

RELATÓRIOS CIENTÍFICOS E TÉCNICOS

SÉRIE DIGITAL

VARIAÇÃO DO COMPRIMENTO DA PESCADA NA
PRIMEIRA MATURAÇÃO ENTRE 2000 E 2010
NA COSTA PORTUGUESA

Ana Maria Costa



RELATÓRIOS CIENTÍFICOS E TÉCNICOS DO IPMA – SÉRIE DIGITAL

Destinam-se a promover uma divulgação rápida de resultados de carácter científico e técnico, resultantes da actividade de investigação e do desenvolvimento e inovação tecnológica nas áreas de investigação do mar e da atmosfera. Esta publicação é aberta à comunidade científica e aos utentes, podendo os trabalhos serem escritos em Português, Francês ou Inglês.

Edição

IPMA

Rua C – Aeroporto de Lisboa
1749-007 LISBOA
Portugal

Corpo Editorial

Francisco Ruano – Coordenador

Aida Campos

Irineu Batista

Lourdes Bogalho

Mário Mil-Homens

Rogélia Martins

Teresa Drago

Edição Digital

Anabela Farinha / Luis Catalan

As instruções aos autores estão disponíveis no sitio web do IPMA

<http://ipma.pt/pt/publicacoes/index.jsp>

ou podem ser solicitadas aos membros do Corpo Editorial desta publicação

Capa

Luis Catalan

ISSN

2183-2900

Todos os direitos reservados

VARIAÇÃO DO COMPRIMENTO DA PESCADA NA PRIMEIRA MATURAÇÃO ENTRE 2000 E 2010 NA COSTA PORTUGUESA

Ana Maria Costa

IPMA - Divisão de Modelação e Recursos da Pesca (DivRP)

Av. Brasília, 1449-006 Lisboa

Recebido em: 2013-07-20

Aceite em: 2014-01-24

RESUMO

Neste trabalho foi estimado o tamanho da pescada (*Merluccius merluccius*), na primeira maturação, na costa portuguesa pertencente à área de distribuição do stock sul (Divisões VIIIc e IXa do ICES). Os dados recolhidos nos cruzeiros de primavera e outono de 2000 a 2010 foram analisados numa base anual, considerando em separado fêmeas, machos e sexos combinados. O L_{50} foi sempre superior para as fêmeas, com um valor médio de 41,3 cm para todos os anos estudados, e de 27,1 cm para os machos, o que se traduziu num comprimento médio de 34,5 cm dos dois sexos na primeira maturação para o período 2000-2010. Foram também analisados os valores da temperatura da superfície do mar, que registaram uma média de 16,7° C para este período.

Palavras chave: Pescada, *Merluccius merluccius*, comprimento na primeira maturação, costa portuguesa, machos, fêmeas.

ABSTRACT

Title: Changes in size of the hake at first maturity of the Portuguese coast between 2000 and 2010. In this paper we estimated the size of the hake (*Merluccius merluccius*) at first maturity of the Portuguese coast, belonging to the distribution area of the southern stock (ICES Divisions VIIIc and IXa). The data collected in the spring and fall cruises from 2000 to 2010 were analyzed on an annual basis, considering separately females, males and sexes combined. The estimated L_{50} had values higher for females, with a mean value of 41.3 cm for all the years studied, and 27.1 cm for males, which resulted in 34.5 cm for both sexes as medium length at first maturity for the period 2000-2010. We also analyzed the values of sea surface temperature, which showed an average of 16.7 °C for this period.

Key words: Hake, *Merluccius merluccius*, length at first maturity, Portuguese coast, males and females.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

COSTA, A.M., 2014. Variação do comprimento da pescada na primeira maturação entre 2000 e 2010 na costa portuguesa. *Relat. Cient. Téc. do IPMA* (<http://ipma.pt>) n° 1. 16p.

INTRODUÇÃO

Um dos principais objetivos da gestão das pescarias é conservar o potencial reprodutor da população de uma espécie em níveis que permitam a sua exploração sustentável. A avaliação das populações de peixes assenta na estimativa correta da biomassa do stock desovante (Hilborn e Walters, 1992), a qual necessita da análise das ogivas de maturação da espécie. Estas são calculadas normalmente a partir da observação macroscópica do estado de maturação das gónadas, embora este procedimento possa sobrestimar a proporção de indivíduos maduros (Murua *et al.*, 2003; Vitale *et al.*, 2006), em particular as fêmeas, devido à dificuldade de distinguir macroscopicamente as fêmeas imaturas das que já desovaram e se encontram em repouso.

Alguns dos recursos marinhos europeus estão em sobrepesca e fora dos limites biológicos de segurança (ICES, 2003). Têm sido várias as medidas técnicas de gestão aplicadas para a recuperação dos stocks mas algumas não atingiram esse objetivo, o que levanta outra vez a questão de saber se a pesca excessiva é a única responsável pelo declínio dos stocks ou se os factores ambientais têm também grande importância (Cook e Heath, 2005). No entanto, é muito difícil demonstrar a importância do ambiente na dinâmica das populações, primeiro porque o seu efeito é facilmente confundido com o da exploração pela pesca e, em segundo lugar, porque é difícil obter dados de boa qualidade que produzam resultados estatísticos robustos (Domínguez-Petit *et al.*, 2008). Contudo, sabe-se que a temperatura influencia os padrões de maturação de cada espécie, directamente ou através de alterações no crescimento (Beacham, 1983; Brander, 1995; Cardinale e Modin, 1999). O início da maturação requer condições específicas, tanto no que diz respeito ao tamanho como à acumulação de reservas de energia e cada espécie está adaptada à sua biogeografia ou nicho ecológico.

