

Institut Català de Recerca per a la Governança del Mar (ICATMAR)

Distribució Geogràfica de l'Esforç Pesquer i Captures de la Flota d'Encerclament Catalana (ICATMAR, 20-02)



Editat per: Joan Sala-Coromina



Institut Català de Recerca
per a la Governança del Mar

 Generalitat de Catalunya
Departament d'Agricultura,
Ramaderia, Pesca i Alimentació

 **CSIC**
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

 **Institut
de Ciències
del Mar**

En aquest informe es presenta la metodologia d'anàlisi i primers resultats de la distribució geogràfica de l'esforç i captures de la flota d'encerclament catalana a partir de dades VMS (Vessel Monitoring System) i ha estat realitzat per l'Institut Català de Recerca per a la Governança del Mar (ICATMAR), un òrgan de cooperació entre la Direcció General de Pesca i Afers Marítims del Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca i Alimentació (DARP) de la Generalitat de Catalunya i l'Institut de Ciències del Mar (ICM) del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC).

Les dades incorporades en el present informe provenen del:

- Projecte "*Transferència de coneixement i seguiment biològic-pesquer de les principals espècies comercials de la costa catalana* (PESCAT, Fons Europeu Marítim i de la Pesca (FEMP), Generalitat de Catalunya; Ref. ARP029/18/00003 / 152CAT00009)"
- Projecte "Actuacions de la Direcció General de Pesca i Afers Marítims (DGPAM) en matèria de recopilació de dades i el seu cofinançament comunitari d'acord a l'article 77 del Fons Europeu Marítim i de la Pesca (FEMP) 2014-2020" (INFORME SEGUIMENT ICATMAR 2018 i 2019, Fons Europeu Marítim i de la Pesca (FEMP), Generalitat de Catalunya; Ref. 311CAT00002 i 311CAT00002)"
- Fonts d'informació oficial del sector pesquer de la Direcció General de Pesca i Afers Marítims.

L'equip de treball està format per:

Coordinació científica: Joan Sala.

Suport científic: Joan B. Company, José Antonio García, Laura Recasens.

Coordinació tècnica: Ana I. Colmenero.

Equip tècnic: Marc Balcells, Claudio Barría, Marta Blanco, Arnau Dedeu, Susana Díez, Mariona Garriga, Cristina López, David Nos, Jordi Ribera, Alba Rojas, Ricardo Santos.

Com citar aquest document:

Institut Català de Recerca per a la Governança del Mar (ICATMAR). Distribució Geogràfica de l'Esforç Pesquer i Captures de la Flota d'Encerclament Catalana (ICATMAR, 20-02) 23 pp, Barcelona.

ÍNDEX

1. Introducció.....	1
2. Metodologia	1
2.1. Embarcaments	1
2.2. Tractament de dades VMS	3
3. Marc de l'estudi per a la caracterització espacial de la pesqueria d'encerclament catalana.....	7
4. Resultats	10
4.1. Captures i esforç globals	10
4.2. Distribució de captures per espècie.....	15
5. Conclusions.....	21
6. Bibliografia.....	23

1. Introducció

La incorporació de la dimensió espacial a la gestió pesquera pot ser un dels elements importants a l'hora de fer compatibles la reducció de l'esforç o la protecció de determinades parts de les poblacions d'espècies objectiu amb la continuació de l'activitat pesquera. Tenir informació sobre el comportament espacial de la pesca juntament amb la informació sobre l'estat biològic de les poblacions ens hauria de permetre prendre decisions el més respectuoses possibles tant pel sector com pel recurs.

L'estat de les poblacions de petits pelàgics fan necessari abordar la seva gestió amb el màxim coneixement possible. A nivell espacial, l'anàlisi de la pesqueria d'encerclament presenta una sèrie de reptes respecte la d'arrossegament, tradicionalment més estudiada a la costa catalana, que es deriven de la menor vinculació amb el fons del recurs objectiu. En base a les observacions de camp, aquest informe pretén assentar les bases del tractament de dades espacials d'aquesta pesqueria i fer-ne una caracterització espacial bàsica que permeti tenir un marc de coneixement que pugui ser utilitzat en la seva gestió.

2. Metodologia

L'anàlisi de la distribució de l'esforç i captures necessita d'una geolocalització de l'activitat de la flota i el tractament d'aquestes dades. En el nostre cas, i a falta de sistemes de recopilació de dades a més resolució, fem servir les provinents del sistema VMS facilitades per la Secretaria General de Pesca (Ministeri d'Agricultura Pesca i Alimentació). La posició *per se* d'una embarcació no informa de l'activitat que està duent a terme, per tant és necessari tenir coneixement de la realitat de bord per poder fer una relació entre les activitats que es volen quantificar i el seu senyal en els sistemes de geolocalització.

2.1. Embarcaments

Els embarcaments a la flota d'encerclament fets fins al moment han tingut en part aquest objectiu. Tots els embarcaments han estat registrats amb un sistema de GPS amb freqüència cada minut aproximadament alhora que s'enregistraven totes les maniobres de l'embarcació en un logbook per part de l'observador/a. Amb la informació recopilada a bord i bibliografia disponible (Bez et al., 2011; Katara & Silva, 2017) es defineixen tres maniobres principals de la flota d'encerclament:

- **Navegació - cerca de peix:** des del moment en que les embarcacions arriben al fons mínim de pesca es posen en marxa els sensors per a la localització de moles de peix. Durant la nit tota la navegació a velocitats altes correspon a la cerca d'espècies objectiu per a la calada. Els sensors utilitzats majoritàriament són sondes acústiques, sonars i en alguns casos selectors de mida.
- **Acumulació:** en el moment en que l'embarcació detecta una mola que sembla interessant es redueix la velocitat i comença la seva inspecció o acumulació. En la

majoria de casos s'arria el bot de llum encès. Amb l'embarcació principal s'avalua com es comporta el peix amb la llum per decidir si es pot fer una calada. S'avalua l'espècie, la mida, la quantitat i el comportament. El temps d'aquesta maniobra és molt variable ja que depèn del tipus de mola trobat i el seu comportament però també de les estratègies de cada patró. En alguns casos es pot deixar el bot de llum en una mola i amb l'embarcació principal fer una navegació-cerca en altres zones al mateix temps. Els tracks de la Figura 1A i Figura 1B en són exemples.

- **Calada:** s'inicia deixant anar la xarxa al voltant de la mola amb l'embarcació principal i immediatament després es procedeix a tancar-la lateralment i per sota. Un cop tancada la xarxa es va recollint de manera que s'acosta la mola a l'embarcació per iniciar el copeig i pujar la captura a bord. Tota la maniobra succeeix en aproximadament una hora a diferència d'altres flotes d'encerclament estudiades on dura dues hores (Bertrand et al., 2008). En són exemples els tracks de la Figura 1C i Figura 1D, en aquesta última s'observa clarament la volta de l'embarcació al calar la xarxa seguida de posicions a velocitats zero corresponents al copeig.

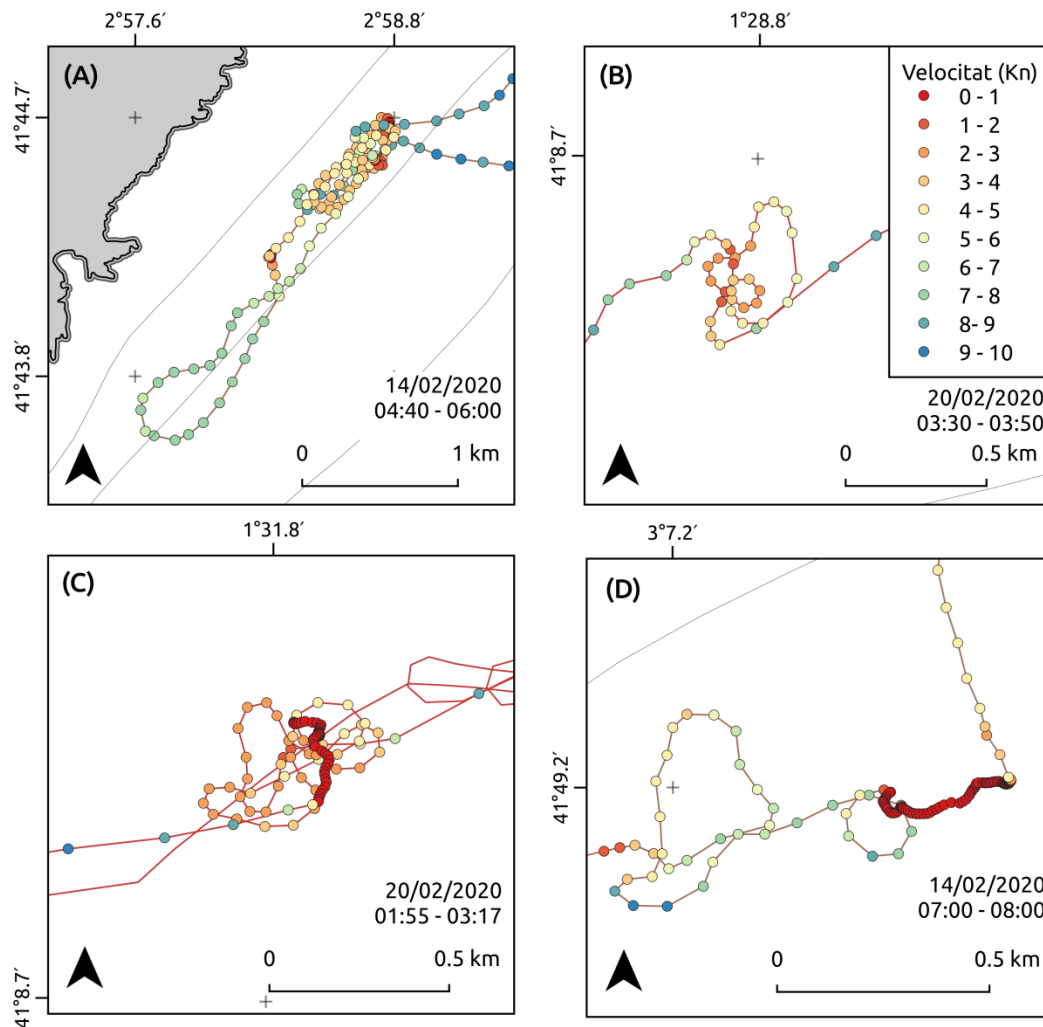


Figura 1. Exemples de maniobres de la flota d'encerclament. Es mostren tracks dels embarcaments realitzats per tal d'il·lustrar com les maniobres d'acumulació de peix (A i B) i calada (C i D) queden registrades als sistemes de posicionament.

