

Els gegants marins que ens visiten

Beatriu Tort,^{1,2} Eduard Degollada,² Natàlia Amigó² i Francesc Peters¹

¹Institut de Ciències del Mar (ICM-CSIC)

²Associació Edmaktub

Correspondència: Beatriu Tort. Institut de Ciències del Mar (ICM-CSIC). Passeig Marítim de la Barceloneta, 37-49. 08003 Barcelona. Adreça electrònica: cesc@icm.csic.es.

DOI: 10.2436/20.1501.02.190

ISSN (ed. impresa): 0212-3037

ISSN (ed. digital): 2013-9802

<http://revistes.iec.cat/index.php/TSCB>

Rebut: 30/04/2019

Acceptat: 09/08/2019

Resum

El rorqual comú (*Balaenoptera physalus*) s'albira a les costes del Garraf (Mediterrani nord-occidental) entre els mesos de març i maig. Els albiraments es produeixen sobretot en una zona al límit de la plataforma continental i a prop del canyó del Foix que es caracteritza per una elevada producció de krill (*Meganyctiphanes norvegica*). En aquest estudi relacionem els albiraments entre 2014 i 2018 amb la clorofil·la mesurada des de satèl·lit, com a proxy de producció del sistema. El nombre més gran d'albiraments és a l'abril, al voltant d'un mes més tard que el pic màxim de clorofil·la. Al llarg de l'any, els albiraments tenen una relació molt alta amb la clorofil·la menys per a l'any 2018, que és atípic. Malgrat la variabilitat en les dades d'albiraments, fent correlacions creuades, hi ha una tendència entre el nombre d'albiraments a la zona de màxims albiraments i la clorofil·la d'uns vint-i-quatre dies abans. Sembla, doncs, que els rorquals comuns troben en el Garraf una zona on poden alimentar-se mentre fan la seva ruta migratòria anual.

Paraules clau: *Balaenoptera physalus*, costa del Garraf, primavera, clorofil·la, alimentació.

The marine giants that visit us

Summary

The fin whale (*Balaenoptera physalus*) can be sighted along the coast of Garraf (NW Mediterranean) between March and May. Sightings occur mainly in an area at the edge of the continental shelf and in the surroundings of the Foix Canyon, an area which is characterized by an elevated krill (*Meganyctiphanes norvegica*) production. In this study, we relate the sightings from 2014 to 2018 to satellite-measured chlorophyll as a system production proxy. The largest number of sightings is in April, about a month after the maximum chlorophyll peak. Annually, sightings showed a very close relationship to chlorophyll, except in 2018, which was an outlier year. Despite the variability in the sighting data, cross-correlations show a positive relationship between the number of sightings in the maximum sighting area and the chlorophyll concentration from about 24 days earlier. It would thus appear that the waters off the Garraf coast are a feeding area for fin whales on their annual migratory route.

Keywords: *Balaenoptera physalus*, Garraf coast, spring, chlorophyll, feeding.

Introducció

El rorqual comú (*Balaenoptera physalus*), amb adults de 70 t i 21 m de llargada, és el segon animal més gran que habita el planeta Terra, només superat pel rorqual blau o balena blava (*Balaenoptera musculus*). *B. physalus* té una distribució cosmopolita en zones temperades i fredes (Edwards *et al.*, 2015) i ha estat objecte d'una forta pressió balenera arreu. Malgrat que és l'únic cetaci misticet comú en el Mediterrani (Notarbartolo di Sciarra *et al.*, 2003) està en un estat de conservació vulnerable (Cooke, 2018). S'alimenta de petits crustacis, especialment de krill (*Meganyctiphanes norvegica*) però també de petits peixos pelàgics, que filtra a través d'unes estructures quitinoses, les barbes (Aguilar, 1985; Crespo *et al.*, 2003).

Tot i que s'han trobat cetacis morts a les costes d'arreu del Mediterrani, la distribució dels rorquals és principalment al Mediterrani occidental, i se centra a l'estiu a la zona del mar de Ligúria. És estrany veure'ls a la conca oriental i al mar Adriàtic (Aguilar *et al.*, 2002). Són animals pelàgics d'aigües profundes tot i que, a certes regions, també se'ls pot trobar a zones properes a la costa amb menys profunditat

(Canese *et al.*, 2006). Degut a l'abundància de cetacis durant els mesos d'estiu, especialment *B. physalus* i *Stenella coeruleoalba* (Forcada *et al.*, 1996; Gannier, 1997; Gannier, 1998), al mar de Ligúria i al nord del Tirrè es va crear el santuari Pelagos, una àrea marina protegida des del 2002. A part de Ligúria també s'han localitzat congregacions del rorqual comú a la zona de l'estret de Messina a finals d'estiu i durant la tardor (Aïssi *et al.*, 2008) i al voltant de l'illa de Lampedusa durant els mesos de gener a març. Aquesta zona s'ha definit com una zona d'alimentació del rorqual comú a l'hivern (Canese *et al.*, 2006). Al mar Tirrè també es poden trobar al llarg de l'any amb uns pics d'abundància que tenen lloc durant el mesos d'abril a maig i de setembre a octubre (Marini *et al.*, 1996; Nascetti i Notarbartolo di Sciarra, 1997) tot i que cada vegada es troben amb més freqüència també durant els mesos d'estiu (Arcangeli *et al.* 2008; Arcangeli *et al.* 2014). Aquesta població del voltant d'Itàlia seria la que es considera resident del Mediterrani (Bérubé *et al.* 1998, Notarbartolo di Sciarra *et al.*, 2003, Castellote *et al.*, 2012).

