual se inició a partir del mes de junio de 1998 y su proyección se extendió hasta junio de 1999 ($R^2 = 0,83$). La segunda cohorte se observó entre julio de 1998 y junio de 1999 ($R^2 = 0,73$) (Fig. 12). En el periodo 2003-04, se observó una cohorte a partir del mes de agosto de 2003 hasta mayo de 2004 ($R^2 = 0,39$) y otra de agosto de 2003 hasta junio de 2004 ($R^2 = 0,95$) (Fig. 13).

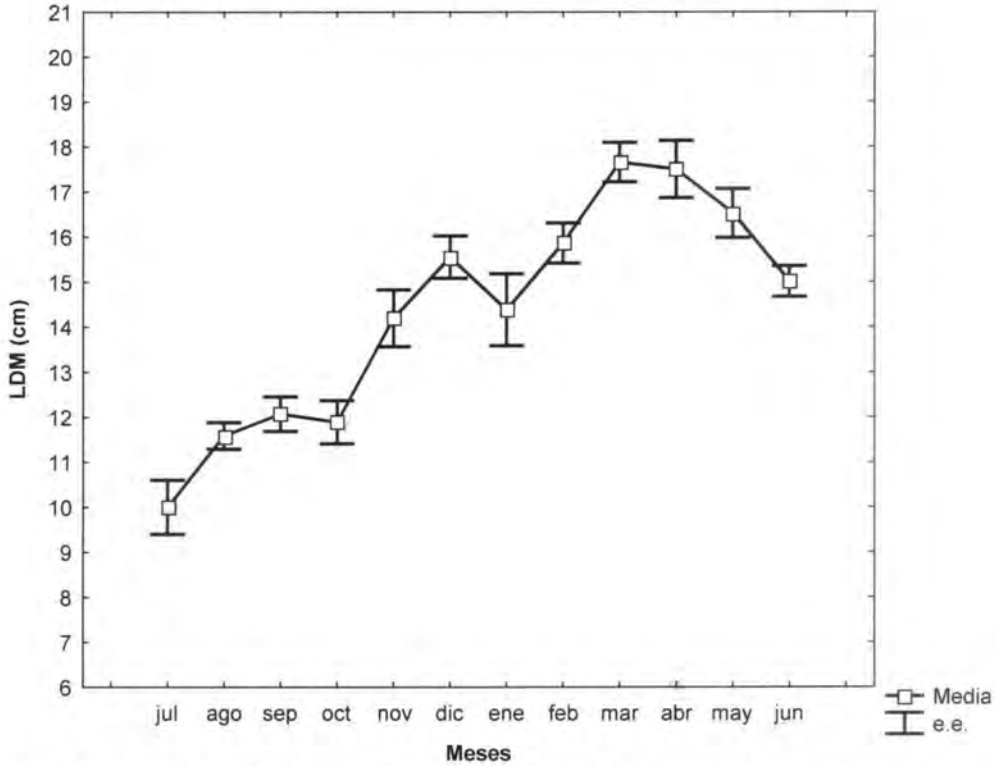

Figura 10: Tallas medias mensuales de ejemplares capturados en el periodo 1998-99 en la zona de Arguineguín.

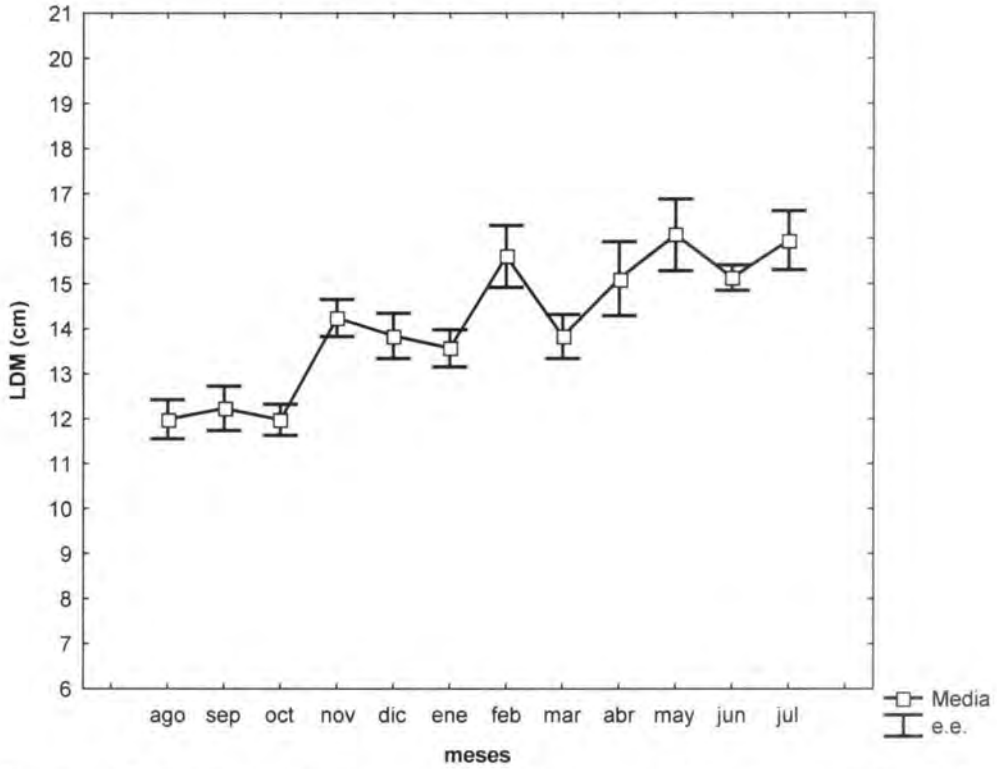

Figura 11: Tallas medias mensuales de ejemplares capturados en el periodo 2003-04 en la zona de Arguineguín.

