

Títol del treball:

Descripció preliminar de la pesqueria de l'escamarlà (*Nephrops norvegicus*) en el mar català

Estudiant: Patrícia Poch i Isern

Grau en: Biologia

Correu electrònic: patripoch17@gmail.com

Tutor: Marta Muñoz Frigola

Cotutor*: Eve Galimany Sanromà

Cotutor*: Ricardo Santos Bethencourt

Empresa / institució: ICM-CSIC

Vist-i-plau i signatura tutor (i cotutor*):

Nom del tutor: Marta Muñoz Frigola

Nom del cotutor*: Eve Galimany Sanromà

Nom del cotutor*: Ricardo Santos Bethencourt

Empresa / institució: ICM-CSIC

Correu(s) electrònic(s):

marta.munyo@udg.edu

galimany@icm.csic.es

rsantos@icm.csic.es

*si hi ha un cotutor assignat

Agraïments

En primer lloc, agrair a la Dra. Eve Galimany i a Ricardo Santos, per donar-me l'oportunitat de realitzar aquest estudi, per la seva atenció i per ajudar-me en tots els dubtes que han sorgit durant l'elaboració d'aquest treball, amb tota la paciència i dedicació. Agrair també a la Dra. Marta Muñoz per donar-me ajuda i consell sempre que ho he necessitat. També vull donar les gràcies a les companyes i als companys que he tingut el plaer de conèixer a IcatMar i al ICM-CSIC, els quals m'han donat ajuda i coneixements, i m'han transmès molt bona energia en el lloc de treball. També a Joan Sala, que amb la seva paciència ha sigut una peça clau per aquest treball.

Per altre banda, agraeixo a la Dra. Marina Roldán, la qual ha estat la meva tutora durant els meus anys cursant biologia i sempre m'ha donat consell i suport amb molta implicació.

Finalment, el meu agraïment per la meva família, amigues i amics, que cadascú a la seva manera, m'heu fet sempre costat, ajudant-me i motivant-me a fer el meu camí. En especial mencionar a la meva mare, pare i avis, que sempre m'han transmès un missatge d'alè i positivisme.

Moltes gràcies de tot cor.

Resum

La pesca a Catalunya té un gran valor històric, cultural i econòmic on l'escamarlà, *Nephrops norvegicus*, és una espècie molt preuada per la flota d'arrossegament catalana. Durant els darrers anys s'ha observat un augment de la pressió pesquera en moltes espècies comercials i l'estudi d'aquestes pot ajudar a entendre quina és la seva actual distribució, en quina condició es troben i el seu estat d'explotació, entre d'altres. Aquest treball descriu els paràmetres biològics, reproductius, espacials i pesquers requerits per fer una gestió del recurs mitjançant una anàlisi biològica i reproductiva amb dades obtingudes dels embarcaments del Servei d'Assessorament Pesquer (SAP), i també una anàlisi pesquera amb dades de la flota catalana d'arrossegament durant els anys 2019 i 2020. Amb els resultats obtinguts s'ha pogut determinar que aquesta espècie presenta talles i pesos superiors en mascles i que el període de reproducció de les femelles estudiades es troba comprès entre els mesos de març i agost, resultat confirmat també pel pic de l'índex gonadosomàtic el mes d'agost. A més, les femelles estudiades presenten una talla de primera maduresa sexual inferior al que s'havia trobat anteriorment en el Mediterrani. S'ha pogut observar que l'escamarlà es troba majoritàriament en el talús superior i que les captures més elevades dels anys estudiats han estat a les zones de Palamós i Roses, essent també les seves llotges les que venen majors quantitats d'aquesta espècie i que per tant obtenen majors guanys. En canvi, en les zones de la costa sud s'han trobat captures accidentals, mostrant que la profunditat pot ser un factor clau per l'abundància de l'escamarlà, malgrat la geomorfologia de l'habitat també pot ser un fet important per l'espècie. S'ha pogut observar que l'any 2020 no va ser un bon any per la pesca a la zona estudiada, majoritàriament degut a la pandèmia de la COVID-19.

L'espècie d'estudi s'havia descrit com a sobreexplotada fa aproximadament 25 anys i el decrement de la talla de primera maduresa trobat en aquest estudi pot ser un indicador que aquesta tendència d'explotació del recurs no ha canviat. Per això, gràcies als coneixements adquirits en aquest estudi es poden aplicar mesures per intentar millorar l'estat de l'espècie amb un possible pla de cogestió de l'escamarlà al nord de la costa catalana.

Resumen

La pesca en Cataluña tiene un gran valor histórico, cultural y económico donde la cigala, *Nephrops norvegicus*, es una especie muy preciada para la flota de arrastre catalana. Durante los últimos años se ha observado un aumento de la presión pesquera en muchas especies comerciales y el estudio de éstas puede ayudar a entender cuál es su distribución actual, en qué condición se encuentran y su estado de explotación, entre otros. Este trabajo describe los parámetros biológicos, reproductivos, espaciales y pesqueros necesarios para realizar una gestión del recurso mediante un análisis biológico y reproductivo con datos obtenidos de los embarques del Servei d'Assessorament Pesquer (SAP), y también un análisis pesquero con datos de la flota de arrastre catalana durante los años 2019 y 2020. Con los resultados obtenidos se ha podido determinar que esta especie presenta tallas y pesos superiores en machos y que el periodo de reproducción de las hembras estudiadas se haya entre los meses de marzo y agosto, resultado confirmado también por el pico del índice gonadosomático el mes de agosto. Además, las hembras estudiadas presentan una talla de primera madurez sexual inferior a la que se había descrito anteriormente en el Mediterráneo. Se ha podido observar que la cigala se encuentra mayormente en el talud superior y que las capturas más elevadas de los años de estudio han sido en las zonas de Palamós y Rosas, siendo también sus lonjas las que han vendido mayores cantidades de esta especie y que por lo tanto han obtenido mayores ganancias. En cambio, en las zonas de la costa sud se han encontrado captures accidentales, hecho que demuestra que la profundidad parece ser un factor clave para la abundancia de la cigala, aunque la geomorfología del hábitat también podría ser un factor importante para la especie. Se ha podido observar que el año 2020 no fue un buen año para la pesca en la zona estudiada, mayormente debido a la pandemia de la COVID-19.

La especie de estudio se había descrito como sobreexplotada hace aproximadamente 25 años y la disminución de la talla de primera maduración calculada en este estudio puede ser un indicador de que esta tendencia de explotación del recurso no ha cambiado. Por ello, los conocimientos adquiridos en este trabajo se pueden aplicar medidas para intentar mejorar el estado de la especie con un posible plan de cogestión de la cigala al norte de la costa catalana.

Abstract

Fishing in Catalonia has great historical, cultural and economic value where the Norway lobster, *Nephrops norvegicus*, is a highly prized species for the Catalan trawling fleet. In recent years, an increase in fishing pressure has been observed in many commercial species and the study of these can help understand their current distribution, what condition they are in and their state of exploitation, among others. This paper describes the biological, reproductive, spatial and fishery parameters required to manage the resource through a biological and reproductive analysis with data obtained from fishing boats of the "Servei d'Assessorament Pesquer" (SAP), and a fishery analysis with data from the Catalan trawling fleet during the years 2019 and 2020. With the results obtained, it has been possible to determine that this species has higher sizes and weights in males and that the reproduction period of the studied females is between the months of March and August, result also confirmed by the peak of the gonadosomatic index in August. Moreover, the females studied have a size at first sexual maturity lower than that previously reported in the Mediterranean. It has been observed that the Norway lobster is found mostly on the upper slope and that the highest catches in the years studied have been in the areas of Palamós and Rosas, their fish markets also being the ones that have sold the largest quantities of this species and that therefore, they have obtained greater profits. On the other hand, incidental captures have been found in the areas of the south coast of Catalonia, a fact that shows that depth may be a key factor for the abundance of Norway lobsters although the geomorphology of the habitat may also be key for the species. It has been observed that 2020 was not a good year for fishing in the area studied mainly caused by the pandemic of COVID-19. The target species had been described as overexploited about 25 years ago and the size at first maturity decrease calculated in this study might indicate that the tendency in exploiting the resource remains the same. Thus, with the knowledge acquired in this study, measures can be applied to try to improve the status of the species with a possible co-management plan for Norway lobster north of the Catalan coast.

Índex

1. Introducció	1
2. Objectives	4
3. Metodologia	5
3.1 Espècie d'estudi	5
3.2 Art de pesca, l'arrossegament	5
3.3 Mostreig en embarcació	6
3.4 Mostreig al laboratori	8
3.5 Anàlisi de dades	8
3.6 Anàlisi pesquer	9
4. Resultats	10
4.1 Anàlisi biològic	10
a. Relació talla-pes	10
b. Freqüència de talles	12
4.2 Aspectes reproductius	14
a. Període de reproducció	14
b. Talla de primera maduresa	15
4.3 Anàlisi pesquer	15
a. Històric de captures	15
b. Representació de captures i l'import de venda	16
c. Mapes d'esforç i captura	17
5. Discussió	19
5.1 Ètica i sostenibilitat	21
5.2 Perspectiva de gènere	22
6. Conclusions	23
Bibliografia	24

1. Introducció

Els recursos pesquers representen una font d'aliments i cultura molt important per la humanitat i es consideren un element essencial de la dieta diària arreu del món (Greenpeace, 2021). Actualment, però, el futur de la pesca com a activitat econòmica, social i cultural és incerta ja que es calcula que entre el 40 i el 50% dels ecosistemes tropicals i temperats superen els límits considerats per la sostenibilitat de la pesca i, per tant, es troben sobreexplotats (Link & Watson, 2019). Degut a aquesta problemàtica i la necessitat de preservar els recursos pesquers, s'han començat a registrar èxits en gestió pesquera, recuperant estocs on les poblacions s'exploten seguint l'assessorament científic i desenvolupant estructures institucionals sòlides (Fernandes & Cook, 2013; Worm et al., 2009). Per exemple, algunes poblacions de peixos del NE Atlàntic ben gestionades s'han anat recuperant com a resposta a la disminució de la pressió pesquera durant l'última dècada (Cardinale et al., 2013; Fernandes & Cook, 2013), tot i que queda un llarg camí per recórrer per a una reconstrucció global de les poblacions (Cardinale et al., 2013; Froese & Proelss, 2010). Aquest, però no és el cas de la Mar Mediterrània i el Mar Negre, on un estudi realitzat amb 54 espècies de peixos i invertebrats comercials va posar de manifest que el 85 % dels estocs estaven sobreexplotats (Demirel et al., 2020). En aquest sentit l'any 2017, la major part de països mediterranis van aprovar la Declaració MedFish4Ever on es van establir unes prioritats clau com la protecció dels recursos marins, combatre la pesca il·legal, no declarada i no regulada i reforçar la viabilitat de les comunitats costaneres a través del suport a la pesca artesanal predominant a cada regió (Union for the Mediterranean, 2021).