A diminuição do comprimento da espécie na primeira maturação pode indicar que uma população está sujeita a grande pressão devido a altos níveis de exploração (Trippel, 1995). Por exemplo, mudanças na maturação em animais mais pequenos e mais jovens afectam a fecundidade (Rijnsdorp, 1991; Kraus *et al.*, 2002), o tamanho dos ovos e das larvas bem como a sua viabilidade (Trippel *et al.*, 1997).

A população atlântica da pescada europeia (*Merluccius merluccius*) compreende atualmente dois stocks, Norte e Sul (ICES, 2013), ambos fora dos limites biológicos de segurança e sujeitos a planos de recuperação desenvolvidos na União Europeia, desde 2005, para o stock sul, o qual ocupa as águas limitadas a norte pelas coordenadas 2° 00' W, 44° 30' N e a sul pelas coordenadas 5° 36' W, 36° 00' N, correspondendo às Divisões VIIIc e IXa do ICES (<http://www.fao.org/fishery/area/Area27/en#NA0B5D>). A avaliação do stock sul baseia-se em

ogivas de maturação para sexos combinados, feitas a partir de observações macroscópicas. Neste trabalho estimaram-se as ogivas de maturação de fêmeas, machos e sexos combinados, na última década (2000-2010), da componente portuguesa do stock sul, a fim de testar alterações do comprimento dos indivíduos na primeira maturação, durante aquele período.

MATERIAL E MÉTODOS

A recolha das gónadas de pescada foi feita em exemplares capturados ao longo da costa portuguesa, nos cruzeiros de demersais e de crustáceos de primavera e outono de 2000 a 2010. Os estados de maturação dos indivíduos amostrados foram atribuídos com base na observação macroscópica e de acordo com a escala de maturação indicada na Tabela 1.

Tabela 1. Escala de maturação macroscópica de pescada (ICES, 2007).

| ESTADOS DE MATURAÇÃO | DESCRIÇÃO MACROSCÓPICA | |
|-----------------------|--|--|
| | Fêmeas | Machos |
| 1. Imaturo / Reposo | Ovários transparentes ou rosados, pequenos, cilíndricos e alongados, de consistência firme e sem vascularização. Sem oócitos presentes. | Testículos pequenos, em forma de fita ou folho pequeno, brancos ou transparentes. Sem esperma. |
| 2. Em Desenvolvimento | Ovários de tamanho médio ou grande, rosados ou amarelo-alaranjados, vascularizados. Com oócitos opacos presentes mas sem oócitos hialinos. | Testículos médios, brancos e em forma de folho largo. Libertam esperma quando cortados. |
| 3. Desova | A - Hidratadas - Ovários grandes e firmes, rosados ou laranja-avermelhados e vascularizados. Com oócitos opacos e hialinos presentes. B - Desova parcial - Ovários grandes e flácidos, rosados ou laranja-avermelhados e vascularizados. Com oócitos opacos presentes mas sem oócitos hialinos. | Testículos grandes e brancos, em forma de folho com lobos desenvolvidos. Libertam esperma quando se pressiona o abdómen. |
| 4. Pós-desova | Ovários pequenos ou médios, flácidos, cor de rosa escuro ou arroxeados. Oócitos opacos e hialinos ausentes ou residuais. | Testículos grandes, brancos ou ligeiramente rosados, vazios e deformados. Sem esperma ou só com vestígios. |

Os valores da temperatura da superfície do mar registados durante o período em estudo foram obtidos na base de dados "Operational Sea Surface Temperature and Sea Ice Analysis (OSTIA)" (http://ghrsst-pp.metoffice.com/pages/latest_analysis/) e calculadas as médias anuais para profundidades até 500 metros.

As ogivas de maturação por comprimento para machos, fêmeas e sexos combinados foram obtidas com o programa «Statistica for Windows 6.0 » e a percentagem de maduros foi obtida pela relação

$$Propmat = \frac{1}{1 + e^{(a-bx_i)}}$$

Em que *Propmat* é a proporção de indivíduos maduros com comprimento *i* e *a* e *b* são constantes. O comprimento da primeira maturação foi obtido pela relação $(-a/b)$.

Visto que os dados utilizados neste trabalho, limitados à costa portuguesa, não correspondem à área total de distribuição do stock sul, que se estende desde o Mar Cantábrico até Marrocos, os resultados apresentados devem ser apreciados com cautela e não devem ser extrapolados para o total do stock.

RESULTADOS

Foram analisados 59807 indivíduos, distribuídos por classes de comprimento de 1 cm, dos quais 20380 eram fêmeas e 24224 eram machos. O número de indivíduos de cada sexo e percentagem de maduros por ano estão indicados na Tabela 2. Os machos ≥ 42 cm foram todos considerados maduros, visto que a observação dos dados mostrou que acima deste comprimento mais de 95% dos exemplares eram maduros. Assim, 35 machos, pertencentes às classes de comprimento 42(1), 43(1), 44(2), 45(1), 46(8), 47(2), 48(4), 49(4), 50(1), 51(2), 52(5), 53(2), 56(1) e 59(1), inicialmente identificados como imaturos foram posteriormente considerados maduros.