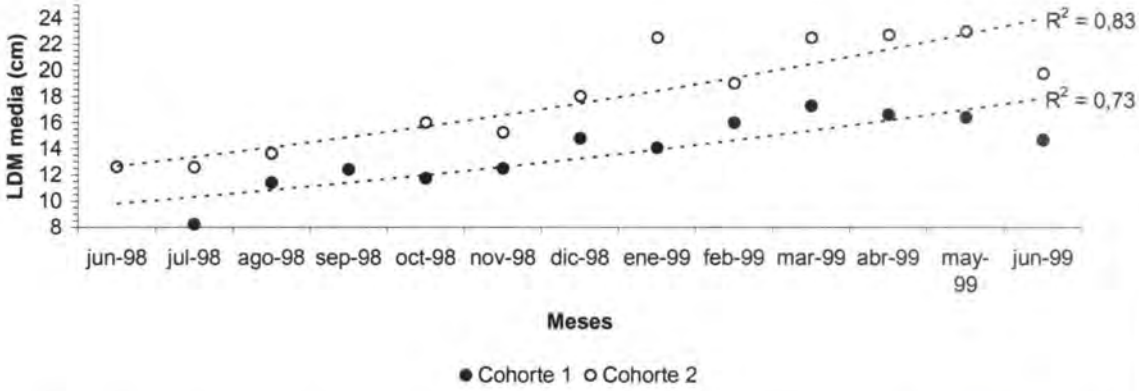

Figura 12. Progresión de los valores medios mensuales de las cohortes estimadas para el periodo 1998-99 en la zona de Arguineguín.

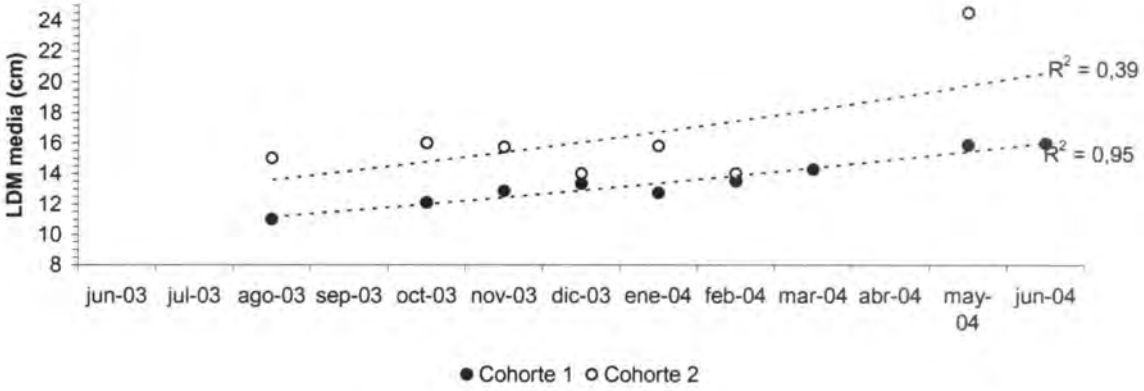

Figura 13. Progresión de los valores medios mensuales de las cohortes estimadas para el periodo 2003-04 en la zona de Arguineguín.

4.4. Variación temporal de la talla de primera madurez sexual (TPM).

La talla de primera madurez sexual para el periodo 1998-99 fue estimada en 14,3 cm para los machos y 14,5 cm para las hembras, en tanto que para el periodo 2003-04 fue de 14,6 cm para los machos y 14,4 cm para las hembras. A partir de esto se determinó que el 58 y el 62 % de los ejemplares capturados tenían tallas inferiores a estos valores en uno y otro periodo, respectivamente (Figs. 14 y 15).

Se observaron diferencias significativas en las curvas de crecimiento estimadas para los ejemplares capturados en los dos periodos (Friedman y Kendall ANOVA = 12,13; $p < 0,05$). Las diferencias estuvieron condicionadas por las hembras capturadas en el periodo 2003-04.

En el periodo 1998-99, la cohorte 1 alcanzó la TPM en el mes de agosto de 1998, la cohorte 2 en el mes de febrero de 1999. Entre ambas cohortes se detectó una diferencia de seis meses, la primera en la estación de verano y la segunda en la estación de invierno (Fig. 12).

En el periodo 2003-04, la TPM se alcanzó a finales del mes de septiembre de 2003 para la cohorte 1 y en el mes de marzo de 2004 para la cohorte 2. El bajo valor del coeficiente de correlación de la primera cohorte puede deberse a que los datos recabados en los meses de septiembre de 2003, marzo y abril de 2004 fueron insuficientes. Al igual que antes, ambas cohortes alcanzaron la TPM con un desfase de seis meses, la primera a finales de verano y la segunda en invierno (Fig. 13).

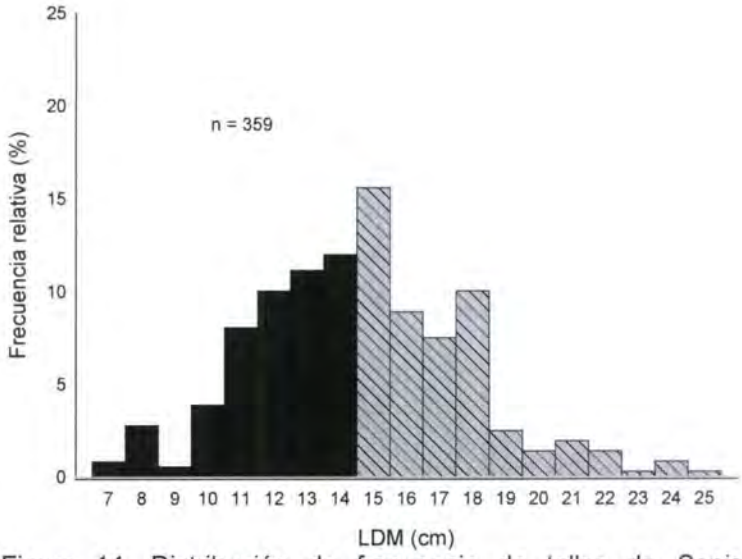

Figura 14. Distribución de frecuencia de tallas de *Sepia officinalis* durante el periodo 1998-99 en la zona de Arguineguín. Las barras negras indican la fracción de ejemplares de tallas inferiores a laTPM.