En aquest sentit, l'any 2018 es va crear a Catalunya l'IcatMar, un òrgan de cooperació entre la Direcció General de Pesca i Afers Marítims i l'Institut de Ciències del Mar (ICM-CSIC), per desenvolupar el programa de l'Estratègia Marítima de Catalunya, que basa la governança de les polítiques marítimes del nostre país en el model de la cogestió. La pesca a Catalunya té un gran valor històric, cultural i econòmic on l'any 2019, la flota pesquera catalana es va compondre per 724 embarcacions, de les quals 222 eren d'arrossegament, 337 eren de pesca artesanal i 159 eren d'altres arts de pesca (agricultura.gencat.cat). En detall, les embarcacions d'arrossegament van representar el 37,2% de la flota comercial catalana, el 31,5% de les captures i el 56,1% de les recaptacions donant així un benefici de quasi 57,55 M€ (IcatMar, 2020). La pesca d'arrossegament actua principalment en zones de fang, on es troben espècies de peixos com el lluç (*Merluccius merluccius*) i el moll (*Mullus barbatus* i *M. surmuletus*) o ara bé els crustacis de profunditat com la gamba vermella (*Aristeus antennatus*) i l'escamarlà (*Nephrops norvegicus*), les quals són explotades degut al seu alt valor de venda (García de Vinuesa et al., 2020).

Els crustacis, a diferència dels peixos, són espècies comercials que solen dirigir-se a un altre tipus de mercat i per això tenen un preu més elevat. Una de les principals espècies objectiu de la pesca d'arrossegament és l'escamarlà, *Nephrops norvegicus* (Linnaeus, 1758), amb una captura d'aproximadament 60000 t/any a nivell mundial (Cobb & Phillips, 2012; Bianchini et al., 1998). És un crustaci marí i bentònic de l'ordre Decàpode que pertany a la família Nephropidae. Es troba distribuïda pel nord-est de l'Atlàntic, oest del Mediterrani, per sobre del mar Adriàtic i l'Egeu (Sardà et al., 1998). Presenta una distribució batimètrica compresa entre els 4 i 750 metres de profunditat (Johnson, et al., 2013), però a la mar Mediterrània es troba en major abundància en els fons fangosos de talús entre 200 i 600 metres (Sardà et al., 1998; Abelló et

al., 2002). Gràcies a la seva qualitat culinària, escassetesa relativa i preu elevat es considera un recurs molt atractiu, al costat del lluç (*Merluccius merluccius*), el rap (*Lophius piscatorius*) o la gamba (*Aristeus antennatus*). Les dades de fonts d'informació oficial del sector pesquer de la Direcció General de Pesca d'Afers Marítims indiquen que el període de desembre 2020 i novembre 2021 es van vendre, a les llotges de Catalunya, 111.166 kg a un preu mig de 29,65 €/kg que comporta uns guanys de més de 3 M€ anuals. Els estudis comparatius que s'han realitzat sobre l'estat de les poblacions d'escamarlà a diverses localitats de la Mediterrània, incloen Algarve (Portugal), els mars de Lígur, Tirrè, Adriàtic (Itàlia), el golf d'Euboikos (Grècia) i el mar d'Alboran i la costa de Catalunya, posen de manifest que les tecnologies de captura i els nivells d'explotació difereixen d'uns llocs a altres i que un dels llocs més castigats per la pesca és precisament la costa catalana (Aguzzi, 2002). Els canvis estacionals en la capturabilitat de les espècies a la regió del Mediterrani és una font de biaix en la pesca d'arrossegament de les poblacions demersals (Sarda, 1991), consegüentment afectant les economies de les comunitats de pescadors locals (Maynou & Sardà, 2001). Una comprensió de ritmes de comportament i els seus vincles amb el medi ambient variables també és essencial per a la gestió de la pesca (Wang et al., 1992).

Degut a la importància de l'espècie com a recurs pesquer a nivell mundial, els estudis realitzats fins ara sobre l'escamarlà són abundants i es centren tant en la morfologia, fisiologia, distribució i abundància (Fariña P. C., 1998; Johnson et al., 2013; de Figueiredo & Thomas, 1967; Katoh et al., 2013), com en aspectes de caire ecològic, tecnologia pesquera i evolució de l'estat d'explotació (González et al., 2009; Sardà et al., 1998; Maynou, 2001) També se n'han fet estudis sobre la variabilitat geogràfica dels paràmetres biològics (Cristo & Cartes; 1998; Sardà, 1998), o sobre la periodicitat del règim de posta i la fecunditat (Mcquaid et al., 2007; Sardà & Abelló, 1982). A Catalunya hi ha poca informació sobre la biologia i la pesca d'aquesta espècie, però la gestió pesquera necessita el coneixement actual dels estocs de l'espècie ja que les darreres dades es van recollir ja fa anys. Per això, és necessari tornar a avaluar la pesca de l'escamarlà i fer-ho amb dades de tota la costa de Catalunya (figura 1) amb l'objectiu de poder fer una gestió pesquera adient seguint els requeriments de la Unió Europea.

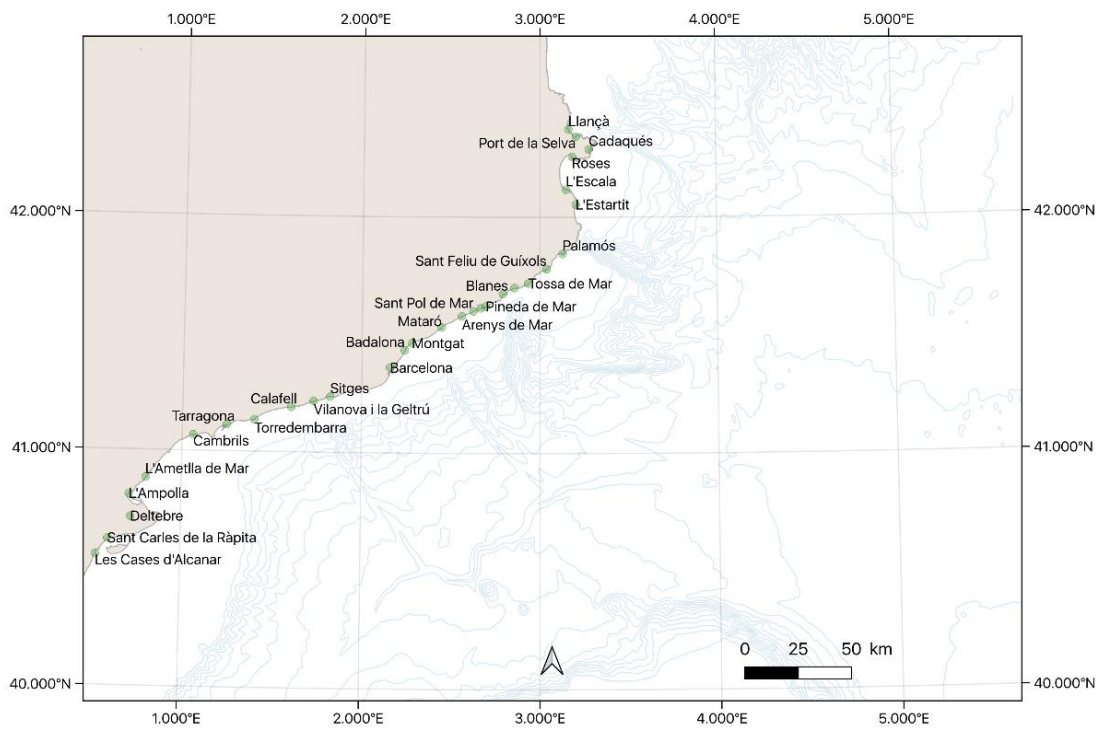


Figura 1. Mapa de la costa catalana amb tots els ports que tenen llotja. També s'hi representa la seva batimetria.

2. Objectives

The main objective of this project is to study the fishery, biology and distribution of the Norway lobster, *Nephrops norvegicus*.

To achieve this main goal, three specific objectives have been defined:

- Carry out a biological analysis to obtain a size-weight ratio and size frequencies in Catalonia as a whole and also for different depth layers.
- Observe the reproductive aspects as well as the different sexual states in which females are throughout the year and the calculation of the gonadosomatic index.
- Describe the fishing importance of *Nephrops norvegicus* for the Catalan trawler fleet, obtaining a list of catches, market price and fishing effort.

3. Metodologia

3.1 Espècie d'estudi

L'espècie d'estudi és l'escamarlà, *Nephrops norvegicus* (Linnaeus, 1758). Aquest crustaci, de cos allargat i deprimit, té una longitud total d'entre 80 i 240 mm i és de color ataronjat pà·lid. En el cefalotòrax s'hi recolzen les potes anteriors (pinces) i marxadores (pereopodis) i l'abdomen està format per sis segments (Zariquiey,1935; Sardà et al., 1981). A la part inferior de cada anell s'implanten petits apèndixs dobles nadadors (pleopodis) (Zariquiey,1968; Sardà et al., 1981). Els de l'últim segment estan modificats ja que són molt més amplis i en forma de ventall (uropodis) (figura 2).

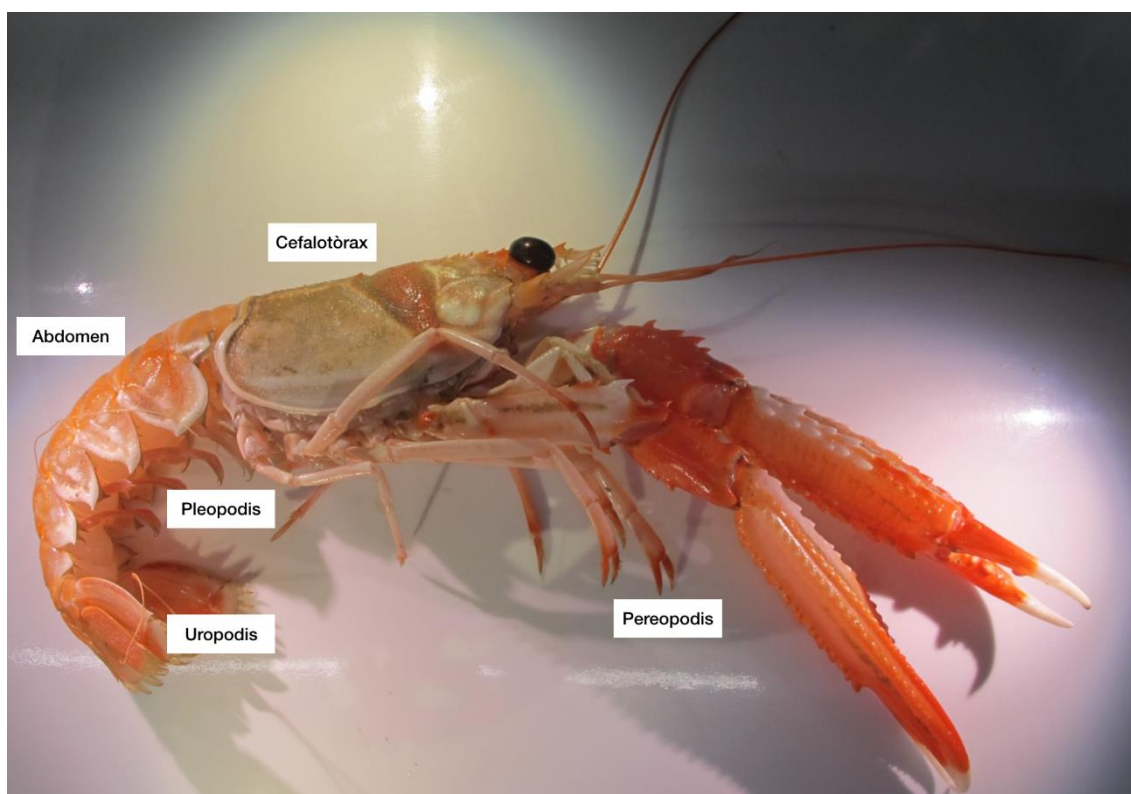


Figura 2. Dibuix detallant les diferents parts de l'escamarlà.