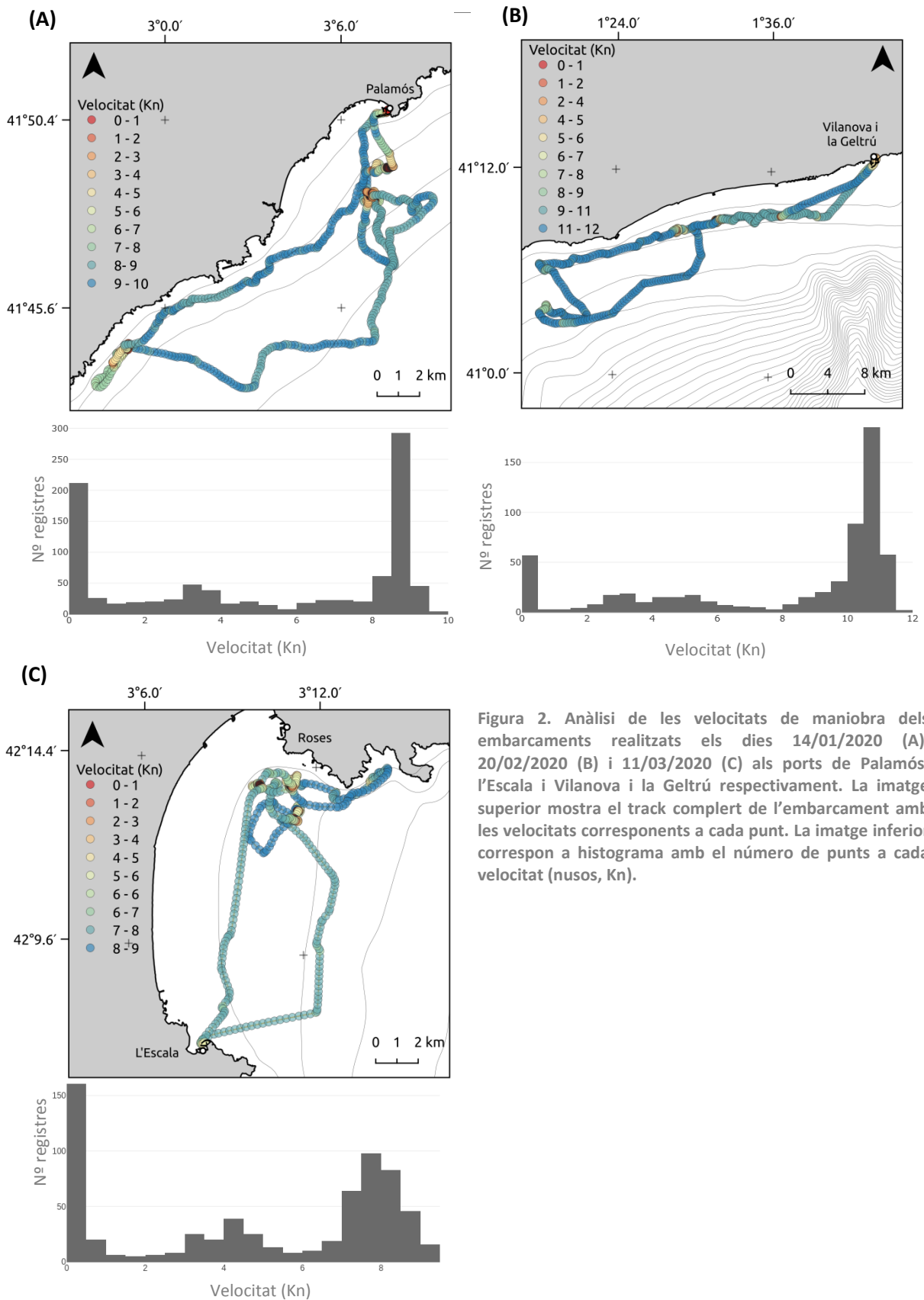
A banda de la posició, cada punt VMS té associats una velocitat i rumb. En el nostre cas utilitzem la velocitat de l'embarcació per discriminar entre les maniobres de forma semblant que a Quattrocchi & Maynou (2018). El senyal de velocitat registrada a tots els embarcaments té tres pics d'activitat, concretament als 0, entre els 2.5 i 6.5 nusos i entre els 6.5 i 12 nusos (Figura 2). La relació entre les tres modes de l'histograma de velocitats i les maniobres definides no és exactament equivalent. Mentre la navegació-cerca només es dona a la moda més alta (6.5 - 12 nusos) l'acumulació i la calada es donen tant a la primera moda (0 nusos) com a la segona (2.5 - 6.5 nusos).

2.2. Tractament de dades VMS

La flota d'encerclament sempre té activitat pesquera nocturna i a més de 25m de profunditat. Per tant, el primer pas per al tractament de VMS és eliminar els punts que no compleixen aquestes condicions. Posteriorment es classifiquen els punts en moments de pesca i no pesca mitjançant la velocitat per tal de poder-los assignar un temps de pesca i unes captures.

El senyal de velocitats de les dades de VMS corresponents a tota la flota catalana mostra una distribució trimodal (Figura 3A) igual que l'observada en els embarcaments (Figura 2) i coherent amb l'observada en altres estudis (Katara & Silva, 2017). També s'ha analitzat la distribució de velocitats de dades AIS (alta freqüència) d'una part de la flota que torna a coincidir amb la mateixa distribució trimodal (Figura 3B). Aquestes similituds fan altament probable que les maniobres observades a bord i el seu senyal de velocitats sigui extrapolable a tota la flota catalana.

L'activitat de les embarcacions corresponent a esforç pesquer sobre el recurs de petits pelàgics s'estableix en la suma de totes les maniobres definides. És a dir, en els càlculs s'hi inclouen totes les dades entre 0 i 15 nusos de velocitat. Tot i que els moments corresponents a les velocitats més altes no tenen per què ser en interacció directe amb el recurs, les embarcacions estant cercant peix de forma activa amb els sistemes de localització i per tant exercint-hi un esforç de forma indirecte. A més, són maniobres que tenen costos importants per a les embarcacions (poden representar gran part del temps que l'embarcació és a mar) i que per tant s'han de tenir en compte si es volen calcular per exemple Captures Per Unitat d'Esforç (CPUE).



En la geolocalització de les captures s'utilitzen les dades de 0 a 6.5 nusos. La calada i l'acumulació de peix són maniobres molt difícils de diferenciar a través de la velocitat. La calada és una maniobra molt concreta i sempre amb la mateixa estructura que pot ser identificable i diferenciable de l'acumulació de peix en cas de tenir sistemes de localització d'alta freqüència com és el cas del GPS en els embarcaments, en que s'observa que l'embarcació fa un cercle (calada de la xarxa) i posteriorment un període en que l'embarcació deriva (tancament i recollida de la xarxa i copeig, Figura 1B i Figura 1C). Amb la resolució de les dades de VMS no podem diferenciar-les, per tant les captures són assignades a localitzacions on l'embarcació té una interacció directe amb el recurs, no necessàriament fent una calada. És a dir, aquesta distribució és una estimació més acurada de la presència de recurs que una representació precisa de la pesca d'aquest. D'aquesta manera es classifiquen els punts entre 0 i 6.5Kn com a "pesca" i els punts de >6.5Kn com a no "pesca".

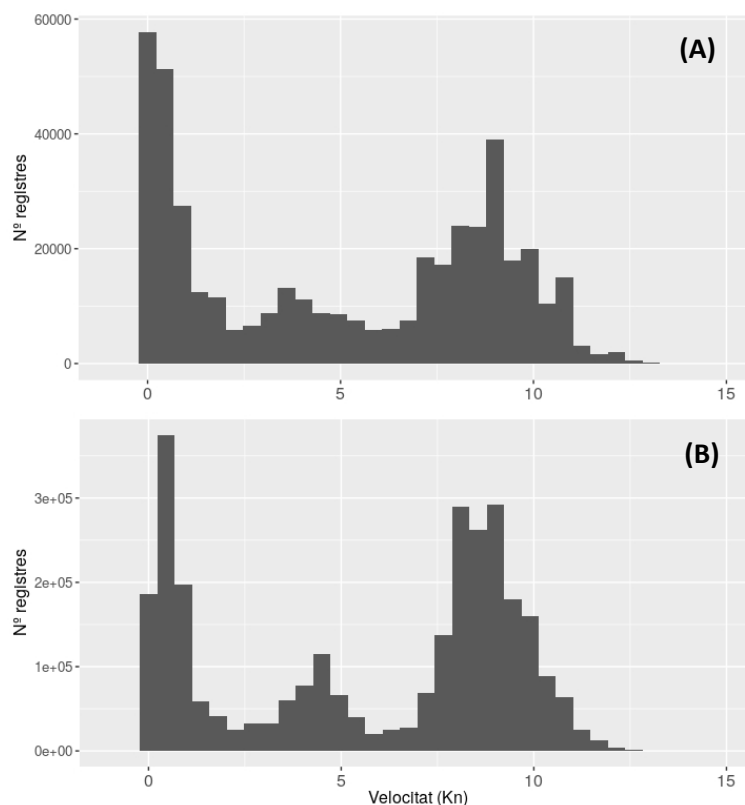


Figura 3. Comparació de la distribució de velocitats entre dades VMS (A) i AIS (B) sense les posicions a port. Les dades VMS corresponen a tota la flota d'encerclament catalana entre els anys 2015 i 2019 (443.119 registres). Les dades AIS corresponen a una selecció aleatòria de 21 embarcacions de la flota catalana de l'any 2018 (35% de la flota, 3.149.901 registres).

