



ESTUDIO BIOLÓGICO DE LA CIGALA
Nephrops norvegicus (CRUSTACEA:
DECAPODA) EN AGUAS PORTUGUESAS

UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS
DE GRAN CANARIA
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA

**DIPLOMA ACREDITATIVO DE
ESTUDIOS AVANZADOS**

**ESTUDIO BIOLÓGICO DE LA CIGALA
Nephrops norvegicus (CRUSTACEA:
DECAPODA) EN AGUAS PORTUGUESAS**

Memoria presentada por la Licenciada en Ciencias de Mar
Dña. Olga Ayza Mascarell para la obtención del Diploma Acreditativo de
Estudios Avanzados por la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria

Las Palmas de Gran Canaria, Marzo 2010.

D. JOSÉ ANTONIO GONZÁLEZ PÉREZ, Doctor en Ciencias Biológicas,
Coordinador de Programas de Biología Pesquera el Instituto Canario de
Ciencias Marinas,

HACE CONSTAR:

Que la presente Memoria, titulada “Estudio biológico de la cigala *Nephrops norvegicus* (Crustacea: Decapoda) en aguas portuguesas”, ha sido realizada bajo su dirección junto con el Dr. Víctor Manuel Tuset Andújar, habiendo sido revisada y aceptada por ambos para la obtención del Diploma Acreditativo de Estudios Avanzados por la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.

Las Palmas, Marzo de 2010.

D. JOSÉ MARIO GONZÁLEZ PAJUELO, Doctor en Ciencias del Mar,
Profesor del departamento de Biología de la Universidad de Las Palmas de
Gran Canaria,

HACE CONSTAR:

Que es tutor de Dña. Olga Ayza Mascarell y que autoriza la presente Memoria, titulada “Estudio biológico de la cigala *Nephrops norvegicus* (Crustacea: Decapoda) en aguas portuguesas”, para la obtención del Diploma Acreditativo de Estudios Avanzados por la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.

Las Palmas, Marzo de 2010.

ÍNDICE

1. Introducción	6
2. Material y métodos	9
2.1. Equipos	9
2.2. Área de estudio	12
2.3. Muestreo a bordo	13
2.4. Análisis estadístico	13
<i>a) Distribución de frecuencias de talla</i>	13
<i>b) Estimación de parámetros de crecimiento</i>	14
<i>c) Sex ratio y talla de primera madurez</i>	14
3. Resultados	15
3.1. Distribución de frecuencias de talla	15
3.2. Estimación de parámetros de crecimiento	17
3.3. Sex ratio y talla de primera madurez	19
4. Discusión	22
5. Bibliografía	26

1. Introducción

La cigala *Nephrops norvegicus* (Linnaeus, 1758) (Pleocyemata, Astacidea, Nephropidae) es un crustáceo decápodo bentónico que habita en fondos fangosos de la plataforma y talud continental del Atlántico nororiental y Mediterráneo, entre 20 y 800 m de profundidad (Holthuis, 1987, 1991). Sobre sustratos finos y de fangos adherentes, los adultos construyen madrigueras como elemento de protección, especialmente para las hembras durante la época de reproducción (Farmer, 1975; Chapman *et al.*, 1985; Sardà, 1991; Aguzzi *et al.*, 2004).

En la época reproductora, las hembras ponen las larvas hacia la columna de agua situada sobre el sustrato en el que habitan. Éstas nadan libremente hasta asentarse sobre el fango para sobrevivir y ser reclutadas en la población adulta. Debido a procesos oceanográficos de advección, una fracción de la población de larvas puede desplazarse a otras zonas y asentarse en el fondo favoreciendo la dispersión de la población (Hill *et al.*, 1990) (Fig. 1).

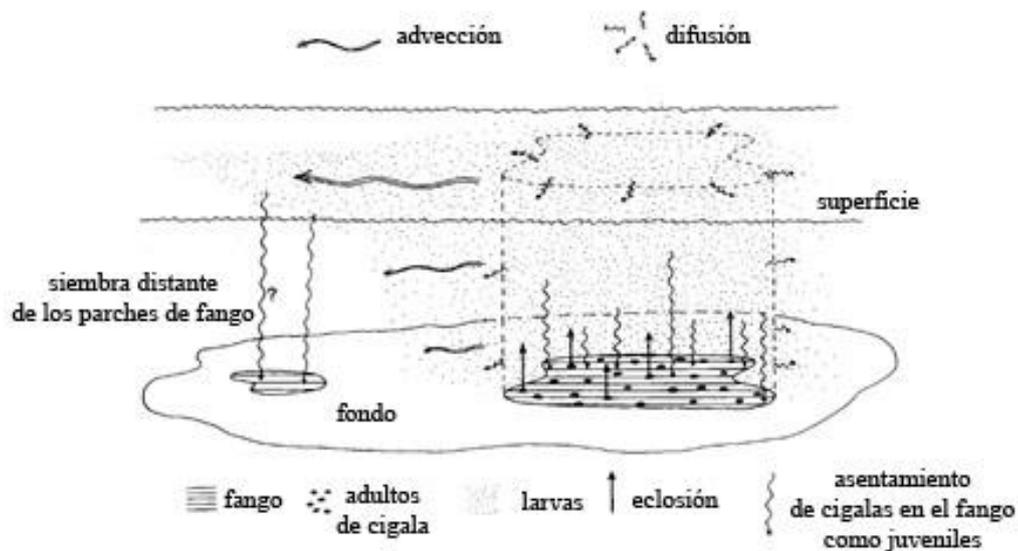


Figura 1. Esquema del asentamiento de larvas de cigala (adaptado de Hill *et al.*, 1990).

Esta especie tiene un elevado valor económico, alcanzándose descargas medias mundiales de unas 60.000 toneladas/año (Saila & Marchessault, 1980; Bianchini *et al.*, 1998).