A més de la població descrita al mar de Ligúria i el mar Tirrè hi ha una altra població

que ve de l'Atlàntic creuant l'estret de Gibraltar cap al Mediterrani durant els mesos de novembre a gener i sortint a l'Atlàntic durant els mesos de maig a juliol (Andréu *et al.*, 2010; Druon *et al.*, 2012; Gauffier *et al.*, 2018). Tot i així, usant marcadors químics, costa diferenciar aquests individus d'alguns rorquals residents a la Mediterrània (Giménez *et al.*, 2013). A la zona costanera catalana és freqüent observar *B. physalus* entre els mesos de febrer i juny, sovint a unes 10-15 milles nàutiques de la costa, però també més a prop de terra, sobretot a les zones on hi ha canyons submarins. És possible que la població que creui l'estret de Gibraltar sigui la que freqüenti les costes catalanes durant aquests mesos.

Els canyons submarins són estructures que solen travessar perpendicularment la plataforma continental i el talús, de manera que la batimetria s'enfonsa ràpidament a prop de la costa. Aquestes estructures solen provocar girs en els corrents marins i advecció d'aigües profundes riques en nutrients que alimenten el creixement de plàncton (Allen *et al.*, 2001). Els marges dels canyons solen ser rics en crustacis, incloent el krill, aliment preferit dels misticets, i en general solen ser àrees ri-

ques en pesca. Mussi *et al.* (1999) van observar que *B. physalus* es concentrava al voltant del canyó de Cuma (mar Tirrè sud), una zona més productiva que les aigües del voltant. Com a norma general, l'alimentació de *B. physalus* en el Mediterrani s'ha observat sobretot de manera indirecta a través d'excrements (Notarbartolo di Sciara *et al.*, 2003), a la primavera-estiu i en zones o bé de canyons o de fronts hidrogràfics o altres que incrementen la producció de krill respecte d'aigües adjacents (Sabatés *et al.*, 1989).

El rorqual comú és un animal migrador i amb una gran mobilitat en cerca d'aliment, de manera que relacionar els albiraments amb variables biològiques i oceanogràfiques té un gran interès. Fer un seguiment de zooplàncton en l'espai i el temps per poder relacionar-lo amb la presència de *B. physalus* segueix essent impossible amb la tecnologia actual. Per això es recorre a un nivell tròfic inferior, el fitoplàncton, que serveix d'aliment al krill i al zooplàncton en general. El fet que la determinació de la clorofil·la, com a *proxi* de la biomassa de fitoplàncton (Wernand *et al.*, 2013) sigui una mesura relativament fàcil i que es pot realitzar tant amb sensors locals com remots (en satèl·lits) fa possible intentar establir relacions entre la biomassa de fitoplàncton i la presència de balenes.

El Mediterrani és un mar oligotròfic, amb una producció mitjana baixa (Longhurst, 1995; Turley *et al.*, 2000; Durrieu de Madron *et al.*, 2011). El seu cicle anual passa per una època de barreja vertical entre finals de tardor i hivern, de manera que les aigües riques en nutrients de les zones profundes arriben a la superfície on hi ha llum perquè el fitoplàncton els pugui aprofitar per créixer. Els pics de clorofil·la en superfície es donen a grans trets entre desembre i abril, depenent de les zones, i això desencadena el creixement posterior de zooplàncton i l'aprofitament per nivells tròfics superiors. A la primavera el mar s'escalfa prou per estratificar la columna d'aigua, amb una capa superficial més calenta separada de la capa profunda i freda rica en nutrients. A mesura que en la capa superficial s'esgoten els nutrients i el fitoplàncton és consumit, també decreix el nivell de clorofil·la, amb mínims al voltant d'agost, fins que comença un nou cicle. Tenint en compte aquest cicle i dins de la baixa producció en el Mediterrani, la regió del gir ciclònic del golf de Lleó a la Mediterrània nord-occidental i zones adjacents com el mar de Ligúria, són les àrees més productives d'aquest mar, juntament amb algunes altres

zones costaneres i locals. Per tant, aquesta zona del Mediterrani nord-occidental és la més favorable per a l'alimentació del rorqual comú i altres animals marins. Diferents estudis intenten relacionar la clorofil·la i d'altres variables oceanogràfiques amb la presència de *B. physalus* per determinar les zones on amb més probabilitat es pugui albirar o trobar aquesta espècie (Littaye *et al.*, 2004; Arcangeli *et al.*, 2013). Laran i Gannier (2008), amb dades de *Pelagos* de mar obert, van desenvolupar un model d'absència/presència de *B. physalus* on la clorofil·la era una de les variables estadísticament significatives i la temperatura tenia una relació negativa. S'ha de tenir en compte que la relació entre la clorofil·la i la presència de rorqual comú és una relació indirecta que comporta un cert decalatge en el temps, ja que com a mínim s'ha de donar temps al zooplàncton a incrementar la seva biomassa a partir del fitoplàncton. I també és cert que la clorofil·la, a partir de dades de satèl·lit, no inclou possibles pics de creixement de fitoplàncton per sota dels 10 m superficials aproximadament. Tot plegat dificulta trobar bones relacions (Littaye *et al.*, 2004). Tot i això s'ha vist que els canvis en els factors oceanogràfics tenen un paper important en la determinació de la disponibilitat d'aliment i en el moment de la migració de les balenes (Arcangeli *et al.*, 2013).