El temps total de pesca de cada jornada (dia i embarcació) es calcula i s'assigna de forma homogènia a tots els punts que la componen. Posteriorment aquestes dades es creuen amb les notes de venda (Secretaria General de Pesca, DGPAM). Els Kg i € de cada embarcació i dia es distribueixen de forma homogènia també però només als punts classificats com a

“pesca”. Finalment, aquestes variables poden ser acumulades per km^2 o per zones d'estudi per tal de visualitzar o analitzar les dades en més profunditat.

El filtratge de les dades VMS, el càlcul de l'esforç i el creuament amb les dades de notes de venda és un procés costós a nivell computacional, més quan parlem de dades històriques d'aproximadament 10 anys. Per tal de facilitar aquest procés i per tant d'incentivar l'ús d'aquestes dades s'ha semi-automatitzat aquest tractament i integrat al sistema de base de dades del projecte SAP.

3. Marc de l'estudi per a la caracterització espacial de la pesqueria d'encerclament catalana

Les principals espècies pelàgiques comercials per a la flota d'encerclament catalana són la sardina (*Sardina pilchardus*) i el seitó (*Engraulis encrasicolus*) que representen la gran majoria de les captures d'aquesta flota (84-90.4% entre els anys 2015 i 2019). A banda d'aquestes dues espècies també es captura l'alatxa (*Sardinella aurita*), el verat (*Scomber scombrus*), el bis (*Scomber colias*) i els sorells (*Trachurus spp*: *T. trachurus*, *T. mediterraneus*, *T. picturatus*).

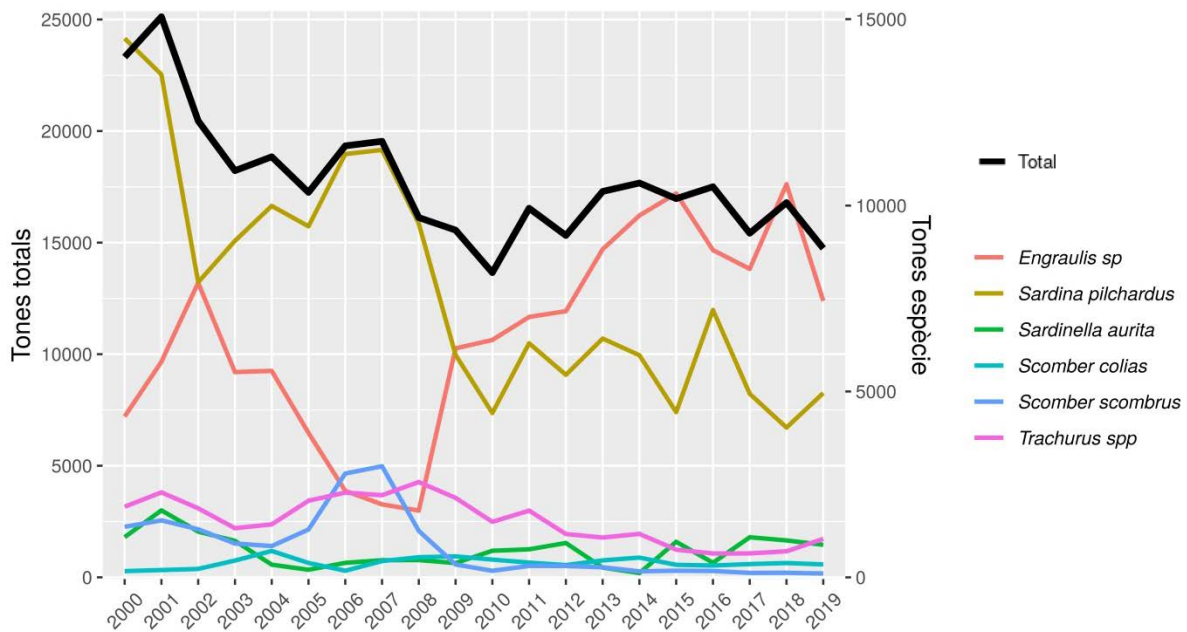


Figura 4. Històric de notes de venda en llotges catalanes de les principals espècies pelàgiques per la flota d'encerclament. S'han detectat problemes en la identificació a llotja d'algunes espècies i és per això que en alguns casos s'agrupen més d'un codi FAO per les espècies representades: *Engraulis encrasicolus* (ANE + ENR), *Sardina pilchardus* (PIL), *Sardinella aurita* (SAA), *Scomber colias* (MAS), *Scomber scombrus* (MAC), *Trachurus spp* (HMM + HMY + HOM + JAA + JAX).

Històricament la sardina i el seitó sempre han estat les espècies majoritàries i amb una tendència de captures oposada entre elles. La resta d'espècies han anat variant la seva importància, en els últims 10 anys però s'ha mantingut sempre per sota de la de les dues espècies principals en conjunt (Figura 4).

S'observa també una variabilitat estacional important en les captures (Figura 5). Les captures de sardina i seitó tenen una estacionalitat semblant a l'esforç pesquer amb pics ben marcats a la primavera i estiu respectivament. Per contra l'alatxa (*Sardinella aurita*) es desembarca més als mesos de tardor-hivern. El verat (*Scomber scombrus*) i el bis (*Scomber colias*) tenen el seu màxim als mesos d'estiu i els sorells (*Trachurus spp*) no tenen una estacionalitat marcada probablement degut a la barreja d'espècies corresponent a aquesta categoria. Per interpretar l'estacionalitat de l'activitat de la flota correctament és important tenir en compte les vedes temporals de la pesqueria durant els mesos hivernals. En els

últims anys les vedes s'han fet típicament en els mesos de desembre i gener per una durada d'un mes aproximadament. En el cas del sud de Catalunya les vedes han estat més llargues arribant fins a meitats del mes de febrer.

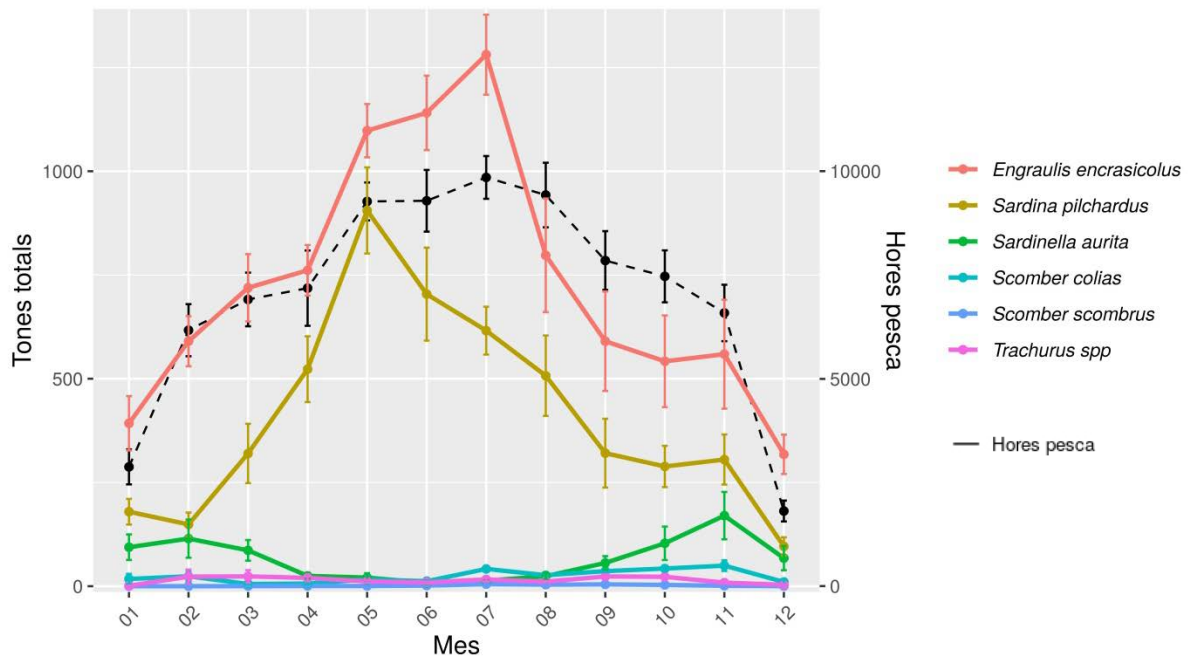


Figura 5. Mitjanes mensuals de les vendes de peix blau de la flota d'encerclament a les llotges catalanes durant els anys 2015-2019, ambdós inclosos. S'han detectat problemes en la identificació a llotja d'algunes espècies i és per això que en alguns casos s'agrupen més d'un codi FAO per les espècies representades: *Engraulis encrasicolus* (ANE + ENR), *Sardina pilchardus* (PIL), *Sardinella aurita* (SAA), *Scomber colias* (MAS), *Scomber scombrus* (MAC), *Trachurus spp* (HMM + HMY + HOM + JAA + JAX).

L'estudi actual es centra en els últims cinc anys de dades disponibles, 2015 - 2019 ambdós inclosos, amb l'objectiu de incloure-hi un període de temps suficientment gran per tenir una fotografia del comportament de la flota representatiu. Els factors a estudiar seran la distribució espacial, batimètrica i estacional de l'esforç pesquer i les captures i la seva concentració, tant globalment com per espècies.

Per a l'anàlisi de dades s'han acumulat les variables d'estudi per km² (60.377 en total) i per polígons de profunditat al llarg de tota la costa catalana (296 polígons d'interval cada 25m de profunditat des dels 0 fins als 1100m) de forma separada. Aquests càlculs s'han iterat mensualment per als cinc anys d'estudi, per espècie, esforç pesquer i captures totals mitjançant codi python (paquet psycopg2) a una base de dades PostgreSQL-PostGIS.