El Grupo de trabajo en cigala del “International Council for the Exploration of the Sea (ICES WGNEPH)” se encarga de evaluar regularmente los stocks pesqueros. En los últimos años se ha detectado, de forma general, un descenso en la biomasa, reclutamiento y captura por unidad de esfuerzo. En el caso particular del stock de las aguas portuguesas, las capturas han disminuido desde 120 Kg/barco-día en 1989 hasta 50 Kg/barco-día en el periodo comprendido entre 1995 y 2003, manteniéndose más o menos constante a partir de entonces (ICES, 2004). A raíz de ello y con el fin de recuperar el stock, el WGNEPH propuso un TAC igual a cero en los años 2003-2005 y decidió acotar áreas de reproducción (ICES 2003, 2004, 2005; Fonseca *et al.*, 2007). Además, se propuso un plan de recuperación (STECF, 2004) en el periodo 2005-2010 para los stocks de merluza europea y cigala en las zonas CIEM VIIIc y CIEM IXa (EC Council Regulation No 2166/2005, 20 Diciembre de 2005). Dicho plan establece vedas temporales y zonales: prohibiendo la pesca durante periodos específicos en dos áreas concretas (01/06-31/08 y 01/05-31/08), y regulando la luz de malla cuando el área está abierta.

Entre septiembre de 2006 y enero de 2007, el Instituto Canario de Ciencias Marinas (ICCM) dirigió el seguimiento científico de una acción piloto de pesca experimental (APPE) con artes de arrastre en tres áreas de la costa portuguesa, siendo uno de los objetivos el estudio de las poblaciones de cigala, entre otras especies de interés comercial (Fig. 2).



Figura 2. Especies de interés comercial capturadas durante la campaña APPE 29/2005 con arte de arrastre.

Este trabajo proporciona información biológica de las unidades funcionales (UF) norte y central (27 y 28) del stock de cigala de Portugal continental referente a:

- a) Distribución de frecuencias de talla;
- b) Parámetros de crecimiento;
- c) Estructura de la población (sex ratio);
- d) Talla de madurez.

2. Material y métodos

2.1. Equipos

La campaña de investigación se desarrolló en el marco de la APPE 29/2005 subvencionada por la Secretaria General de Pesca Marítima (SGPM-MAPA), a bordo del arrastrero comercial “Atardecer” entre el 11 de septiembre de 2006 y el 8 de enero de 2007 (Fig. 3). Las características del buque son las siguientes: lista 3ª, matrícula VI-02, folio 2-98, código de llamada EASO, arqueo 109,17 TRB y 210,8 GT, eslora 22 m pp y 27,9 m total, manga 7,3 m, puntal 3,4 m, 430 CV de potencia motriz y casco de acero. El puerto base del buque es Marín (Pontevedra).



Figura 3. Arrastrero comercial “Atardecer”.

El arte de arrastre comercial empleado (Fig. 4) presentó las siguientes particularidades: puertas rectangulares tipo Viking, abertura vertical de red entre 2,8 y 4 m y abertura horizontal entre calones de 16-18 m. Los lances se alternaron con dos tipos

de copo, malla romboidal de 70 y de 90 mm de luz, realizando un número similar de operaciones de pesca con cada uno de ellos. La duración de los lances fue de 4 horas por término medio.



Figura 4. Maniobra de levada de un lance nocturno a bordo del M/P “Atardecer”.

En la zona central del área de experimentación (ver apartado siguiente), se insertó un dispositivo de escape de juveniles en el arte de arrastre. Dicho dispositivo consistió en una “ventana” de 2 m de longitud y malla cuadrada de 110 mm de abertura interior, que fue cosido en todo el perímetro del cazarete (extremo posterior de la sección cónica de la red de arrastre, inmediatamente por delante de la sección cilíndrica formada por la manga y el copo). La forma de inserción del mecanismo significó el intercalado de malla cuadrada (“atravesada”) entre las mallas romboidales del cazarete central y la manga (Fig. 5).

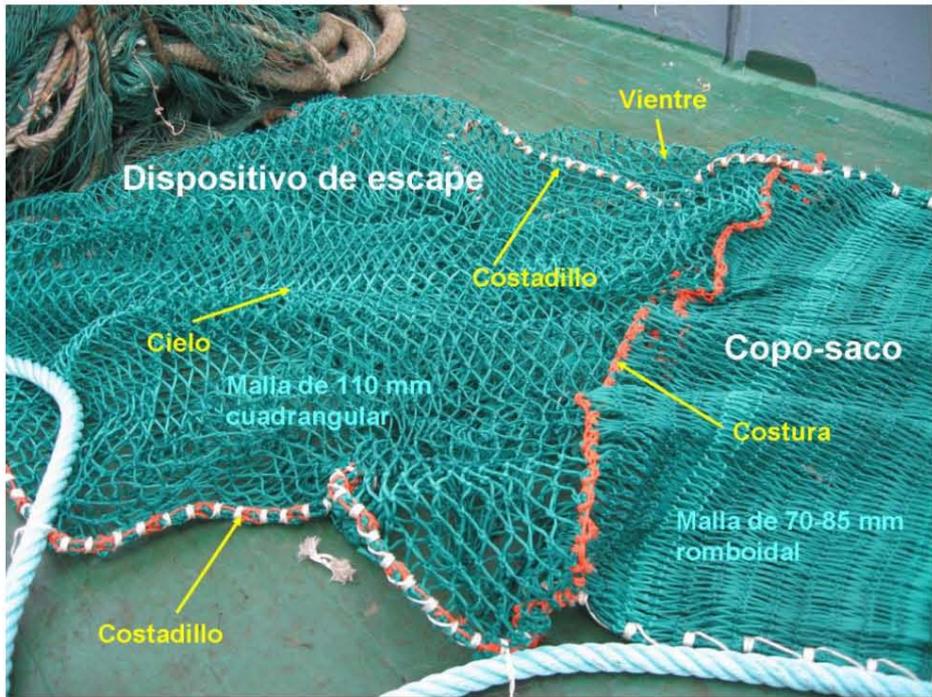


Figura 5. Pescador insertando el dispositivo de escape de juveniles y características del mismo.

2.2. Área de estudio

La zona de pesca experimental estuvo comprendida entre las desembocaduras del río Miño y del río Guadiana y entre las isobatas de 111 y 852 m de profundidad. Esta zona marítima fue subdividida en 3 sectores: Portugal norte (desde río Miño hasta cabo Carvoeiro, aproximadamente entre 41°55'N y 39°25'N), Portugal central (desde cabo Carvoeiro hasta cabo Sardão, aproximadamente entre 39°25'N y 37°25'N) y Portugal sur (desde cabo San Vicente hasta la desembocadura del río Guadiana, aproximadamente entre 09°10'O y 07°20'O).