Tabela 2. Número de peixes analisados por ano, intervalo de comprimentos e número de maturos.

| Ano | Indet. | Sexo | Nº de indiv. | Int. de comp. | Nº de mat. | % de mat. |
|------|--------|------|--------------|---------------|------------|-----------|
| 2000 | 537 | Fêm | 2960 | 20,0 – 70,5 | 307 | 10,4 |
| | | Mac | 3507 | 20,0 – 52,5 | 2378 | 67,8 |
| 2001 | 631 | Fêm | 3538 | 20,0 – 69,2 | 218 | 6,2 |
| | | Mac | 4282 | 20,0 – 48,7 | 2174 | 50,8 |
| 2002 | 401 | Fêm | 1839 | 20,0 – 65,2 | 272 | 14,8 |
| | | Mac | 2270 | 20,0 – 51,2 | 863 | 38,0 |
| 2003 | 1158 | Fêm | 924 | 20,0 – 64,9 | 93 | 10,1 |
| | | Mac | 893 | 20,0 – 46,8 | 240 | 26,9 |
| 2004 | 2230 | Fêm | 963 | 20,0 – 72,9 | 381 | 39,6 |
| | | Mac | 999 | 20,0 – 52,9 | 262 | 26,2 |
| 2005 | 2895 | Fêm | 1947 | 20,0 – 65,2 | 221 | 11,4 |
| | | Mac | 2073 | 20,0 – 48,5 | 409 | 19,7 |
| 2006 | 3164 | Fêm | 2129 | 20,0 – 64,0 | 368 | 17,3 |
| | | Mac | 2130 | 20,0 – 46,9 | 1244 | 58,4 |
| 2007 | 1833 | Fêm | 1257 | 20,0 – 76,7 | 143 | 11,4 |
| | | Mac | 1641 | 20,0 – 52,9 | 1222 | 74,5 |
| 2008 | 1608 | Fêm | 2107 | 20,0 – 66,1 | 353 | 16,8 |
| | | Mac | 2881 | 20,0 – 52,7 | 1926 | 66,9 |
| 2009 | 366 | Fêm | 1381 | 20,0 – 70,2 | 176 | 12,7 |
| | | Mac | 1889 | 20,0 – 53,4 | 1514 | 80,1 |
| 2010 | 380 | Fêm | 1335 | 20,0 – 80,1 | 251 | 18,8 |
| | | Mac | 1659 | 20,0 – 59,8 | 1155 | 69,6 |

A análise da tabela anterior mostra que no conjunto dos anos amostrados os machos apresentaram maior percentagem de indivíduos maturos (55 %) do que as fêmeas (14 %). Observando os valores ano a ano verifica-se que a percentagem de fêmeas maduras foi em média de 13 %, com excepção do ano de 2004 em que 40 % das fêmeas estavam maduras. Quanto aos machos, registou-se uma diminuição da percentagem de maturos desde 2000 (67 %) até 2005 (20 %) seguida de um aumento até 2010 (70 %), o que se reflete nos resultados apresentados para sexos combinados (Fig. 1).

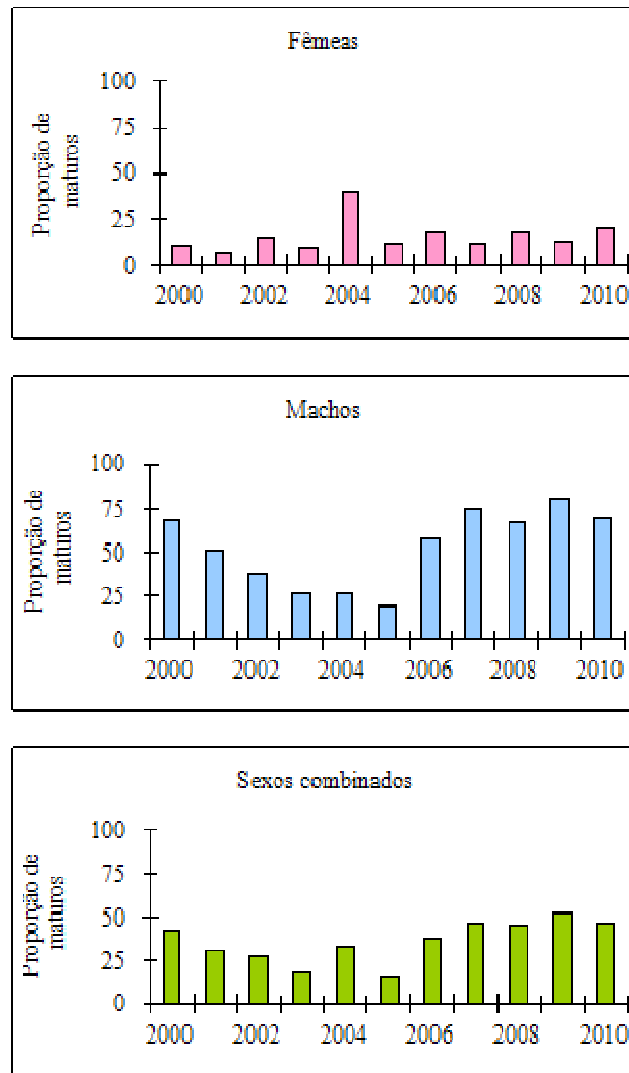


Figura 1. Proporção de maduros.

Na figura 2 apresentam-se as ogivas de maturação anuais, obtidas para fêmeas (a), machos (b) e sexos combinados (c). Comparando as ogivas dos vários anos verifica-se que as curvas têm formas diferentes para ambos os sexos, sendo que os machos amadureceram sempre mais cedo do que as fêmeas.