La zona costanera del Garraf està afectada per la càrrega de nutrients del riu Llobregat, cosa que determina uns fons amb molta matèria orgànica. La dinàmica del nutrients també es veu influenciada per la presència de canyons submarins i per la presència d'un front hidrogràfic paral·lel a la costa. Totes aquestes condicions en principi afavoreixen la presència de zooplàncton i dels animals que se n'alimenten. La presència de *B. physalus* hi és recurrent sobretot entre els mesos de març i maig. L'objectiu d'aquest estudi és relacionar la presència de rorquals comuns amb la producció del sistema en la zona davant les costes de Garraf, tenint com a hipòtesi que el nivell de clorofil·la determina el nombre d'animals albirats.

Material i mètodes

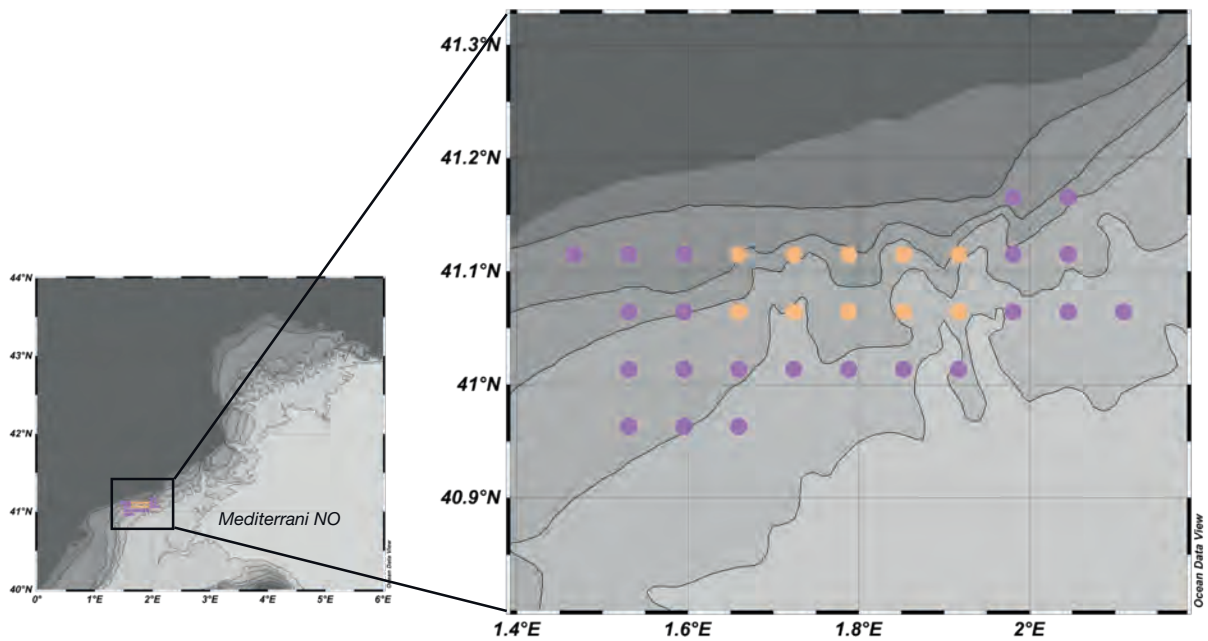
Zona d'estudi La zona d'estudi comprèn uns 1.300 km² en el Mediterrani nord-occidental que van des de Castelldefels (41,2647° N, 1,9606° E) fins a Torredembarra (41,1307° N, 1,3996° E) i s'endinsa uns 28 km en el mar (vegeu la figura 1). És una zona caracteritzada pel corrent lliguro-provençal dominant (Millot i

Taupier-Letage, 2005), que va de nord-est a sud-oest, i una circulació superficial de l'aigua a la zona costanera marcada pel règim ventós i l'equilibri de densitats entre l'aigua dolça i l'aigua salada (Sabatés *et al.*, 1989).

La zona comprèn la plataforma i el talús continental en el qual trobem dos canyons submarins. El més destacat seria el canyó del Foix, que es troba a 10,5 km de la costa, al límit de la plataforma, a una profunditat de 90 m i que arriba als 2.000 m de profunditat. El canyó submarí de Cunit també es troba dins de la zona d'estudi. Aquests canyons actuen com a conducte preferent des de la base de la plataforma fins al fons submarí i tenen un paper molt important en la circulació costanera regional (Hickey, 1995; Puig *et al.*, 2000). En l'estudi de Danovaro *et al.* (1999) es troba una elevada riquesa d'aminoàcids i fitopigments en els sediments del canyó del Foix, la qual cosa reflecteix una gran productivitat.

La zona d'estudi ha estat declarada lloc d'importància comunitària (LIC), zona d'especial protecció per a les aus (ZEPA) i pertany a la Red Natura 2000 i al Pla d'Espais d'Interès Natural (PEIN).

Albiraments de rorquals comuns Des del 2014 es duen a terme campanyes oceanogràfiques durant els mesos de març a maig. Les sortides, d'entre sis i vuit hores, es realitzen amb el vaixell Maktub, un catamarà de 14 m d'eslora amb sortida i arribada al port de Vilanova i la Geltrú. Durant aquest temps es fan transectes dins de la zona d'estudi, cobrint tota l'àrea com a mínim una vegada cada dues setmanes. Durant les sortides es realitza un protocol d'esforç d'observació que comença a una fondària de 30 m i que consisteix en quatre investigadors que visualment cobreixen una àrea de 90° cadascú respecte de l'embarcació. Per evitar la fatiga visual es fa una rotació cada trenta minuts, amb trenta minuts de descans per hora d'esforç. Durant aquest temps també s'anoten dades meteorològiques i de navegació per tenir un registre en el cas que canviessin les condicions i que aquestes poguessin afectar l'esforç. El protocol d'esforç es realitza sota bones condicions meteorològiques (Beaufort 0-3). A l'albirar un cetaci s'atura l'esforç i s'anoten les dades de posició, espècie, nombre d'animals i comportament. Un albirament pot consistir a veure un o més animals i per tant el nombre d'animals serà sempre igual o superior al nombre d'albiraments.