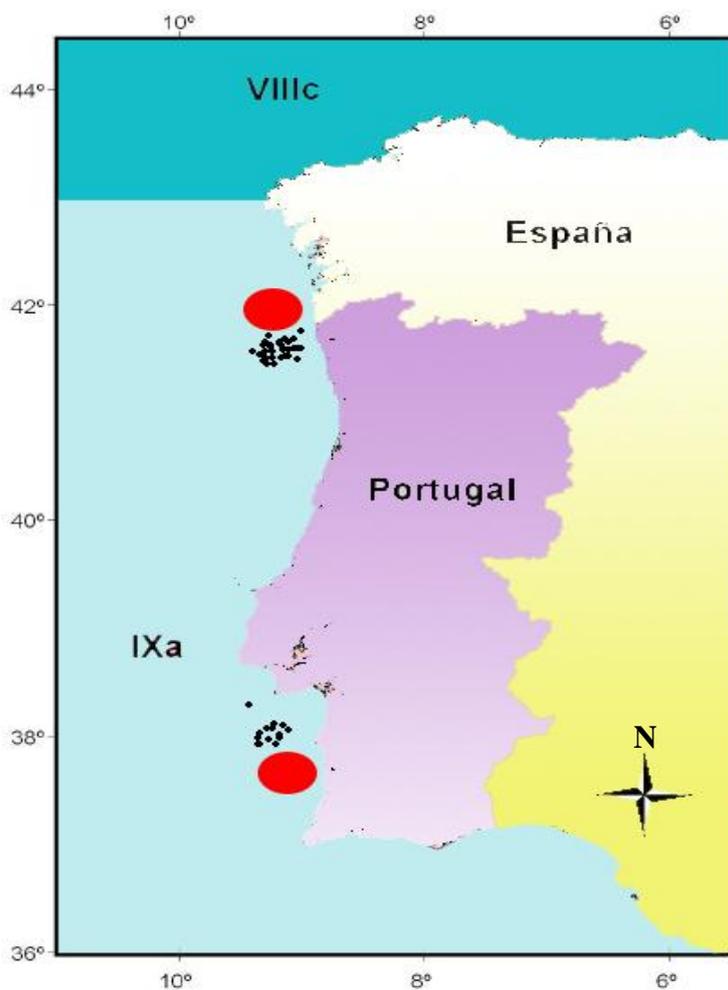


Figura 6. Localización de los lances de pesca (puntos negros) en la zona norte y centro de la costa portuguesa. En rojo aparecen señaladas las áreas de recuperación de la cigala establecidas por la Comisión Europea.

Los resultados del presente trabajo corresponden al estudio biológico de la especie objetivo en la zona de Portugal norte y centro (Fig. 6).

2.3. Muestreo a bordo

Un total de 321 kg y 189 kg de cigala se capturaron en la zona norte y centro, respectivamente. El estudio biológico se llevó a cabo con una submuestra tomada al azar de 1810 (norte) y 898 (centro) individuos. Las variables consideradas fueron las siguientes: longitud del caparazón (LC en mm, tomada desde la órbita del ojo hasta el final del cefalotórax en el perfil dorsal) (Fig. 7), sexo y condición ovígera.

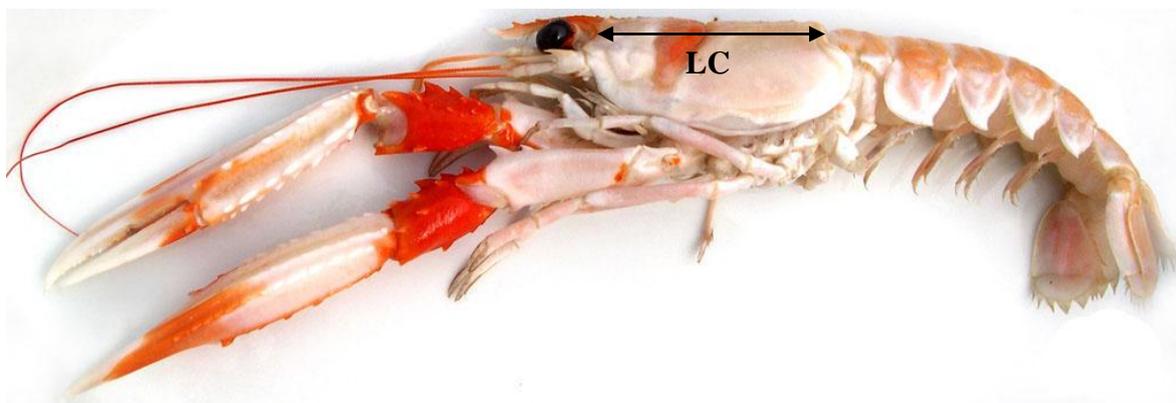


Figura 7. Representación de la longitud del caparazón.

2.4. Análisis estadístico

a) Distribución de frecuencias de talla

Las tallas medias y la distribuciones de frecuencias de talla obtenidas en cada zona se compararon entre sexos, mediante la prueba estadística de la U de Mann-Whitney ($\alpha=0,05$) y el test de Kolmogorov-Smirnov ($\alpha=0,05$), respectivamente (Zar 1996).

b) Estimación de parámetros de crecimiento

Los parámetros de la ecuación de crecimiento de Von Bertalanffy, longitud asintótica (LC_{∞} en mm) y tasa de crecimiento (k en años⁻¹), se estimaron para cada sexo y área de experimentación. Para ello, se analizaron las frecuencias de talla mediante el método de análisis de progresión modal de Pauly (Pauly 1983). Dichas frecuencias se representaron cuatrimestralmente durante dos años al objeto de obtener una simulación temporal de las muestras. El procesamiento y la estimación de los parámetros se llevó a cabo mediante el programa FAO-ICLARM Stock Assessment Tools (FISAT) (ver. 1.0). El método de Bhattacharya se empleó para la descomposición multimodal de la distribución da talla. El método de Gulland & Holt se aplicó en la estimación de LC_{∞} , mientras que el valor de k se calculó utilizando la rutina ELEFAN I (Gayanilo y Pauly, 1997). Por último, se obtuvo el índice de actividad del crecimiento (Φ') (Sparre *et al.*, 1989) que permite determinar la similitud entre la longitud asintótica y la tasa de crecimiento. Dicho índice Φ' de Munro se calculó de la siguiente manera:

$$\Phi' = \log k + 2 \log LC_{\infty}$$

c) Sex ratio y talla de primera madurez

La sex ratio se analizó por área y clase de talla (intervalos de 2 mm LC), estableciéndose si existían diferencias estadísticas respecto a la proporción esperada 1:1 mediante la prueba estadística de χ^2 ($P \geq 0,05$).

