

Universitat de Barcelona
Facultat de Biologia

**SOBRE LES CAUSES DEL DESCENS DE
LES POBLACIONS DE *CALLISTA CHIONE*
(LINNAEUS, 1758) A LA COSTA DEL
MARESME, CATALUNYA**

TREBALL DE FI DE GRAU
Enric Real García
Grau en Ciències Ambientals
Curs 2012-2013

Índex

Summary	3
1. Introducció	3
2. Material i mètodes	5
2.1 Àrea d'estudi	5
2.2 Dades analitzades	5
2.3 Avaluació de l'efecte de les extraccions..... de sorres sobre la CPUE (<i>catch per unit effort</i>)	6
2.4 Tendències multianuals de la	7
clorofil·la i els nutrients	
2.5 Relacions entre les variables de	7
la columna d'aigua i la CPUE	
3. Resultats	7
3.1 Nutrients i clorofil·la	7
3.2 Extraccions de sorres	13
4. Discussió	14
5. Agraïments	19
6. Referències	19

Sobre les causes del descens de les poblacions de *Callista chione* (Linnaeus, 1758) a la costa del Maresme, Catalunya

Enric Real García

Facultat de Biologia de la Universitat de Barcelona, Diagonal, 643, 08028 Barcelona.

SUMMARY: The populations of the bivalve *Callista chione* (L.), have experienced a severe decline in recent years in the Maresme coast, Catalonia, (Spain), where it has a considerable commercial interest. This trend is framed within a general decline of most other fisheries and tends to be attributed to overfishing. We have addressed other possible causes such as changes in the quality of coastal waters in terms of chemical nutrient or chlorophyll concentrations or the effect of sand extraction for beach nourishment, but have failed to establish general relationships with catch per unit effort.

Key words: *Callista chione*, latitudinal trend, the Maresme coast, beach nourishment, chlorophyll

1. INTRODUCCIÓ

Les llotges catalanes han constatat una forta davallada en les captures durant el període 1991-2010. Una de les classes que s'ha vist més afectada ha sigut la dels bivalves (Fig. 1). *C. chione* és una de les espècies de bivalves que gaudeix de major interès comercial, sent activament pescada arreu de la Mediterrània francesa, a les costes de Catalunya (Charles et al. 1999), al golf de Trieste (Valli et al. 1982) i a Grècia (Metaxatos 2004). *C. chione* és un mol·lusc bivalve de l'ordre veneroïda, d'hàbitat bentònic, típic dels fons tous constituïts per sorres

grolleres i de gra mitjà. Principalment ocupa la franja batimètrica compresa entre els 5 i els 30 m de fondària, tot i que s'ha constatat la seva presència en fons de fins a 200 m (Parenzan 1976). Aquesta espècie es troba present a tota la Mediterrània, a la Mar Negra i a l'Oceà Atlàntic, on el seu rang latitudinal s'estén des del Regne Unit fins al Nord d'Àfrica (Tebble 1966), incloent les Illes Canàries i les Illes Açores (Valli et al. 1994).

En una avaluació a la zona del Maresme durant el període 2004-2006, es va confirmar que les densitats de població de *C. chione*, eren en general molt baixes, amb valors que oscil·laven

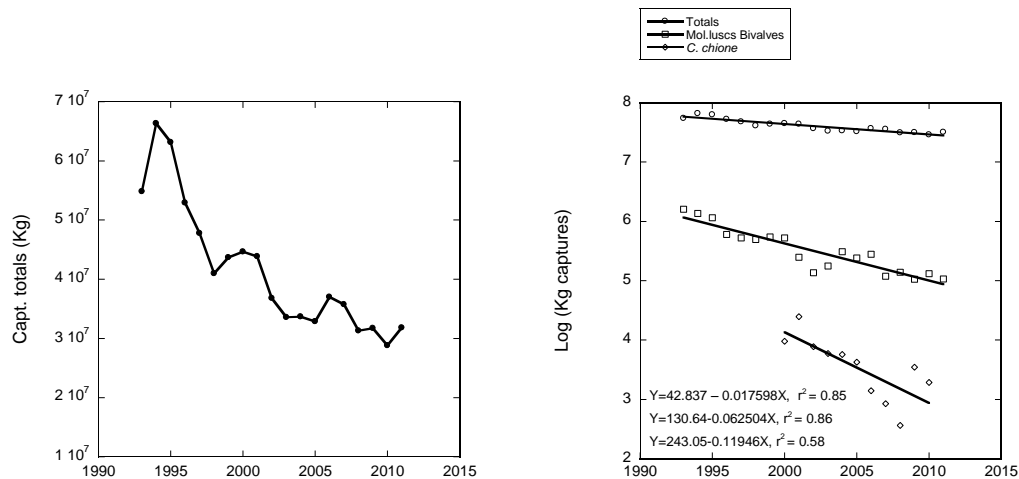


Fig. 1.- Descens en el temps de les captures de pesqueries a Catalunya. Panell esquerre: captures totals. Panell dret: rectes de regressió ajustades, per al logaritme en base 10 de captures totals, captures de mol·luscs bivalves i captures de *C. chione*. Font: Departament d'Agricultura Ramaderia, Pesca, Alimentació i Medi Natural de la Generalitat de Catalunya.

entre 0 i 0.79 individus / m² (Ramon et al. 2008). Aquest fet, va impulsar que s'imposés un període de veda entre març de 2008 i agost de 2009 (DOG 2008, Memòria DARP 2008, Memòria DARP 2009). En finalitzar aquest període, es va enregistrar un considerable augment del volum de captures, tot i que poc després, les poblacions de *C. chione* varen continuar baixant.

C. chione és una espècie de creixement lent (Keller 2002; Leontarkis & Ritchardson 2005) i sembla ser que amb un estricte rang granulomètric pel que fa al seu hàbitat (Pubill et al. 2011; Ramon et al. 2008). Aquestes característiques la fan potencialment vulnerable a alteracions del seu hàbitat, com les extraccions de sorra per a l'alimentació de platges. S'ha observat que la densitat de població *C. chione*

experimenta una considerable reducció, just després d'un episodi d'extracció de sorres, (Pellizzato et al. 2006; Sardà et al. 2000). En un estudi realitzat a la badia de Blanes a Catalunya (Sardà et al. 2000), es va observar que al cap de dos anys d'una extracció, les poblacions encara no havien recuperat la seva estructura de talles original.

C. chione és un bivalve que pot consumir una gran varietat de partícules en suspensió, incloent microalgues, bacteris i detritus (Jørguensen 1990; 1996; Hawkins and Bayne 1992). D'altra banda, la seva ingesta inclou entre 5-6 vegades més microalgues que bacteris (Charles 1999). Una reducció de l'arribada de nutrients inorgànics d'origen continental al mar, causada per factors com la proliferació de sistemes de tractament

d'aigües, podria potencialment haver derivat en una disminució de la producció primària. En el present treball, s'analitza la tendència en el temps de la qualitat de l'aigua de mar, en termes de concentració de clorofil·la així com de determinats nutrients inorgànics, i la seva influència sobre la CPUE (*catch per unit effort*) de *C. chione* al Maresme. També es valoren els efectes a llarg termini que han tingut les extraccions de sorra per a l'alimentació de platges, sobre aquesta espècie.