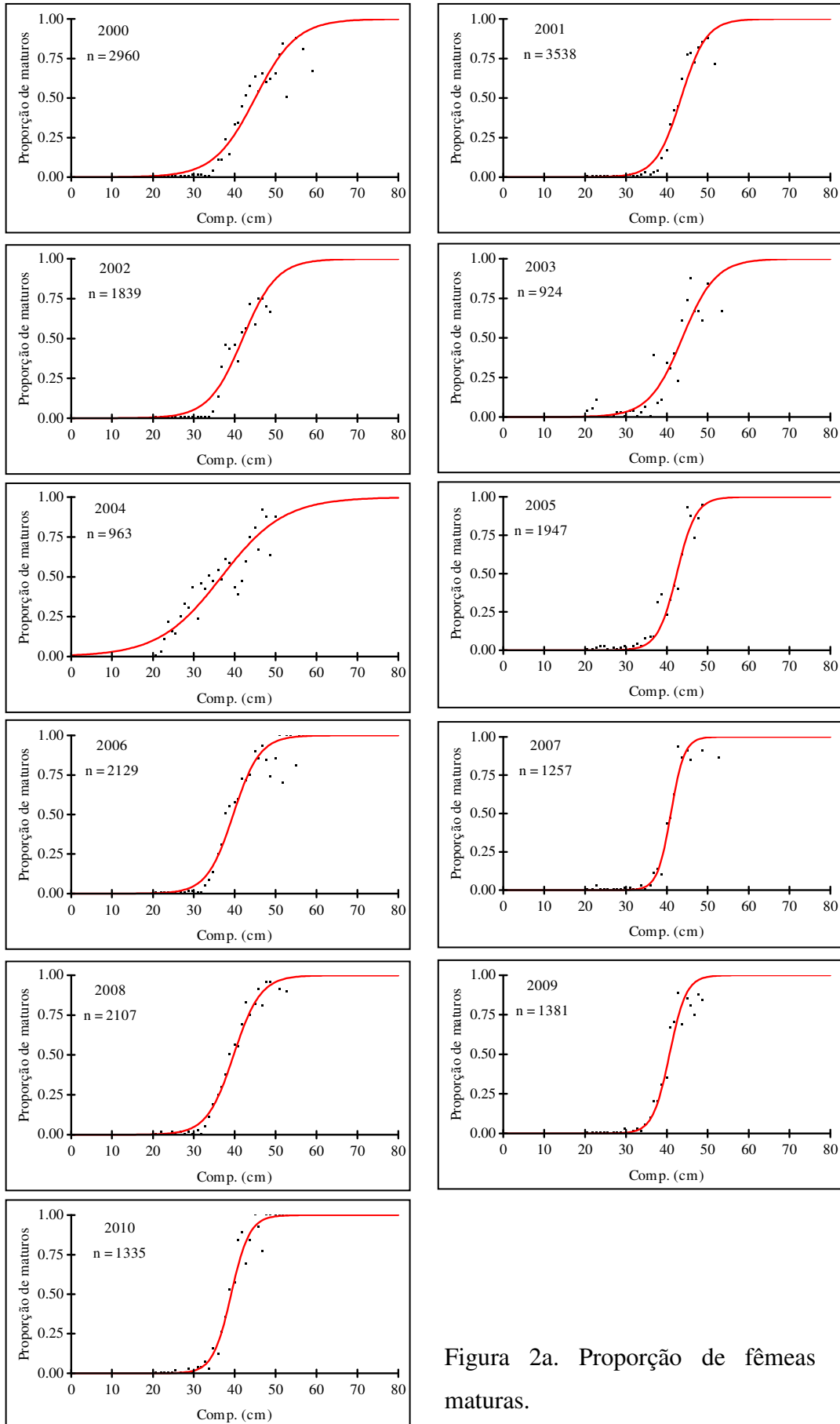


Figura 2a. Proporção de fêmeas maduras.