↑ Figura 1. Mapes de situació de la zona estudiada en el marc del Mediterrani nord-occidental. Els punts mostren els centroides de les àrees de 5×5 píxels respecte de les dades de satèl·lit de la clorofil·la (aprox. 25 km^2). Els punts de color taronja fan referència a una zona més reduïda utilitzada per les dades de correlació creuada amb decalatges respecte de l'albirament de rorquals (elaboració pròpia).

Clorofil·la La clorofil·la s'ha extret de la base de dades de Copernicus *Marine environment monitoring service* (<http://marine.copernicus.eu>). S'han fet servir dades dels satèl·lits MODIS-Aqua i VIIRS-NPP corregides amb les bandes SeaWiFS, i s'han eliminat així les possibles diferències entre els satèl·lits (Mélin *et al.*, 2017). La base de dades de Copernicus està partida en dos blocs, del 2014 al 2017 i el 2018. Les dades dels primers quatre anys d'estudi són reprocessades (Couto *et al.*, 2016), a partir de dades del Mediterrani ja processades mitjançant els algoritmes MedOC4 (*Case 1 water*, Volpe *et al.*, 2007) i AD4 (*Case 2 water*, D'Alimonte i Zibordi, 2003). Les dades del 2018 estan processades pels algoritmes MedOC4 (*Case 1 water*, Volpe *et al.*, 2007) o CoASTS (Berthon *et al.*, 2002). Ambdues sèries de dades són de nivell L3 i tenen una resolució temporal d'un dia i una resolució espacial d' 1 km^2 .

Hem eliminat els dies per als quals hi havia menys del 30 % de cobertura espacial dins la nostra zona d'estudi. També s'eliminen els píxels corresponents a una profunditat de fons marí inferior als 50 m, ja que no s'ha descrit la presència de rorquals a la nostra zona d'estudi a una profunditat menor. Les dades de profunditat del fons marí s'han extret a partir de la plataforma EMODnet, amb una

resolució de $0,002^\circ$. Després, les dades s'han agregat tant espacialment com temporalment per reduir part del soroll inherent. Espacialment fem servir àrees de $5 \times 5 \text{ km}^2$. Temporalment, per a cada any, hem fet mitjanes temporals de vuit dies, començant pel dia 1 de gener de cada any, com és costum amb aquest tipus de dades (Arcangeli *et al.*, 2013; Littaye *et al.*, 2004; Laran i Gannier, 2008). Les dades de clorofil·la tenen un rang de més d'un ordre de magnitud. Abans de fer mitjanes sempre s'aplica una transformació logarítmica que apropa la distribució de les dades a la normalitat.

Processament numèric de les dades

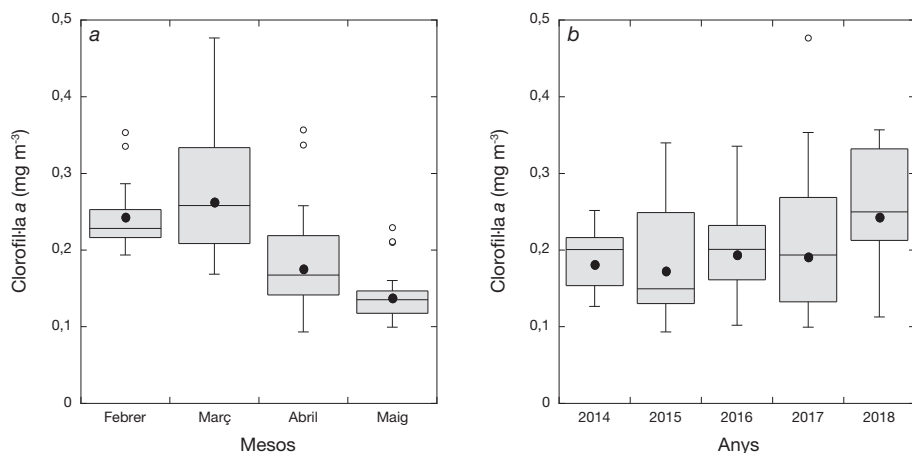
Les dades d'albiraments s'han agrupat en períodes de vuit dies per coincidir amb la mitjana temporal de la clorofil·la. El nombre d'albiraments i el nombre d'animals albirats en tota la zona d'estudi durant un període s'estandarditzen dividint-los per l'esforç realitzat usant el nombre de sortides que s'han dut a terme durant aquells vuit dies.

Per comptabilitzar l'esforç en cada una de les àrees individuals de $5 \times 5 \text{ km}^2$ es compta el nombre de quilòmetres recorreguts dins de l'àrea. Així també delimitem una zona més petita (zona de màxima intensitat) que conté el 90 % dels quilòmetres recorreguts i que ens

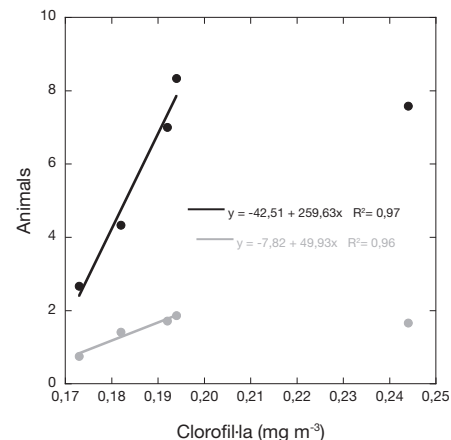
servirà per fer correlacions creuades (decalatges temporals) amb la clorofil·la.