2. MATERIAL I MÈTODES

2.1 Àrea d'estudi

La comarca del Maresme, pertany a la província de Barcelona i comprèn una estreta franja litoral, amb una superfície total de 398.9 km². El seu perfil de costa alberga una sèrie de platges de sorra amb alternança d'algun petit tram de penya-segat, generalment d'alçada poc important. A la costa del Maresme hi arriben un considerable número de rieres que tenen el seu origen a la Serralada Litoral Catalana. Pel que fa als seus fons, estan constituïts principalment per sorres grolleres. La part submergida de la meitat Sud del Maresme, es diferencia de la part Nord, per una presència molt més marcada de roca,

així com per diverses taques de *Posidonia oceanica*. La zona de Mataró conté una ampla sèrie de barres de roca gairebé paral·leles a la costa, juntament amb un dels pocs bancs de *P. oceanica* que encara es conserven en aquesta franja del litoral. L'àrea d'interès per aquest estudi, queda delimitada per les isòbates de 5 i 30 m, que marquen la fondària on es desenvolupa majoritàriament la pesca de *C. chione*.

2.2 Dades analitzades

Les dades de clorofil·la ($\mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$) en la columna d'aigua i les concentracions subsuperficials de nutrients inorgànics com nitrat (NO_3^-), nitrit (NO_2^-), amoni (NH_4^+), fosfat (PO_4^{3-}), i silicat (SiO_4^{4-}), totes elles en ($\mu\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$), han estat facilitades per l'ACA (Agència Catalana de l'Aigua). La localització dels punts de mostreig es pot considerar representativa del litoral català, constituïda per les rodalies dels ports de Roses, Blanes, Arenys de Mar, Mataró, Barcelona, Vilanova i la Geltrú, Tarragona, L'Ampolla de Mar i Sant Carles de la Ràpita. Aquestes dades corresponen al període 1994-2011, i la seva periodicitat és mensual. En base a la distància a la costa, les dades s'agrupen en CP (camp proper, obtingudes a prop de la platja), CM (camp mitjà, a una distància aproximada d'1.5 Km de la costa) i CL

(camp llunyà, punts de mostreig situats a una distància aproximada de 6 Km de la costa). A partir d'aquestes dades, també s'han considerat algunes relacions entre nutrients d'importància ecològica, com DIN/PO_4^{-3} ($DIN = NO_3^- + NO_2^- + NH_4^+$) i DIN/SIO_4^{-4} .

Les dades de les extraccions de sorra realitzades al fons marí de la costa del Maresme, destinades a la realimentació de diverses platges de la província de Barcelona, han estat facilitades per la Demarcació de Costes de Catalunya, (Direcció General de Sostenibilitat de la Costa i del Mar del Ministeri de Medi Ambient i Medi Rural i Marí). Les dades corresponen a extraccions realitzades en diversos punts arreu del Maresme al llarg del període 1981-2010 i inclouen l'any, el volum i la procedència aproximada de l'extracció. Nosaltres hem agrupat per anys, totes les dades de volum extret, provinents de la zona del Maresme.

Es disposa de dades diàries de captura de *C. chione* facilitades per la Direcció General de Pesca de la Generalitat de Catalunya. Les dades corresponen al període 2000-2011, s'agrupen en base als diversos ports pesquers de Catalunya i inclouen el volum de captura (Kg) i l'esforç pesquer (dies de pesca · barca). Les dades només tenen en compte les captures que passen per llotja. No es disposa de la sèrie temporal sencera per a cap dels ports. Per minimitzar els forats en

les sèries temporals, els càlculs s'han fet a partir de promitjos trimestrals i anuals. Es pren la CPUE de *C. chione*, com a mesura de referència d'abundància de població. Aquesta expressió, és utilitzada habitualment com a índex de mesura indirecta d'abundància, en aquelles pesqueries on es suposa que existeix una relació entre aquest índex i la mida de la població (FAO 2009). Un dels principals avantatges que presenta aquest índex davant d'altres mesures indirectes, és el fet de que considera l'esforç pesquer.

2.3 Avaluació de l'efecte de les extraccions de sorra sobre la CPUE

S'han fet correlacions creuades entre el volum d'extracció de sorra i la CPUE, amb dades agrupades anualment, corresponents a la zona del Maresme. Les correlacions, s'han calculat pel mètode no paramètric de Spearman, fent servir el paquet estadístic SAS JMP 9.0.2.

2.4 Tendències multianuals de la clorofil-la i els nutrients

S'han avaluat les tendències en el temps de la concentració de clorofil-la, dels diversos nutrients i de les relacions DIN/PO_4^{-3} i DIN/SIO_4^{-4} , per a cadascun dels punts de mostreig. Les variables s'han transformat amb el logaritme en

base 10, per tal de normalitzar-les. El dia de mostreig s'ha convertit en el dia de l'any i després s'ha tret la tendència estacional de cada variable amb l'ajust d'un model spline (SAS JMP 9.0.2). Aquest és un model d'anàlisi bivariant no lineal que incorpora el paràmetre lambda, el qual permet atorgar més o menys pes als residus, actuant directament sobre la rigidesa de l'ajust. En el nostre cas, hem aplicat un valor de lambda = 0.1, que és el valor que el software assigna per defecte. Un cop obtingut el model, la variabilitat explicada pel model spline, ve determinada per la r^2 . Els principals pics de concentració obtinguts per a cadascuna de les variables que defineixen la component estacional, han sigut enregistrats. Els residus del model s'han analitzat per tendències lineals en el temps, anotant el pendent i la seva significació estadística.

2.5 Relacions entre les variables de la columna d'aigua i la CPUE

En base al volum de dades disponibles i al nivell de coincidència en el temps amb les sèries temporals de la CPUE, s'han seleccionat una sèrie de ports, dels quals s'han correlacionat les variables de la columna d'aigua amb la CPUE. Els ports seleccionats han sigut els de Roses, Blanes, Arenys de Mar, Barcelona i Sant Carles de la Ràpita. El càlcul de les correlacions s'ha dut a

terme amb el mètode no paramètric de Spearman, fent servir el paquet estadístic SAS JMP 9.0.2. A partir de dades agregades trimestralment, s'ha relacionat la CPUE amb cadascuna de les variables de la secció anterior. Totes les correlacions fan referència al període 2000-2010.

3. RESULTATS

Les captures de *C. chione* han experimentat descensos en totes les llotges catalanes (Fig. 2), de manera que no estaríem parlant d'un cas particular del Maresme. En alguns ports, on les captures són en general baixes, s'observen fortes fluctuacions però sempre amb un descens clar durant els últims anys.