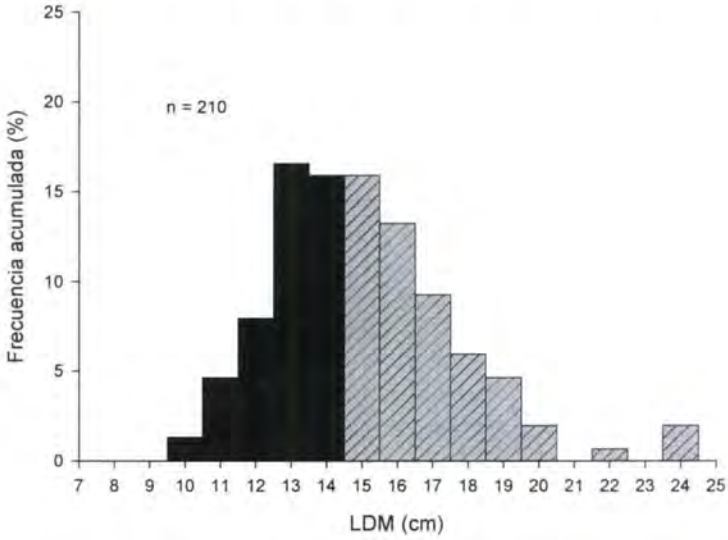

Figura 15. Distribución de frecuencia de tallas de *Sepia officinalis* durante el periodo 2003-04 en la zona de Arguineguín. Las barras negras indican la fracción de ejemplares de tallas inferiores a la TPM.

4.5. Efecto de la temperatura en el reclutamiento.

Al analizar los datos de temperaturas medias mensuales del agua de mar, se observaron diferencias significativas entre el primer y segundo periodo de estudio, siendo las de 1998-99 algo más bajas en todos los meses excepto en febrero y marzo (Sign test, Z = 2,02; P = 0,043), (Fig. 16).

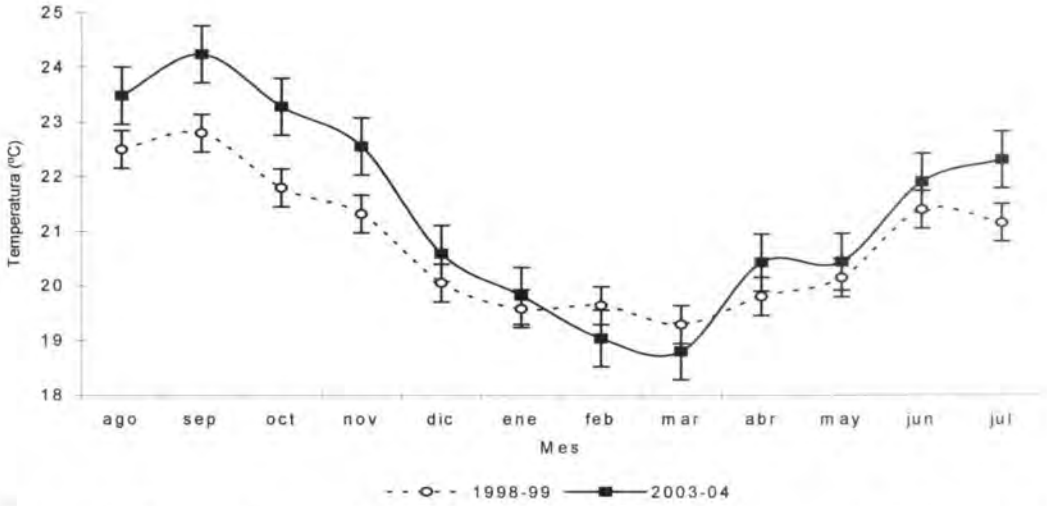

Figura 16. Temperatura media mensual del agua de mar tomada en el caladero de pesca durante el periodo de estudio.

Se detectó una relación inversa entre el tamaño de los ejemplares capturados y los valores de temperaturas medias mensuales. Por una parte, se observaron correlaciones significativas entre el tamaño de los ejemplares capturados y la temperatura promedio mensual en ambos periodos (Coeficiente de correlación de Spearman = 0,475; $p < 0,05$, para 1998-99; Coeficiente de correlación de Spearman = 0,534; $p < 0,05$, para 2003-04). Por otra, los ejemplares capturados durante la campaña de pesca 1998-99 fueron significativamente más grandes que los capturados durante 2003-04 (Mann–Whitney test, U = 16371; Z = -2589; $p < 0,05$), con tasas medias de crecimiento significativamente diferentes (Friedman y Kendall ANOVA = 36,00; $p < 0,05$). Las magnitudes de las tasas de crecimiento de los ejemplares capturados en el periodo 1998-99 fueron más bajas que en periodo 2003-04 (Fig. 17).

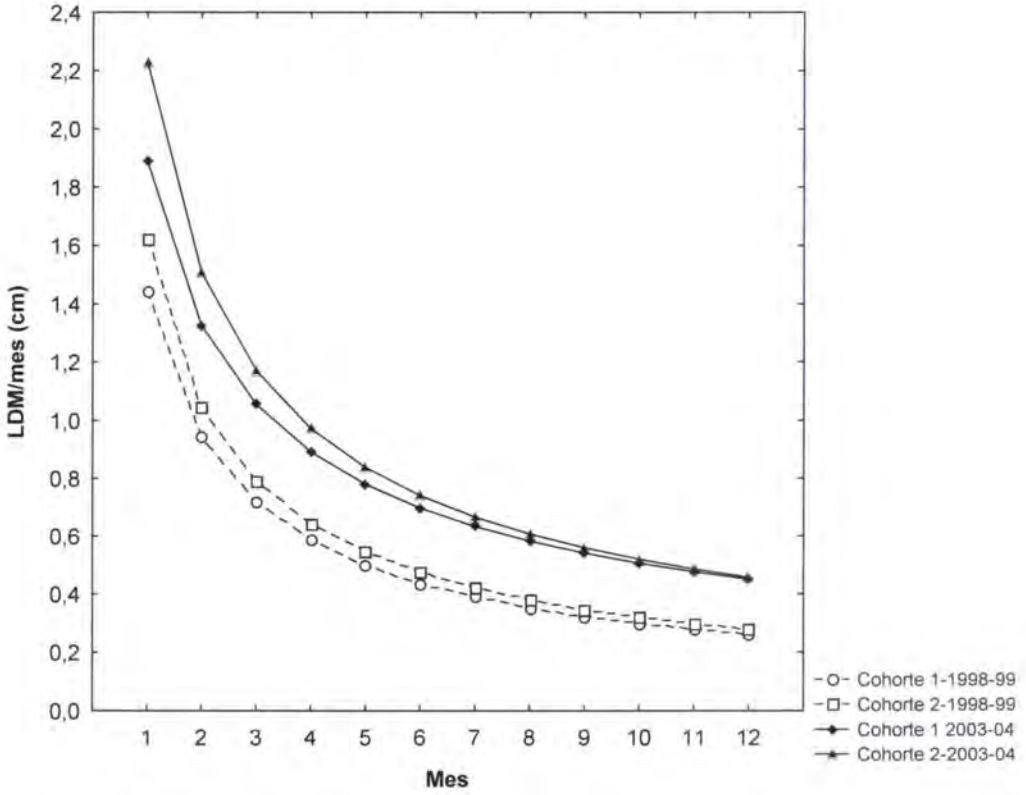

Figura 17. Tasas de crecimiento mensual estimadas para los ejemplares capturados en la zona de Arguineguín durante el estudio.