Resultats L'anàlisi de la clorofil·la superficial ens mostra el típic pic d'hivern-primavera, en aquest cas amb el màxim al mes de març (vegeu la figura 2a), amb una baixada posterior els mesos d'abril i maig a mesura que el fitoplàncton és consumit. Òbviament hi ha una variabilitat amb algunes setmanes on la clorofil·la presenta valors alts fora del mes de març però la tendència és clara i la clorofil·la als mesos de febrer i març és estadísticament més alta que als mesos d'abril i maig ($p < 0,001$). Per altra banda, malgrat una gran variabilitat, els valors mitjans per als mesos de febrer a maig presenten una certa baixada l'any 2015 i una tendència general a pujar entre els anys 2014 i 2018, encara que la pujada més important sembla ser la del 2018 (vegeu la figura 2b). De totes maneres no hi ha diferències estadísticament significatives entre els anys.

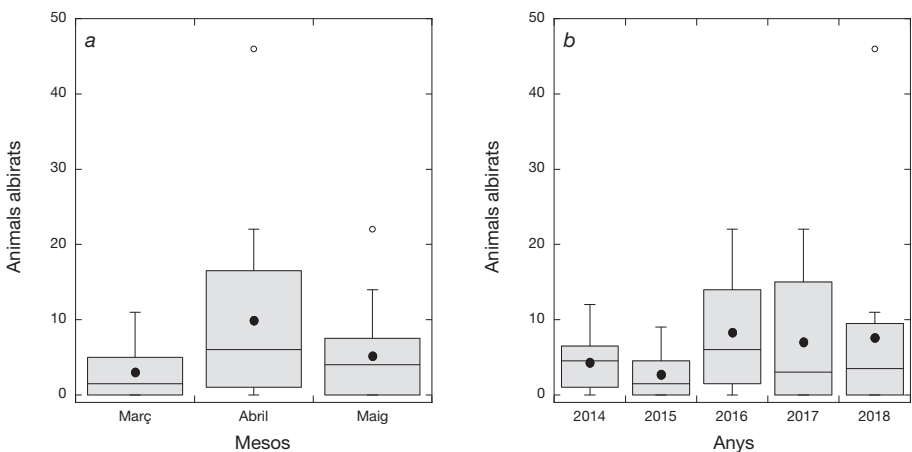
Quant als albiraments i els animals observats, es mostraran sempre els valors del nombre d'animals ja que hi ha una relació molt bona entre el nombre d'animals i el d'albiraments ($1,436 \pm 0,048$ animals albirament⁻¹, $R^2 = 0,90$, $p < 0,001$). Les dades del nombre d'animals observats en un període de vuit dies normalitzades als dies d'esforç en aquest



† Figura 2. Distribució dels valors de la clorofil·la superficial amb dades de mitjanes de vuit dies de la zona gran mostrada a la figura 1. Les caixes engloben el 50% de les dades amb una línia que marca la mediana. Les línies verticals per sota i per sobre marquen l'extensió de la distribució. Els punts blancs que s'estenen més enllà són valors atípics, mentre que el punt negre és la mitjana aritmètica. Es pot observar la distribució per mesos (a) amb dades dels anys 2014-2018 i la distribució per anys (b) amb dades dels mesos de febrer, març, abril i maig (elaboració pròpia).



† Figura 4. Regressions entre el nombre d'animals albirats (març a maig) per període de vuit dies (símbol negre) i per dia d'esforç (símbol gris) i la clorofil·la mitjana anual (febrer a maig). Les dades de l'any 2018 no s'han tingut en compte per a les regressions (elaboració pròpia).



† Figura 3. Distribució dels valors del nombre d'animals albirats amb dades mitjanades cada vuit dies de la zona gran mostrada a la figura 1. Caixes i punts com a la figura 2. S'observa la distribució per mesos (a) amb dades dels anys 2014-2018 i la distribució per anys (b) amb dades del mesos de març, abril i maig (elaboració pròpia).

període també presenten una relació lineal molt bona amb les dades no normalitzades ($0,061 \pm 0,001$ animals normalitzats animals⁻¹, $R^2 = 0,95$, $p < 0,001$) i tampoc no es presentaran aquí perquè són repetitives. La tendència del nombre d'animals és similar a la de la clorofil·la, però amb el pic desplaçat al mes d'abril i sempre tenint en compte una certa variabilitat i alguns valors atípics (vegeu la figura 3a). El nombre d'animals també presenta una tendència pluriennal similar a la de la clorofil·la entre el 2014 i el 2018, amb l'excepció de l'any 2018, on no s'aprecia una pujada mitjana dels animals que sí que s'observa amb la clorofil·la (vegeu la figura 3b). Es pot observar que el

2018 hi ha un valor atípic en el nombre d'animals albirats. Fa referència als animals albirats entre l'última setmana de març i la primera d'abril, que va ser una setmana amb molts rorquals a la zona d'estudi.

La tendència similar del nombre d'animals albirats i la clorofil·la mitjana al llarg dels anys (vegeu la figura 2b i la figura 3b) queda palesa en la figura 4, sempre tenint en compte que es considera el 2018 com un valor atípic i no es fa servir per a la regressió.