3.1 Nutrients i clorofil·la

Els resultats significatius, obtinguts en l'anàlisi de les tendències en el temps per als nutrients, es recullen a la taula 1, mentre que per les relacions DIN/SiO_4^{-4} , DIN/PO_4^{-3} i per la clorofil·la, es recullen a la taula 2. El valor numèric dels pendents, apareix expressat amb valors força baixos, donat que per calcular el pendent, el paquet estadístic fa servir el temps en segons. La representació gràfica de l'anàlisi de la tendència de la clorofil·la en el temps per Arenys de Mar i Blanes

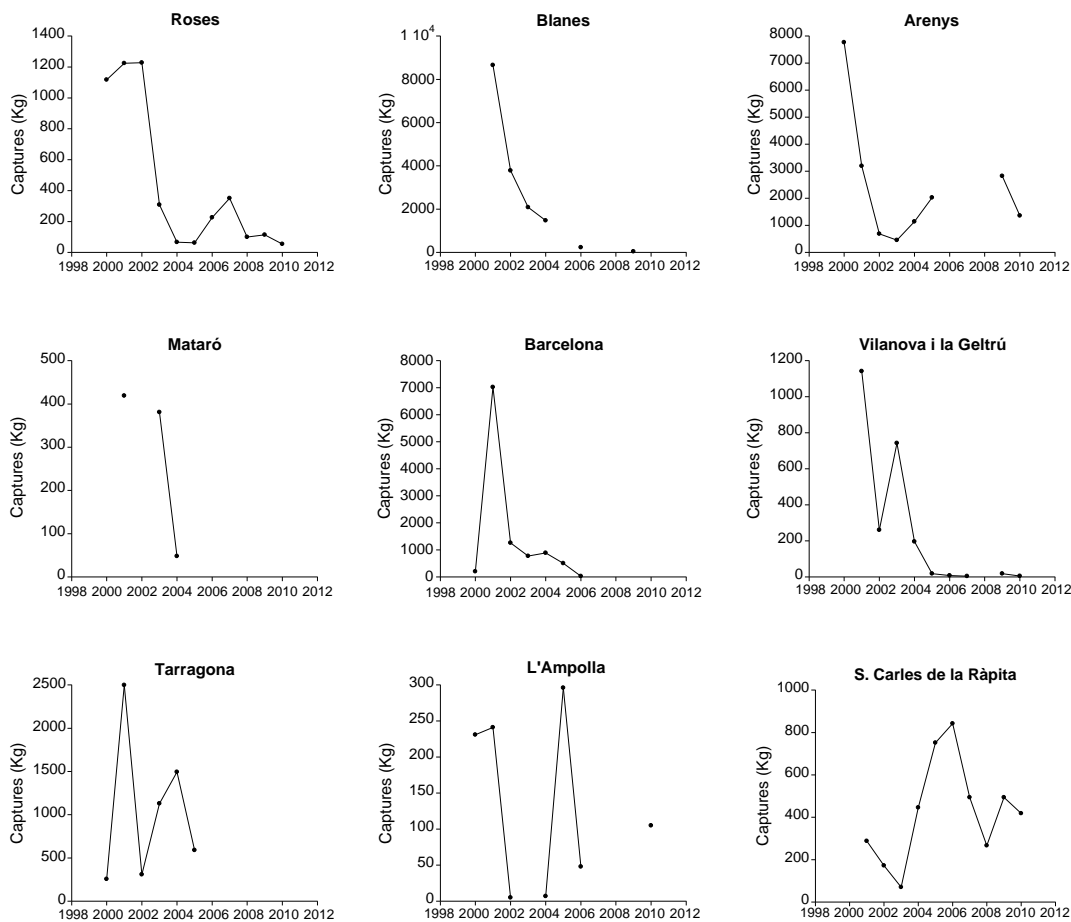


Fig.2.- Evolució en el temps del promig anual de captures de *C. chione* (Kg), declarades per 9 ports per al període 2000-2012. Font: Direcció General de Pesca de la Generalitat de Catalunya.

(CM i CL respectivament), reforça aquesta informació (Fig.3). Els resultats de les tendències generals (significatives i no significatives), s'han representat a la fig.4 per als nutrients i a la fig. 5, per les relacions $\text{DIN}/\text{PO}_4^{-3}$, $\text{DIN}/\text{SiO}_4^{-4}$ i per la clorofil·la.

Les correlacions significatives obtingudes entre les variables estudiades i la CPUE, s'exposen a la taula 3. No s'ha obtingut cap correlació significativa per la zona de Roses.

L'ajust spline, ha posat de manifest una marcada estacionalitat per part de

la clorofil·la en diversos punts: Arenys de Mar, ($r^2 = 0.53$), Roses, ($r^2 = 0.50$) i Blanes ($r^2 = 0.46$), la qual ha sigut degudament aïllada per tal d'observar les tendències. A nivell general, i considerant totes les dades, els principals pics de concentració, es donen en dos moments molt concrets de l'any. En el 45% dels casos observats, el pic màxim de clorofil·la es dona entre febrer i març, dintre d'un interval de 25 dies (dies de l'any 50-75.). D'altra banda, en el 40% de casos, el pic es dona entre desembre i

TAULA 1.- Relació de resultats estadísticament significatius, obtinguts per l'anàlisi de les tendències en el temps dels nutrients, considerant diferents distàncies a la costa: El p-valor fa referència a l'anàlisi de la variància associat a la recta de regressió.

Port, Camp	n	r ²	Pendent	P
Nitrat (NO₃⁻)				
<i>Mataró, C.P.</i>	107	0.15	-8.90E-10	P<0.001
<i>Vilanova i la Geltrú, C.P.</i>	55	0.10	-1.34E-09	P<0.05
<i>Tarragona, C.P.</i>	160	0.05	-3.50E-10	P<0.01
Amoni (NH₄⁺)				
<i>Arenys de Mar, C.P.</i>	162	0.19	1.26E-09	P<0.001
<i>Mataró, C.P.</i>	107	0.07	7.30E-10	P<0.01
<i>Vilanova i la Geltrú, C.P.</i>	55	0.15	-2.06E-09	P<0.01
<i>Tarragona, C.P.</i>	161	0.14	1.03E-09	P<0.001
<i>L'Ampolla, C.P.</i>	162	0.02	4.90E-10	P<0.05
<i>Tarragona, CLL</i>	49	0.08	-9.60E-10	P<0.05
Fosfat (PO₄⁻³)				
<i>Arenys de Mar, C.P.</i>	162	0.12	7.70E-10	P<0.001
<i>Mataró, C.P.</i>	107	0.05	5.30E-10	P<0.05
<i>Vilanova i la Geltrú, C.P.</i>	55	0.09	-1.30E-09	P<0.05
<i>L'Ampolla, C.P.</i>	162	0.06	9.00E-10	P<0.01
<i>S. Carles de la Ràpita, C.P.</i>	161	0.08	9.90E-10	P<0.001
Silicat (SiO₄⁻⁴)				
<i>Arenys de Mar, C.P.</i>	162	0.03	2.70E-10	P<0.05
<i>Barcelona, C.P.</i>	154	0.07	-4.70E-10	P<0.001
<i>Tarragona, C.P.</i>	161	0.09	-5.00E-10	P<0.001
<i>Barcelona, CLL</i>	47	0.11	8.30E-10	P<0.05
<i>Tarragona, CLL</i>	49	0.08	8.10E-10	P<0.05

*Totes les dades s'han transformat mitjançant el logaritme en base 10.

gener, dintre d'un interval de 45 dies, (dies de l'any 345-25).

sorra extret a la zona del Maresme i la CPUE es veu una correlació negativa ($r^2 = -0.76$, $P < 0.05$).

3.2 Extraccions de sorres

Els resultats de l'anàlisi dels coeficients de correlació entre el volum d'extracció de sorres i la CPUE, es mostren a la figura 7. Només amb un decalatge d'un any entre el volum de

4. DISCUSSIÓ

Contràriament al que s'esperava, s'ha constatat un augment de la clorofil·la a Arenys de Mar CM, a

TAULA 2.- Relació de resultats estadísticament significatius, obtinguts per l'anàlisi de les tendències en el temps de les relacions DIN/SiO_4^{-4} , DIN/PO_4^{-3} i de la clorofil·la, considerant diferents distàncies a la costa: El p-valor fa referència a l'anàlisi de la variància associat a la recta de regressió.