4.6. Factores físicos y ecológicos condicionantes de las capturas.

De las variables medidas, sólo la profundidad y el tiempo de reposo de las nasas mostraron correlación lineal con las capturas, a diferencia de la salinidad, temperatura e intensidad del viento (Análisis de regresión múltiple por pasos, $R^2 = 0,25$; $F = 4,82$; e.s. = 0,120; $p < 0,01$, para la profundidad y $R^2 = 0,23$; $F = 42,43$; e.s. = 0,122; $p < 0,01$, para el tiempo de reposo). De esta manera, a mayor profundidad y tiempo de reposo, mayor abundancia de *Sepia officinalis* en las capturas.

El tiempo de reposo estuvo condicionado, a su vez, por la intensidad del viento, pues a mayor intensidad del viento se observó mayor periodo de permanencia del material de pesca en el agua (Coeficiente de correlación de Spearman = 0,244; $p < 0,01$).

La intensidad del viento también condicionó las variaciones en la temperatura del agua, observándose una disminución de la temperatura al aumentar la intensidad del viento (Coeficiente de correlación de Spearman = -0,67; $p < 0,01$)

Sepia officinalis mostró niveles significativos de correlación con la variable rendimiento de especies acompañantes (Coeficiente de correlación de Spearman = 0,231; $p < 0,05$) y no con la riqueza de especies (Coeficiente de correlación de Spearman = -0,053; $p > 0,05$), a pesar de su proximidad (Figs. 18 y 19).

Así también, estuvo más ligada a los fondos arenosos en distintos rangos de abundancia relativa, y fue particularmente más abundante en las nasas cubiertas de algas y/o sedimentos (Fig. 20).

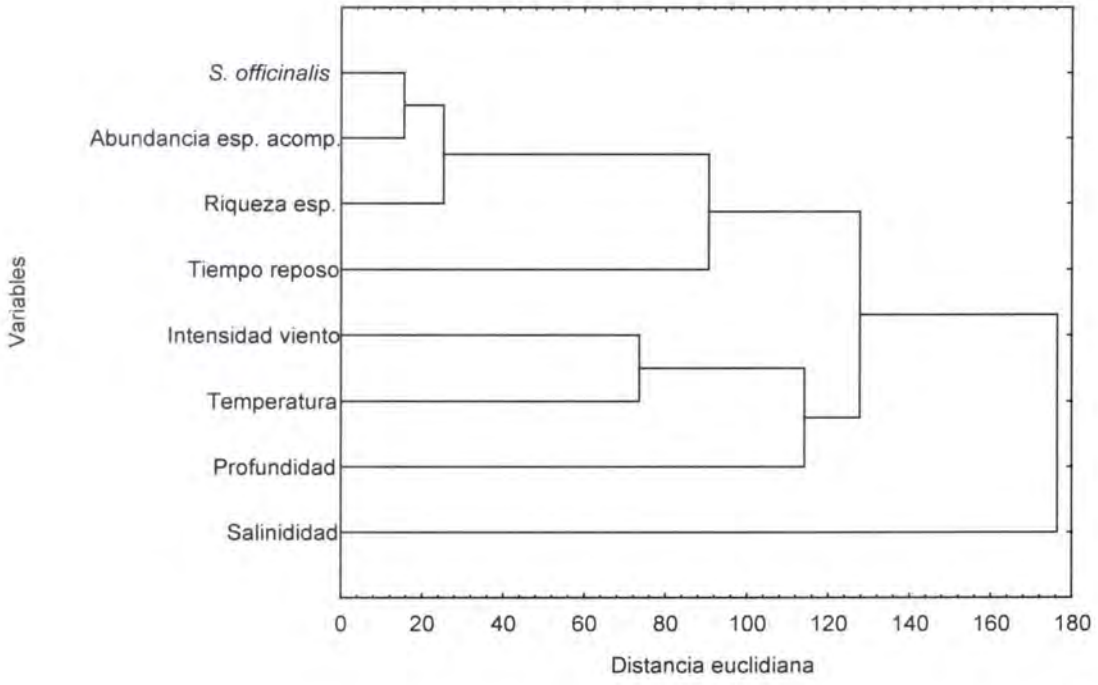

Figura 18. Dendrograma de similitud representando la distancia entre las diversas variables medidas y *Sepia officinalis*.