3.2 Art de pesca, l'arrossegament

Els individus d'estudi es van pescar amb art d'arrossegament utilitzant una xarxa llastrada que escombra el fons per obtenir els exemplars. L'horari de pesca era aproximadament de les 6:00 h fins les 17:00 h, utilitzant la llum natural. Un embarcament inclou tres pesques diferents, amb una durada d'hora i mitja cadascuna, aproximadament. El nombre de tripulants per embarcació oscil·la entre els 3 i els 6, segons la mida i potència de la barca.

Les xarxes utilitzades tenen forma de sac amb una obertura en sentit horitzontal per l'extrem davanter, i per l'extrem contrari el sac s'estreny fins quedar tancat. La malla de la xarxa és de 42mm quadrats. La xarxa va unida a cada banda de l'obertura mitjançant caps d'acer a les

portes, unes estructures metàl·liques faciliten que la xarxa es mantingui oberta per poder pescar (figura 3). A la Mediterrània, les activitats de pesca d'arrossegament estan limitades dins l'estrat de profunditat de 50-1000 m. Aquesta profunditat mínima de 50 m es pot canviar per una limitació definida en 3 milles nàutiques de la costa a les zones on aquesta fondària arriba a distància més curtes, altrament dit, zones més someres. Tot i així, aquesta espècie es sol pescar en profunditats que van dels 200 als 800 m i que comprenen dues zones diferents: el talús superior que va dels 200 als 500 m i el talús inferior que va dels 500 als 800 m.

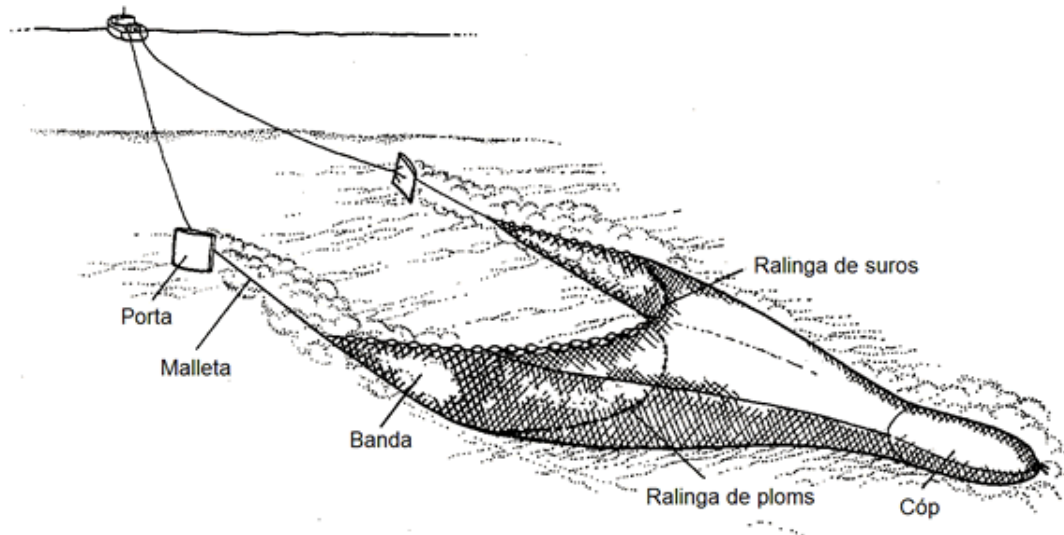


Figura 3. Xarxa d'arrossegament amb el nom de cadascuna de les seves parts. Il·lustració de Llotja Vilanova (2007).

3.3 Mostreig en embarcació

La costa catalana consta de diversos ports comercials distribuïts en tota la seva geografia, com es detalla en la figura 4. Per tal de fer un mostreig eficient i representatiu de la costa catalana el SAP (Servei d'Assessorament Pesquer) realitza feina de camp en embarcacions d'arrossegament en 9 ports comercials principals de Catalunya, que són Roses, Palamós, Blanes, Arenys de Mar, Barcelona, Vilanova i la Geltrú, Tarragona, Ametlla de Mar i La Ràpita. La costa catalana es divideix en 3 zones, nord, centre i sud, les quals inclouen 3 ports cadascuna. Cada zona es mostreja de forma mensual de manera que els embarcaments d'un mateix port es fan de forma trimestral.

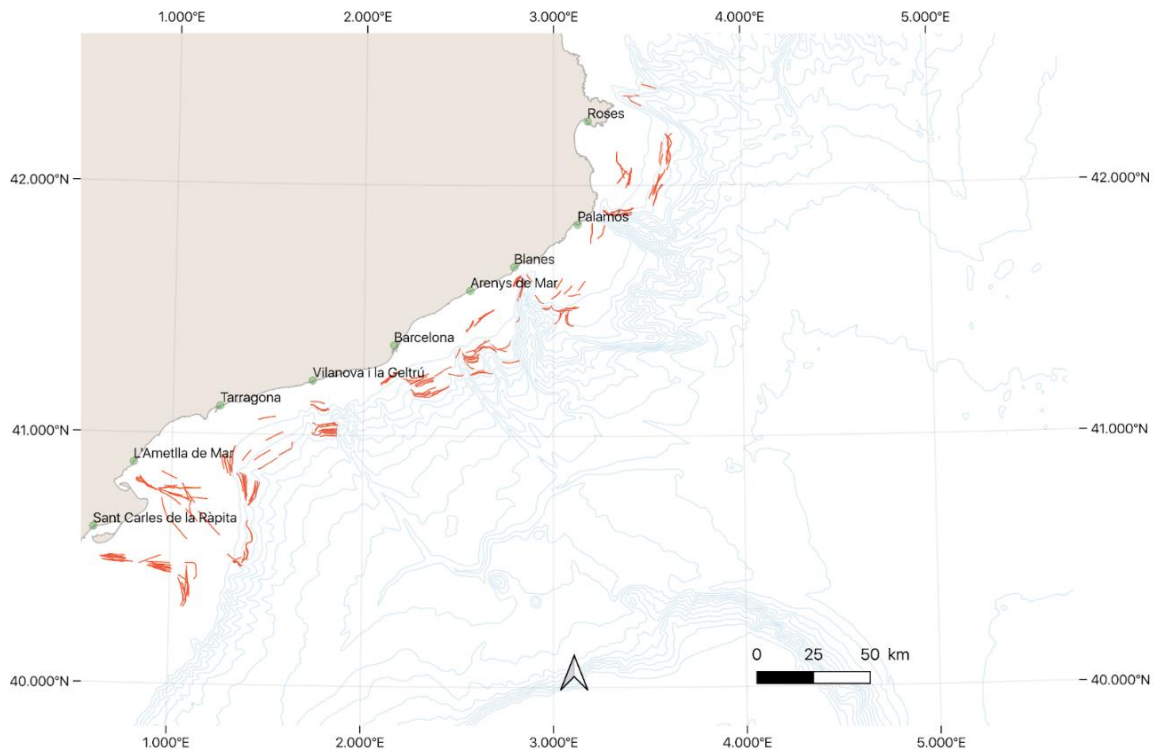


Figura 4. Mapa de la costa catalana amb els principals ports comercials i les pesques realitzades durant el 2019 i el 2020, cada línia vermella representa el recorregut d'una pesca.

Dels escamarlans obtinguts a bord de l'embarcació, es van guardar 30 individus de cada categoria pescada (petit, mitjà i gran) i es van transportar al laboratori de dissecció del ICM-CSIC. Allà, es van guardar a la nevera (5°C) amb les mostres degudament etiquetades pel seu tractament al matí següent.

La resta d'escamarlans pescats, fins a un màxim de 80 individus per categoria, es van treballar a bord el vaixell de pesca. La mesura que es va prendre va ser la longitud del cefalotòrax amb un peu de rei electrònic de precisió ($\pm 0,01$ mm). Els individus es van sexar (mascle, femella o indeterminat) es va determinar tenint en compte el primer parell de pleopodis, essent flexibles els de les femelles i rígids els dels mascles (figura 5). També es va anotar l'estat sexual de les femelles (taula 1).

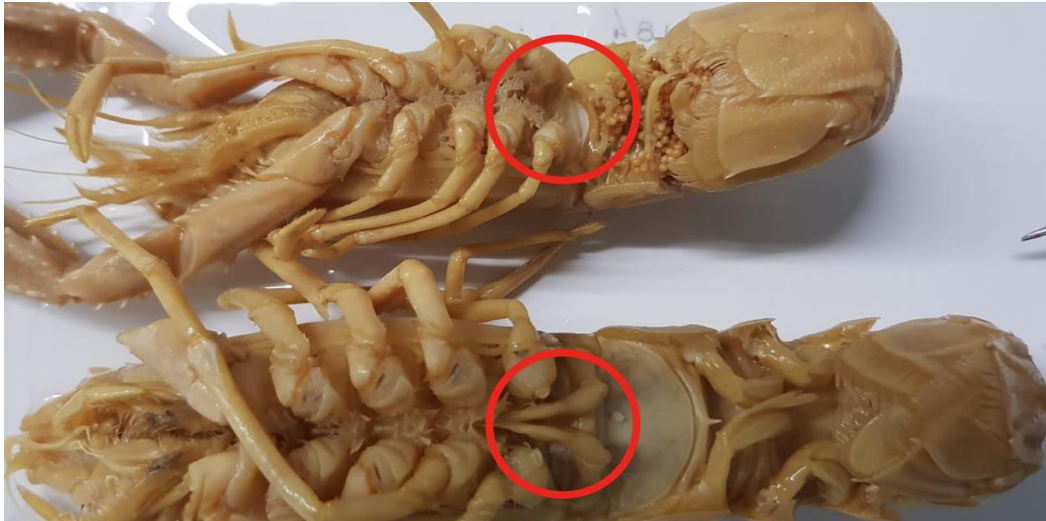


Figura 5. Diferència entre mascle i femella en *Nephrops norvegicus*. En vermell s'encerclen el primer parell de pleopodis. Femella individus superior; mascle individu inferior. Cal definir números i lletres. Exemplars de la Col·lecció Zariquiey de crustacis decàpodes, Col·leccions Biològiques de Referència (CBR) de l'Institut de Ciències del Mar (ICM).

Taula 1. Taula resum de l'estat sexual en femelles de *Nephrops norvegicus* descrit per Briggs (1995).

Estat	Descripció macroscòpica	Color
1. Immadur	Ovaris no visibles sense dissecció. Els ovaris són translúcids, fins i filiformes.	Blanc
2. Repòs	Ovaris no molt visibles sense dissecció. Les gònades s'estenen fins el primer segment de l'abdomen i tenen una aparença granular.	Crema-groc
3. Madurant	Ovaris clarament visibles a través del tegument. La gònada ocupa una tercera part de l'espai cefalotoràcic. Les gònades s'estenen fins la primera somita de l'abdomen.	Verd clar
4. Madur	Ovaris turgents que ocupen tot l'espai cefalotoràcic dorsal i s'estenen fins la segona somita. Ous visibles.	Verd fosc
5. Posta	Ovaris flàccids amb punts verds. Reabsorció del material de l'ovari. Ous verds en els pleopodis.	Blau fosc

3.4 Mostreig al laboratori

De cadascun dels 30 individus transportats al laboratori es van registrar les mateixes mesures que pels individus mostrejats a bord del pesquer (talla, sexe i estat sexual de femelles). A més, es va prendre el pes total de cada individu amb pinces i sense pinces amb una bàscula de precisió ($\pm 0,01$ g) i el pes de les gònades individualitzades ($\pm 0,01$ g).