Port, Camp	n	r ²	Pendent	P
DIN/SiO₄⁻⁴				
<i>Mataró, C.P.</i>	107	0.04	-4.20E-10	P<0.05
<i>Vilanova i la Geltrú, C.P.</i>	55	0.18	-1.36E-09	P<0.01
<i>Tarragona, C.P.</i>	161	0.11	6.00E-10	P<0.001
<i>Blanes, CLL</i>	45	0.10	-8.70E-10	P<0.05
<i>Arenys de Mar, CLL</i>	29	0.17	-1.40E-09	P<0.05
<i>Tarragona, CLL</i>	49	0.17	-1.44E-09	P<0.01
DIN/PO₄⁻³				
<i>Arenys de Mar, C.P.</i>	162	0.04	-5.50E-10	P<0.01
<i>Mataró, C.P.</i>	107	0.13	-1.11E-09	P<0.001
<i>L'Ampolla, C.P.</i>	162	0.05	-8.80E-10	P<0.01
<i>S. Carles de la Ràpita, C.P.</i>	161	0.06	-9.50E-10	P<0.01
Clorofil·la				
<i>Roses, C.M.</i>	33	0.12	1.16E-09	P<0.05
<i>Arenys de Mar, C.M.</i>	33	0.16	1.34E-09	P<0.05
<i>Blanes, CLL</i>	47	0.17	1.28E-09	P<0.01

*Totes les dades s'han transformat mitjançant el logaritme en base10.

Blanes CL i també a Roses CM, tot i que en cap dels tres casos la clorofil·la es correlaciona significativament amb la CPUE. La major part de la ingesta de *C. chione* està constituïda per microalgues (Charles 1999). La correlació entre la disponibilitat d'aliment i el creixement, no és fàcil d'observar en el medi natural, però en canvi, sí que es pot observar fàcilment in vitro (Navarro & Winter 1982; Clausen and Riisgard 1996). Pel que fa a les correlacions trobades (taula 3), les sèries temporals (Fig.6) s'ha observat que en la majoria dels casos, la sincronia entre les variables

que dóna lloc a aquestes correlacions, es dóna en períodes de temps molt curts (en termes de mesos). No té sentit pensar en termes mensuals de producció de *C. chione*, ja que aquest bivalve necessita al voltant de quatre anys per assolir la talla comercial (Strada & Zocco 1985). Per tant, les correlacions haurien d'anar associades a tendències en el temps, a més llarg termini. Això, només s'ha observat a Arenys de Mar CP, on el fòsfat ha augmentat significativament en els darrers anys. Aquest augment contrasta amb el que s'esperaria a Arenys de Mar, de les polítiques de re-

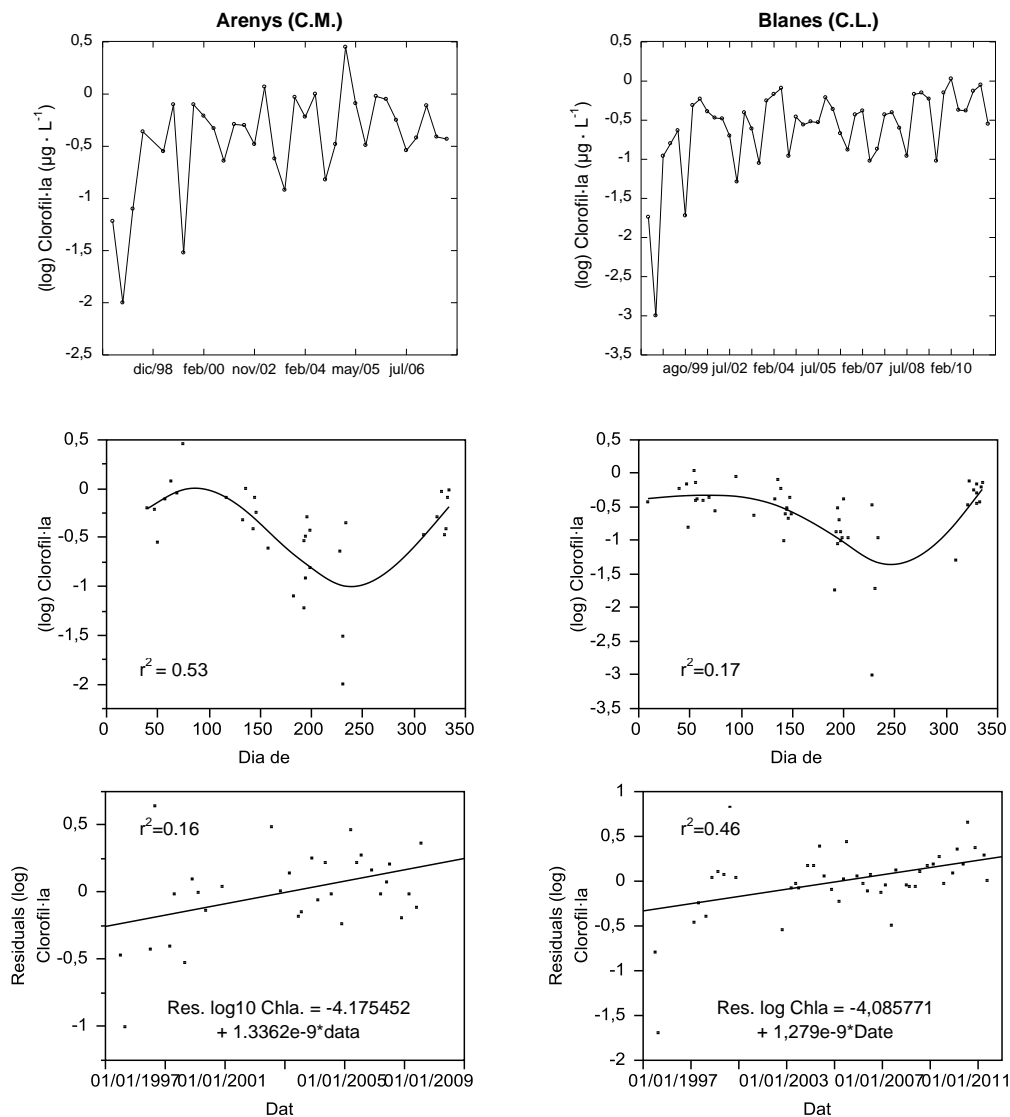


Fig.3.- Per a Arenys de Mar i Blanes (d'esquerra a dreta respectivament), sèrie temporal de concentració de la clorofil·la (panells superiors); tendència estacional, a partir de l' ajust spline (panells centrals) i tendència en el temps a partir de la recta de regressió un cop extreta l'estacionalitat (panells inferiors).

ducció de detergents polifosfats, i de la posada en marxa en 2004 d'una nova estació de tractament d'aigües residuals. A Arenys de Mar també han augmentat l'amoni i el silicat, però no el nitrat, fent baixar les relacions DIN/PO_4^{-3} i DIN/SiO_4^{-4} . El nitrat, tot i haver baixat en alguns punts, sol relacionar-se amb aigües més oceàniques, el que vindria a suggerir

que l'augment de nutrients a Arenys de Mar, es deu a aportacions continentals. En qualsevol cas, el fosfat és l'element limitant principal pel creixement del plàncton en el Mediterrani (Krom et al. 1991; Thingstad et al. 1998), i per tant esperaríem un augment de la clorofil·la a Arenys de Mar, la qual cosa no es dona en al CP però sí en el CM. Malgrat tot, l'estacionalitat mostrada