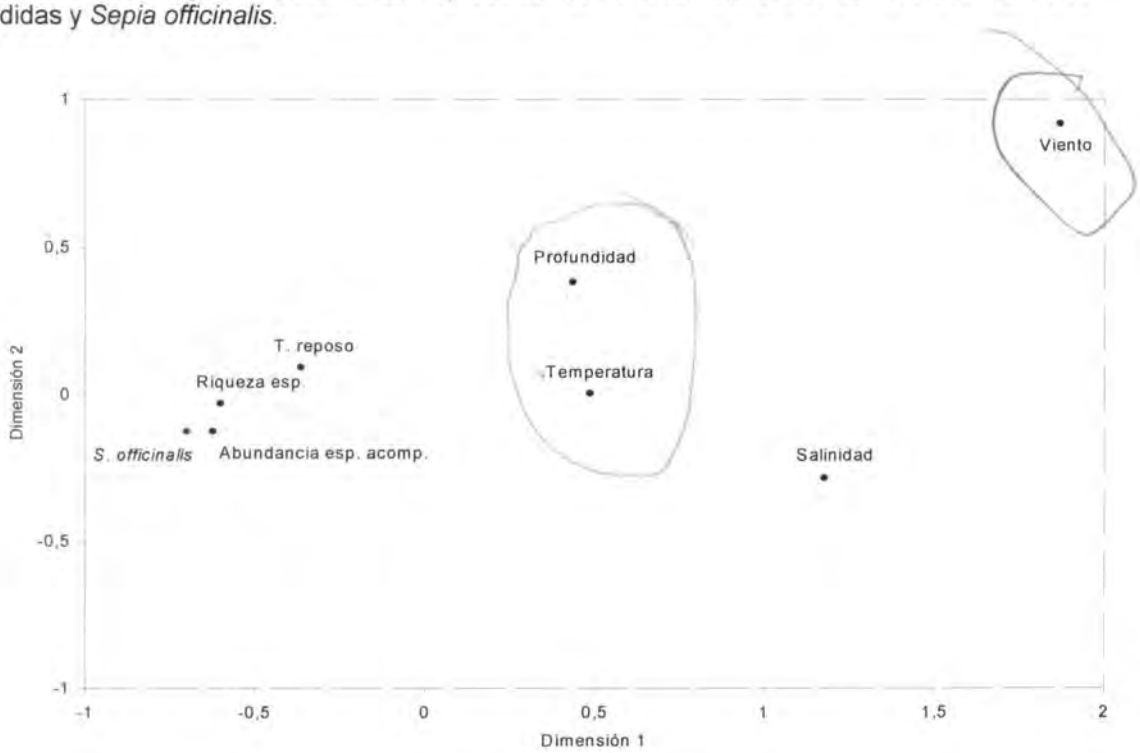

Figura 19. Distancia entre *Sepia officinalis* y variables físicas y ecológicas a través de un análisis de escalamiento multidimensional (MDS). Stress: 0,02.

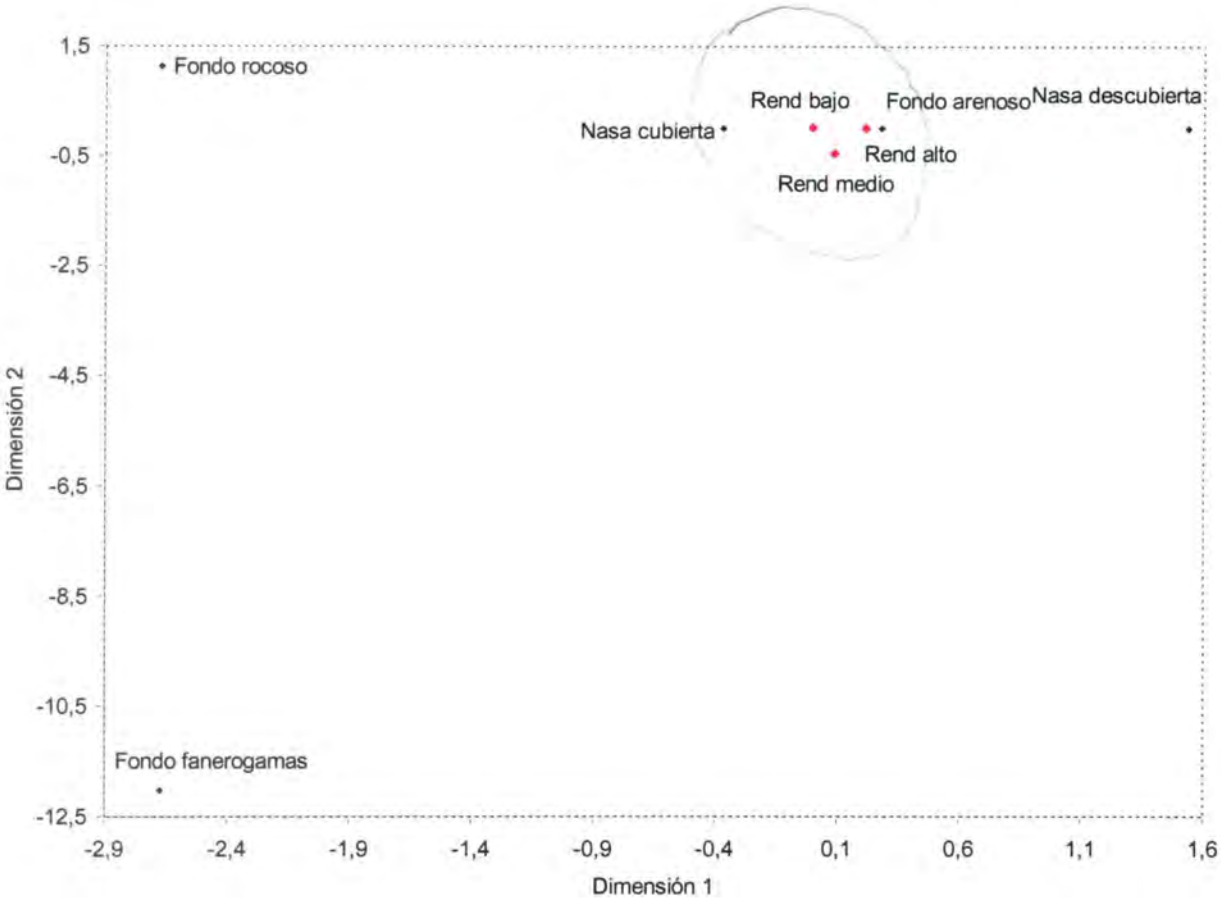

Figura 20. Análisis de correspondencia entre los distintos rendimientos de *Sepia officinalis* y las variables tipo de fondo y cobertura de algas o sedimentos en las nasas.

5. Discusión.

La pesquería artesanal con nasa que se desarrolla al suroeste de Gran Canaria no esta específicamente orientada a los cefalópodos, aunque éstos poseen un importante atractivo económico. Su representatividad en las capturas es baja, lo cual puede haber condicionado en cierta medida los resultados obtenidos. Sin embargo, esta carencia ha sido en parte compensada con la extensión temporal en la colecta de datos y por el hecho de que las pescas no estuvieron especialmente dirigidas hacia algún atributo particular de la especie en cuestión, minimizando el sesgo en el muestreo y en la información obtenida. Es decir, en este caso la información fue prácticamente recopilada en forma aleatoria en el caladero de pesca más importante de la Isla (Bas *et al.*, 1995).

Se estimó que las 10 embarcaciones que faenaron en el lugar, calan diariamente 2.750 nasas, lo que coincide con lo expuesto por Hernández García *et al.* (1998). Es preciso señalar, a este respecto que la Ley de Pesca de Canarias, vigente hasta la primera mitad de 2005, fijaba un umbral máximo inferior algo más de 10 veces.

Las capturas en el área de pesca estuvieron principalmente condicionadas por las características del método utilizado. Éste presentó limitaciones relacionadas con la capacidad de alojamiento de nasas en las embarcaciones, impidiendo realizar actividades a mayores profundidades y más lejos de la costa. Se observó además, una intención de ahorro de combustible y tiempo, reflejado en las ganancias netas finales obtenidas por los pescadores. Por ello, y entre otros motivos, en el caladero sólo se realizaron actividades pesqueras comerciales a pequeña escala, principalmente de carácter familiar.