Les captures de peix blau tenen una variabilitat interanual natural derivada de la interacció de l'activitat pesquera i els cicles naturals de les espècies objectiu que fan variar les captures en termes absoluts durant els anys d'estudi (Figura 4). A més, ha estat demostrat que, en el cas de la pesca d'encerclament de petits pelàgics, la baixa freqüència de VMS provoca una pèrdua de registre d'una part de les operacions de pesca però no un canvi en els patrons espacials d'aquesta (Katara & Silva, 2017). Per aquests dos motius s'ha treballat

principalment amb les captures o esforç anuals proporcionals per km^2 , és a dir, el percentatge de la variable que conté cada km^2 respecte el total anual (veure també Lee et al., 2010). D'aquesta manera s'estandarditzen les variacions interanuals i s'observa un patró de pesca comparable entre anys per bé que no es quantifica en termes absoluts.

Es visualitza la distribució de les variables estudiades en mapes i es quantifica de la distribució espacial per estrats de profunditat i estacions de l'any. També es calculen corbes de concentració de l'esforç, les captures totals i les captures per espècies. Aquesta és una metodologia freqüentment utilitzada en l'estudi de la distribució espacial de la pesca (Jennings & Lee, 2012; Quattrocchi & Maynou, 2018) que permet quantificar-ne l'extensió i la concentració. Consisteix en representar l'esforç/captura en cada km^2 ordenats de major a menor concentració de forma acumulativa, d'aquesta forma com més pronunciada és la corba més concentrat està l'esforç/captures a l'espai. Els km^2 amb més concentració de les variables també es representen en mapes per tal de situar-les a l'espai. Tots els estadístics i gràfics s'han calculat amb R Studio i la visualització de mapes en QGIS.

4. Resultats

4.1. Captures i esforç globals

L'esforç pesquer de la flota d'encerclament catalana es distribueix al llarg de tota la costa especialment entre el golf de Roses i l'Ametlla de Mar (Figura 6A). L'activitat es troba entre els 25 i els 200m de profunditat encara que el 81% d'aquesta es concentra entre els 25 i 100m (Figura 8B).

La pesca d'encerclament no està permesa a menys de 35m de profunditat (Orden ARM/2529/2011) i per tant molt probablement el rang real de concentració és a partir d'aquest límit. En l'anàlisi de dades per aquest informe s'han exclòs els punts a menys de 25m de profunditat per descartar els corresponents a entrades i sortides de port. Per tal de determinar l'activitat de la flota a aquests rangs profunditats seria necessari fer-ne un anàlisi en més detall.

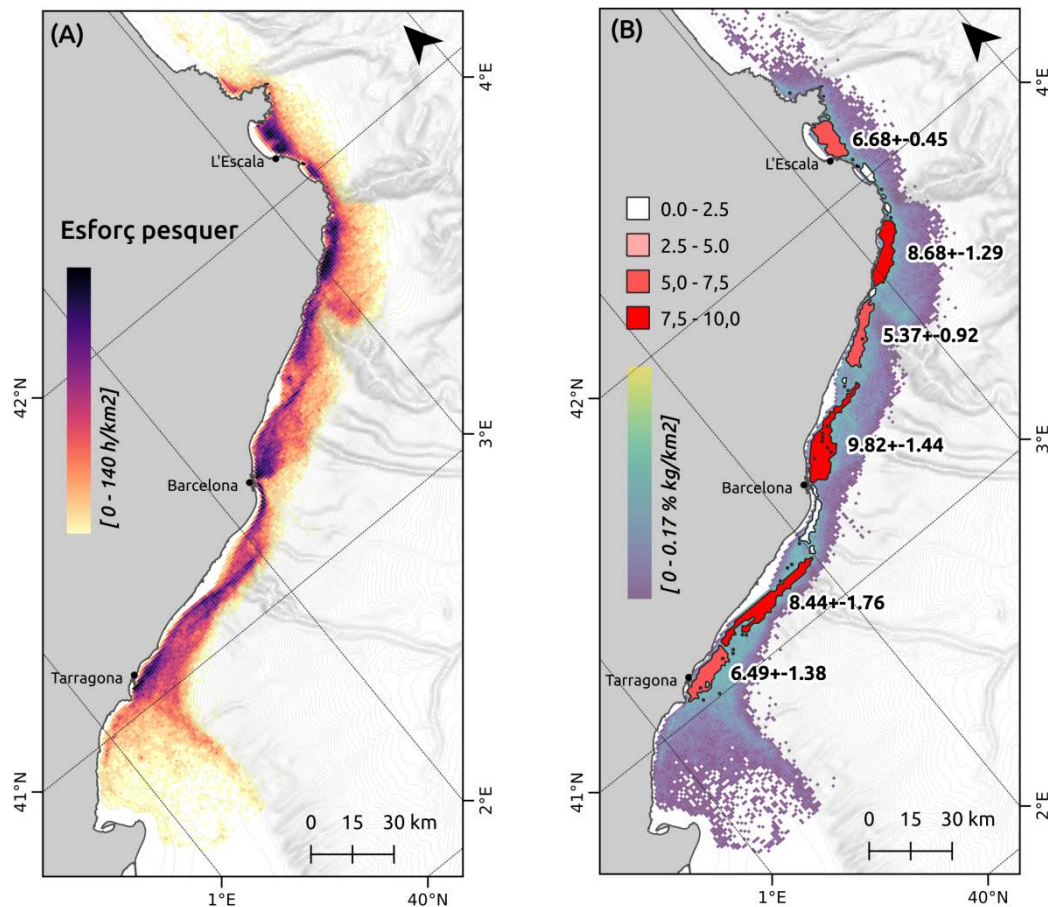


Figura 6. (A) Mitjana d'esforç pesquer dels anys d'estudi (2015-2019) per km². (B) Proporció d'esforç pesquer anual per km² mitjà dels cinc anys d'estudi. Les àrees que es mostren han estat definides sobre l'esforç proporcional mitjà en les zones de més concentració i complint la condició que, en conjunt, continguin el 50% de l'esforç. Corresponen als 802 km² (Km50) amb la concentració d'esforç més elevada. A cada àrea s'especifica el percentatge d'esforç mitjà que conté i l'interval de confiança (95%) pels cinc anys d'estudi. Només s'etiqueten les àrees amb un esforç superior al 5%.

L'esforç pesquer està distribuït en un total de 6422 Km² (Figura 8 A). La seva distribució no és homogènia a l'espai sinó que presenta zones amb més concentració. La corba de concentració de l'esforç indica que el 50% de les hores de pesca estan concentrades en només 802 km² (Km50, Figura 8A). Les àrees que corresponen a aquestes zones defineixen a la Figura 6B i es situen al Golf de Roses, a la costa de Palamós a Tossa de Mar, la de Lloret de Mar a Sant Pol de Mar, al nord de Barcelona i davant Vilanova i la Geltrú i Tarragona.

La distribució dels desembarcaments té, òbviament, un paral·lelisme amb la distribució de l'esforç encara que presenta diferències. Les àrees que es defineixen són semblants però la seva importància relativa en les captures de peix blau canvia. Destaca la importància dels desembarcaments davant les costes de Vilanova i la Geltrú en comparació a l'esforç en aquesta àrea (Figura 6 i Figura 7).

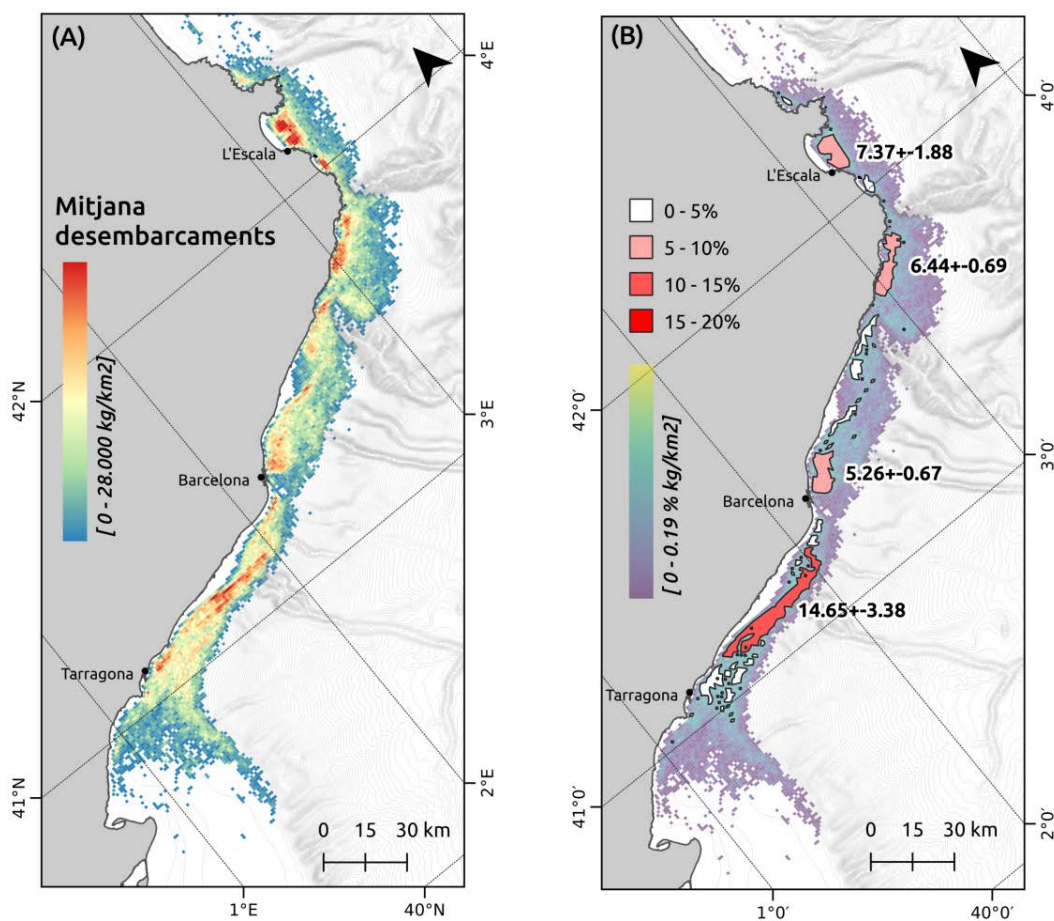


Figura 7. (A) Mitjana de captures de peix blau dels anys d'estudi (2015-2019) per km². (B) Proporció de captures anuals per km² mitjà dels cinc anys d'estudi. Les àrees que es mostren han estat definides sobre les captures proporcionals mitjanes en les zones de més concentració i complint la condició que, en conjunt, continguin el 50% de les captures. Corresponen als 761 km² (Km50) amb la concentració de captures més elevada. A cada àrea s'especifica el percentatge de captures mitjanes que contenen i l'interval de confiança (95%) pels cinc anys d'estudi. Només s'etiqueten les àrees amb un valor superior al 5%.