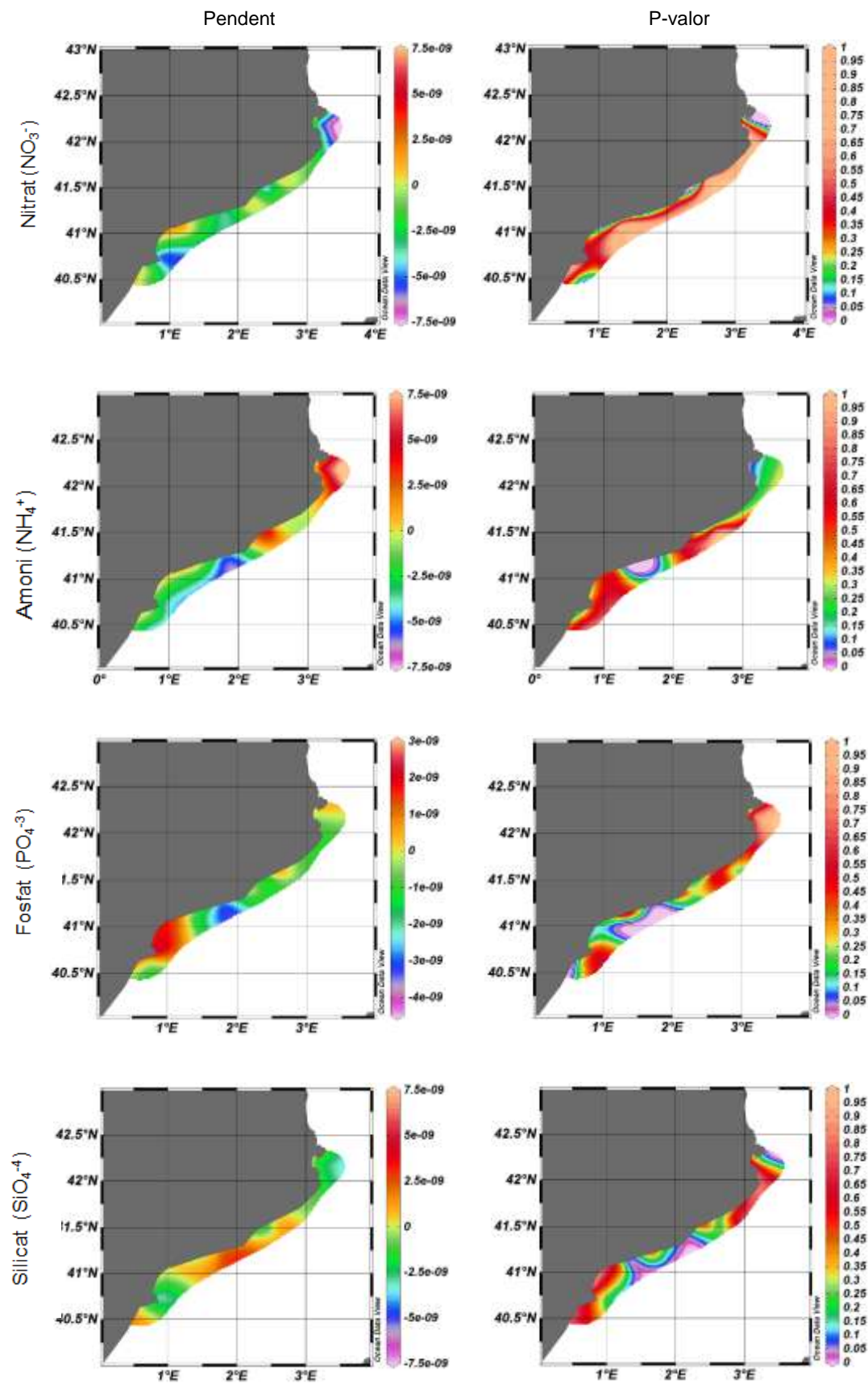


Fig.4 .- Mapes de superfície on s'han representat el pendent corresponent a la tendència (part esquerra) i el p-valor de l'anàlisi de variància associat a la recta de regressió (part dreta), pel nitrat, l'amoni, el fosfat i el silicat, de dalt a baix respectivament.

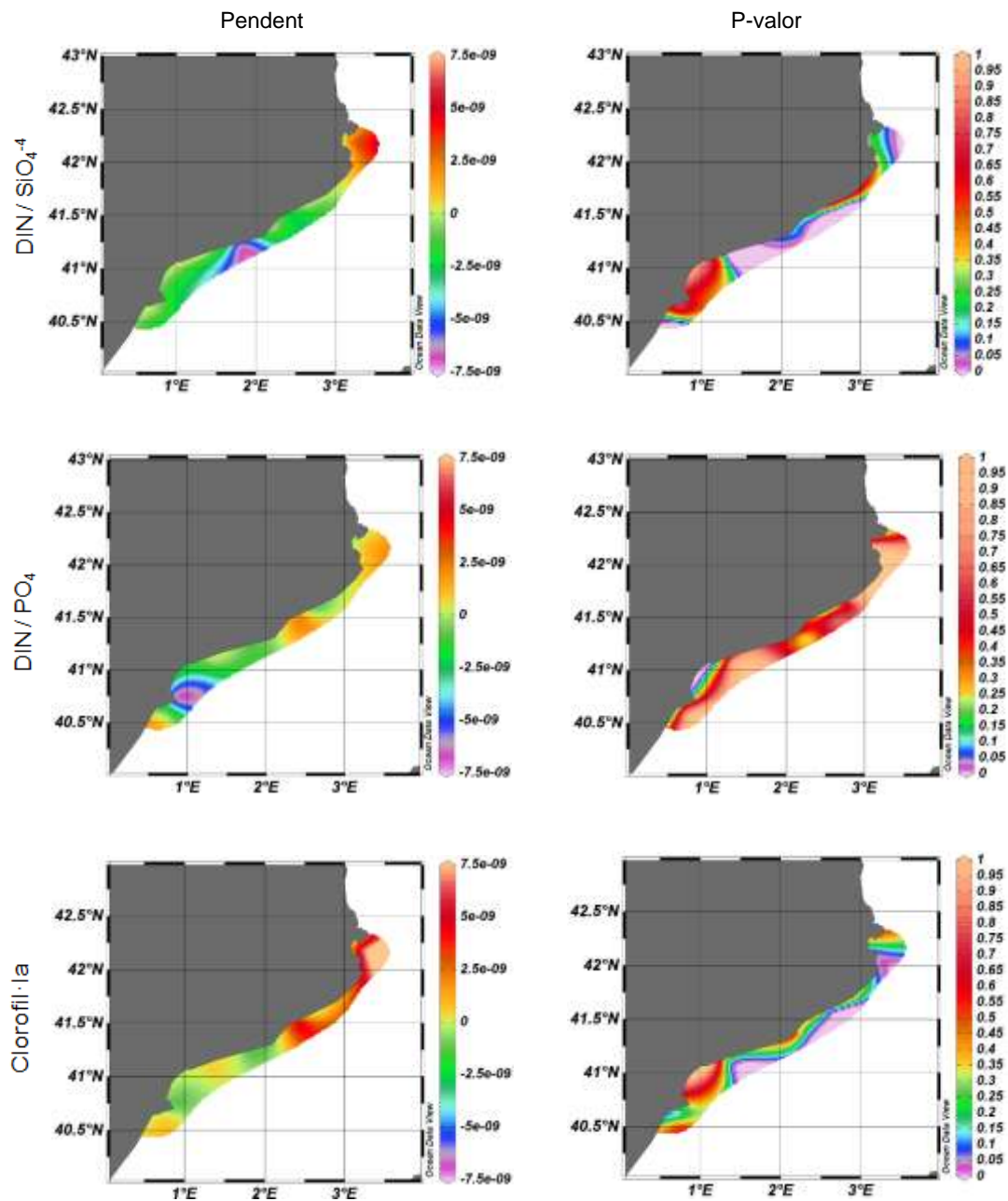


Fig. 7.- Mapes de superfície on s'han representat el pendent corresponent a la tendència (part esquerra) i el p-valor de l'anàlisi de variància associat a la recta de regressió (part dreta), per les relacions $\text{DIN}/\text{PO}_4^{-3}$, $\text{DIN}/\text{SiO}_4^{-4}$ i per la clorofil·la, de dalt a baix respectivament.