Durante gran parte del año, la pesca de *Sepia officinalis* con nasa parece estar condicionada por las características de la especie (Boal, 1996; Adamo y Hanlon, 1996), ya que su abundancia por unidad de superficie y su

distribución espacial dependieron de la capacidad generadora de recursos del hábitat (Krebs y Davies, 1993), y en éste caso, la nasa contribuyó artificialmente a la generación de tales recursos.

A pesar de que el uso de una unidad de muestreo como la nasa pudiera inducir a estimaciones sesgadas del patrón de distribución espacial, ya que funcionó como un instrumento de atracción, ésta no alteró la distribución de los individuos en el entorno geográfico. Los ejemplares capturados pudieron verse atraídos hacia ella, bien porque funcionó como una instancia para acceder a potenciales presas, bien porque respondería a sus necesidades reproductoras, ya sea porque las hembras hayan reconocido superficies apropiadas para desovar, teniendo en cuenta que el tipo de fondo era arenoso (se han encontrado puestas en las nasas, especialmente durante la estación de verano), o bien porque los machos reconocieran una instancia para el apareo. En todo caso, al ser utilizado el mismo método de pesca en ambos periodos, los resultados obtenidos son indicativos de las variaciones poblacionales y de distribución geográfica experimentados por la especie.

Las abundancias obtenidas por cuadrante geográfico durante la campaña de pesca 2003-04 fueron inferiores a las de la campaña 1998-99, con un desplazamiento de los valores más altos hacia zonas más alejadas de la costa, a profundidades superiores a 50 m. Esto pudo ser consecuencia de factores físicos y climáticos o bien por el impacto provocado por la sobrepesca en zonas más someras, cuyo papel ha sido más difícil de definir en este trabajo. Bellido *et al.* (2001) demostraron que las poblaciones de cefalópodos capturados con trampas experimentaron variaciones geográficas estacionales en sus rangos de distribución, debido a factores ambientales como la temperatura superficial del agua de mar, presión atmosférica, flujo solar, dirección y velocidad del viento.

Es necesario disponer de series cronológicas de capturas más extensas para observar posibles variaciones en el estado de la población de *Sepia officinalis* relacionados con el crecimiento y la madurez sexual. Por efecto de la

sobrepesca, se espera una adaptación de la población a alcanzar estados de madurez a menores tallas y mayores tasas de crecimiento, conocido como sobrepesca genética (Guerra Sierra y Sánchez Lizaso, 1998); sin embargo la información obtenida fue insuficiente para probar ésta hipótesis.

Es probable que la temperatura no sólo haya afectado a la distribución de *Sepia officinalis*, sino también a su fisiología, de manera que su nivel de actividad se incrementó cuando la temperatura aumentó. Este incremento de actividad conllevó un aumento en las tasas metabólicas. El efecto de la temperatura se apreció en el tamaño final que alcanzaron los individuos, de tal manera que los animales criados en rangos más fríos mostraron tallas finales mayores. Es decir, los animales que nacieron en el periodo más frío mostraron tasas de crecimiento inferiores a los que nacieron en el periodo más cálido. Esto coincidió plenamente con lo apuntado por Forsythe, (1993), O'Dor *et al.* (2002), Katara y Palialexis (2003), y Pierce y Boyle (2003).

La definición de las clases modales anuales en cefalópodos ha sido siempre muy dificultosa (Boyle, 1983; Guerra y Castro, 1988); no obstante, en la zona de influencia de la flota pesquera de Arguineguín se observó un ciclo, más o menos anual, a partir de tallas superiores a 7,0 cm de LDM, con dos cohortes bien definidas a lo largo del año. Este patrón fue ligeramente dispar, en términos de reclutamiento al arte, así como en el momento de alcanzar la TPM por parte de cada cohorte identificada (alrededor de seis meses). Las diferencias estuvieron probablemente marcadas por el efecto de la temperatura del agua de mar sobre el tamaño de los individuos y las respectivas tasas de crecimiento de cada cohorte (Richard, 1971; Forsythe, 1993; O'Dor *et al.* 2002; Katara y Palialexis, 2003; Pierce y Boyle, 2003). Además, no se capturaron individuos muy pequeños, ni se observaron indicios que permitieran plantear la probabilidad de segregación espacial por tallas o sexos, o bien desplazamientos estacionales de ejemplares desde o hacia zonas más profundas. Sin embargo, si se constató que los meses de junio, julio y agosto son decisivos en el ciclo vital de la especie, con un claro relevo generacional en la población.

El desfase temporal, tanto en el reclutamiento al arte como en la talla de primera madurez sexual observado entre ambas campañas, puso en evidencia la alta sensibilidad de *Sepia officinalis* a las oscilaciones térmicas, incluso en rangos de alrededor de 1 °C. Esto concuerda con los estudios realizados por Pecl (2004) con otras especies de cefalópodos en aguas de Tasmania. Igualmente, Richard (1971) y Forsythe y Van Heukelem (1987) observaron que individuos de *S. officinalis* criados en cautividad a 25 °C presentaron una talla final inferior que los criados a temperaturas más bajas (15 °C).

La talla de primera madurez sexual fue de 14,3 cm para los machos y 14,5 cm para las hembras en el periodo 1998-99, reflejando que durante el primer periodo los machos maduraron a tallas inferiores que las hembras, aunque no significativamente (Wlcoxon matched pair test; $Z = 0,166$; $p > 0,05$). Mangold-Wirz (1963), Boletzky (1983) y Guerra y Castro (1988) también lo observaron en términos de que las hembras maduran después que los machos. En contraposición, en el periodo 2003-04 los machos maduraron a los 14,6 cm y las hembras lo hicieron a los 14,4 cm con valores de crecimiento significativamente diferentes (Wlcoxon matched pair test; $Z = 0,731$; $p < 0,05$), lo que denotaría que la información fue insuficiente, o que probablemente pudiera haber una adaptación estratégica de la especie respondiendo a ciertos estímulos como la sobrepesca, o un alza en las temperaturas medias. No obstante, es necesario disponer de más información para confirmar tal planteamiento.