Amb les dades de la zona de màxima intensitat de mostreig es veu que les correlacions entre la clorofil·la i els albiraments i el nombre d'animals albirats són baixes (vegeu la figu-

ra 5). Sí que veiem una tendència de la correlació a augmentar amb un decalatge de tres períodes de vuit dies respecte de la clorofil·la, que és significativa amb una $p < 0,05$ per als albiraments. Tot i que les inferències a la causalitat són sempre complicades, sembla clar que la presència de balenes estaria relacionada amb la quantitat de clorofil·la al voltant de vint-i-quatre dies abans.

Discussió i conclusions Sembla que la quantitat de clorofil·la és una variable determinant per entendre la presència de *B. physalus* a la zona d'estudi. Hi ha una tendència amb la clorofil·la mitjana durant els mesos de febrer a maig. El decalatge mensual entre els albiraments, amb un màxim a l'abril, i el pic de clorofil·la en el març té una correspondència amb les correlacions amb decalatges de períodes de vuit dies en la zona de màxima intensitat d'observació que dona un valor positiu per als albiraments després de vint-i-quatre dies. Anteriorment s'han suggerit relacions pluriennals entre el nivell de clorofil·la i la presència d'animals (Littaye *et al.*, 2004; Cotté *et al.*, 2009; Druon *et al.*, 2012; Arcangeli *et al.*, 2013). A altres zones també s'han descrit decalatges en el temps similars (Littaye *et al.*, 2004; Colella i Santoleri, 2006; Laran i Gannier, 2008; Panigada *et al.*, 2008; Druon *et al.*, 2012). En moltes d'aquestes zones la presència d'animals és de més durada que en la zona del Garraf i no tan relacionada amb el patró migratori. Al mar de Ligúria les zones riques en clorofil·la venen donades per afloraments i els

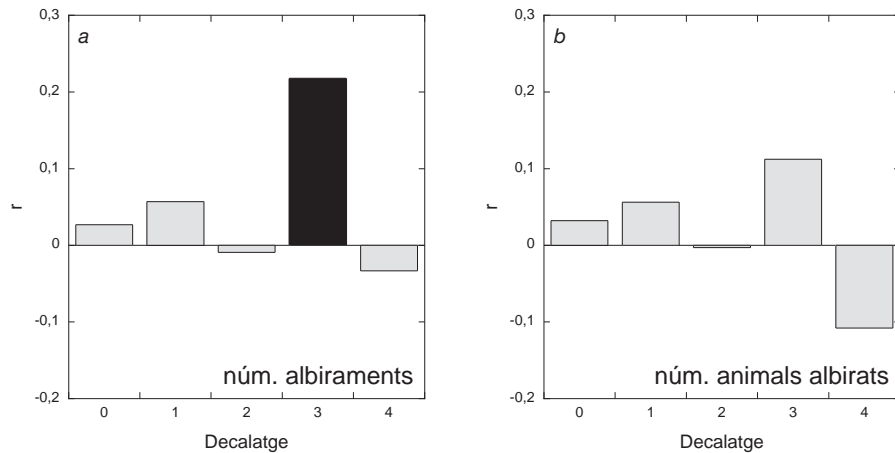


Figura 5. Valor de la correlació de Pearson. Correlacions creuades entre la clorofil·la i el nombre d'albiraments (a) i el nombre d'animals albirats (b). Els decalcatges corresponen a períodes de vuit dies. Les dades són de les àrees de la zona petita de la figura 1. Barra gris (valor estadísticament no significatiu); barra negra ($p < 0,05$) (elaboració pròpia).

rorquals comuns s'albiren en aigües que tenen al voltant de 2.000 m de fondària. Però també hi ha balenes alimentant-se a zones costaneres, com a l'illa de Lampedusa a l'hivern (Canese *et al.*, 2006).

Els animals tenen en aquestes àrees un aliment abundant en forma de *krill* i petits peixos pelàgics. Aquestes poblacions, òbviament, tenen un decalcatge d'unes setmanes respecte de la biomassa de fitoplàncton representada per la clorofil·la. En la costa del Garraf, la zona de màxima intensitat de mostreig i albiraments, que no deixa de ser relativament poc fonda (50 a 200 m), coincideix amb l'enfonsament de la plataforma continental i amb els canyons submarins on més abunda el *krill*. Malgrat això, fins fa poc només es tenia evidència indirecta i anecdòtica, a través de defecacions, que els rorquals s'estaven alimentant. Si els animals només migressin sen-

se alimentar-se no esperaríem trobar una relació positiva amb la clorofil·la.

Els valors de les correlacions amb la clorofil·la són força baixos i hi ha un alt nivell de variabilitat. Això pot estar causat per altres factors que no s'han pogut tenir en compte i que potser són importants, de manera que encara hi ha molt marge per obtenir millors relacions. Per exemple, és sospitós que la clorofil·la sigui anòmala l'any 2018 quan la sèrie temporal per a aquest any no ha estat encara reprocessada i per tant homogeneïtzada amb la resta de la sèrie. També és un any anòmal pel que fa als albiraments, amb la majoria d'albiraments concentrats en el període que va del 30 de març al 3 d'abril, la qual cosa comporta una distribució més allunyada de la normalitat.

També és important tenir en compte que els mètodes d'observació tenen les seves limi-

tacions logístiques i metodològiques. Hi ha una variabilitat en el nombre de sortides. No hi ha una cobertura d'observació igual en totes les àrees de mostreig i és possible que ens estiguem perdent la presència d'animals en algunes àrees. Les observacions de grans animals marins sempre es tradueixen en nombres petits i els valors mitjans són més susceptibles d'afectació per valors atípics i això dificulta les anàlisis estadístiques. Tanmateix, el mostreig s'ha d'optimitzar i es fa sobre la base del nostre coneixement expert, tant d'anys anteriors com dels dies previs. Però també es fa sobre la base de les notificacions dels pescadors locals que cobreixen una zona més extensa i dels quals rebem avisos d'albiraments de manera sistemàtica i coordinada.