per la clorofil·la, és la típica del Mediterrani, amb un forçament per barreja hivernal-primaveral que provoca el pic principal de clorofil·la (D'Ortenzio & Ribera d'Alcalà 2009). Això no passa a la zona del Delta de l'Ebre, ja que

aquesta es veu afectada pel règim hídric dels arrossars (Comín et al. 1978) i la conseqüent entrada de nutrients. Per tant, sembla a ser que el forçament dominant dels nutrients a Arenys de Mar seguiria essent natural.

TAULA 3.- Relació de resultats estadísticament significatius, obtinguts per l'anàlisi de les correlacions entre la CPUE (*Catch per unit effort*), i diverses variables de la columna d'aigua, considerant diferents distàncies a la costa.

Port	Camp	Variable	n	rho	P
<i>Blanes</i>	CM	NH ₄ ⁺	9	0.68	P<0.05
<i>Blanes</i>	CM	PO ₄ ⁻³	9	0.72	P<0.05
<i>Arenys de Mar</i>	CP	PO ₄ ⁻³	27	-0.47	P<0.05
<i>Arenys de Mar</i>	CM	NO ₃ ⁻	16	0.50	P<0.05
<i>Barcelona</i>	CP	Clorofil·la	16	-0.60	P<0.05
<i>Barcelona</i>	CLL	DIN/ PO ₄ ⁻³	13	-0.59	P<0.05
<i>S. Carles de la Ràpita</i>	CP	DIN/ SiO ₄ ⁻⁴	25	0.47	P<0.05

*α = 0.05.

Podria ser que un augment del fosfat, juntament amb un augment de matèria orgànica (Sala et al. 2002), afavorís els bacteris que competeixen amb el fitoplàncton pel fosfat i això, potser també ajudat amb un canvi en la relació entre fonts de nitrogen, canviés el tipus i la mida de fitoplàncton present. Aquest canvi en la mida de les partícules podria afectar a la filtració de *C. chione*, explicant així, la relació negativa entre fosfat i CPUE. En qualsevol cas, seria una explicació a nivell local, que només explicaria el 22% de la variabilitat i que a més, no es compliria a la resta de zones, on també han baixat les captures.

Les captures solen mostrar una certa estacionalitat que es relaciona amb les condicions més favorables que permeten als pescadors sortir a la mar (Sardà et al. 2000). Els dies de l'any en

que es donen els principals pics de clorofil·la, també es relacionen amb èpoques de barreja (D'Ortenzio & Ribera d'Alcalà 2009). La coincidència entre els períodes de barreja i els dies en que els pescadors no poden fer-se a la mar, podria explicar en part, la correlació negativa observada entre la CPUE i la clorofil·la a Barcelona CP.

En conclusió, no es disposa de prou evidència com per afirmar que la concentració dels nutrients, de les relacions DIN/PO₄⁻³, DIN/SiO₄⁻⁴ o de clorofil·la, puguin afectar a les poblacions de *C. chione*.

El creixement dels individus es basa en processos fisiològics que depenen de la temperatura (Brey 1999). Les variacions, que ha experimentat la temperatura en els últims anys, no superen el rang de temperatures corresponent a la distribució latitudinal

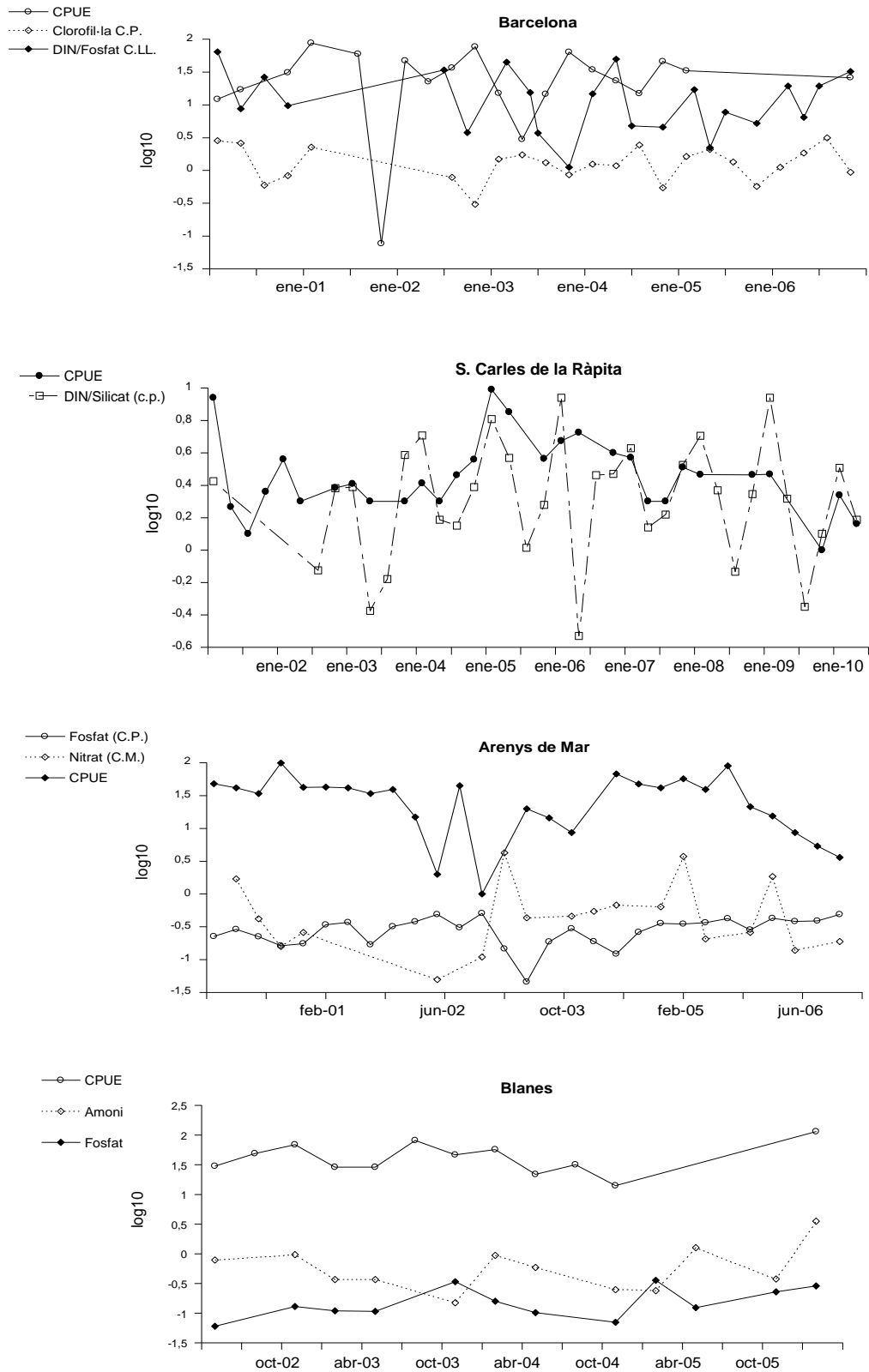


Fig.6.- Sèries temporals per les variables que s'han correlacionat significativament amb la CPUE, que corresponen als ports de Barcelona, S. Carles de la Ràpita, Arenys de Mar i Blanes, de dalt a baix respectivament. Les dades s'han transformat mitjançant el logaritme en base 10. Les dades de CPUE corresponen a Kg·barca, i les d' amoni i fosfat a $\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$.