Las tallas de madurez sexual para ambos sexos fueron notoriamente mayores que las observadas en otras zonas relativamente próximas, como el noroeste peninsular ibérico, donde los machos maduraron a los 6,0 cm de longitud del manto y las hembras a 8,0 cm (Guerra y Castro, 1988). Al suroeste de Gran Canaria, la madurez se alcanzó en promedio a los 14,4 y 14,5 cm de LDM, en los dos periodos, respectivamente. Sin descartar el posible efecto distorsionador del aparejo de pesca empleado en Gran Canaria, es probable que estas diferencias hayan estado muy relacionadas con factores ambientales, y sobre todo con la temperatura del agua del mar. La hipótesis se

refuerza aún mas al tener en consideración los datos de Tirado-Narváez *et al.*, (2003) para las costas andaluzas. Estos autores encontraron tallas de primera madurez muy cercanas a las proporcionadas en este estudio (13,0 cm para los machos y de 14,0 cm para las hembras), lo cual apuntaría hacia la idea de la influencia de factores geográficos y latitudinales sobre el desarrollo de estos cefalópodos, al tiempo que permitiría confirmar la condición de especie euriterma para *Sepia officinalis,* con una amplia gama de adaptaciones propias a cada uno de los ambientes en que se encuentra (Guerra y Castro, 1988).

Por otro lado, resulta evidente el papel que jugaron los factores físicos en condicionar la actividad pesquera, especialmente aquéllos que ocasionaron una prolongación del tiempo de calado de las nasas (*e.g.* el viento), mostrando una lógica linealidad con respecto a los rendimientos, con mayores capturas a mayor tiempo de calado. Igualmente, se observó una relación lineal positiva entre las capturas de *Sepia officinalis* y la profundidad. Hasta cierto punto es de esperar que, en una zona donde la presión pesquera sea constante, los valores de CPUE sean más altos hacia los límites del caladero, donde el arte de pesca es menos eficaz y su manejo más dificultoso.

Sin embargo, y a pesar del claro papel que jugaron los factores físicos en la abundancia y en la efectividad de las acciones de pesca, las capturas de *Sepia officinalis* parecieron estar principalmente condicionadas por la abundancia de las especies acompañantes (Tabla 1), más que por la temperatura (dentro de los rangos observados) y el resto de parámetros medidos (velocidad del viento y salinidad).

6. Conclusiones.

- *Sepia officinalis* no fue importante en las capturas mediante la utilización de nasas como aparejo de pesca, no obstante las pescas fueron realizadas prácticamente al asar favoreciendo la estimación de distribución y abundancia.

- La disminución de abundancia de *Sepia officinalis* durante la campaña de pesca 2003-04 con relación a la campaña 1998-99 y el desplazamiento de los valores más altos hacia zonas de distribución más alejadas de la costa parecen responder al efecto causado por factores físicos y climático o por la sobrepesca, aunque esto último fue más difícil de definir.

- La TPM fue significativamente diferente en los dos periodos estudiados, aunque las diferencias estuvieron condicionadas por las hembras capturadas en el periodo 2003-04, probablemente respondiendo a insuficiencia de información, o a una adaptación estratégica frente a la sobrepesca, o bien por un alza en las temperaturas medias.

- El efecto de la temperatura fue preponderante sobre el tamaño final que alcanzaron los individuos, de tal manera que los criados en rangos más fríos mostraron tallas finales mayores y tasas de crecimiento inferiores.

- Los meses de junio, julio y agosto parecen ser decisivos en el ciclo vital de la especie en el área en relación con su dinámica poblacional, denotando un claro relevo generacional.

- La definición de las clases modales anuales en cefalópodos ha sido siempre muy dificultosa; no obstante, en la zona de influencia de la flota pesquera de Arguineguín se observó un ciclo, más o menos anual, a partir de tallas superiores a 7,0 cm de LDM, con dos cohortes bien definidas a lo largo del año.

- La influencia de factores físicos asociadas a las características geográficas y latitudinales permitirían confirmar la condición de euriterma para *Sepia officinalis*.

- Entre los factores físicos condicionantes de las capturas, el tiempo de reposo y la profundidad están en relación directa con los rendimientos de pesca.

- Las capturas de *Sepia officinalis* parecieron estar principalmente condicionadas por la abundancia de especies acompañantes, más que la influencia de factores físicos como la temperatura, la velocidad del viento y la salinidad.

7. Referencias bibliográficas.

Adamo, S. A. y R. T. Hanlon. 1996. Do cuttlefish (cephalopoda) signal their intentions to conspecifics during agonistic encounters? *Animal Behaviour*. 52: 73-81.

Bas, C., J. J. Castro, V. Hernández-García, J. M. Lorenzo, T. Moreno, J. González Pajuelo y A. González-Ramos. 1995. *La pesca en Canarias y áreas de influencia*. Ediciones del Cabildo Insular de Gran Canaria, Las Palmas de Gran Canaria. 331 pp.

Bellido, J. M., G. Pierce y J. Wang. 2001. Modeling intra-annual variation in abundance of squid *Loligo forbesi* in Scottish waters using generalised additive models. *Fisheries Research*. 52. 23-39.

Boal, J. G. 1996. Absence of social recognition in laboratory-reared cuttlefish, *Sepia officinalis*. *Animal Behaviour*. 52: 529-537.

Boletzky, S. V. 1983. *Sepia officinalis*. In: P. R. Boyle (ed). *Cephalopods life cycles*. Vol. I. Species account. *Academic Press*, London. 31-52.

Boyle, P, R. 1983. *Cephalopods life cycles*. Vol. I. Species account. *Academic Press*, London. 475 pp.

Brito, A. 1991. Catálogo de los peces de las Islas Canarias. Francisco Lemus, Editor S. L. Tenerife. 230 pp.

Brito, A., P. Pascual, J. Falcón, A. Sancho y G. González. 2002. *Peces de las Islas Canarias. Catálogo comentado e ilustrado*. Francisco Lemus, Editor S. L. Tenerife. 419 pp.

Caddy, J. F. 1991. Daily rings on squid statoliths: an opportunity to test standard population models?. In: Jereb, P., S. Ragonese y S.v. Boletzky (Eds.), *Squid age determination using statoliths*. NTR-ITPP Special publication, 1: 53-66.

Cephbase 2005. Spacial Data* on Cephalopods. From Homepage www.Cephbase.utmb.edu Ultima visita: 23 de agosto 2005.

Clarke K. R. y R. Warwick. 1994. Similarity-based testing for community pattern: the 2-way layout with no replication. *Mar. Biol.* 118 (38): 167-176.