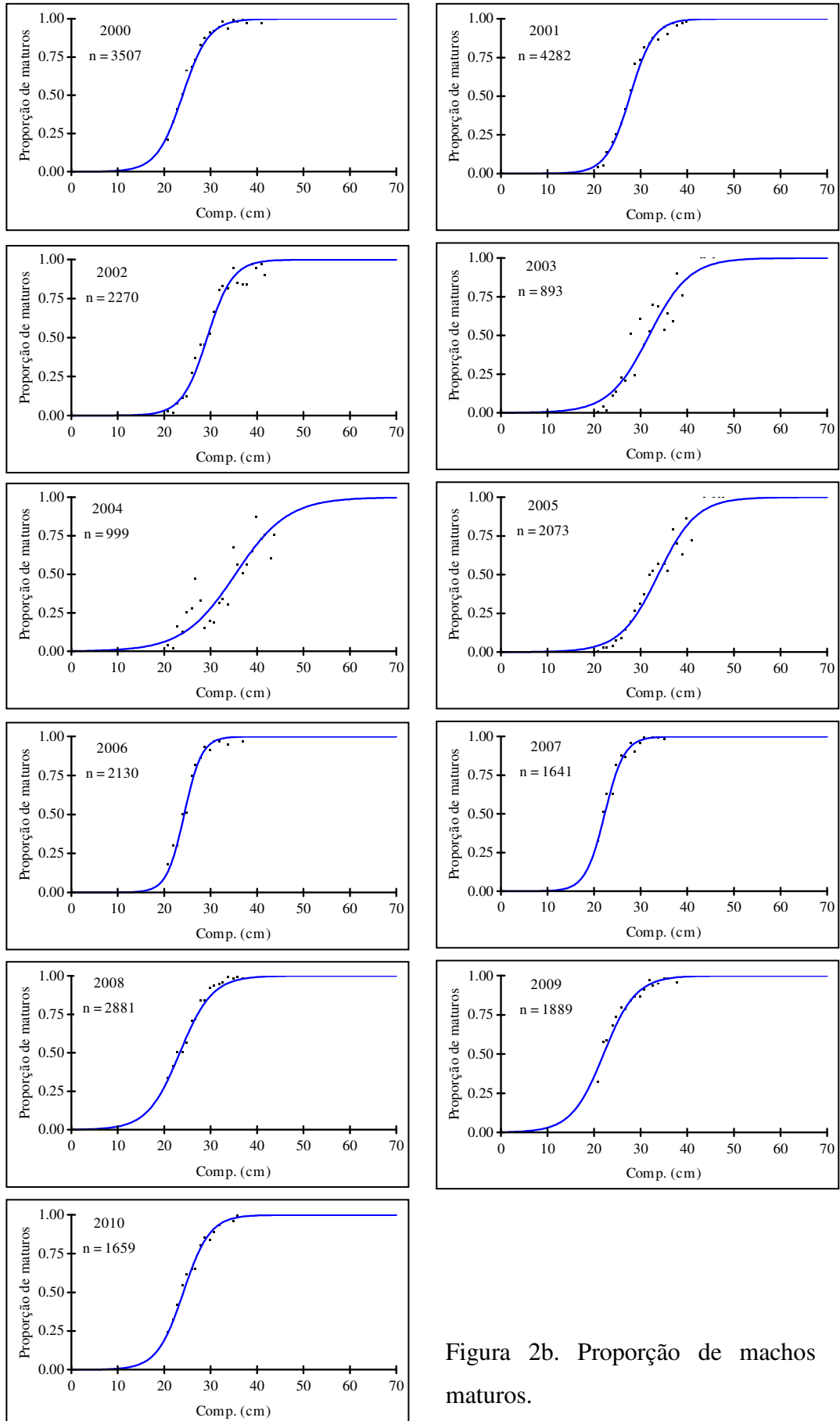


Figura 2b. Proporção de machos maduros.

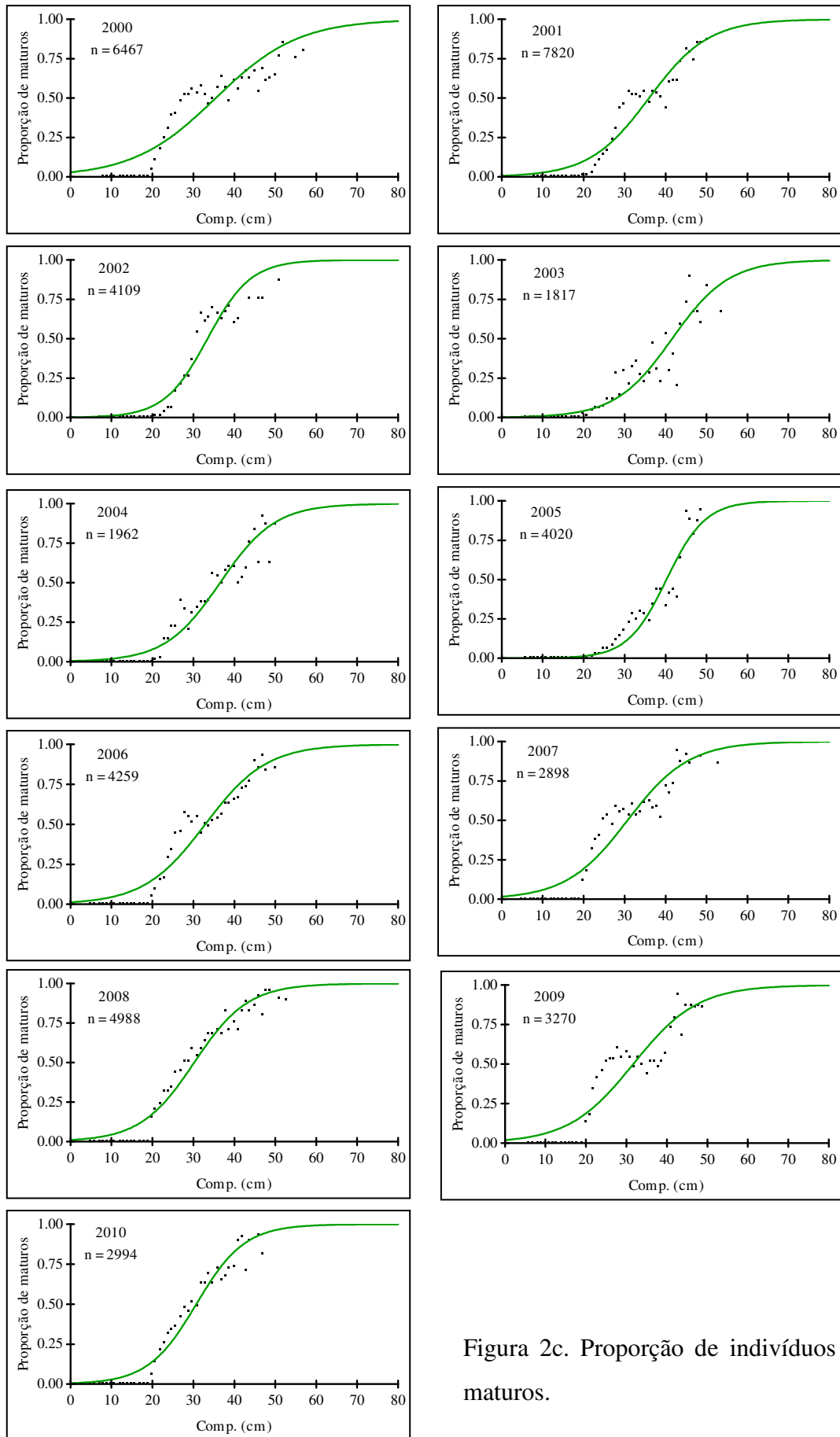


Figura 2c. Proporção de indivíduos maduros.