Para cada zona de experimentación, la talla de primera madurez se calculó como la probabilidad del 50% a partir de la proporción de ovígeras frente al total de individuos por clase de talla. Por tanto, la talla de primera madurez ($LC_{50\%}$) se definió como la longitud de caparazón a la que, al menos, el 50% de las hembras eran ovígeras. Los

pares de datos (talla, porcentaje de ovígeras) se ajustaron a una curva logística (Pope *et al.*, 1983; Bianchini *et al.*, 1998):

$$p = \frac{100}{1 + \exp^{-(a+bCL)}}$$

siendo p el porcentaje de hembras maduras; a y b parámetros específicos que pueden cambiar durante el ciclo de vida. Al objeto de calcular los citados parámetros, se aplicó una transformación logarítmica mediante regresión lineal.

3. Resultados

De un total de 222 lances, en 34 de ellos se capturo cigala. En la zona norte, 22 lances resultaron válidos, 12 con copo de 70 mm y 10 con copo de 90 mm, a una profundidad comprendida entre 583 y 778 m; y en la zona central, 12 lances válidos, 6 con copo de 70 mm y 6 con copo de 90 mm, desde 446 hasta 584 m.

3.1 Análisis de frecuencias de talla.

En la zona norte, se midieron 1038 machos con longitudes comprendidas entre 29 y 88 mm LC, situándose el intervalo de máxima abundancia (51 %) en 37-45 mm LC. Las hembras fueron menos numerosas ($n= 410$) y más pequeñas (26-79 mm LC), siendo más abundantes (67,8 %) entre 33 y 39 mm LC (Fig. 8). La talla media de los machos ($47,17 \pm 10,82$) resultó significativamente (U test, $Z= -15,629$, $P < 0,05$) mayor que la de las hembras ($39,47 \pm 7,11$). Finalmente, la distribución de frecuencia de talla también mostró diferencias significativas entre sexos (K-S test, $Z= 7,867$, $P < 0,05$) (Fig. 8).

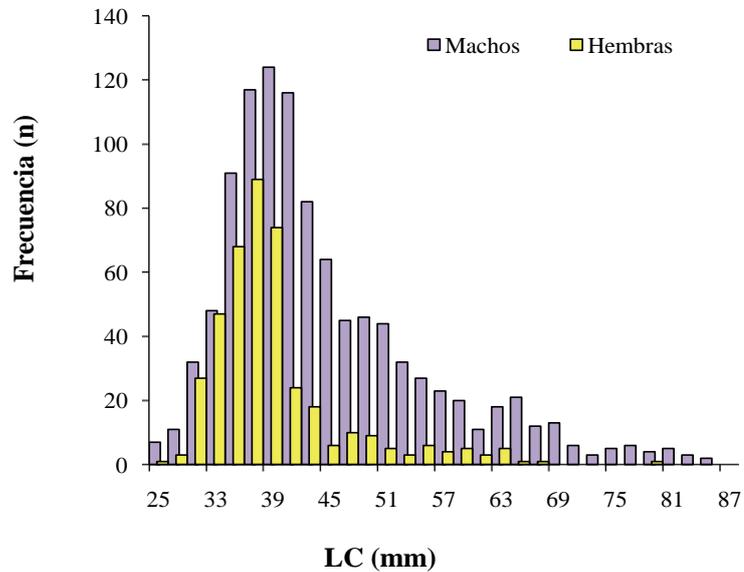


Figura 8. Distribución de frecuencias de longitud de caparazón (LC) por sexos en la zona norte.

En la zona central, los machos (n=368) variaron entre 32 y 85 mm LC, sin observarse un intervalo de abundancia máxima. Las hembras (n=262) alcanzaron tallas más pequeñas (25-75 mm LC) con un intervalo de máxima abundancia (71,8%) en el rango comprendido entre 33 y 47 mm LC (Fig. 9). El análisis comparativo de la talla media (machos, $50,35 \pm 11,22$; hembras, $43,43 \pm 7,80$) reveló diferencias significativas a favor de los machos (U test, $Z = -7,814$, $P < 0,05$). Además, la distribución de frecuencias de talla también puso de manifiesto diferencias significativas entre sexos (K-S test, $Z = 3,859$, $P < 0,05$) (Fig. 9).

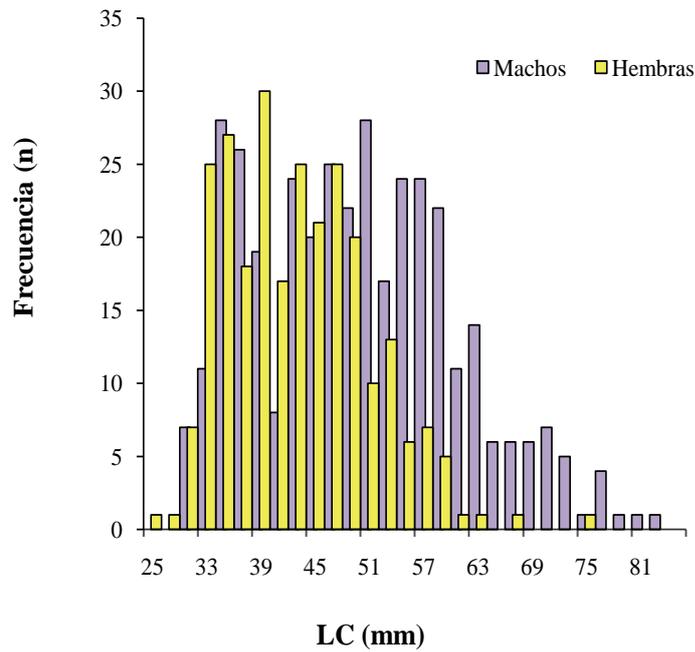


Figura 9. Distribución de frecuencias de longitud de caparazón (LC) por sexos en la zona central.