La distribució batimètrica dels desembarcaments és paral·lela a la de l'esforç (Figura 8B), concentrada principalment entre els 25 i 100m de profunditat. L'activitat de la flota relacionada amb les captures es troba distribuïda en un total de 5125 Km² tal com indica la

corba d'acumulació (Figura 8A). Al igual que l'esforç no es distribueixen homogèniament a l'espai sinó que es defineixen zones amb una alta concentració de captures, especialment el Golf de Roses, Palamós-Tossa, Barcelona i les costes de Vilanova i la Geltrú (Figura 7B). Aquestes zones ocupen una extensió a l'espai de 761 Km² i és on les captures tenen una concentració més elevada, en conjunt contenen el 50% de les captures globals (corresponents al Km50 de la Figura 8A).

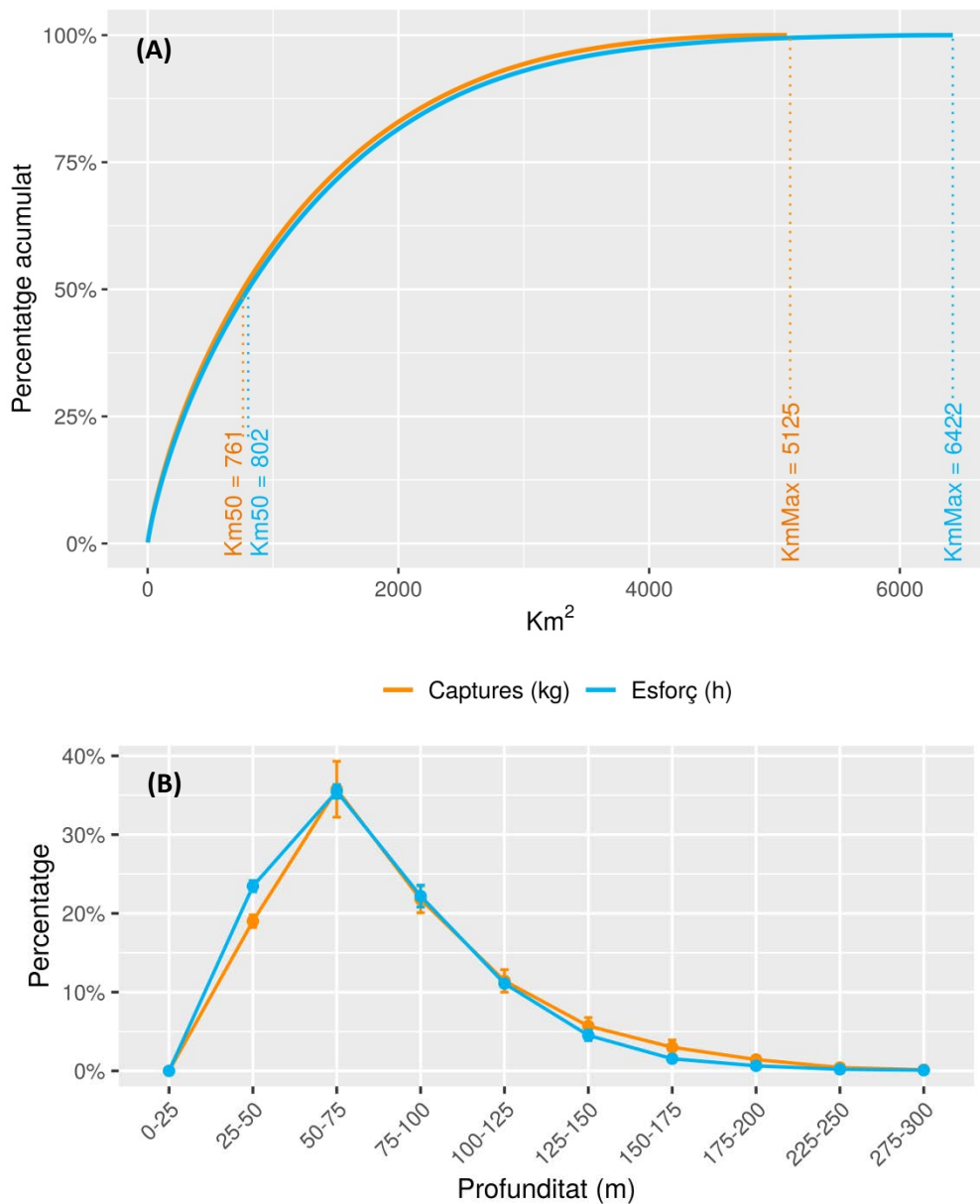


Figura 8. (A) Corbes d'acumulació mitjana de les captures i esforç pesquer de la flota d'encerclament catalana dels anys 2015-2019. Es representa l'acumulació de la proporció de cada variable per km² començant pels que contenen valors més alts. Al gràfic es marquen el Km50, KmMax i en el cas de l'esforç el Km25, extensions que contenen el 50%, el 100% i el 25% del valor de la variable respectivament. (B) Distribució de la proporció de captures i esforç anual mitjana per rangs de profunditat. A cada punt es mostra l'error estàndard pels cinc anys d'estudi (2015-2019).

És important destacar l'estabilitat de les àrees de concentració tant de l'esforç com les captures (veure intervals de confiança de les Figures 6 i 7). Hi ha una variació interanual de les captures de peix blau (Figura 4) però segons els resultats obtinguts sembla que la importància relativa de les zones d'extracció d'aquests es manté en el temps.

Cal tenir en compte que, derivat de la metodologia utilitzada, l'esforç representa les hores de navegació a més de 25m de profunditat de la flota d'encerclament i per tant no una interacció directe amb el recurs. En aquest sentit, s'expliquen les zones d'alt esforç de davant de ports com Barcelona o Tarragona que correspondrien a les entrades i sortides de port. La resta de zones no tenen una forma i localització tant relacionades amb ports importants i per tant és probable que tinguin més a veure amb interaccions de la flota amb el recurs, es pot corroborar al tenir una coincidència amb les àrees definides a la Figura 7B.

L'esforç està distribuït més extensament que les captures (6422km² i 5125km² respectivament) indicant que hi ha zones on la flota hi té activitat però només de cerca de peix/navegació. Són zones que contenen un esforç molt reduït i que probablement correspondrien a activitats d'exploració de la flota en zones on normalment no hi ha activitat pesquera. De forma general les activitats de pesca es donen a la mateixa zona on s'aplica l'esforç pesquer.

En l'activitat de la flota la navegació/cerca de peix representa un percentatge alt de les activitats totals (avaluació i calada) tal i com es pot deduir dels histogrames de velocitats de VMS i AIS (Figura 3). És interessant comparar-ho amb la flota d'arrossegament en que les maniobres de pesca representen l'activitat majoritària en el dia a dia de l'embarcació.

Estacionalment, la distribució batimètrica de l'activitat de la flota varia. La primavera i l'estiu són les èpoques on es concentren la majoria de l'esforç pesquer i captures anuals (aproximadament el 30% en ambdós casos, Figura 9) tot i que durant la primavera la major part de l'activitat està concentrada als 50-75m i a l'estiu té una extensió més ampla amb el màxim entre els 50 i 100m. L'activitat a la tardor segueix l'extensió batimètrica de l'estiu però amb una activitat global menor i a l'hivern es comença a concentrar de nou a les profunditats primaverals. Al interpretar aquests resultats és important tenir en compte les reduccions d'activitat pesquera que es donen als mesos hivernals degut a les vedes temporals de l'activitat.

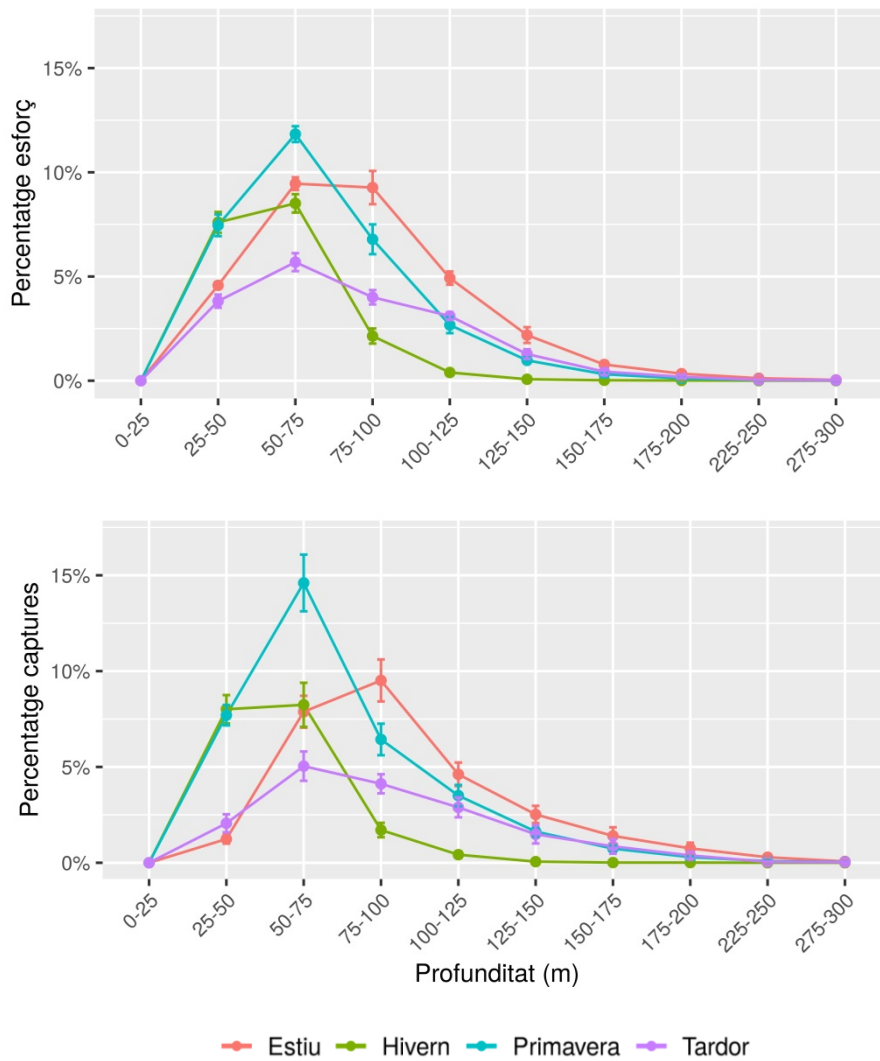


Figura 9. Estacionalitat en la distribució batimètrica de les captures i esforç de la flota d'encerclament. Es mostra la mitjana de la proporció de captures i esforç per a cada estació de l'any i rang batimètric i el seu error estàndard pels cinc anys d'estudi (2015-2019).