3.5 Anàlisi de dades

Per fer l'anàlisi biològica i reproductiva s'han utilitzat les dades dels embarcaments en pesques d'arrossegament realitzades pel SAP durant els anys 2019 i 2020. Totes les dades van ser

informatitzades pel seu posterior tractament. Per l'estudi de paràmetres biològics es van establir les relacions talla-pes i freqüència de talles de manera general a Catalunya i per diferents estrats de profunditat. Per l'estudi reproductiu es va analitzar només en femelles les proporcions dels estats sexuals en els diferents mesos de l'any i l'índex gonadosomàtic (GSI), el qual té en compte el pes relatiu de les gònades i és un indicador de la inversió energètica de l'escamarlà en reproduir-se. El GSI es defineix per la següent fórmula:

$$GSI = \frac{W_g}{W_e} \times 100$$

on W_g és el pes de la gònada i la W_e el pes de l'individu.

També es va determinar la primera talla de maduresa sexual (L_{50}) tenint en compte les femelles que es trobaven en els mesos reproductius.

Per analitzar estadísticament els resultats es va utilitzar el programa R Studio versió 1.4.1103, utilitzant Models Lineals Generalitzats (GLM) i models lineals de regressió (ANOVA o ANCOVA) sempre comprovant que es compleixin els supòsits necessaris per la realització dels tests. També es va realitzar un test t-Student per saber si hi havia diferències significatives en la relació talla-pes en mascles i femelles, per tractar els individus per separat si aquestes diferències esdevenen significatives. Per fer gràfiques dels resultats, es van fer servir paquets del mateix R Studio: el ggplot per fer les freqüències de talles, el ggplot2 per les relacions talla-pes i el sizeMat per la primera talla de maduresa. Per la representació dels estats sexuals, l'índex gonadosomàtic i l'històric de captures es va utilitzar el programa de càlcul Microsoft Excel.

3.6 Anàlisi pesquera

Aquesta anàlisi s'ha fet de dues maneres. Per una banda, s'ha realitzat un històric de captures dels anys 2000 al 2020, ambdós inclosos. A més, s'han elaborat taules amb l'import i el pes de la venda d'escamarlà dels anys 2019 i 2020 utilitzant la base de dades Microstrategy, de la Generalitat de Catalunya, la qual conté dades de totes les captures que arriben a les llotges de la costa catalana.

Per altra banda, utilitzant el programa QGIS versió 3.16 s'han representat dos mapes de l'esforç de captura per l'escamarlà al llarg de la costa catalana dels anys 2019 i 2020. Per l'elaboració dels mapes s'ha utilitzat el VMS, que és un sistema de monitoratge per satèl·lit que proporciona dades a les autoritats pesqueres a intervals regulars, almenys cada dues hores, sobre la ubicació, el rumb i la velocitat dels vaixells. El tractament de dades s'ha fet seguint les metodologies descrites per Lee et al., (2010) i Russo et al., (2011) Amb aquestes dades i les del Microstrategy s'han pogut fer els mapes necessaris d'aquest treball.

4. Resultats

4.1 Anàlisi biològica

a. Relació talla-pes

El nombre d'individus analitzats ha estat de 4555, els quals es troben entre les talles 17 i 67 mm. La relació talla-pes obtinguda es defineix per l'equació $y = 4e - 0,4x^{3,1603}$ amb un coeficient de determinació de $R^2 = 0,9582$, indicant que de manera general, si l'individu presenta una major talla, tindrà un major pes. En la figura 6 es pot observar que la majoria dels individus es troben entre les talles 20 i 50 mm, i que la majoria dels exemplars es troben per sota dels 150 g.

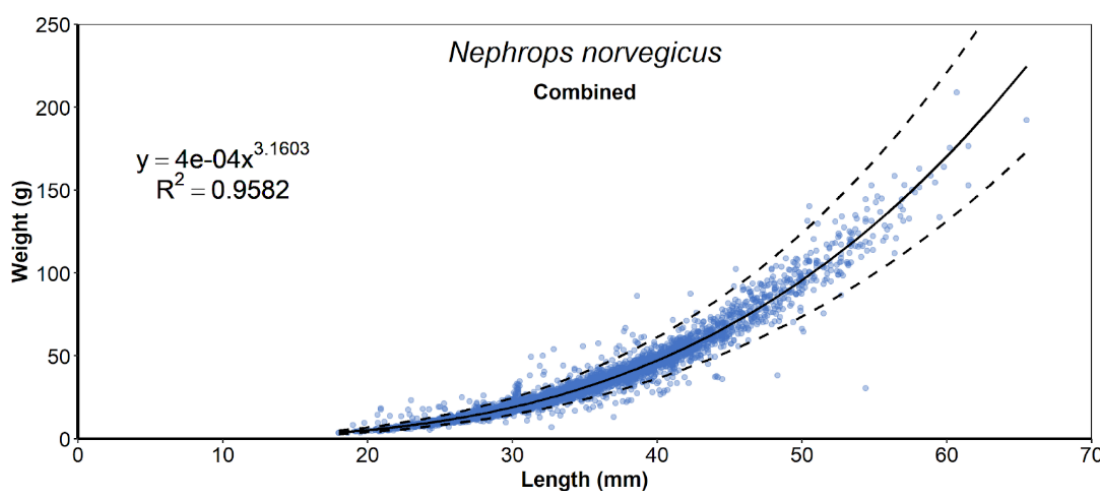


Figura 6. Relació talla-pes en els individus analitzats els anys 2019 i 2020 incloent mascles i femelles.

S'han detectat diferències significatives pel que fa a la relació talla-pes entre mascles i femelles ($p < 0,001$) i per tant, les dades s'han tractat separatament, com s'exposa a continuació.

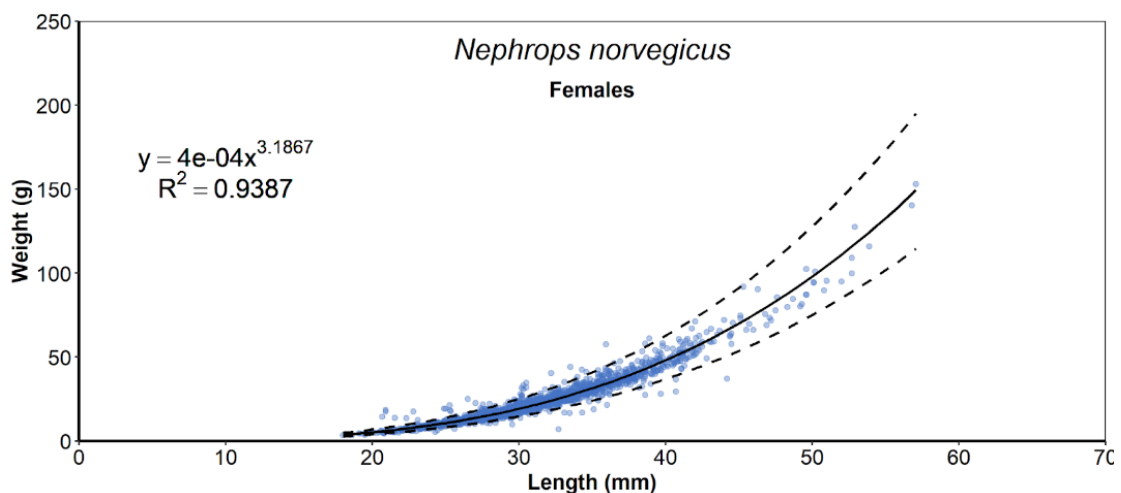


Figura 7. Relació talla-pes en femelles analitzades els anys 2019 i 2020.

La relació talla-pes per les femelles (n= 1815) segueix l'equació $y = 4e - 04x^{3,1867}$ amb una $R^2 = 0,9387$. Presenten talles concentrades entre els 20 i 40 mm i un pes que no sol superar els 50 g (figura 7).

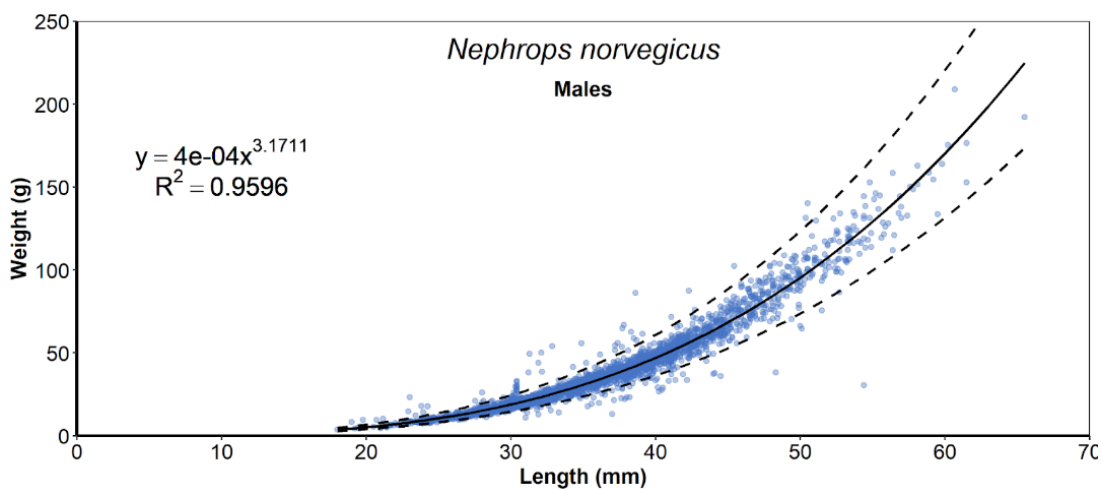


Figura 8. Relació talla-pes en mascles analitzats els anys 2019 i 2020.

En canvi, pel que fa a la relació talla-pes en mascles (n=2711), les talles no es troben tan concentrades com en femelles i la majoria dels exemplars se situen en un llinar més ampli, entre els 20 i 50 mm. En concordança amb les dades de talla, el pes també és superior i es troben exemplars que superen sovint els 50 g, podent assolir fins 150 g (figura 8). La relació talla-pes ve determinada per l'equació $y = 4e - 0,4x^{3,1711}$ amb un coeficient $R^2 = 0,9596$.