3.2 Parámetros de crecimiento.

El análisis de las frecuencias de talla (LC) mediante el método de Bhattacharya proporcionó las diferentes modas para machos y hembras, respectivamente (Tabla 1).

El consiguiente análisis de progresión modal indicó que los machos alcanzan mayor longitud asintótica que las hembras, tanto en la zona norte como en la central (Tabla 2):

Tabla 1. Longitud de caparazón media (LC, mm) para los diferentes grupos modales obtenidos.

Zona/Sexo	Moda	LC media	Desviación estandar	Índice de separación
Norte				
Machos	1	40,79	4,41	-
	2	52,60	3,17	3,12
	3	60,03	2,78	2,50
	4	67,42	4,11	2,15
	5	82,61	3,52	3,98
Hembras	1	34,54	2,81	-
	2	46,04	2,47	4,36
	3	53,57	1,53	3,77
	4	60,49	1,37	4,77
Centro				
Machos	1	35,85	1,99	-
	2	43,75	1,65	4,34
	3	50,67	2,31	3,49
	4	57,23	2,97	2,48
	5	70,65	2,13	5,26
Hembras	1	34,75	2,18	-
	2	43,42	2,59	3,64
	3	48,40	2,33	2,02
	4	56,80	2,69	3,35

Tabla 2. Estimaciones de LC_{∞} en machos y hembras a partir de APM. Valores en mm.

	Norte	Central
Machos	88,33	94,86
Hembras	64,45	69,20

El cálculo de la tasa de crecimiento mediante la subrutina ELEFAN I proporcionó valores similares para ambos sexos y áreas: 0,38 años⁻¹ en machos y 0,41-0,44 años⁻¹ en hembras (Tabla 3).

Tabla 3. Parámetros de crecimiento de von Bertalanffy estimados para diferentes unidades funcionales (UF) de cigala en aguas atlánticas.

Área	UF		L_{∞}	k	Lmáx	Φ'	Referencias
Alentejo, Portugal	28	♂	71,5	0,21	-	3,031	Figueiredo (1984)
		♀	50,3	0,31	-	2,894	
Algarve, Portugal	29	♂	65,5	0,27	-	3,064	Figueiredo (1984)
		♀	45,3	0,42	-	2,935	
Norte, Portugal	27	♂	88,3	0,38	88	3,472	Presente estudio
		♀	65,0	0,38	79	3,206	
Centro, Portugal	28	♂	94,3	0,41	85	3,562	Presente estudio
		♀	69,2	0,44	75	3,324	
Golfo de Vizcaya, España	23-24	♂	116,9	0,08	-	3,039	Conan (1975)
		♀	56,0	0,18	-	2,752	
Clyde, Escocia	13	♂	73,2	0,16	-	2,933	Bailey & Chapman (1983)
		♀	54,9	0,16	-	2,683	
Skagerrak, Suecia	3	♂	72,9	0,14	67	2,872	Ulmestrand & Eggert (2001)
		♀	64,9	0,06	61	2,403	
Faro, Portugal	29	♂	83,4	0,13	60	2,956	Sardà <i>et al.</i> (1998)
		♀	70,7	0,12	50	2,778	

3.3 Sex ratio y talla de primera madurez.

La sex ratio mostró diferencias significativas a favor de los machos en ambas zonas (norte= 0,28, $\chi^2 = 272,365$; centro= 0,42, $\chi^2 = 17,835$; $P < 0,001$). Éstos predominaron a partir de la clase de talla de 39 mm LC en el norte y 55 mm LC en el centro (Fig. 10).

Tabla 4. Valores numéricos y porcentuales de las hembras ovígeras por clase de talla y área de experimentación. En negrita aquellos datos que se emplearon en el cálculo de la talla de primera madurez.

Clase de talla (LC, mm)	Norte			Centro		
	Hembras ovígeras	Total de hembras	% hembras ovígeras	Hembras ovígeras	Total de hembras	% hembras ovígeras
25	0	1	0.00	0	1	0.00
27	0	0	-	0	0	-
29	0	3	0.00	0	1	0.00
31	0	27	0.00	0	7	0.00
33	0	47	0.00	0	25	0.00
35	1	68	1.47	1	27	3.70
37	4	89	4.49	0	18	0.00
39	2	74	2.70	3	30	10.00
41	2	24	8.33	1	17	5.88
43	3	18	16.67	7	25	28.00
45	4	8	50.00	2	21	9.52
47	1	2	50.00	17	25	68.00
49	1	3	33.33	16	20	80.00
51	1	2	50.00	9	10	90.00
53	2	3	66.67	12	13	92.31
55	2	4	50.00	5	6	83.33
57	1	4	25.00	7	7	100.00
59	5	5	100.00	5	5	100.00
61	3	3	100.00	1	1	100.00
63	4	5	80.00	1	1	100.00
65	1	1	100.00	0	0	-
67	0	1	0.00	1	1	100.00
69	0	0	-	0	0	-
71	0	0	-	0	0	-
73	0	0	-	0	0	-
75	0	0	-	1	1	100.00
77	0	0	-	-	-	-
79	0	1	0.00	-	-	-