de *C. chione*, per tant, sembla poc probable que el declivi de les poblacions, s'expliqui a través d'aquest factor. Tampoc sembla raonable que *C. chione* s'hagi pogut veure afectada per la proliferació d'espècies de fitoplàncton nociu, ja que es tracta d'esdeveniments puntuals i localitzats en aigües confinades, com ports o badies molt tancades.

Les correlacions entre les extraccions de sorres i la CPUE, només han donat un resultat significatiu. Aquest resultat mostra una forta correlació entre les extraccions de sorra i la CPUE obtinguda al cap d'un any de dur a terme l'extracció (Fig. 7). En canvi sense decalatge temporal o amb decalatge de més d'un any, les correlacions canvien de signe malgrat no ser significatives, probablement, a causa dels forats que presenten les sèries temporals, tant d'extraccions com de captures. Això fa dubtar de la causalitat real de la correlació negativa després d'un any. De fet, si les extraccions afectessin a la CPUE després d'un any, s'esperaria observar un efecte residual després de dos o més anys, i això no s'observa en el nostre cas. Per tant, segons aquests resultats, no podem afirmar que les extraccions de sorra tinguin una relació causa-efecte, amb la caiguda de les poblacions. Tot i que el número de dades del que s'ha disposat era força limitat, el fet de que el nostre anàlisi no

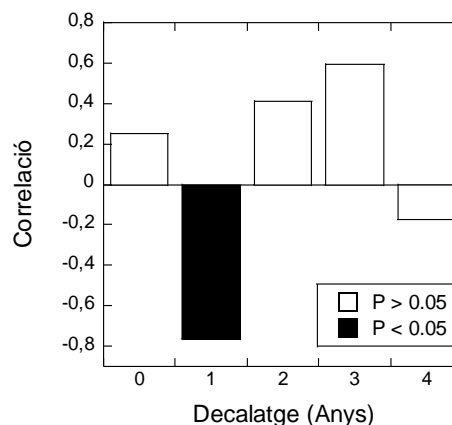


Fig.7.- Coeficients de correlació entre la captura per unitat d'esforç (CPUE) i les extraccions de sorres realitzades al Maresme, per al mateix any i amb decalatges en el temps. ($\alpha = 0.05$, i $n = 8$ en tots els casos).

detecti aquest efecte, considerant l'evident declivi de les poblacions, suggereix que la part més gran de la variabilitat de la CPUE al Maresme, s'explicaria a través d'altres factors. És evident, que els efectes que puguin tenir les extraccions de sorres, seran més perjudicials si les poblacions es troben en mal estat, fet que ha de ser considerat en la seva gestió.

L'evolució que s'observa per part de les captures (Fig. 2), mostra que la baixada d'aquestes, esdevé un fet generalitzat. Probablement, Arenys de Mar és el port més important de tota Catalunya pel que fa a l'activitat extractiva de *C. chione*. La considerable recuperació que varen mostrar les captures en aquest port, just després del període de veda imposat entre març del 2008 i agost del 2009 (Fig. 8), sembla indicar una forta pressió per part de l'activitat pesquera.

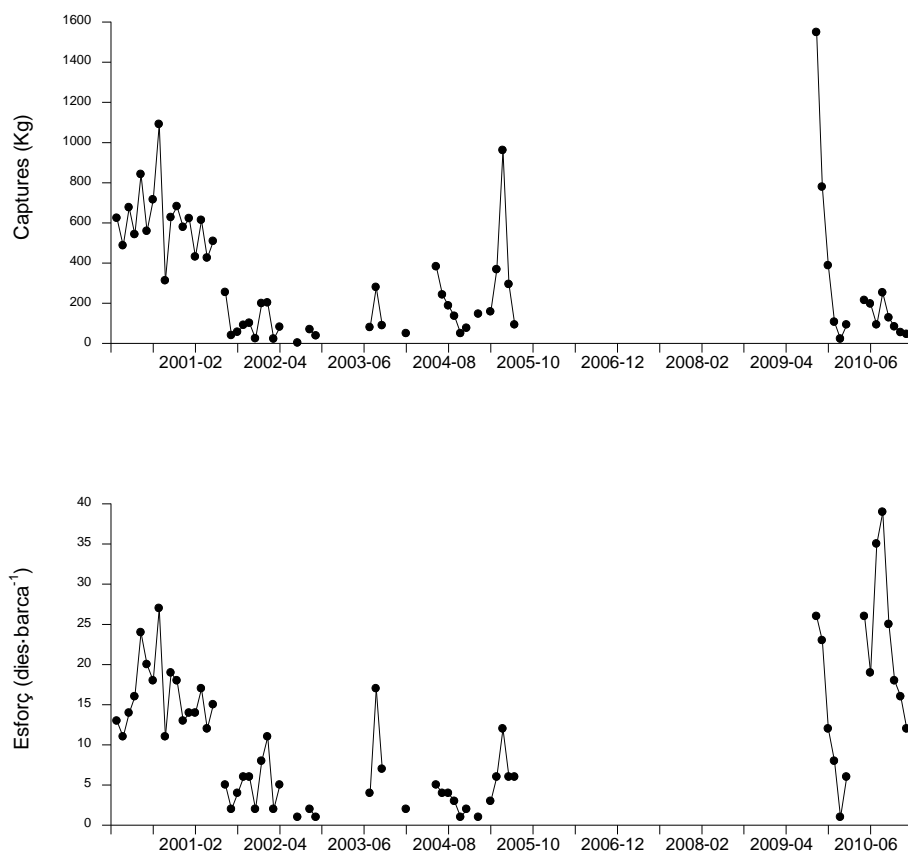


Fig.8.- Sèries temporals amb dades mensuals de captures (Kg) i esforç pesquer (dies-barca⁻¹) (panells superior i inferior respectivament), corresponents a Arenys de Mar per al període 2000-2010. Font: Direcció General de Pesca de la Generalitat de Catalunya.

S'observa que la finalització de la veda, ve seguida per un important increment de l'esforç pesquer i d'una nova caiguda per part de les captures. Això aconsella l'aplicació de marges de temps més amplis per la fase de recuperació a més de que la seva explotació es repregui sota una sèrie de condicions que afavoreixin la seva continuïtat.

Calen més i millors dades, que permetin conèixer millor les característiques intrínseques d'aques-

ta espècie, així com dels efectes de les diferents fonts de pressió associades. Per tant, es recomana portar a terme un seguiment i un monitoratge de qualitat, que proveeixin la informació necessària per a la seva adequada gestió.