Resumint, a mateixa mida de mascles i femelles el pes és similar, però els mascles poden arribar a talles molt més grans amb una mitjana de 36,37 mm i les femelles, en canvi, presenten una mitja de 31,17 mm.

b. Freqüència de talles

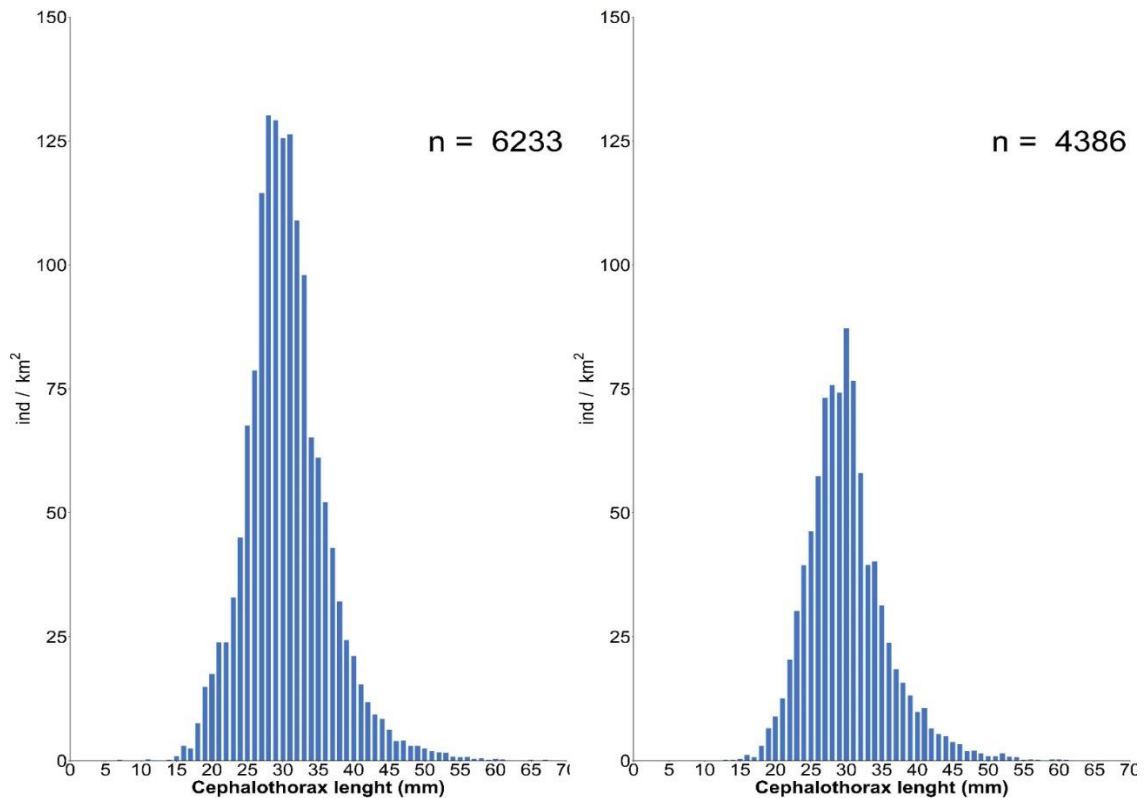


Figura 9. Freqüència de talles i abundància (individus/km²) dels exemplars de *Nephrops norvegicus* pescats a Catalunya l'any 2019 (esquerra) i 2020 (dreta).

La freqüència de talles de l'escamarlà segueix una distribució normal en ambdós anys, amb una major abundància en talles que van dels 25 als 35 mm, amb un pic als 28 mm el 2019 i un pic als 30 mm el 2020 (figura 9). Les talles mínimes i màximes analitzades englobant els dos anys d'estudi són 11 i 67 mm, respectivament.

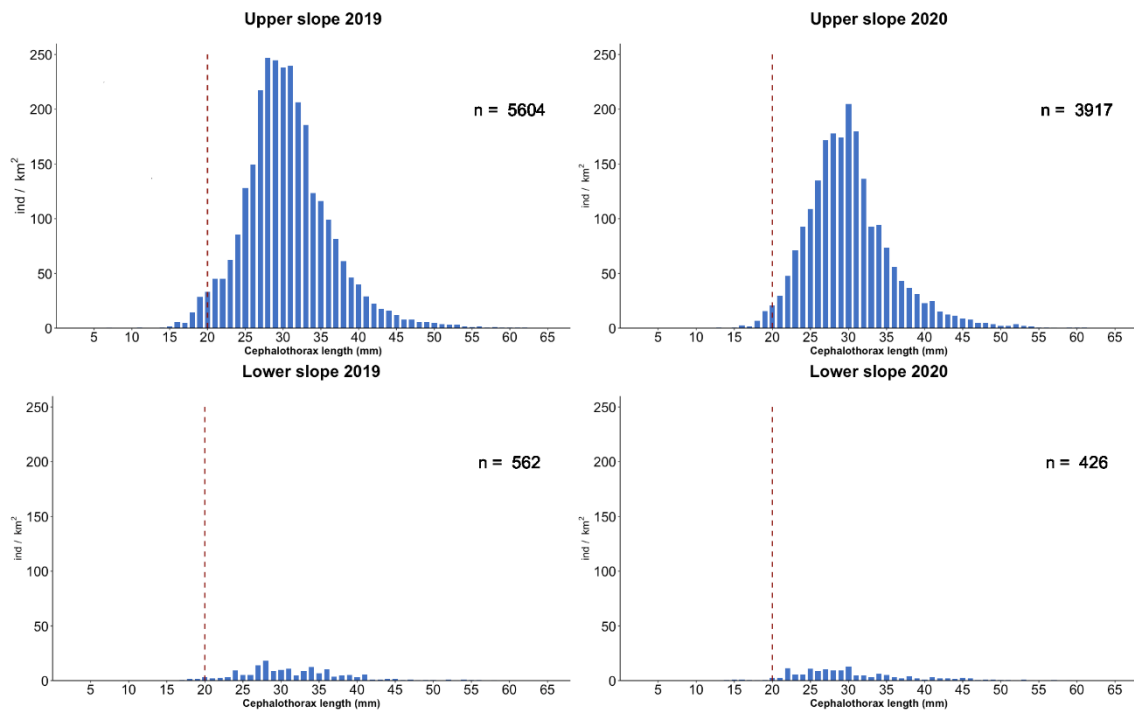


Figura 10. Freqüència de talles i abundància (individus/km²) dels exemplars de *Nephrops norvegicus* pescats a Catalunya separats per zones de pesca (talús superior i talús inferior) l'any 2019 (esquerra) i 2020 (dreta). La lletra n mostra el número d'exemplars analitzats. La línia vermella indica quina és la mínima talla mínima de captura actualment segons el BOE núm. 84, de 08/04/1995.

Al separar les freqüències de talles per estrats de profunditat, s'observa com la majoria d'exemplars d'escamarlà es troben en el talús superior. Per exemple, en la talla de 30 mm dels dos anys estudiats, es pot veure com en el talús superior es van pescar entre 200 i 250 individus/km², en canvi, en el talús inferior només s'hi van pescar uns 10 exemplars (figura 10). Només una minoria dels individus es van pescar per sota la talla mínima de venda (figura 10).

4.2 Aspectes reproductius

a. Període de reproducció

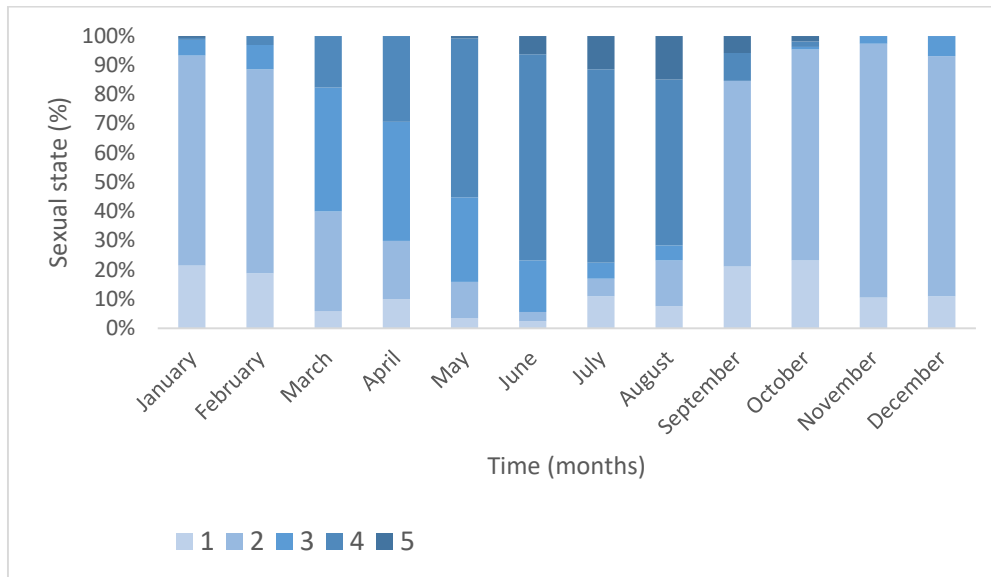


Figura 11. Proporció dels estats sexuals en les femelles de *Nephrops norvegicus* al llarg dels mesos dels anys 2019 i 2020. Les dades agrupen els dos anys. L'escala de l'estat sexual es defineix com: 1, immadur; 2, repòs; 3, madurant; 4, madur i 5, posta.

El període de reproducció de l'escamarlà es troba entre els mesos de març a agost, ja que els exemplars capturats presenten majoritàriament estats sexuals que es troben entre la maduració de les gònades (estat 3) i la posta (estat 5), essent els mesos estivals (sobretot juliol i agost) els que presenten un major nombre d'exemplars actius a nivell reproductiu (figura 11). En detall, durant el mes de maig havia aproximadament un 50% de femelles madures, que s'observen fins l'agost. Els mesos de la tardor i els dos primers d'hivern, la majoria dels individus d'escamarlà eren immadurs o estaven en repòs, indicant que la seva època reproductiva és de 6 mesos (març-agost).

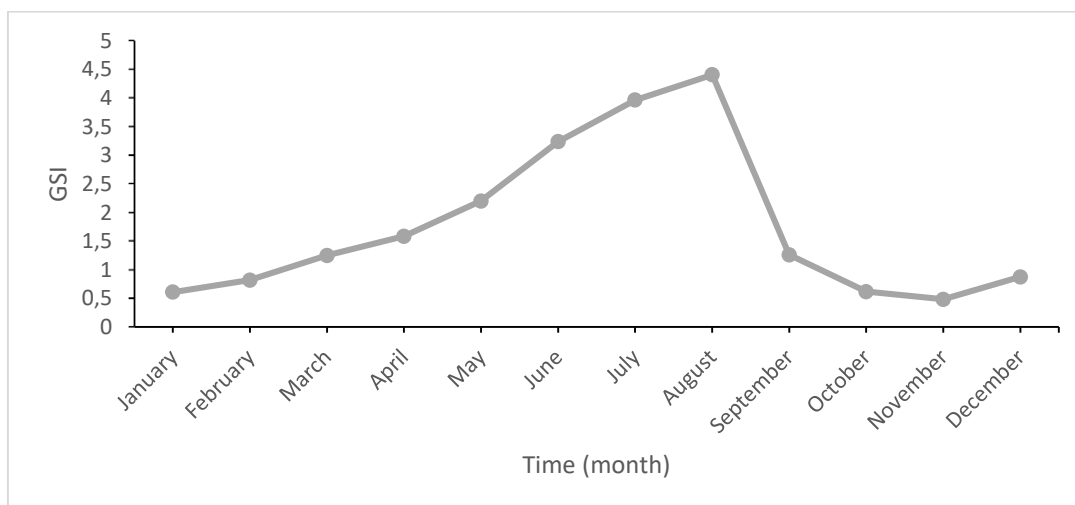


Figura 12. Índex gonadosomàtic (GSI) de *Nephrops norvegicus* al llarg dels mesos dels anys 2019 i 2020. Les dades agrupen els dos anys.