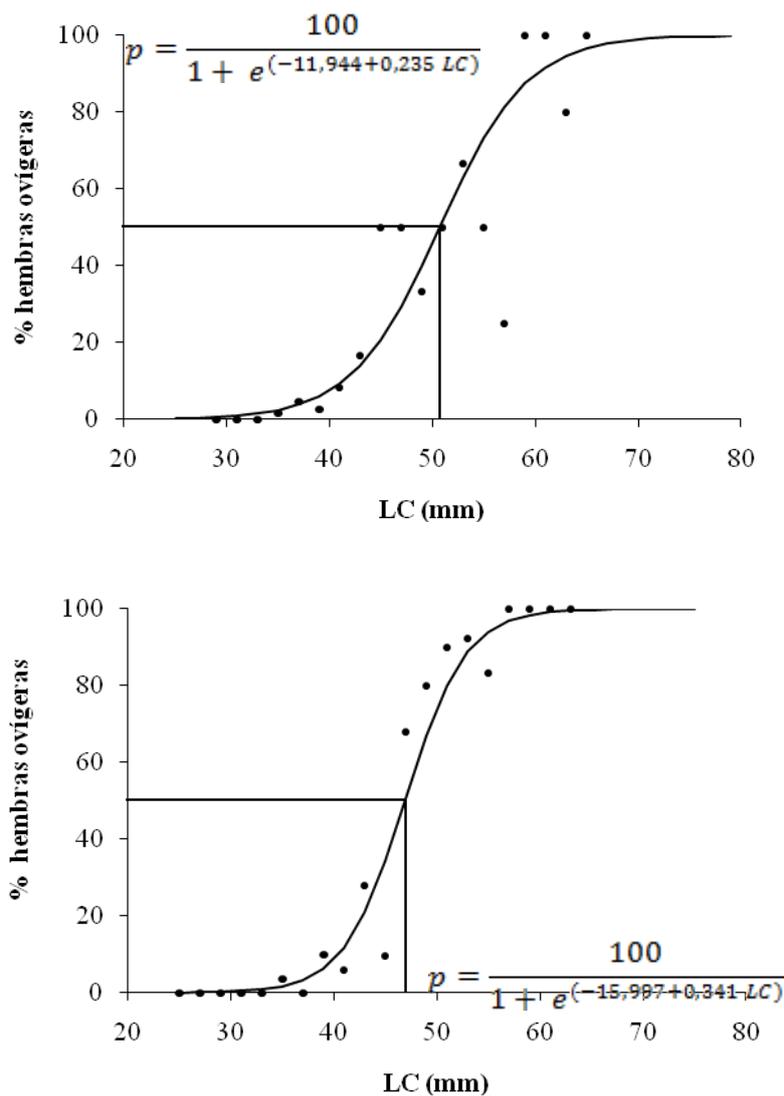


Figura 11. Curva de madurez sexual de hembras de cigala estimada para la zona norte (superior) y central (inferior).

4. Discusión

Los resultados de este estudio revelan un elevado grado de variación de los datos con respecto a otros stocks del Atlántico. La comparación de las tallas máximas puso de manifiesto que nuestros valores (88 mm LC) son los mayores publicados hasta la fecha: 59-57 mm (FU 3-4, Suecia), 56-51 mm (FU 11-12, UK-Escocia), 50 mm (FU 23-24, Francia), and 44 mm CL (FU 30, España) (ICES, 2006). En el caso particular de la

costa Portuguesa (FU 29) en el año 2003 se midió un individuo de 84 mm LC (ICES 2006), si bien un estudio reciente proporcionó tallas máximas de 68 mm LC (Fonseca *et al.*, 2007).

En este sentido, numerosos estudios han demostrado variaciones geográficas en parámetros biológicos de cigala, tales como densidad de población, distribución de frecuencias de talla y crecimiento (Bailey & Chapman, 1983; Chapman & Bailey, 1987; Tuck *et al.*, 1997; Frogliá & Gramitto, 1987). Ello sugiere que las diferencias poblacionales pueden estar asociadas a factores como las condiciones oceanográficas, el tipo de sedimento, la concentración orgánica y/o la presión pesquera (Thomas, 1965; Chapman & Bailey, 1987; Anón, 1988; Tuck, 1993; Tully & Hillis, 1995; Sánchez Lizaso *et al.*, 2000). Los fondos marinos con alto contenido en limos y arcillas y, por tanto, con elevados aportes de materia orgánica, tienden a soportar bajas densidades de población, las cuales se caracterizan por tener crecimiento rápido (Chapman & Bailey, 1987). Por el contrario, una alta densidad de población implica mayor competencia intraespecífica por el alimento y ello limita el crecimiento (Briggs, 1987; Chapman & Howard, 1988; Parslow-Williams *et al.*, 2001). Sin embargo, la elevada presión pesquera puede ser también la principal causa del descenso de la abundancia de población (Jennings & Polunin, 1996).

El efecto del dispositivo de escape de juveniles no pudo ser valorado debido a que el exceso de tiempo de arrastre colapsa el copo. No obstante, y a pesar de que los rangos de talla son similares entre ambas áreas, la distribución de frecuencias de talla fue claramente diferente. Ello parece indicar, teniendo en cuenta la limitación que hemos comentado anteriormente, que el dispositivo captura menor cantidad de individuos pequeños.

En relación al crecimiento, la mayoría de estudios muestran valores de la tasa de crecimiento (k) alrededor de 0,1-0,2 años⁻¹ y longitudes asintóticas (LC_{∞}) sobreestimadas a la vista de la talla máxima muestreada (Mytilineou *et al.*, 1995; Tuck *et al.*, 1997; Sardà *et al.*, 1998). Por ejemplo, Sardà *et al.* (1998) proporcionó valores en machos de 83,4 mm de longitud asintótica, siendo la talla máxima observada de 60 mm LC (ver Tabla 3). En nuestro estudio los valores de tasa de crecimiento son elevados con respecto a la literatura y las longitudes asintóticas calculadas son próximas a las tallas máximas registradas, lo cual parece más razonable.

La talla de primera madurez de cigala fue establecida entre 21 y 32 mm LC (ICES, 2006), siendo el valor más alto calculado de 37,5 mm LC en aguas portuguesas (UF 28). Los datos obtenidos en el presente trabajo (46,9-50,7 mm LC) están claramente por encima de los publicados hasta la fecha. Se podría argumentar una posible falta de representatividad en el número de ejemplares para el cálculo de dicha talla. Sin embargo, se ha demostrado una relación lineal positiva entre la talla máxima observada y la talla de primera madurez (Fig. 12), lo que explicaría el elevado valor de las tallas de madurez obtenidas.