5. AGRAÏMENTS

Agraeixo al Institut de Ciències del Mar (CSIC) per l'acolliment a les seves

instal·lacions. També agraeixo les dades facilitades per l'Agència Catalana de l'Aigua (ACA), la Direcció General de Costes, a la Demarcació de Costes de Catalunya (Direcció General de Sostenibilitat de la Costa i del Mar del Ministeri de Medi Ambient i Medi Rural i Mari) i a Montse Ramon. Donar també les gràcies al projecte ADEPT (CTM2011-23458) i a Francesc Peters pel seu constant suport.

6. REFERÈNCIES

AGENCIA CATALANA DE L'AIGUA, Fitxes estacions de depuració d'aigües residuals, [document en línia], disponible a internet el 29 de gener de 2013 a: <<https://aca.web.gencat.cat/aca/documentos/ca/depuradores_servei/dare_edar_arenysdemar.pdf>>.

BREY, T., (1999). A collection of empirical relations for use in ecological modelling. *NAGA The ICLARM Quarterly* 22(3), 24– 28.

CHICHARRO, L. et al. (2002). Ecological characterization of dredged and non-dredged bivalve fishing areas off south Portugal. *Journal of Marine Biology*, 82: 41-50.

CHARLES, F., et al. (1999). Comparative study of the utilization of bacteria and microalgae by the suspension-feeding bivalve: *Callista chione*. *J. Mar. Biol. Ass. UK* 79, 577–584.

CLAUSEN, I., & RIISGARD, H.U., (1996). Growth, filtration and respiration in the mussel *Mytilus edulis*: no evidence for physiological regulation of the filter-pump to nutritional needs. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 141, 37– 45.

COMÍN, F.A. & FERRER, X., (1978). Les Llacunes litorals. *Quad. Ecol. Apl.* 4: 5 1-68.

DIARI OFICIAL DE LA GENERALITAT DE CATALUNYA (2008). ORDRE AAR/60/2008, de 12 de febrer. Núm. 5077, 25.2.2008.

FREDE THINGSTAD, T., et al. (1998). P Limitation of Heterotrophic Bacteria and Phytoplankton in the Northwest Mediterranean. *Limnology and Oceanography*, 43(1) 88-94.

FAO (2009), *Sampled-based fishery surveys. A technical handbook. Fisheries Technical Paper 425*, Document en línia, disponible a internet el 29 de gener de 2012 a <<<ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/011/y2790e/y2790e00.pdf>>> Int.: 3-4.

GENERALITAT DE CATALUNYA [Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca, Alimentació i Medi Natural], [Document en línia], disponible a internet el 29 de gener de 2013 a: <<http://www20.gencat.cat/docs/DAR/PE_Pesca_aquicultura/PE09_Captures_pesqueres/Documents/Fitxers_estatics/capturesperllotges2010.pdf>>.

GENERALITAT DE CATALUNYA [Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca, Alimentació i Medi Natural], [Document en línia], disponible a internet el 29 de gener de 2013 <<http://www20.gencat.cat/docs/DAR/PE_Pesca_aquicultura/PE09_Captures_pesqueres/Documents/Fitxers_estatics/moluscs_evolutio_anual_1993_2010.pdf>>.

HAWKINS, A.J.S., BAYNE, B.L., (1992). Physiological interrelations and the regulation of production. In: Gosling, E. (Ed.), *The Mussel Mytilus, Ecology, Physiology, Genetics and Culture*. Amsterdam, Elsevier, pp. 171– 212.

JØRGENSEN, C.B., (1990). *Bivalve Filter Feeding, Hydrodynamics, Bioenergetics, Physiology and Ecology*. Olsen and Olsen, Fredensborg, Denmark.

- JØRGENSEN, C.B., (1996). Bivalve filter feeding revisited. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 142, 287– 302.
- KELLER, N. et al. (2002). Isotopic composition, growth rates and biological behaviour of *Chamaelea gallina* and *Callista chione* from the Gulf of Trieste (Italy). *Marine Biology* 140: 9-15.
- KROM, M.D. et al. (1991). Phosphorus limitation of primary productivity in the eastern Mediterranean Sea. *Limnology and Oceanography*, 36(3), 424-432.
- LEONTARKIS, P. K. & RITCHARDSON, C.A. (2005). Growth of the smooth clam, *Callista chione* (Linnaeus, 1758) (Bivalvia: Veneridae) from the Tracian Sea, northeastern Mediterranean. *J. Mollusc. Stud.* 71:189-198.
- MEMÒRIA DEL DEPARTAMENT D'AGRICULTURA, ALIMENTACIÓ I ACCIÓ RURAL (2008). 2: 37-39.
- MEMÒRIA DEL DEPARTAMENT D'AGRICULTURA, ALIMENTACIÓ I ACCIÓ RURAL (2009). 2: 89-90.
- METAXATOS, A. (2004). Population dynamics of venerid bivalve *Callista chione* (L.) in coastal area of eastern Mediterranean. *Journal of Sea Research*. 52: 293-305.
- NAVARRO, J.M., WINTER, J.E., (1982). Ingestion rate, assimilation efficiency and energy balance in *Mytilus chilensis* in relation to body size and different algal concentrations. *Mar. Biol.* 67, 255–266.
- ORTENZIO, F.D. & RIBERA D'ALCALA, M. (2009). On the trophic regimes of the Mediterranean Sea: a satellite analysis. *Biogeosciences*, 6: 139-148.
- PARENZAN, P., (1976). Carta d'identità delle conchiglie del Mediterraneo. *Bios Taras*. 1974.546 pp
- PELLIZZATO, M. et al., (2006). Attività di Dragaggio ai Fini di Ripascimento al Largo del Litorale di Caorle (VE): Contributo alla Conoscenza degli Effetti sul Popolamento a *Callista chione* (Linnaeus, 1758). *Bolletino del Museo. Civico di Storia Naturale di Venezia*. 57: 83-93.
- PUBILL, E. et al., (2011). Faunistic assemblages of a sublittoral coarse sand habitat of the northwestern Mediterranean. *Scientia Marina* 75:,1 189-196.
- RAMON, M. et al., (2008). La desaparició de la petxina lluenta, sobreexplotació o canvi ambiental. Departament d'Agricultura, Alimentació i Acció Rural de la Generalitat de Catalunya. *Publicació PescaMar*, 28: 11-12.
- SALA, M. et al. (2002)., Seasonal and spatial variations in the nutrient limitation of bacterioplankton growth in the northwestern Mediterranean. *Aquatic Microbial Ecology*, 27: 47-56.
- SARDÀ, R, et al. (2000). Changes in the dynamics of shallow sandy-bottom assemblages due to sand extraction in the Catalan Western Mediterranean Sea. *Journal of Marine Science*, 57: 1446-1453.
- STRADA, R., and ZOCCO, M. (1985). Da`ti preliminari sull'accrescimento di *Callista chione* in Adriatico Settentrionale. *Oebalia*, XI(3): 829– 831.
- TEBBLE N. (1966). *British Bivalve Seashells. A Handbook for Identification*. British Museum. Edinburgh: 212 pp.

VALLI, G. et al., (1982). Statistical observation on fishing of *Chamelea gallina* (L) and other mollusca bivalvia and gastropoda of gulf of Trieste. *Nova Thalassia*, 5: 75– 89.

VALLI. G. (1994). Riproduzione, biometria e contenuto di metalli in *Callista chione* (L.) (Mollusca, Bivalvia) del Golfo di Trieste nel corso di un ciclo annuale. *Bolletino della società adriatica di scienze*. LXXV, T2: 441-464.