L'índex gonadosomàtic (GSI) presenta un màxim a l'agost. Aquest pic és el final d'un augment que ve des del mes de març i que una vegada arriba a un màxim de 4,5 el mes d'agost, cau en picat coincidint amb la fi de l'època reproductiva (figura 12). Els mínims es troben en els mesos de novembre i gener.

b. Talla de la primera maduresa sexual

Les femelles analitzades en aquest estudi (n=1172) són les corresponents als mesos de reproducció de l'espècie (de març a agost) i presenten una talla de maduresa sexual (L_{50}) de 23,9 mm de LC amb una $R^2 = 0,45$ (figura 13).

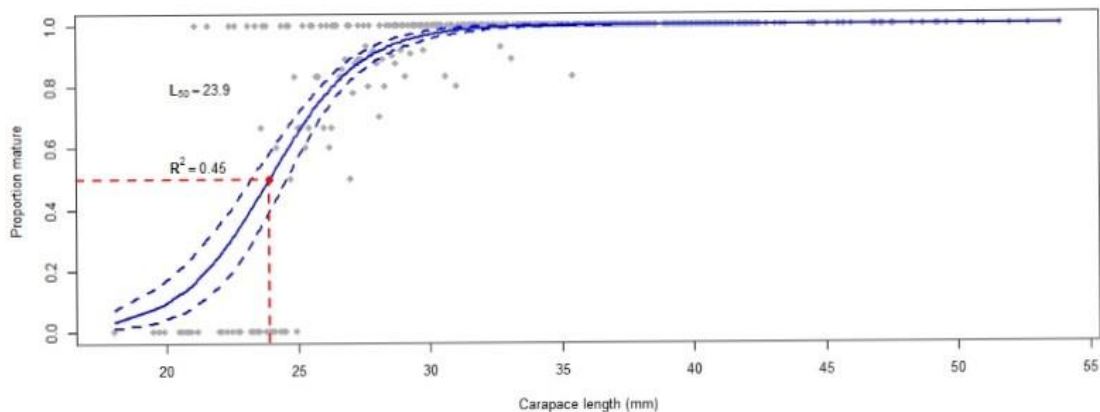


Figura 13. Representació de la corba de maduresa i la talla de primera maduresa (punt vermell) de les femelles de *Nephrops norvegicus* els anys 2019 i 2020.

4.3 Anàlisi pesquera

a. Històric de captures

La sèrie històrica de captures i preus de l'escamarlà mostra que han hagut grans variacions al llarg dels últims 20 anys (figura 14). L'any de més captures va ser el 2009, amb més de 400 t; a partir d'aquest any, les captures disminueixen fins arribar a un mínim l'any 2020 (150 t aproximadament).

L'import de venda també varia i no segueix la tendència de la quantitat capturada; ja que els anys amb majors imports van ser el 2006 i el 2007 però no corresponen als anys de major captura. Es pot observar que del 2003 al 2007 la línia de l'import de venda es troba per sobre de la quantitat capturada, però que a partir del 2008 aquesta tendència s'inverteix fins el 2015, on a partir d'aleshores les dues línies es solapen (figura 14).

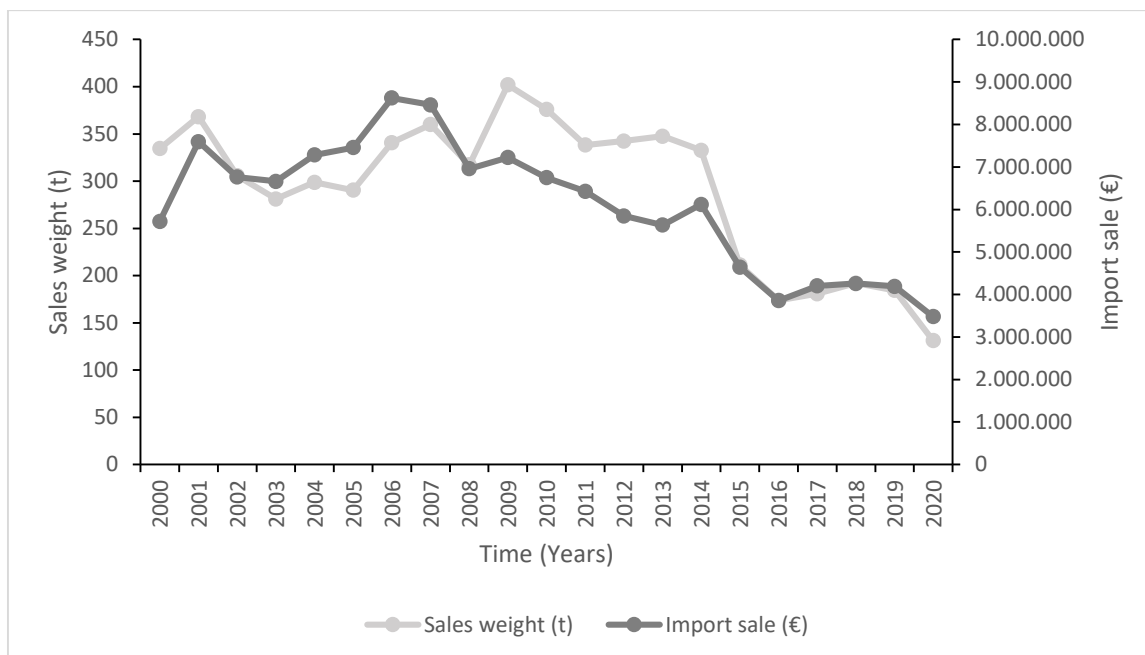


Figura 14. Històric de captures (t) i guanys (€) de *Nephrops norvegicus* de l'any 2000 al 2020.

b. Representació de captures i l'import de venda

L'art de pesca que captura més quantitat d'escamarlà és l'arrossegament, amb una suma de 315,50 t i un import de 7 M € els anys 2019 i 2020 (taula 2). Per contra, les arts menors sumen un total de captures de 0,03 t.

Taula 2. Pes de la venda i import de la venda per cada art de pesca per *Nephrops norvegicus*.

Arts de pesca	Pes venda (t)	Import venda (€)
Arrossegament	315,50	7670885,41
Arts menors	0,03	1016,48
Total	315,53	7671901,89

Com que l'art d'arrossegament és el més important en la pesca de l'escamarlà, a la taula 3 es detalla el pes de la venda i el seu import de cada llotja de Catalunya que ha venut escamarlà provinent de pesca d'arrossegament. Així doncs, es pot observar com les llotges de Palamós i Roses són les que han venut més quantitat d'escamarlà i que per tant, han obtingut més import gràcies a la seva venda. Les segueixen les llotges de Llançà, Blanes, Tarragona i Barcelona. En canvi, llotges com la de l'Ametlla, Cambrils, Les Cases d'Alcanar i Torredembarra es troben amb quantitats molt inferiors, essent doncs pràcticament pesques accidentals pel que fa a aquesta espècie.

Taula 3. Pes i import de la venda de *Nephrops norvegicus* de pesquers amb l'art d'arrossegament a les diferents llotges de Catalunya pels anys 2019 i 2020 per separat. L'ordre de les llotges és geogràfic, de nord a sud de la costa catalana.

Llotja	Pes venda (t)	Import de venda (€)	Pes venda (t)	Import de venda (€)
	2019	2019	2020	2020
Llançà	15,09	349586,02	22,58	605502,26
Port de la Selva	3,36	69813,81	0,71	17418,27
Roses	28,72	603077,22	16,55	436475,95
Palamós	29,48	651082,17	19,84	490078,44
Blanes	22,90	493360,16	14,39	349820,65
Arenys de Mar	10,75	201140,09	6,72	156535,88
Barcelona	20,79	396948,65	13,09	334581,21
Vilanova i la Geltrú	14,77	376955,95	10,39	289886,64
Torredembarra	0,36	7080,90	0,50	11233,70
Tarragona	20,67	528960,48	15,74	467470,28
Cambrils	0,68	16281,06	0,28	8126,98
L'Ametlla de Mar	4,10	135386,60	2,50	88426,35
L'Ampolla	0,36	10800,47	0,18	5243,37
La Ràpita	11,40	327513,21	7,23	205530,26
Les Cases d'Alcanar	0,87	23435,56	0,48	13132,81
Total	184,33	4191422,35	131,17	3479463,05

L'any 2020 presenta valors de captures i imports més baixos que l'any 2019 en la majoria de llotges, exceptuant les de Llançà i Torredembarra. Aquets fet també es veu reflectit en el pes i l'import total, on el 2019 es van pescar 53,3 t més que el 2020 i això va comportar que es guanyessin 711959 € més.

c. Mapes d'esforç de captura

La zona de davant del golf de Roses i Palamós és la que presenta major captura de escamarlà, la qual va minvant en direcció sud de la costa catalana (figura 15).

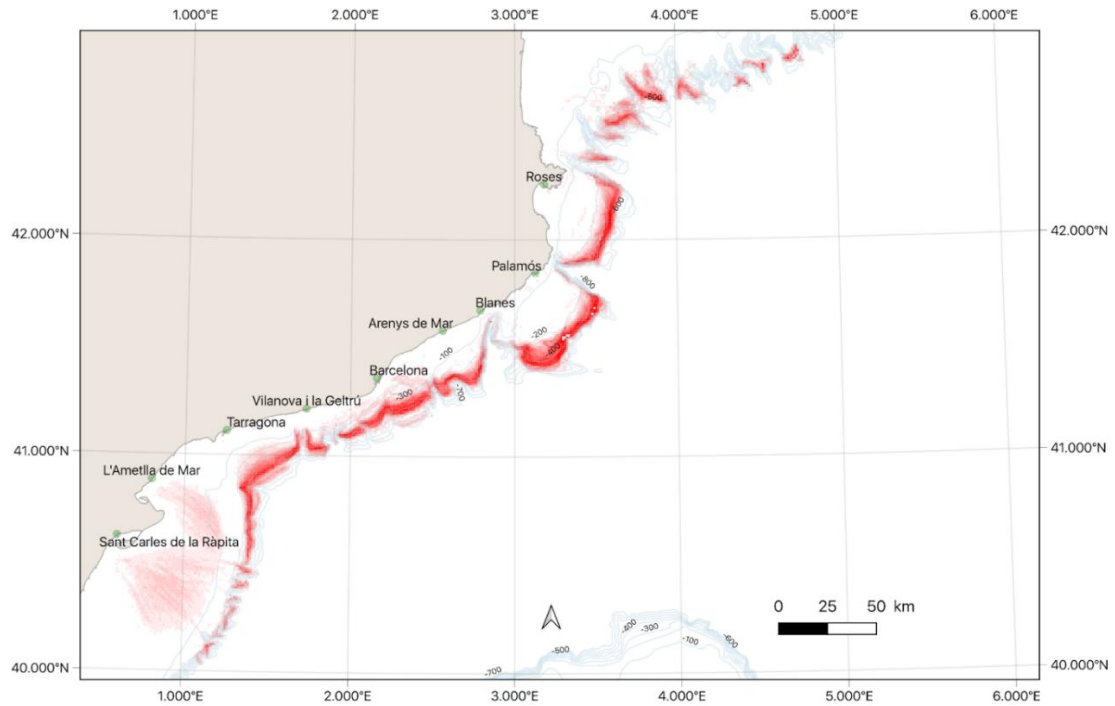


Figura 15. Mapa dels kg totals d'escamarlà pescats per km² durant l'any 2019 al llarg de la costa catalana. Es mostren les línies batimètriques cada 100 metres dels 100 als 800 m. A més intensitat de color vermell, més kg pescats.