Sin embargo, la estimación de la talla de madurez podría estar afectada por otros factores, entre ellos, el comportamiento de las hembras durante el ciclo reproductor y la presión pesquera. La fluctuación estacional en la sex ratio sugiere que las hembras no salen de sus madrigueras cuando están ovígeras (Chapman *et al.*, 1985; Farmer, 1975; Sardà, 1991; Coumeau & Savoie, 2002; Aguzzi *et al.*, 2004). Recientemente, Aguzzi *et al.* (2007) sugirió la hipótesis que las hembras ovígeras en realidad reducen la duración y el intervalo de salida. De acuerdo con esta hipótesis, no encontrar muchas hembras ovígeras en las muestras durante la época de puesta sería lo esperado, como parece haber ocurrido en el presente estudio. Por consiguiente, esta hipótesis puede llevarnos a

pensar que el porcentaje de hembras ovígeras puede afectar a los resultados obtenidos. Sin embargo, Bianchini *et al.* (1998) concluyó que la talla de madurez no varía en función de la estación del año y que los resultados son similares usando bien el desarrollo del ovario o dicho porcentaje.

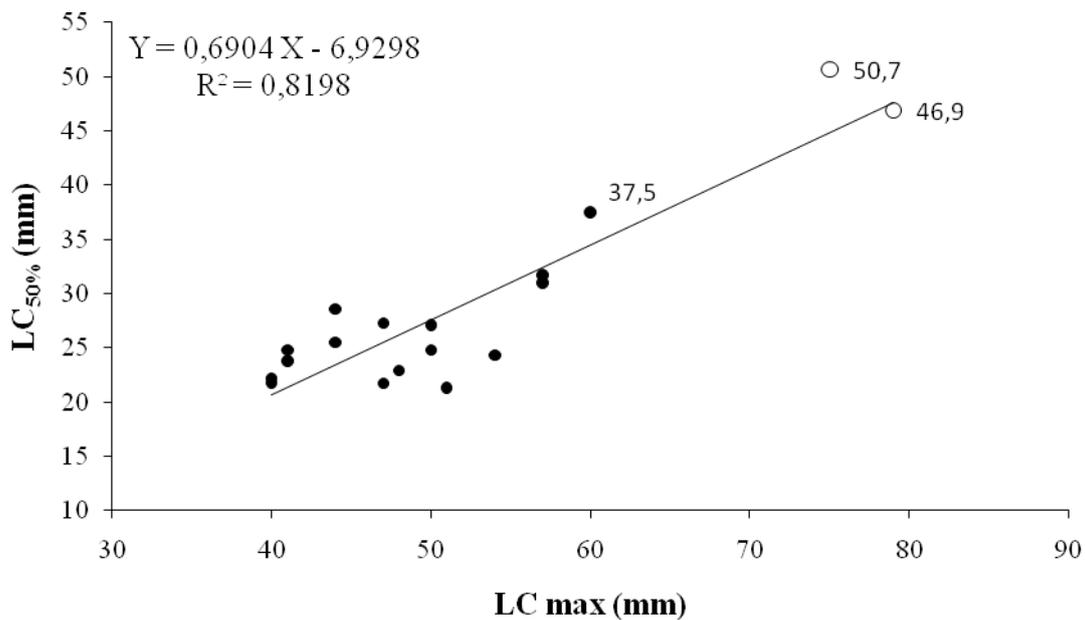


Figura 12. Relación lineal entre la talla de primera madurez y la talla máxima observada. Los puntos blancos corresponden a los resultados del presente estudio.

En conclusión, si bien nuestro estudio es temporalmente incompleto en el tiempo y el número de ejemplares analizados puede ser bajo, ¿cuál es la razón de estas variaciones en la talla máxima, crecimiento y madurez? La razón a priori más plausible reside en el efecto de la sobrepesca sobre este recurso en los últimos años (ICES, 2006). Diversos estudios en langosta han demostrado que el descenso en la densidad de población afecta

en la tasa de crecimiento y en la talla de madurez, incrementándolas (Chittleborough, 1976; Beyers & Goosen, 1987; Pollock, 1991; Pollock & Goosen, 1991).

5. Bibliografía

- Aguzzi J, Company JB, Sardà F (2007) The activity rhythm of berried and unberried females of *Nephrops norvegicus* (Decapoda, Nephropidae). *Crustaceana* 80(9):1121-1134.
- Aguzzi, J, Allué R, Sardà F (2004) Seasonal dynamics in *Nephrops norvegicus* (Decapoda, Nephropidae) catches off the Catalan coasts (western Mediterranean). *Fish. Res.* 69: 293-300.
- Anónimo (1988) Report of the study group on *Nephrops*. *ICES CM* 1988/K: 29.
- Bailey N, Chapman CJ (1983) A comparison of density, length composition and growth of two *Nephrops* populations off the west coast of Scotland. *ICES CM* 1983/K: 42.
- Beyers CJ, Goosen PC (1987) Variation in fecundity and sexual maturity of female rock lobster *Tasus lanlandii* in the Benguela ecosystem. In: Payne AIL, Gullard JA, Brink JK (eds) Benguela and Comparable Ecosystems. *S. Afr. J. Mar. Sci.* 5:513-521.
- Bianchini ML, Di Stefano L, Ragonese S (1998) Size and age at onset of sexual maturity of female Norway lobster *Nephrops norvegicus* L. (Crustacea: Nephropidae) in the Strait of Sicily (Central Mediterranean Sea). *Sci. Mar.* 62(1-2):151-159.
- Briggs RP (1987) A review of the factors influencing landing size in the Northern Ireland *Nephrops* fishery. *ICES CM* 1987/K: 34.
- Chapman CJ, Bailey N (1987) Biological research on fish and Shellfish stocks. Recent progress in Norway lobster research. *In* Developments in fisheries research in