Per tant, el fet que la relació entre la clorofil·la i la presència de rorquals comuns a la zona del Garraf, malgrat no ser alta, és estadísticament significativa, ens indica una presència temporal a la zona que no està deslligada de la producció del sistema, com es podria pensar si només estiguéssim visualitzant una ruta migratòria. Recentment s'han observat rorquals comuns a la zona amb un clar comportament d'alimentació (dades no publicades), la qual cosa confirma les evidències d'alimentació a través de les defecacions i de la relació amb la clorofil·la.

La zona de la costa del Garraf es pot considerar, doncs, una zona d'alimentació del rorqual comú durant la seva migració els mesos de primavera. Podem concloure que els gegants marins que ens visiten cada any com a part del seu cicle migratori aprofiten unes àrees relativament productives en la zona del Garraf dins un mar Mediterrani en general molt pobre d'aliment, com si es tractés d'una àrea de servei en una autopista.

Bibliografia

- AGUILAR, A. (1985). Biología y dinámica poblacional del rorqual común (*Balaenoptera physalus*) en aguas atlánticas ibéricas. Tesis doctoral. Barcelona: Universitat de Barcelona.
- AGUILAR, A. [et al.] (2002). «Geographical and temporal variation in levels of organochlorine contaminants in marine mammals». *Mar. Environ. Res.*, 53: 425-452.
- AÏSSI, M. [et al.] (2008). «Large-scale seasonal distribution of fin whales (*Balaenoptera physalus*) in the central Mediterranean Sea». *J. Mar. Biol. Assoc. UK*, 88: 1253-1261.
- ALLEN, S. E. [et al.] (2001). «Physical and biological processes over a submarine canyon during an upwelling event». *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 58: 671-684.
- ANDRÉU, E. [et al.] (2010). «Migración de rorqual común (*Balaenoptera physalus*) a través del estrecho de Gibraltar». *Almoraima*, 40: 99-105.
- ARCANGELI, A. [et al.] (2008). «Monitoring cetacean populations over 15 years in the Central Tyrrhenian Sea using a non-dedicated ferry as a observation platform». A: PIERCE, G. J. [et al.]. *Proceedings of the twenty-second annual conference of the European Cetacean Society*. Egmond aan Zee: European Cetacean Society.
- (2013). «Changes in cetacean presence, relative abundance and distribution over 20 years along a trans-regional fixed line transect in the Central Tyrrhenian Sea». *Marine Ecology*, 34: 112-121.
- (2014). «Exploring thermal and trophic preference of *Balaenoptera physalus* in the central Tyrrhenian Sea: A new summer feeding ground?». *Marine Biology*, 161: 427-436.
- BERTHON, J.-F. [et al.] (2002). *Coastal Atmosphere and Sea Time Series (CoASTS), Part 2: Data analysis*. Greenbelt: NASA Goddard Space Flight Center. (SeaWiFS Postlaunch Technical Report Series)
- BÉRUBÉ, M. [et al.] (1998). «Population genetic structure of North Atlantic, Mediterranean Sea and Sea of
- Cortez fin whales, *Balaenoptera physalus* (Linnaeus 1758): Analysis of mitochondrial and nuclear loci». *Molecular Ecology*, 7: 585-599.
- CANESE, S. [et al.] (2006). «The first identified winter feeding ground of fin whales (*Balaenoptera physalus*) in the Mediterranean Sea». *J. Mar. Biol. Assoc. UK*, 86: 903-907.
- CASTELLOTE, M. [et al.] (2012). «Fin whale (*Balaenoptera physalus*) population identity in the western Mediterranean Sea». *Mar. Mamm. Sci.*, 28: 325-344.
- COLELLA, S.; SANTOLERI, R. (2006). «Variabilità interannuale della produzione primaria nel Mar Mediterraneo: 8 anni di osservazione SeaWiFS». A: CARLI, B. [et al.] (ed.). *Clima e cambiamenti climatici: Le attività del CNR*, 525-528.
- COOKE, J. G. (2018). «*Balaenoptera physalus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2018: e.T2478A50349982». <<http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2018-2.RLTS.T2478A50349982.en>> [Consulta: 30 abril 2019].