O tratamento logístico dos dados forneceu os resultados compilados na Tabela 3.

Tabela 3. Parâmetros logísticos das relações.

| Ano | Sexo | a | b | R | Var. expl. (%) | L ₅₀ |
|------|----------|---------|-------|-------|----------------|-----------------|
| 2000 | Fêm | 88,967 | 0,198 | 0,971 | 94,25 | 45,0 |
| | Mac | 85,614 | 0,357 | 0,995 | 99,1 | 24,0 |
| | Sex comb | 35,083 | 0,099 | 0,944 | 89,05 | 35,5 |
| 2001 | Fêm | 14,105 | 0,324 | 0,991 | 98,26 | 43,5 |
| | Mac | 109,015 | 0,393 | 0,996 | 99,18 | 27,7 |
| | Sex comb | 49,471 | 0,138 | 0,979 | 95,87 | 36,0 |
| 2002 | Fêm | 101,316 | 0,242 | 0,983 | 96,61 | 41,9 |
| | Mac | 107,691 | 0,368 | 0,99 | 97,99 | 29,3 |
| | Sex comb | 63,319 | 0,189 | 0,979 | 95,75 | 33,4 |
| 2003 | Fêm | 107,527 | 0,245 | 0,954 | 90,99 | 43,8 |
| | Mac | 73,908 | 0,232 | 0,948 | 89,84 | 31,8 |
| | Sex comb | 6,014 | 0,145 | 0,946 | 89,43 | 41,6 |
| 2004 | Fêm | 48,093 | 0,131 | 0,955 | 91,16 | 36,8 |
| | Mac | 62,692 | 0,177 | 0,925 | 85,56 | 35,3 |
| | Sex comb | 54,677 | 0,15 | 0,981 | 96,27 | 36,5 |
| 2005 | Fêm | 182,161 | 0,429 | 0,991 | 98,13 | 42,4 |
| | Mac | 82,414 | 0,244 | 0,981 | 96,17 | 33,8 |
| | Sex comb | 84,921 | 0,211 | 0,986 | 97,18 | 40,2 |
| 2006 | Fêm | 122,716 | 0,309 | 0,982 | 96,45 | 39,7 |
| | Mac | 129,413 | 0,532 | 0,994 | 98,72 | 24,3 |
| | Sex comb | 43,976 | 0,134 | 0,978 | 95,72 | 32,9 |
| 2007 | Fêm | 249,162 | 0,608 | 0,994 | 98,89 | 41,6 |
| | Mac | 106,957 | 0,48 | 0,988 | 97,61 | 22,3 |
| | Sex comb | 41,079 | 0,134 | 0,97 | 94,03 | 30,7 |
| | Fêm | 121,411 | 0,305 | 0,996 | 99,19 | 39,8 |
| | Mac | 66,998 | 0,287 | 0,995 | 98,93 | 23,4 |
| | Sex comb | 46,016 | 0,152 | 0,988 | 97,66 | 30,2 |
| 2009 | Fêm | 199,626 | 0,491 | 0,991 | 98,12 | 40,7 |
| | Mac | 63,741 | 0,289 | 0,982 | 96,39 | 22,0 |
| | Sex comb | 3,979 | 0,127 | 0,959 | 91,95 | 31,4 |
| 2010 | Fêm | 174,589 | 0,446 | 0,993 | 98,62 | 39,1 |
| | Mac | 84,725 | 0,351 | 0,993 | 98,63 | 24,1 |
| | Sex comb | 52,032 | 0,169 | 0,99 | 97,94 | 30,7 |

No que respeita a esta componente do stock sul podem identificar-se dois períodos diferentes, 2000-2004 e 2005-2010, quanto ao comprimento da primeira maturação (L₅₀), embora os dois sexos tenham apresentado evoluções diferentes nestes períodos (Fig. 3).

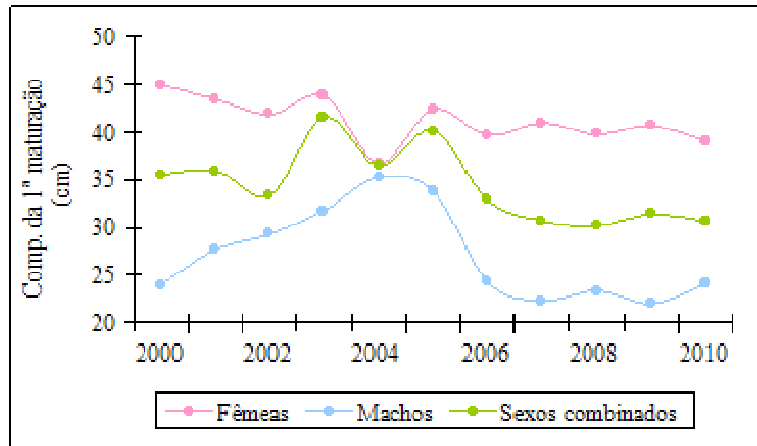


Figura 3. Variação do L_{50} ao longo dos anos.