- Scotland, pp. 99-111. Ed. by Bailey RS and Parrish BB. Fishing News Books Ltd, Farnham, England.
- Chapman CJ, Howard FG (1988) Environmental influences on Norway lobster (*Nephrops norvegicus*) populations and their implications for fishery management. *Symposium of the Zoological Society of London* 59: 343-353.
- Chapman CJ (1985) Observing Norway lobster, *Nephrops norvegicus* (L.) by towed sledge fitted with photographic and television cameras. *In Underwater photography and television for scientists*, pp. 100-108. Ed. by George JD, Lythgoe GI and Lythgoe JN. Clarendon Press, Oxford.
- Chittleborough RG (1979) Natural regulations of the population of *Panulirus longipes cygnus* George and responses to fishing pressure. *Rapp. P-v. Réun. Cons. Int. Explor.* 175:217-222.
- Coumeau M, Savoie M (2002) Movement of American lobster in the southwestern Gulf of St. Lawrence – *Homarus americanus*. *Fish. Bull., U.S.* 100: 181-182.
- EC Council Regulation No 2166/2005, 20 December 2005. DO L 345 de 28.12.2005, p.5.
- Farmer ASD (1975) Synopsis of biological data on the Norway lobster *Nephrops norvegicus* (Linneus, 1758). *FAO Fish. Synopsis* 112: 97 pp.
- Fonseca P, Campos A, Millar RB (2007) Codend selection in the deep-water crustacean trawl fishery in Portuguese southern waters. *Fish. Res.* 85:49-60.
- Froggia C, Gramitto ME (1987) An estimate of growth and mortality parameters for Norway lobster (*Nephrops norvegicus*) in Central Adriatic Sea. *FAO Fish. Rep.* 394:189-203.
- Gayanilo FC Jr, Pauly D (eds) (1997) *FAO-ICLARM stock assessment tools. Reference manual.* FAO, Rome. 262 pp.

- González JA, Jiménez S, Tuset VM, Ayza O, Rodríguez A, García-Mederos A, Santana JI & Lozano IJ (2007) Memoria final de seguimiento científico de la Acción Piloto de Pesca Experimental (RAI-AP-29/2005) en la plataforma continental de Portugal. Buque “Atardecer”. González JA & Lozano IJ (coordinadores científicos). Instituto Canario de Ciencias Marinas. Telde, Las Palmas, 150 pp.
- Hill AE, White RG (1990) The dynamics of Norway lobster (*Nephrops norvegicus*, L.) populations on isolated mud patches. *ICES J. Mar. Sci.* 46(2): 167-174.
- Holthuis LB (1987) Crevettes. Homards, Langoustines, Langoustes et Cigales. Vrais Crabes. En: Fischer W, Bauchot ML et Schneider M (eds). Fiches FAO d'identification des espèces pour les besoins de la pêche. (Révision 1). Méditerranée et mer Noire. Zone de pêche 37. Vol. I. Végétaux et Invertébrés. FAO/CEE. Rome: 189-368.
- Holthuis LB (1991) FAO species catalogue. Marine lobsters of the world. An annotated and illustrated catalogue of species of interest to fisheries known to date. FAO *Fish. Synop.* 13 (125): 1-292.
- ICES (2003) Report of the Working Group on *Nephrops* Stocks. *ICES CM* 2003/ACFM: 18.
- ICES (2004) The *Nephrops* fisheries of the Northeast Atlantic and Mediterranean - A review and assessment of fishing gear design. *ICES Cooperative Research Report* 270: 40 pp.
- ICES (2005) Report of the Study Group on Age-length Structured Assessment Models. *ICES CM* 2005/D: 01.
- ICES (2006) Report of the Workshop on *Nephrops* Stocks. *ICES CM* 2006/ACFM:12.
- Jennings S, Polunin NVC (1996) Effects of fishing effort and catch rate upon the structure and biomass of Fijian reef fish communities. *J. Appl. Ecol.* 33:400-412.

- Mytilineou C, Sardà F (1995) Age and growth of *Nephrops norvegicus* in the Catalan Sea, using length-frequency analysis. *Fish. Res.* 23:283-299.
- Parslow-Williams PJ, Atkinson RJ, Taylor AC (2001) Nucleic acids as indicators of nutritional condition in the Norway lobster *Nephrops norvegicus*. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 211:235-243.
- Pauly D (1984) Some simple methods for the assessment of tropical fish stocks. *Fish. Tec. Pap.* 234, FAO, Rome, 52 pp.
- Pollock DE (1991) Spiny lobster at Tristan da Cunha, South Africa: inter island variation in growth and population structure. *S. Afr. J. Mar. Sci.* 10:1-12.
- Pollock DE, Goosen PC (1991) Reproductive dynamics of the two *Jasus* species in the south Atlantic region. *S. Afr. J. Mar. Sci.* 10:141-147.
- Pope JA, Margetts AR, Hamley JM, Akyuz EF (1983). Manual of methods for fish stock assessment. Pt. 3. Selectivity of fishing gear. *FAO Fish. Tech. Pap.* 41(1):1-65.
- Saila SB, Marchessault G (1980) Population dynamics of clawed lobsters. Pages 219-241 In Cobb JS and Phillips BF, eds. The biology and management of lobsters, Vol II. Academic Press, New York.
- Sánchez Lizaso JL, Goñi R, Reñones O, García Charton JA, Galzin R, Bayle JT, Sánchez Jerez P, Pérez Ruzafa A, Ramos AA (2000) Density dependence in marine protected populations: a review. *Environ. Conserv.* 27(2):144-158.
- Sardà F, Leonart J, Cartes J (1998) An analysis of the population dynamics of *Nephrops norvegicus* (L.) in the Mediterranean Sea. *Sci. Mar.* 62(1):135-143.
- Sardà, F (1991) Reproduction and moult synchronism in *Nephrops norvegicus* (L.) (Decapoda, Nephropidae) in the Western Mediterranean: is spawning annual or biennial? *Crustaceana* 60: 186-199.

- Sparre P, Ursin E and Venema SC (1989) Introduction to tropical fish stock assessment. Part 1-Manual. *FAO Fish. Tech. Paper* 360:1337 pp.
- STECF (2004) Recovery plans of Southern hake and Iberian Norway lobster stocks. SEC 178:1-107.
- Thomas HJ (1965) The growth of Norway lobster in aquaria. *Rapp. P.-v. Réun. Cons. Perm. Int. Explor. Mer* 156:209-216.
- Tuck ID (1993) *Nephrops* abundance in relation to environmental factors and fishing pressure. PhD Thesis, University of London, pp. 1-103.
- Tuck ID, Chapman CJ, Atkinson RJA (1997) Population biology of the Norway lobster, *Nephrops norvegicus* (L.) in the Firth of Clyde, Scotland - I: Growth and density. *ICES J. Mar. Sci.* 54:125-135.
- Tully O and Hillis JP (1995) Causes and spatial scales of variability in population structure of *Nephrops norvegicus* (L.) in the Irish Sea. *Fish. Res.* 21:329-347.