- COTTÉ, C. [et al.] (2009). «Scale-dependent habitat use by a large free-ranging predator, the Mediterranean fin whale». *Deep-Sea Res. I*, 56: 801-811.
- COUTO, A. B. [et al.] (2016). «Inter-comparison of OC-CCI chlorophyll-*a* estimates with precursor datasets». *International Journal of Remote Sensing*, 37: 4337-4355.
- CRESPINO, E. A. [et al.] (2003). *Dolphins, whales and porpoises: 2002-2010 conservation action plan for the world's cetaceans*. Gland: IUCN. [IUCN/SSC Cetacean Specialist Group]
- D'ALIMONTE, D.; ZIBORDI, G. (2003). «Phytoplankton determination in an optically complex coastal region using a Multilayer Perceptron Neural Network». *IEEE Trans. Geosci. Remote Sens.*, 41: 2861-2868.
- DANOVARO, R. [et al.] (1999). «Benthic response to particulate fluxes indifferent trophic environments: A comparison between the Gulf of Lions-Catalan Sea (western-Mediterranean) and the Cretan Sea (eastern-Mediterranean)». *Progress in Oceanography*, 44: 287-312.
- DRUON, J.-N. [et al.] (2012). «Potential feeding habitat of fin whales in the western Mediterranean Sea: An environmental niche model». *Marine Ecology Progress Series*, 464: 289-306.
- DURRIEU DE MADRON, X. [et al.] 2011. «Marine ecosystems' responses to climatic and anthropogenic forcings in the Mediterranean». *Progress in Oceanography*, 91: 97-166.
- EDWARDS, E. F. [et al.] (2015). «Global distribution of fin whales *Balaenoptera physalus* in the post-whaling era (1980–2012)». *Mammal Review*, 45: 197-214.
- FORCADA, J. [et al.] (1996). «Distribution and abundance of fin whales (*Balaenoptera physalus*) in the western Mediterranean Sea during the summer». *J. Zool.*, 238: 23-34.
- GANNIER, A. (1997). «Estimation de l'abondance estivale du rorqual commun *Balaenoptera physalus* (Linné, 1758) dans le bassin liguro-provençal (Méditerranée nord-occidentale)». *Rev. Ecol. (Terre Vie)*, 52: 69-86.
- (1998). «Les cétacés de Méditerranée nord-occidentale: nouveaux résultats sur leur distribution, la structure de leur peuplement et l'abondance relative des différentes espèces». *Mésogée*, 56: 3-19.
- GAUFFIER, P. [et al.] (2018). «Contemporary migration of fin whales through the Strait of Gibraltar». *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 588: 215-228.
- GIMÉNEZ, J. [et al.] (2013). «Isotopic evidence of limited exchange between Mediterranean and eastern North Atlantic fin whales». *Rapid Commun. Mass Spectrom.*, 27: 1801-1806.
- HICKEY, B. M. (1995). «Coastal submarine canyons». A: MÜLLER, P.; HENDERSON, D. (ed.). *Proceedings of 'Aha Huliko'a Workshop on Flow Topography Interactions*. Honolulu: University of Hawaii, 95-110. [SOEST Special Publication]
- LARAN, S.; GANNIER, A. (2008). «Spatial and temporal prediction of fin whale distribution in the northwestern Mediterranean Sea». *ICES Journal of Marine Science*, 65: 1260-1269.
- LITTAYE, A. [et al.] (2004). «The relationship between summer aggregation of fin whales and satellite-derived environmental conditions in the northwestern Mediterranean Sea». *Remote Sensing of Environment*, 90: 44-52.
- LONGHURST, A. (1995). «Seasonal cycles of pelagic production and consumption». *Progress in Oceanography*, 36: 77-177.
- MARINI, L. [et al.] (1996). «Wintering areas of fin whales (*Balaenoptera physalus*) in the Mediterranean sea: A preliminary survey». A: EVANS, P. G. H.; NICE, H. (ed.). *European research on cetaceans. Proceedings of the 9th annual conference of the European Cetacean Society*. Cambridge: European Cetacean Society, 126-128.
- MÉLIN, F. [et al.] (2017). «Assessing the fitness-for-purpose of satellite multi-mission ocean color climate data records: A protocol applied to OC-CCI chlorophyll-*a* data». *Remote Sensing of Environment*, 203: 139-151.
- MILLOT, C.; TAUPIER-LETAGE, I. (2005). «Circulation in the Mediterranean Sea». A: SALLIOT, A. (ed.). *The Mediterranean Sea. Handbook of Environmental Chemistry*. Berlin; Heidelberg: Springer-Verlag, 29-66.
- MUSSI, B. [et al.] (1999). «Fin whale (*Balaenoptera physalus*) feeding ground in the coastal waters of Ischia (Archipelago Campano)». A: EVANS, P. G. H. [et al.] (ed.). *European Research on Cetaceans. Proceedings of the 13th Annual Conference of the European Cetacean Society*. Cambridge: European Cetacean Society, 330-335.
- NASCETTI, D.; NOTARBARTOLO DI SCIARA, G. (1997). «A fin whale and sperm whale sighting programme undertaken by the Italian Navy in the Central Mediterranean Sea». A: *European Research on Cetaceans: Proceedings of the 10th Annual Conference of the European Cetacean Society*. Kiel: P. G. H. Evans, 150-153.
- NOTARBARTOLO DI SCIARA, G. [et al.] (2003). «The fin whale *Balaenoptera physalus* (L. 1758) in the Mediterranean Sea». *Mammal Review*, 33: 105-150.
- PANIGADA, S. [et al.] (2008). «Modelling habitat preferences for fin whales and striped dolphins in the Pelagos Sanctuary (western Mediterranean Sea) with physiographic and remote sensing variables». *Remote Sens. Environ.*, 112: 3400-3412.
- PUIG, P. [et al.] (2000). «Deep slope currents and suspended particle fluxes in and around the Foix submarine canyon (NW Mediterranean)». *Deep-Sea Res. I: Oceanographic Research Papers*, 47: 343-366.
- SABATÉS, A. [et al.] (1989). «Relationship between zooplankton distribution, geographic characteristics and hydrographic patterns off the Catalan coast (Western Mediterranean)». *Marine Biology*, 103: 153-159.
- TURLEY, C. M. [et al.] (2000). «Relationship between primary producers and bacteria in an oligotrophic sea: The Mediterranean and biogeochemical implications». *Marine Ecology Progress Series*, 193: 11-18.
- VOLPE, G. [et al.] (2007). «The colour of the Mediterranean Sea: Global versus regional bio-optical algorithms evaluation and implication for satellite chlorophyll estimates». *Remote Sensing of Environment*, 107: 625-638.
- WERNAND, M. R. [et al.] (2013). «Trends in ocean colour and chlorophyll concentration from 1889 to 2000, worldwide». *PLoS ONE*, 8: e63766.