Denis V., J. Lejeune y J. P. Robin. 2002. Spatio-temporal analysis of commercial trawler data using general additive models: patterns of loliginid squid abundance in the north-east Atlantic. *Journal of Marine Science*, 59: 633–648.

FAO 2004. Total production 1970-2002. FAO Hompage (former FAO Yearbook of fisheries stadistic. "Catches and landings"). www.FAO.org. Ultima visita: 30 de diciembre de 2004.

Forsythe, J. W. 1993. A working hypothesis of how seasonal temperature change may impact the field growth of young cephalopods. In: *Recents advances in fisheries biology*. Okutani, T., O´Dor, R. K. y Kubodera, T. (eds.). *Tokai University Press*, Tokyo. pp. 133-143.

Forsythe, J. W. y W. F. Van Heukelem. 1987. Growth. In P. R. Boyle (ed). *Cephalopods life cycles*. Vol. I. Species account. *Academic Press*, London: 135-156.

Gobierno de Canarias. 2003. *Ley 17/2003, de 10 de abril, de Pesca de Canarias*. Consejería de Agricultura y Pesca. Gobierno de Canarias. 34 pp.

González Pajuelo, J. M. 1997. *La pesquería artesanal canaria de especies demersales: análisis y ensayo de dos modelos de evaluación*. Memoria tesis doctoral, Universidad de las Palmas de Gran Canaria. 347 pp.

Guerra, A. y B. Castro. 1988. On the life cycle of *Sepia officinalis* (Cephalopoda, Sepioidea) in the ria de Vigo (NW Spain). *Cah. Biol. Mar.*, 29: 395-405.

Guerra Sierra A. y J. L. Sanchez Lizaso. 1998. *Fundamentos de Explotación de Recursos Vivos Marinos*. Ed. Acribia. 249 pp.

Guerra, A., M. Pérez-Losada, F. Rocha y A. Sanjuán. 2001. Species differentiation of *Sepia officinalis* and *Sepia hierredda* (Cephalopoda: Sepiidae) based on morphological and allozyme analyses. *Mar. Biol Ass*. 81: 271-281.

Guerra, A. 1992. Mollusca, cephalopoda. En: *Fauna Ibérica*. Vol. 1. Ramos, M. A. et al. (Eds.). Museo Nacional de Ciencias Naturales. CSIC. Madrid. pp 327, 12 h lám.

Hatanaka. H. 1979. Geographical distributions of two species of *Sepia officinalis* Linneoff the northwest Coast of Africa. *FAO, CECAF-ECAF Series*, 78/II: 55-62.

Hernández García, V., J. J. Castro, A. Santana y E. Blanco. 1996. On the cephalops fishery off the southwest of Gran Canaria (Canary Islands, Spain). *International Council for Exploration of the Sea*. 8 pp.

Hernández García, V., J. L. Hernández López y J. J. Castro. 1998. The octopus (*Octopus vulgaris*) in the small-scale trap fishery off the Canary Islands (Central-east Atlantic). *Fisheries Research*. 35: 183-189.

Hofmann, E. E., y T. M. Powell. 1998. Environmental variability effects on marine fisheries four case histories. *Ecol. Applic.*, 8(1 Supp): 23–32.

Katara, I; y A. Palialexis. 2003. Relations among fisheries and environmental data in Greek seas using remote sensing and GIS.7th. Abstracts Hellenic Symposium on Oceanography and Fisheries, Chersonissos, Greece, 6-9 May. Perilipseis. p. 193.

Krebs, J. R. y N. B. Davies. 1993. *An introduction to behavioural ecology.* Blackwell Scientific Publications, (Ed.), Oxford. 420 pp.

Lloyd, M. 1967. Mean crowding. *J. Anim. Ecol.*, 36: 1-30.

Mangold-Wirz, K. 1963. Biologic des Céphalopodes bentiques et nectoniques de la Mer Catalane. *Vie et Milieu,* suppl. 13: 1-285.

Moltschaniwskyj, N. A. y P. Martínez. 1998. Effect of temperature and food levels on the growth and condition of juvenile *Sepia elliptica* (Hoyle 1885): an experimental approach. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology.* 229: 289–302.

O'Dor, R. K., S. Adamo, J. P. Aitken, Y. Andrade, J. Finn, R. T. Hanlon y G. D. Jackson. 2002. Currents as environmental constraints on the behavior, energetics and distribution of squid and cuttlefish. *Bulletin of Marine Science* 71(2): 601-617.

Pelc, G. T. 2004. The in situ relationships between season of hatching, growth and condition in the southern calamary, *Sepioteuthis australis. Marine and freshwater research.* 55 (4). 429-438.

Piatkowski, U., G. J. Pierce y M. Morais da Cunha. 2001. Impact of cephalops in the food chain and their interaction with the environment and fisheries: an overview. *Fisheries Research.* 52: 5-10.

Pierce, G. J. y P. R. Boyle. 2003. Empirical modelling of interannual trends in abundance of squid (*Loligo forbesi*) in Scottish waters. *Fisheries Research.* 59(3). 305-326.

Richard, T. 1971. Contribution à l'étude expérimentale de la croissance et de la maturation sexualle de *Sepia officinalis* L. (Mollusque, Céphalopode). Thése N° 243. Université Lille. France.

Roper, C.F.E. y M.J. Sweeney. 1981. *Cephalopods.* In: FAO species identification sheets for fishery purposes. Eastern 1981 central Atlantic, fishing areas 34,47 (in part); Fischer, G. Bianchi & W.B. Scott (ed.), W. Canada Funds-in-Trust. Ottawa, Dept. Fisheries and Oceans Canada, by arrangement with FAO of the United Nations. Vol.6. pág.var.

Roper, C. F. E., M. Sweeney y C. Nauen. 1984. *Cephalops of the World. An Annotated and Illustrated Catalogue of Species of Interest to Fisheries*. FAO Species Catalogue 3 (125). pp 47-49.

Tirado Narváez, C., A. Rodríguez de la Rúa Franch, Ma. A. Bruzón Gallego, J. L. López Linares, C. Salas Casanova e I. Márquez Pascual. 2003. *La reproducción del pulpo (Octopus vulgaris) y el choco (Sepia officinalis) en la costa andaluza. Junta de Andalucía. Consejería de Agricultura y Pesca*. Sevilla. 159 pp.

Young, S.G. y A. W. Bowman. 1995. Nonparametric analysis of covariance. B*iometrics*. 51. 920–931.