O L_{50} das fêmeas decresceu de 45,0 cm em 2000 para 36,8 cm em 2004, o valor mais baixo observado. Após ter aumentado em 2005 para 42,4 cm manteve um valor médio de 40,5 cm no resto do período, o que se traduz num comprimento médio de 41,3 cm em todo o período amostrado. Pelo contrário o L_{50} dos machos aumentou de 24,0 cm em 2000 até 35,3 cm em 2004, decrescendo até 24,1 cm em 2010, apresentando um valor médio de 27,1 cm para todos os anos estudados.

Considerando os sexos combinados o comprimento da primeira maturação foi de 34,5 cm.

Estes resultados mostram que, na primeira metade do período em estudo, o L_{50} das fêmeas decresceu 8,2 cm enquanto que o dos machos aumentou 11,3 cm; na segunda metade o L_{50} das fêmeas estabilizou enquanto que o dos machos decresceu 9,7 cm.

Os valores médios mensais variaram consideravelmente durante este período, apresentando o valor médio anual de 16,7° C, variando entre 16,4° C em 2000 e 16,9° C em 2010, com um máximo de 17,3° C em 2006.

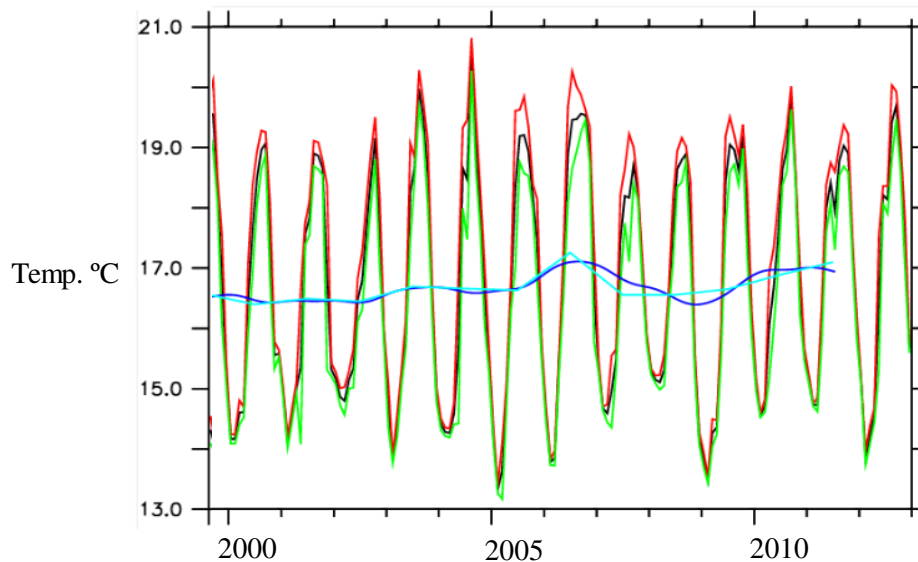


Figura 4. Valores médios mensais da temperatura de superfície da água do mar. O gráfico representa os valores médios mensais e respectivas variâncias (preto, verde e vermelho), assim como os valores médios anuais (azul claro) e a média corrida dos valores (azul escuro).

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos neste trabalho sobre o tamanho da pescada na primeira maturação na costa portuguesa mostram um decréscimo nos últimos anos, o que está de acordo com os resultados apresentados por outros autores (Piñeiro e Saínza, 2003 e Domínguez-Petit *et al.*, 2008) que referem igualmente para as águas ibéricas um decréscimo de L_{50} para a componente espanhola do stock sul (costa oeste da Galiza). Comparando a variação da percentagem de indivíduos maturos com a variação do comprimento da primeira maturação podemos dizer que o menor número de indivíduos maturos levou a que iniciassem a sua maturação mais cedo. A ligeira subida da temperatura das camadas superficiais da água do mar poderá ter contribuído para este facto, visto este parâmetro ser de grande importância na maturação e desova dos peixes (Coombs *et al.*, 2006) e na sua dinâmica. Armstrong *et al.*, (2004) verificaram esta correlação positiva entre a proporção de indivíduos maturos e a temperatura da água do mar para o bacalhau do mar da Irlanda. Esta diminuição do tamanho da primeira maturação pode indicar que, mesmo com a aplicação das medidas de gestão implementadas, um elevado esforço de pesca, levando geralmente à captura de exemplares de maiores dimensões, alterando, por consequência, a composição de comprimentos e de idades do stock, pode resultar na diminuição do comprimento da primeira maturação (Olsen *et al.*, 2004).

Neste trabalho não foram feitas análises espaciais mas deve ter-se em atenção que apesar da extensão relativamente pequena da costa portuguesa os valores médios da temperatura da água do mar são bastante diferentes, sendo em geral mais elevados na costa sul, diminuindo com o aumento da latitude na costa oeste (Antunes e Pires, 2010). Assim, o facto de se ter tratado, em conjunto, os dados recolhidos ao longo da costa pode ter dissimulado as variações existentes com a latitude, pelo que um tratamento mais específico deverá ser objecto de estudo.