4.2. Distribució de captures per espècie

Les captures de sardina i seitó tenen una distribució al llarg de tota la costa amb un clar paral·lelisme amb la distribució global de les captures i l'esforç (Figura 10). En canvi, les captures de les espècies secundàries tenen una distribució molt més disgregada en l'espai fet que dificulta veure-hi un patró clar (Figura 11).

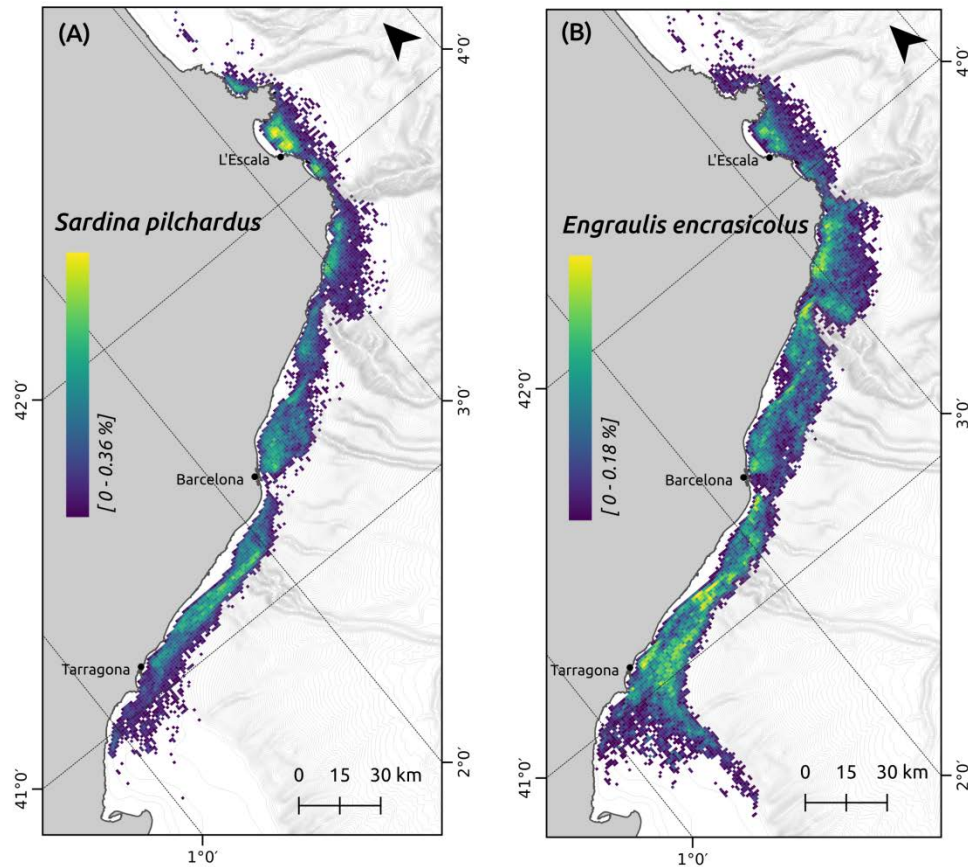


Figura 10. Distribució de la proporció de captures per km² mitjana pels cinc anys d'estudi (2015-2019) per a les dues espècies principals de peix blau, sardina i seitó.

Les corbes d'acumulació mostren els mateixos resultats, la sardina i el seitó són les espècies amb major extensió de les seves captures (4033 i 4931 km² respectivament) seguides per *S.colias*, *Trachurus spp*, *S.aurita* i *S.scombrus* (Figura 12). Tant els *KmMax* com els *Km50* de les espècies secundàries són menys de la meitat del de les dues principals (Figura 12), confirmant la seva menor extensió a l'espai.

La distribució batimètrica de les captures varia segons l'espècie (Figura 13). *Trachurus spp* i *Sardinella aurita* són les més costaneres amb el pic a 25-50m seguides per la sardina, *S.scomber* i *S.colias* amb el pic als 50-75m de profunditat. Destaca el seitó amb la distribució batimètrica més àmplia a l'espai i amb el pic de captures entre els 50 i 100m.

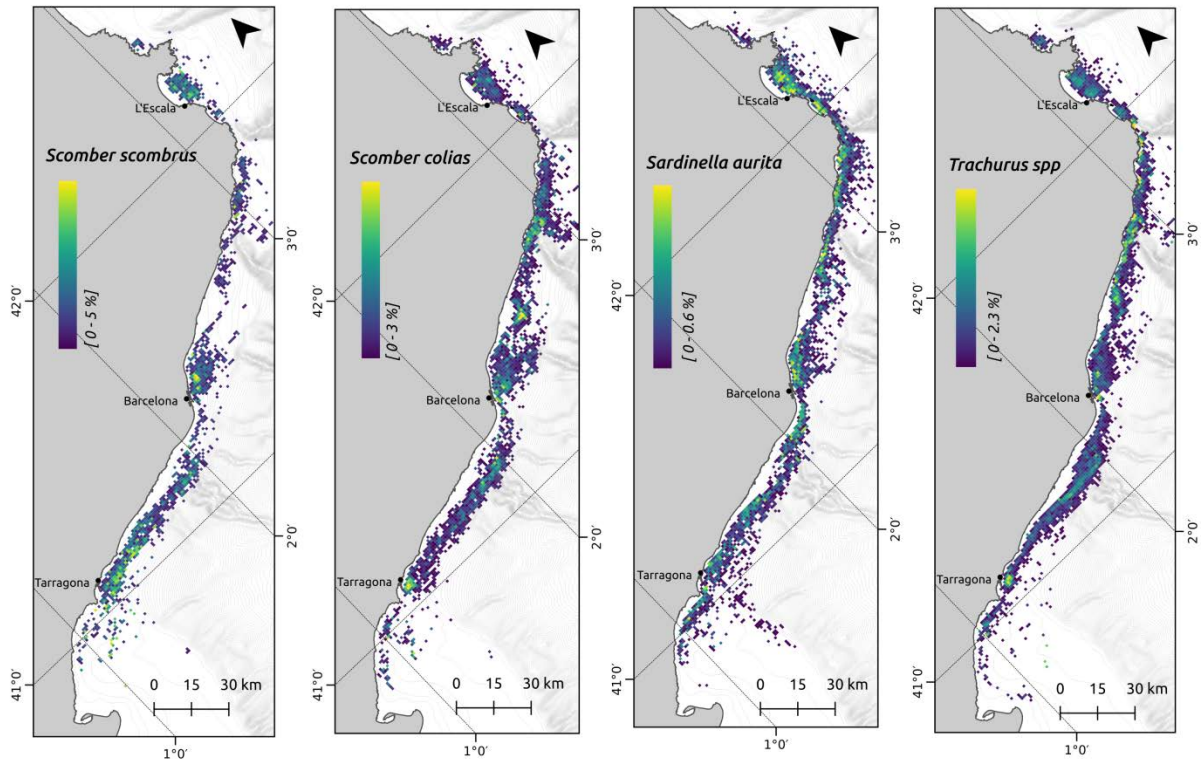


Figura 11. Distribució de la proporció de captures per km2 mitjana dels cinc anys d'estudi per a les quatre espècies secundàries de peix blau.

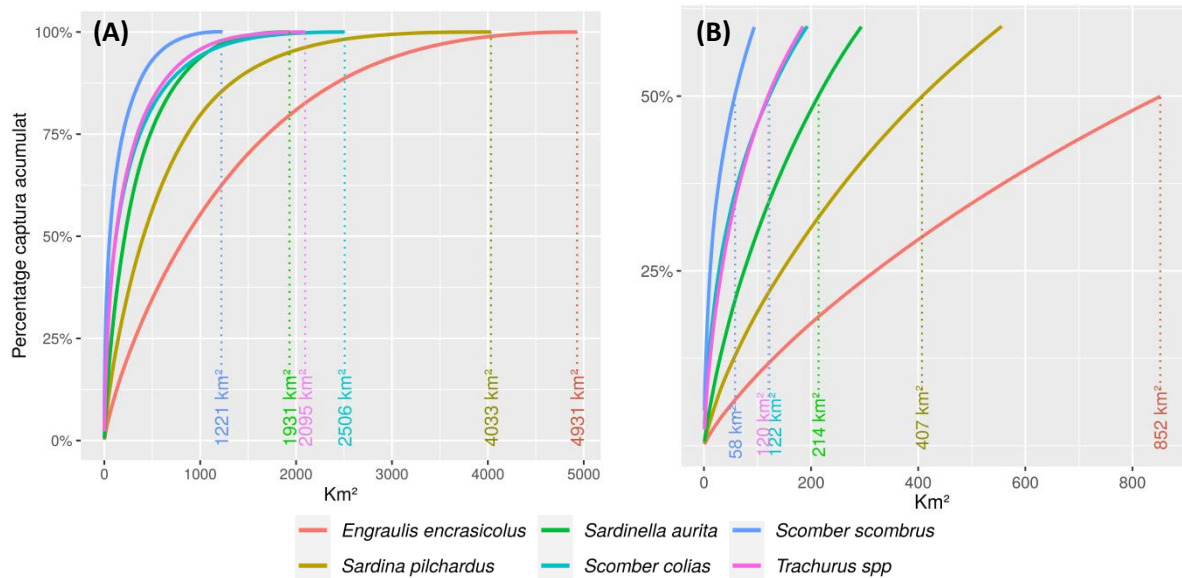


Figura 12. Corbes d'acumulació per espècie. Es representa l'acumulació de la proporció de captures per km2 ordenats de forma descendent. La línia representa la corba mitjana i l'ombra la desviació estàndard pels anys d'estudi. (A) Es mostren les corbes completes i s'hi indica els quilòmetres als que s'arriba al 100% de captures (KmMax). (B) Es mostren les parts inicials de les corbes i s'indiquen els km als que s'arriba al 50% de captures per espècie (Km50).