En concret, els caladors pesquers de La Ràpita i l'Ametlla de Mar són les zones on s'han pescat menys exemplars.

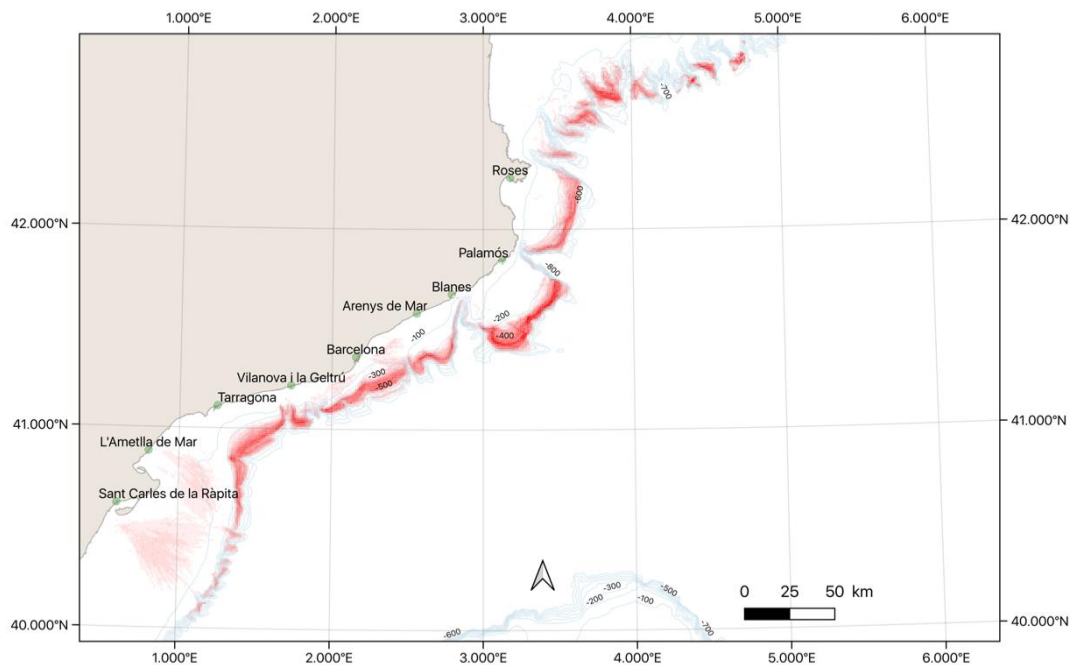


Figura 16. Mapa dels kg totals d'escamarlà pescats per km² durant l'any 2020 al llarg de la costa catalana. Es mostren les línies batimètriques cada 100 metres dels 100 als 800 m. A més intensitat de color vermell, més Kg pescats.

El mapa del 2020 és molt semblant al del 2019 ja que segueix una distribució de colors força similar (figura 16); tot i així, es pot observar que en el mapa de les captures del 2020 (figura 16) hi ha tonalitats menys intenses que en el del 2019 (figura 15), indicant que es van pescar menys kg de *Nephrops norvegicus* en el segon any d'estudi.

5. Discussió

Aquest treball descriu els paràmetres biològics, espacials i pesquers requerits per fer una gestió del recurs. Els resultats obtinguts de talles i reproducció són necessaris per conèixer l'època de maduració i posta mentre que les dades de captures indiquen la localització del recurs i la seva importància comercial.

L'estudi dels paràmetres biològics, com pes i talla són importants per definir com s'estructura la població. L'escamarlà té una freqüència de talles variable però es solen pescar individus amb una longitud de cefalotòrax que oscil·la entre els 22 i 45 mm (Fariña & Freire, 2011). Aquesta dada concorda amb els resultats obtinguts per les femelles d'aquest estudi; en el cas dels mascles els valors són lleugerament majors, ja que la majoria d'individus s'han mesurat entre les talles 20 i 50 mm malgrat que s'han trobat talles màximes de fins a 68 mm. Així doncs, les talles mesurades d'escamarlà a la costa catalana estarien dintre de valors ja estudiats en altres treballs (Fonseca et al., 2007). El fet de trobar diferències entre mascles i femelles es va descriure anteriorment i es sap que els mascles presenten talles més grans (Sardà et al., 1998), concordant amb les dades del present estudi. Les femelles presenten un comportament diferent en èpoques reproductives, per tant es pot veure un biaix induït pel comportament i la biologia de l'animal (Sardà et al., 1998). En quan al pes mesurat dels individus, aquests coincideixen amb un estudi realitzat recentment al Mar Adriàtic, on es van pesar individus de fins a 300 g malgrat que la majoria es situaven en pesos per sota dels 250 g (Angelini et al., 2020). Les abundàncies trobades en el present estudi (de fins a 250 individus/km²) són menors que les trobades en un estudi realitzat per Maynou et al., (1998) a la zona de Barcelona. Tot i així, aquests resultats no són del tot comparables ja que el present estudi és en relació a Catalunya i el de Maynou et al., (1998) valora dos punts en concret.

El coneixement de la biologia reproductiva de les espècies comercials té una implicació directe en la gestió dels recursos incloent la determinació de possibles vedes temporals. En l'escamarlà, les femelles segueixen un cicle periòdic que comprèn la maduració gonadal; la copula; la fertilització; la incubació dels ous sota l'abdomen fins l'eclosió de les larves (Mccquaid, et al., 2007; Mente et al., 2010; Sardà, 1991). El període d'incubació varia segons l'àrea geogràfica, des dels 4 mesos en el Mediterrani fins als 12-13 mesos en aigües d'Islàndia, per tant, el seu cicle es veu condicionat a característiques ambientals. Aquesta variabilitat al llarg del rang de distribució geogràfica de l'espècie es manifesta en la talla de maduresa sexual, duració de la maduració gonadal i duració de la incubació (Fariña et al., 1999). En concret, en un estudi realitzat a dues localitats del Mediterrani, es va observar que la reproducció tenia una clara estacionalitat amb algunes petites diferències entre zones: la maduració es va retardar 1-2 mesos en les àrees situades més al nord (mars de Ligúria, mars del N. Tirrè i Adriàtic) en comparació amb les zones del sud del Mediterrani (Relini et al., 1998). Malgrat aquestes diferències, en el Mar Català es va definir un període reproductiu entre abril i setembre, que quasi coincideix amb les dades del

present estudi (Relini et al., 1998). Relacionat amb el període reproductiu es troba que l'índex gonadosomàtic incrementa amb l'inici del cicle reproductor i la maduració gonadal fins a un màxim a l'agost, coincidint amb el final de la posta, com observa en Rotllant et al. (2005). És important constatar que els resultats obtinguts del cicle reproductor coincideixen amb altres estudis i es mantenen en el temps ja que s'han predit canvis en la reproducció d'espècies al Mar Mediterrani deguts a anomalies ambientals, com el canvi climàtic i l'augment de les temperatures de l'aigua (Marbà et al., 2015).

Un altre paràmetre d'estudi important en la biologia reproductiva de les espècies per la gestió pesquera és la talla de primera maduresa, la longitud a la qual el 50% de la població presenta gònades madures. En l'escamarlà aquesta talla decreix a mesura que incrementa la latitud trobant valors superiors a aigües més calentes, com les del Mediterrani, en comparació amb aigües més fredes, p.e. l'Atlàntic (Briggs, 1995; Herraiz et al., 2009). Dintre del mateix Mediterrani s'ha registrat un rang de 30-36 mm en la talla de primera maduresa (Relini et al., 1998), valors superiors als trobats en aquest estudi (23.9 mm). Aquesta diferència pot veure's afectada per diversos factors, entre ells, el comportament de les femelles, el tipus de sediment i la pressió pesquera (Shelton et al., 1985; Farmer, 1975; Sardà, 1991; Aguzzi et al., 2004). En referència a la pressió pesquera, s'han descrit canvis en la talla i edat de primera maduresa en poblacions de peixos sobreexplotades, com per exemple, pel bacallà (*Gadus morhua*) del nord-oest Atlàntic (Hutchings, 2005). Un altre fet a destacar és que la talla mínima de venda és inferior a la talla de primera maduresa. És una pràctica habitual de gestió pesquera imposar una mida mínima de captura legal superior a la mida a la primera maduresa per permetre als individus participar en la posta abans de ser pescat (Williams & Babcock 2005).

La pressió pesquera de l'escamarlà és més important en la zona nord de Catalunya. L'espècie, que habita des dels 4 m fins als 750 m de profunditat (Johnson, et al., 2013), presenta major abundància en fondàries entre els 200 als 600 m (Sardà et al., 1998; Abelló et al., 2002). Això es deu, en gran part, a que en aquestes profunditats es troben uns sediments de gra mixta on els adults poden construir agregacions arenofangoses per protegir-se, especialment les femelles durant l'època reproductora (Sardà, 1991; Aguzzi et al., 2004). A menor fondària el gra és massa gruixut i els caus que formen els escamarlans són inestables; per contra, a major profunditat el sediment és més fi i s'acaba produint molta competència per l'espai (Fariña et al., 1999). Això explicaria que Palamós i Roses siguin les zones més explotades, ja que els canons submarins situats davant del Cap de Creus i de Palamós presenten gradients de profunditat ideals com a hàbitat de l'escamarlà (Lleonart & Demestre, 1986).

Històricament, l'escamarlà ha estat sempre una espècie comercialitzada. Estudiant, però, les dades de captures a tota la costa catalana, malgrat la davallada de captures l'any 2008, possiblement per la crisi econòmica que va patir el país i que va causar una davallada dels preus en molts sectors, inclòs el pesquer (Zavaro, 2011), les captures es van mantenir fins l'any 2014. A partir de llavors, les captures han seguit davallant fins l'actualitat. Cal tenir present que un dels anys de les dades tractades és el 2020, quan es va iniciar la pandèmia de la Covid-19. Durant aquell any es va pescar menys i hi ha un buit de dades de tres mesos en el projecte del SAP. Segons un informe de Nacions Unides (2021), la Covid-19 va provocar un fort impacte en el

sector pesquer i en l'aqüicultura alterant la distribució i el consum frenant les cadenes de subministrament.