As variações do tamanho da primeira maturação do stock sul da pescada estão atualmente a ser objecto de estudo no Grupo de Trabalho WGHMM (Working Group on the Assessment of Southern Shelf Stocks of Hake, Monk and Megrin) do ICES.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi realizado no âmbito do Projecto PNAB/EU-DCR. A autora agradece ao Dr. Paulo Oliveira pela sua contribuição com os dados de temperatura e aos amostradores pelo trabalho de amostragem biológica a bordo do NI “Noruega”, em particular Sandra Dores e Rui Lago.

BIBLIOGRAFIA

ANTUNES, S.; PIRES, H.O., 2010. Variabilidade climática da temperatura da água do mar junto à costa de Portugal. *Actas das XXXI Jornadas Científicas de la Asociación Meteorológica España, Sevilha*, 3 pp.

ARMSTRONG, M.J.; GERRITSEN, H.D.; ALLEN, M.; MCCURDY, W.J.; PEEL, J.A.D., 2004. Variability in maturity and growth in a heavily exploited stock: cod (*Gadus morua* L.) in the Irish Sea. *ICES Journal of Marine Science*, 61 (1): 98-112.

BEACHAM, T.D., 1983. Variability in median size and age at sexual maturity of Atlantic cod, *Gadus morhua*, on the Scotian Shelf in the northwest Atlantic Ocean. *Fishery Bulletin*, 81 (2): 303-321.

BRANDER, K.M., 1995. The effect of temperature on growth of Atlantic cod (*Gadus morhua* L.). *ICES Journal of Marine Science*, 52 (1): 1–10.

CARDINALE, M.; MODIN, J., 1999. Changes in size-at-maturity of Baltic cod (*Gadus morhua*) during a period of large variations in stock size and environmental conditions. *Fisheries Research*, 41 (3): 285-295.

COOK, R.M.; HEATH, M.R., 2005. The implications of warming climate for the management of North Sea demersal fisheries. *ICES Journal of Marine Science*, 62 (7): 1322-1326.

COOMBS, S.H.; SMYTH, T.J.; CONWAY, D.V.P.; HALLIDAY, N.C.; BERNAL, M.; STRATOUDAKIS, Y.; Alvarez, P., 2006. Spawning season and temperature relationships for sardine (*Sardina pilchardus*) in the eastern North Atlantic. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 86 (5): 1245-1252.

DOMÍNGUEZ-PETIT, R.; KORTA, M.; SABORIDO-REY, F.; MURUA, H.; SAINZA, M.; PIÑEIRO, C., 2008. Changes in size at maturity of European hake Atlantic populations in relation with stock structure and environmental regimes. *Journal of Marine Systems*, 71 (3-4): 260–278.

HILBORN, R.; WALTERS, C.J., 1992. Quantitative fisheries stock assessment: choice, dynamics and uncertainty. Chapman and Hall, New York, 570 p.

ICES, 2003. Report of the ICES Advisory Committee on Fishery Management. 975 pp. ICES Cooperative Research Report, No. 261.

ICES, 2006. Report of the Working Group on the Assessment of Hake, Monk and Megrim (WGHMM). ICES CM 2006/ACFM:01, 878 pp.

ICES, 2007. Report on the Workshop on Sexual Maturity Staging on Hake and Monk (WKMSHM). ICES CM 2007/ACFM:34.

ICES, 2013. Hake in Division IIIa, Subareas IV, VI, and VII, and Divisions VIIIa,b,d (Northern stock). Report of the ICES Advisory Committee 2013. ICES Advice, 2013. Book 9. Section 9.4.10. 9 pp.

KRAUS, G.; TOMKIEWICZ, J.; KÖSTER, F.W., 2002. Egg production of Baltic cod (*Gadus morua*) in relation to variable sex ratio, maturity and fecundity. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 59 (12): 1908-1920.

MURUA, H., KRAUS, G., SABORIDO-REY, F., WITTHAMES, P.R., THORSEN, A.; JUNQUERA, S., 2003. Procedure to estimate fecundity of marine fish species in relation to their reproductive strategy. *Journal of Northwest Atlantic Fishery Science*, 33: 33-54.

OLSEN, E.M.; HEINO, M.; LILLY, G.R.; MORGAN, M.J.; BRATTEY, J.; DIECKMANN, U., 2005. Assessing changes in age and size at maturation in collapsing populations of Atlantic cod (*Gadus morhua*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 62: 811-823.

PIÑEIRO, C.; SAÍNZ, M.A., 2003. Age estimation, growth and maturity of the European hake (*Merluccius merluccius* (Linnaeus, 1758)) from Iberian Atlantic waters. *ICES Journal of Marine Science*, 60 (5): 1086-1102.

RIJNSDORP, A.D., 1991. Changes in fecundity of female North Sea plaice (*Pleuronectes platessa* L.) between three periods since 1900. *ICES Journal of Marine Science*, 48 (3): 253-280.

TRIPPEL, E.A., 1995. Age at maturity as a stress indicator in fishes. *BioScience*, 45: 759-771.

TRIPPEL, E.A.; KJESBU, O.S.; SOLEMDAL, P., 1997. Effects of adult age and size structure on reproductive output in marine fishes. In: R.C. Chambers & E.A. Trippel (Ed.), *Early life history and recruitment in fish populations*. Chapman and Hall, London, pp. 31-62.

VITALE, F.; SVEDÄNG, H.; CARDINALE, M., 2006. Histological analysis invalidates macroscopically determined maturity ogives of the Kattegat cod (*Gadus morhua*) and suggests new proxies for estimating maturity status of individual fish. *ICES Journal of Marine Science*, 63 (3): 485-492.