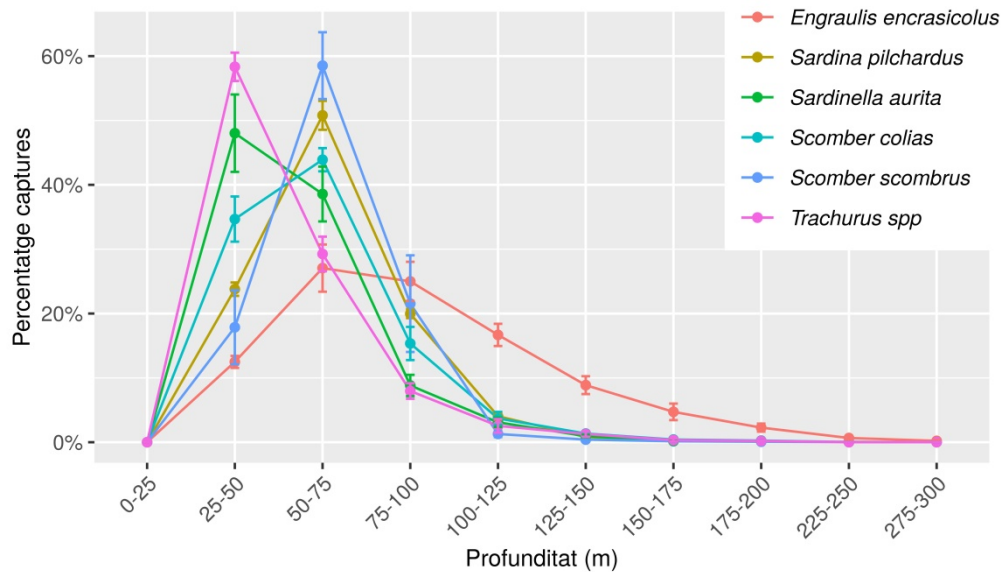


Figura 13. Distribució de la proporció de captures anual mitjana per rangs de profunditat i espècie. A cada punt es mostra l'error estàndard pels cinc anys d'estudi.

Estacionalment també hi ha variacions de les captures entre espècies (Figura 14). *Trachurus spp*, probablement en ser un conjunt de 3 espècies, és la única que no presenta una estacionalitat marcada. La sardina i el seitó tenen un patró similar on la primavera i estiu respectivament són les èpoques amb més captures. A més, al llarg de l'any hi ha un desplaçament batimètric d'aquestes, essent els mesos estivals els que les captures es fan a més profunditat. *S.colias* té el pic de captures desplaçat a l'estiu-tardor també amb un desplaçament a més profunditat els mesos estivals tot i que menys marcat que per a les altres dues espècies. *S.scombrus* és l'espècie amb una estacionaltat més extrema amb el 55% de les captures als mesos estivals. Finalment, l'alatxa (*Sardinella aurita*) té un patró de captures invers a la majoria d'espècies ja que l'hivern i la tardor són les èpoques amb més desembarcaments tot i que es manté el desplaçament en profunditat durant els mesos d'estiu-tardor.

És important tenir en compte que les captures de sardina i seitó tenen una gran influència en la distribució de les captures globals, tant a nivell espacial com estacional. Són les espècies objectiu principals de la pesqueria i tenen unes captures molt superiors a les quatre secundàries.

La distribució de captures a l'espai analitzades no mostren la distribució de les poblacions de les espècies objectiu sinó que el que es visualitza és derivat de l'activitat de la flota. Tot i així, és probable que el comportament i distribució natural de la sardina i el seitó sí que afecti al comportament de la flota al ser les dues espècies objectiu principals. En canvi, per a les espècies secundàries probablement els patrons observats s'allunyin més dels naturals de l'espècie. Un exemple clar podria ser l'estacionalitat de l'alatxa, és possible que aquesta espècie es pesqui més als mesos hivernals per una falta de sardina i seitó i no degut a una major abundància d'aquesta.

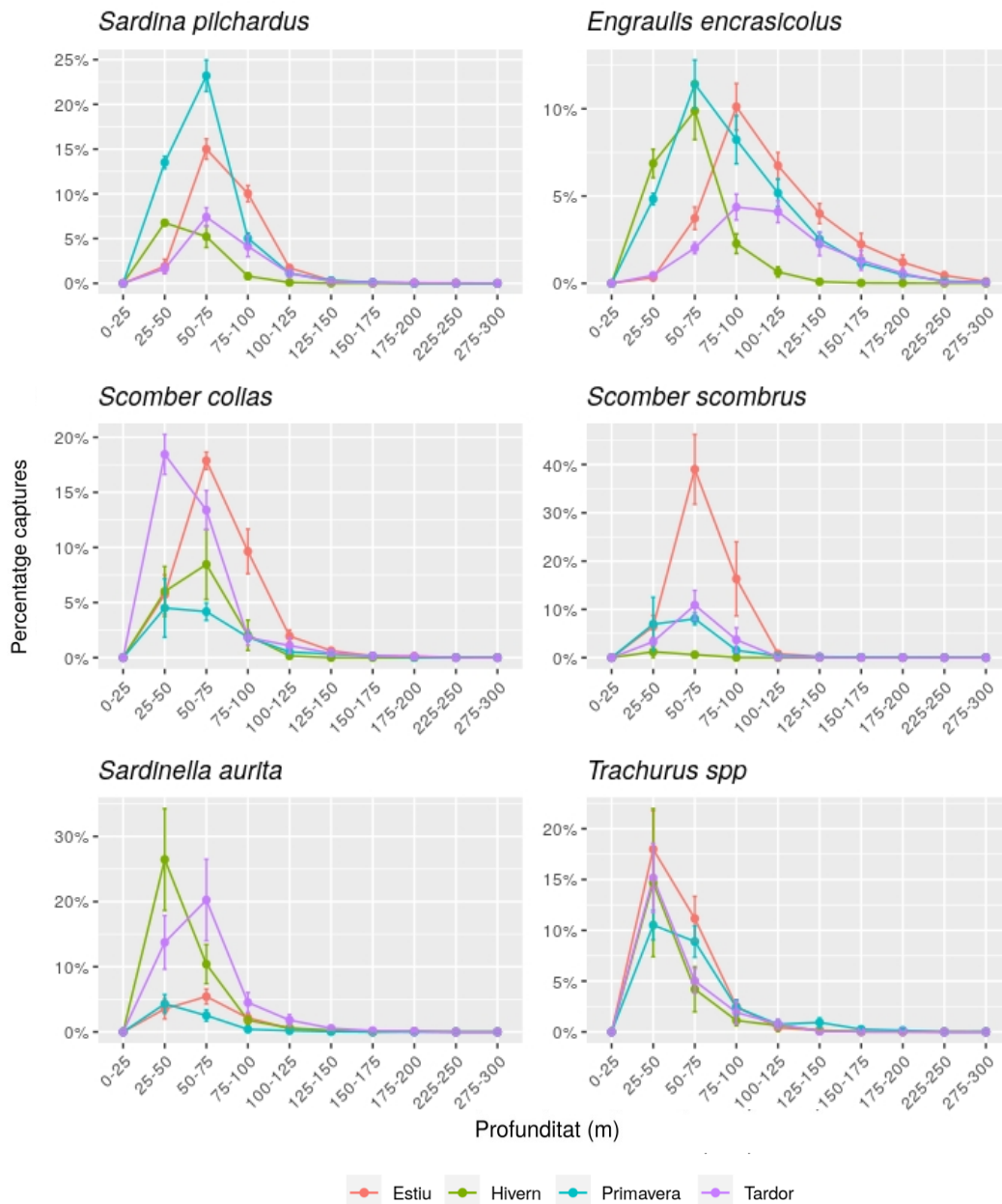


Figura 14. Estacionalitat en la distribució batimètrica de les captures de la flota d'encerclament per espècie. Es mostra la mitjana de la proporció de captures i esforç per a cada estació de l'any, rang batimètric i espècie i el seu error estàndard pels cinc anys d'estudi.

A més, s'ha de tenir en compte que la menor quantitat de dades per a les espècies secundàries fa que els resultats siguin menys robustos que per a les espècies principals. Aquest efecte es pot veure a les figures 13 i 14 on la gran majoria d'errors estandard són majors per a les espècies secundàries que per a les dues principals. És per aquest motiu que només s'analitzen els caladors principals de sardina i seitó i no de les sis espècies (Figura 15).

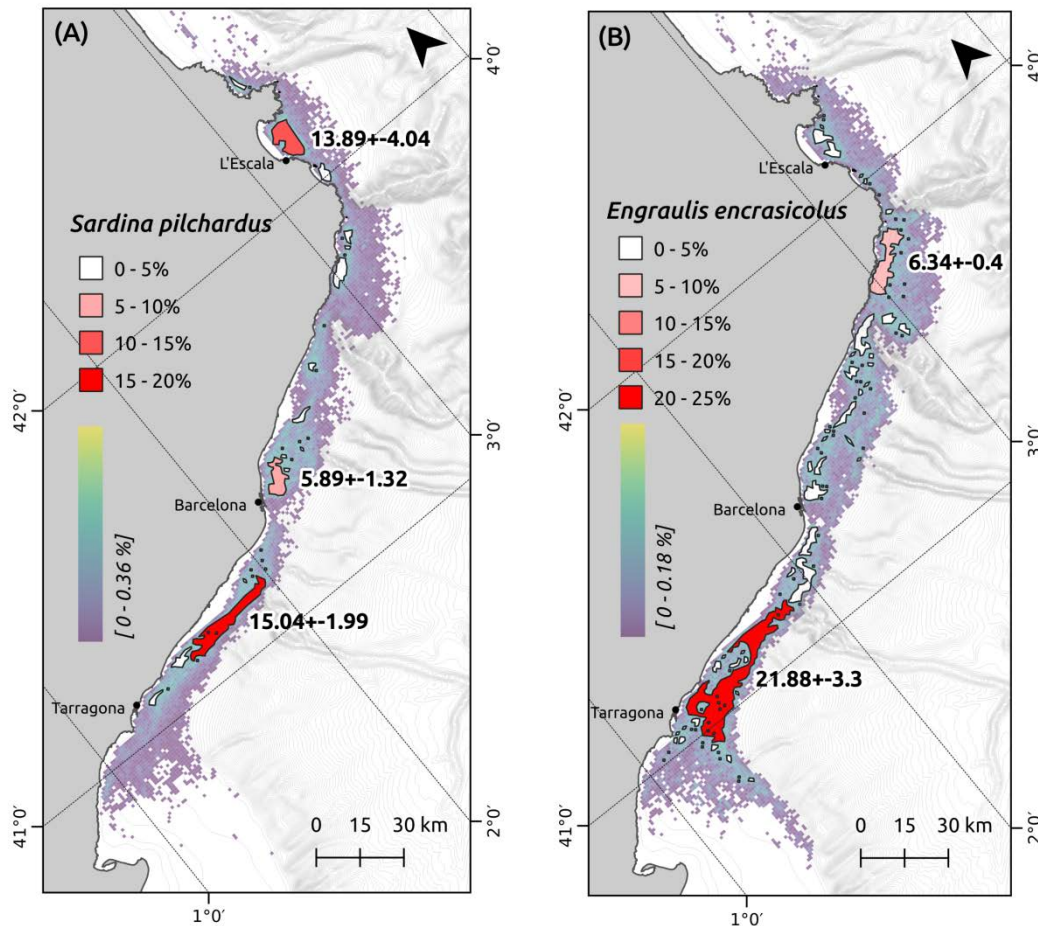


Figura 15. Principals caladors per a la sardina i el seitó. En un segon pla es mostra la proporció de captures anuals per km² mitjà pels cinc anys d'estudi. Les àrees que es mostren han estat definides sobre la variable anterior i contenen les àrees de més concentració de captures i complint amb la condició que, en conjunt, sumin el 50% d'aquestes. És a dir, són una representació dels Km50 calculats a les corbes d'acumulació (Sardina = 291 km², Seitó = 521 km²). A cada àrea s'especifica el percentatge de captures mitjanes que contenen i l'Interval de confiança (95%) pels cinc anys d'estudi. Només s'etiqueten les àrees amb un valor superior al 5%.

En el cas de la sardina es mostren tres caladors principals de l'espècie (Figura 15 A): el Golf de Roses, Barcelona-Montgat (50-80 m de profunditat) i Calafell-Garraf (30-90 m). Aquests caladors en conjunt agrupen el 35% de les captures de l'espècie aproximadament.

El seitó té dues zones principals de captures (Figura 15 B): Palamós-Tossa de Mar (30-100 m de profunditat) i Sitges-Cap de Salou (50-200 m). Dins d'aquest últim calador la zona de més concentració es troba davant Vilanova i la Geltrú. Els dos caladors en conjunt agrupen el 28% de les captures aproximadament. Les captures de seitó estan distribuïdes més àmpliament a l'espai i per tant es defineixen més caladors i més grans que per a la sardina.

És important destacar que els caladors definits tenen una estabilitat interanual. Tot i que hi ha una variabilitat en les captures totals de sardina i seitó la importància relativa d'aquestes zones es manté en el temps. Aquestes àrees també inclouen la variabilitat estacional de les captures de cada espècie en ser mitjanes anuals. Comparant els caladors de les dues espècies principals amb el dels caladors de captures totals (Figura 7B) es pot observar com hi ha caladors compartits i d'altres que no. És a dir, les zones del Golf de Roses i la costa de Barcelona només serien importants per a la sardina i la de Palamós-Tossa només pel seitó. En canvi, l'àrea de Vilanova i la Geltrú seria important per a les dues espècies.

5. Conclusions

En aquest informe s'ha presentat una metodologia d'anàlisi de les dades VMS de la flota d'encerclament que permet generar informació per entendre'n el comportament a nivell espacial. A més, l'inici dels embarcaments en aquesta flota és un pas cabdal per a entendre aquesta pesqueria, a nivell espacial però també a nivell d'impactes biològics i funcionament socioeconòmic.

El mètode presentat vol ser un punt de partida en l'anàlisi de la informació espacial d'aquesta flota i per tant està subjecte a modificacions per tal de millorar-ne la definició. Alguns exemples de metodologies més complexes les trobem a Bertrand (2008) o a Lucchetti (2018). Les dades crues de VMS tenen poca resolució i per tant els mètodes que se'n poden derivar per a aquesta flota són aproximatius. El proper objectiu és incorporar els mètodes descrits d'interpolació de punts (Russo et al., 2011) per augmentar la resolució dels càlculs. A més a més, un sistema de més alta resolució com les caixes verdes permetria millorar amb escreix la fiabilitat dels càlculs (Katara & Silva, 2017).

Els resultats presentats donen informació important que pot servir per tenir més eines en el disseny de la gestió del peix blau a nivell català. La possibilitat d'anàlisi de la distribució de captures de la flota d'encerclament dona eines per a una gestió espacial d'aquesta pesqueria. Un dels resultats importants en aquest sentit és l'estabilitat en el temps observada en les àrees de concentració de captures, aquest fet, possibilitaria la reducció de la mortalitat per pesca de les poblacions mitjançant vedes espacials. La distribució dels caladors de sardina i seitó indiquen que no totes les àrees són adequades per a la reducció de mortalitat de les dues espècies, només el calador de Vilanova i la Geltrú té importància per a les dues. Per exemple, el cas del Golf de Roses és un lloc més adequat per a la reducció de captures de sardina (tot el golf conté el 16.9% del total català) però no tant per al seitó (4.8% del total català).

La possibilitat de gestió espacial del peix blau ha de ser valorada també tenint en compte altres alternatives com la reducció de la mortalitat per quotes. La flota d'encerclament presenta característiques que, comparat amb la d'arrossegament, dificulten la seva gestió espacial. Primer, el fet de ser una flota força mòbil provocaria que la redistribució de l'esforç derivada de l'establiment de possibles vedats dificultés una reducció de la mortalitat efectiva de les espècies objectiu. Segon, l'art de pesca que utilitza a priori no té una interacció amb el fons marí i per tant l'establiment de vedats no compliria una funció de regeneració d'hàbitat com en el cas de la flota d'arrossegament.

Les dades presentades en aquest estudi provenen de desembarcaments i no de distribució de les espècies derivades d'un mostreig científic. En aquest sentit són útils per a planificar, preveure i avaluar mesures de gestió sobre el comportament de la flota i localització de les captures però és necessari que aquestes dades es combinin amb les de monitoreig científic biològic. És important la quantitat de recurs a protegir/gestionar però també en quin estat

es troba aquest. Per això s'han d'analitzar també les dades dels mostrejos biològics referents a la talla/pes i estats de maduració dels individus.

6. Bibliografia

- Bertrand, S., Díaz, E., & Lengaigne, M. (2008). Patterns in the spatial distribution of Peruvian anchovy (*Engraulis ringens*) revealed by spatially explicit fishing data. *Progress in Oceanography*, 79(2–4), 379–389. <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2008.10.009>
- Bez, N., Walker, E., Gaertner, D., Rivoirard, J., & Gaspar, P. (2011). Fishing activity of tuna purse seiners estimated from vessel monitoring system (VMS) data. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 68(11), 1998–2010. <https://doi.org/10.1139/f2011-114>
- Jennings, S., & Lee, J. (2012). Defining fishing grounds with vessel monitoring system data. *ICES Journal of Marine Science*, 69(1), 51–63. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsr173>
- Katara, I., & Silva, A. (2017). Mismatch between VMS data temporal resolution and fishing activity time scales. *Fisheries Research*, 188, 1–5. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2016.11.023>
- Lee, J., South, A. B., & Jennings, S. (2010). Developing reliable, repeatable, and accessible methods to provide high-resolution estimates of fishing-effort distributions from vessel monitoring system (VMS) data. *ICES Journal of Marine Science*, 67(6), 1260–1271. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsq010>
- Lucchetti, A., Belardinelli, A., D'Andrea, L., Marčeta, B., Martinelli, M., Russo, T., Keč, V. Č., Zorica, B., & Virgili, M. (2018). Small pelagic purse seines in the Adriatic Sea: A spatial analysis and technical overview in relation to Mediterranean Regulation provisions. *Marine Policy*, 98(October), 104–114. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2018.09.031>
- Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. (2011). Orden ARM/2529/2011, de 21 de septiembre, por la que se regula la pesca con artes de cerco en el caladero Mediterráneo. *Boletín Oficial Del Estado (BOE)*, 100966–100970. www.boe.es
- Quattrocchi, F., & Maynou, F. (2018). Spatial structures and temporal patterns of purse seine fishing effort in the NW Mediterranean Sea estimated using VMS data. *Fisheries Management and Ecology*, 25(6), 501–511. <https://doi.org/10.1111/fme.12325>
- Russo, T., Parisi, A., & Cataudella, S. (2011). New insights in interpolating fishing tracks from VMS data for different métiers. *Fisheries Research*, 108(1), 184–194. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2010.12.020>