En resum, aquest treball mostra que l'escamarlà, a Catalunya, és una espècie comercialment explotada per la flota d'arrossegament, sobretot a la zona nord de la costa. Aquesta explotació té una davallada des de l'any 2016 per causes que en aquest treball no es poden determinar. Les dades, però, indiquen que hi ha una disminució de la talla de primera maduració. Aquest fet, junt amb les captures més baixes històricament registrades en els darrers anys i tenir una talla mínima de venda inferior a la talla de primera maduresa, podria indicar que la sobreexplotació del recurs segueix, com es va observar fa unes dècades (Sardà et al., 1998). Per tant, seria bo que es fes una gestió de l'escamarlà, en concret a les zones de Palamós i Roses, que és on es pesca més aquest recurs. La publicació del Decret 118/2018 sobre el model de governança de la pesca professional a Catalunya ha estat un procés d'aprenentatge en la gestió de les pesqueres professionals de Catalunya sota la perspectiva de la millora en la sostenibilitat del recurs i les condicions socioeconòmiques del sector pesquer (Departament d'Acció Climàtica, Alimentació i Agenda Rural, 2021). Actualment hi ha set comitès de cogestió per diferents espècies comercials pescades amb la flota pesquera catalana els quals són: el Comitè de Cogestió de la Modalitat de la Sonsera, el Comitè de Cogestió del pop roquer de la Catalunya central, el Comitè de Cogestió del pop roquer de les Terres de l'Ebre, el Comitè de Cogestió de la sèpia de les badies de Pals i de Roses, el Comitè de Cogestió dels petits pelàgics de l'Empordà Nord, el Comitè de Cogestió del cranc blau de les Terres de l'Ebre i el Comitè de Cogestió de la pesca al cap de Creus. Actualment cap d'aquests es centra en la pesca de l'escamarlà. Seria interessant doncs, que es pogués trobar un equilibri entre l'explotació del recurs d'una manera sostenible i a l'hora, millorar les condicions socioeconòmiques per tal d'assolir els majors beneficis pel sector; sempre tenint present la preservació del recurs pesquer i els seu medi mitjançant un nou pla de gestió per l'escamarlà a la Catalunya nord.

5.1 Ètica i sostenibilitat

En aquest apartat s'ha de destacar que els escamarlans utilitzats per aquest estudi provenen de captures comercials i, per tant, no s'ha sacrificat cap exemplar pel nostre benefici, ja que es van aprofitar els que es pescaven. Mai s'han comprat més escamarlans dels utilitzats, és a dir, els exemplars es van utilitzar pel projecte SAP. Aquest seguiment és un ajut per la sostenibilitat d'aquesta espècie com a recurs, ja que amb l'estudi exhaustiu que es fa, es pot conèixer millor quin és el seu estat actual i quines mesures es poden prendre per evitar el perill en el que es troba actualment.

Per altra banda, en tot moment s'han seguit els protocols de seguretat durant la realització d'aquest estudi. D'igual manera es varen prendre les mesures establertes per l'ICM-CSIC per minimitzar els residus ocasionats a partir d'una gestió correcta del material de laboratori. Tots els estris utilitzats en el laboratori (tissors, pinces, ictiòmetres, safates...) no eren d'un únic ús, sinó que es rentaven i es reutilitzaven. Els materials d'un únic ús com els guants de làtex es van abocar correctament en un bidó exclusiu per guants no contaminats, i el material biològic també es va abocar en un bidó exclusiu per un posterior tractament d'incineració.

De cara als embarcaments realitzats es va fer un curs de prevenció de riscos laborals de 4 hores i sempre s'embarcava acompanyat d'un tècnic que ha fet un curs de prevenció de riscos laborals de 50 hores. L'ICM-CSIC facilitava un equip de protecció individual de seguretat adequat pels embarcaments.

També cal fer un anàlisi sobre la crisi sanitària que s'està vivint avui en dia i en com el centre ha aplicat les mesures preventives necessàries. Tots/es els/les treballadors/es portaven mascareta i en tots els moments es respectava la distància de seguretat. En cas de contagi es feia el confinament pertinent.

Finalment, es declara que no hi ha plagi en cap informació descrita en aquest treball i tot el material amb propietat intel·lectual ha estat citat correctament, seguint el *Real Decreto Legislativo 1/1996* sobre la Llei de Propietat Intel·lectual.

5.2 Perspectiva de gènere

Al llarg de les últimes dècades s'estan vivint canvis significatius pel que fa a la igualtat de gènere a la feina. Partint de la premissa que suposadament estan començant a canviar les situacions de desigualtat en matèria de gènere, aquest apartat tracta d'analitzar la realitat del lloc on s'ha realitzat aquest treball.

Tot l'equip amb el que he estat realitzant el treball contempla la igualtat de gènere. En sí, aquest equip està compost per dones i homes aproximadament amb la mateixa proporció, tant a nivell de tècnics de mostreig com a nivell de caps d'equip. La meva co-tutora del TFG és la figura que coordina estudiants i producció científica. La figura de la meva co-tutora em sembla una clara referència de científica que ha lluitat per fer-se un lloc dins la ciència, igual que la tutora interna de la UdG i les que han estat les meves companyes durant els mesos realitzant el treball.

De cara a la pesca, la dona ha tingut un paper molt important sobretot a terra: treballant amb les xarxes, treballant a les llotges i a les peixateries. Tot i així, el paper de pescador i mariner sempre ha estat majoritàriament impartit per l'home i encara continua essent així. Aquest fet pot ser degut a que culturalment la dona ha estat més disposada a cuidar dels familiars i en la gran majoria d'ocasions treballava en feines domèstiques. En el cas que treballés fora de casa també tenia responsabilitats i probablement era més fàcil fer-ho ben a prop i no pas passant tot el dia a la mar. També s'hi afegeix el físic, com passa en moltes altres professions, i probablement es creia que la dona no tenia la força o habilitat per realitzar aquesta tasca.

El passat 23 de juny del 2021, l'ICM-CSIC va presentar el seu primer Pla d'Igualtat de Gènere, el qual s'emmarca en el projecte europeu *Leading Towards Sustainable Gender Equality Plans in research institutions (LeTDGEPs)*. Aquest pla té previst implantar-se en els propers dos anys.

6. Conclusions

From the results obtained in this work and the arguments presented in the discussion, the following conclusions can be reached:

- The frequency of Norway lobster sizes is quite diverse but the larger the size, the bigger the weight. On the other hand, males may be bigger and heavier than females.
- It has a breeding season with the highest number of females in advanced breeding stages in the summer months. The fall and winter months are at rest or in the immature state.
- The decrease in the size of the first maturity found in this study may be an indicator that the species is overexploited and that it is therefore necessary to manage this resource.
- Most of the specimens caught during this study are on the upper slope as it has a bathymetric distribution suitable for the studied species. Catches at other depths are usually accidental.
- In relation to the depth distribution, this species is caught in large numbers in the areas of Palamós and Roses, on the other hand, the southern part of the Catalan coast has few specimens caught by this species.
- It has been observed that catches have not recovered for almost the last 10 years and are following a declining trend.
- With the knowledge acquired in this work, it seems that the species is still overexploited thus proposing a co-management plan for the Norway lobster may be essential to sustain this resource in the future.

Bibliografia

Abelló, P., Abella, L., Adamidou, A., Jukic-Peladic, S., Maiorano, P., & Spedicato, M. T. (2002). Geographical patterns in abundance and population structure of *Nephrops norvegicus* and *Parapenaeus longirostris* (Crustacea: Decapoda) along the European Mediterranean coasts*. *Scientia Marina*, 66(S2), 125.

Aguzzi, J. (2002). The Norway lobster (*Nephrops norvegicus*) catchability variations in the Western Mediterranean and their relationship with behavioural and physiological rhythms [PhD thesis, Universitat Politècnica de Catalunya]. URL: <http://hdl.handle.net/10261/131653>

Aguzzi, J., Sardà, F., & Allué, R. (2004). Seasonal dynamics in *Nephrops norvegicus* (Decapoda: Nephropidae) catches off the Catalan coasts (Western Mediterranean). *Fisheries Research*, 69(2), 293-300.

Angelini, S., Martinelli, M., Santojanni, A., & Colella, S. (2020). Biological evidence of the presence of different subpopulations of Norway lobster (*Nephrops norvegicus*) in the Adriatic Sea (Central Mediterranean Sea). *Fisheries Research*, 221, 105365.

Bianchini, M. L., di Stefano, L., & Ragonese, S. (1998). Size and age at onset of sexual maturity of female Norway lobster *Nephrops norvegicus* L. (Crustacea: Nephropidae) in the Strait of Sicily (Central Mediterranean Sea). *Scientia Marina*, 62(1–2).

Briggs, R. P. (1995). Variability in northwest Irish Sea nephrops populations. *Fisheries research*, 23(1-2), 175-187.

Cardinale, M., Dörner, H., Abella, A., Andersen, J., Casey, J., Döring, R., Kirkegaard, E., Motova, A., Anderson, J., Simmonds, E., & Stransky, C. (2013). Rebuilding EU fish stocks and fisheries, a process under way? *Marine Policy*, 39, 43–52.

Cigala Mariscos, características e información. (2005). Pescaderías Coruñesas. URL: <https://www.pescaderiascorunesas.es/mariscos/cigala>

Cobb, S. J., & Phillips, B. F. (1980). *The Biology and Management of Lobsters: Ecology and Management: 002: Vol. I* (1.a ed.). Academic Press.

Cristo, M., & Cartes, J. E. (1998). A comparative study of the feeding ecology of *Nephrops norvegicus* (L.), (Decapoda: Nephropidae) in the bathyal Mediterranean and the adjacent Atlantic. *Scientia Marina*, 62, 81-90.

De Figueiredo, M.J.; Thomas, H.J. (1967). *Nephrops norvegicus* (Linnaeus, 1758) Leach: a review, in: Barnes, H.B. (Ed.) *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev. 5. Oceanography and Marine Biology: An Annual Review*, 5: pp. 371-407.

Demestre, M., Lleonart, J., Martín, P., Peitx, J. A., & Sardà, F. (1986). *L'Oceanografia. II. Recursos pesquers de la mar catalana*, 9.

Demirel, N., Ulman, A., and Zengin, M. (2020). First large-scale Eastern Mediterranean and Black Sea stock assessment reveals dramatic decline of Turkish marine fisheries. *Front. Mar. Sci.* 7:13.

Fariña, A. C., & Freire, J. (2011). Morfometría de la cigala *Nephrops norvegicus* (L., 1758) de Galicia (noroeste de España). *Boletín. Instituto Español de Oceanografía*, 22(1-4), 41-51.

Fariña, A. C., Freire, J., & González-Gurriarán, E. (1999). Fecundity of the Norway lobster *Nephrops norvegicus* in Galicia (NW Spain) and a review of geographical patterns. *Ophelia*, 50(3), 177-189.

Farmer ADS (1975) Synopsis of biological data on Norway lobster *Nephrops norvegicus* (Linneaus 1758). FAO FIRS/S 112

Fernandes, P., & Cook, R. (2013). Reversal of fish stock decline in the Northeast Atlantic. *Current Biology*, 23(15), 1432–1437.

Fonseca, P., Correia, P. L., Campos, A., Lau, P. Y., & Henriques, V. (2008). Fishery-independent estimation of benthic species density—a novel approach applied to Norway lobster *Nephrops norvegicus*. *Marine Ecology Progress Series*, 369, 267-271.

Froese, R., & Proelß, A. (2010). Rebuilding fish stocks no later than 2015: will Europe meet the deadline? *Fish and Fisheries*, 11(2), 194–202.

García-De-Vinuesa, A., Breen, M., Benoît, H. P., Maynou, F., & Demestre, M. (2020). Seasonal variation in the survival of discarded *Nephrops norvegicus* in a NW Mediterranean bottom-trawl fishery. *Fisheries Research*, 230, 105671.

Generalitat de Catalunya. (2021). *Comitès i plans de cogestió*. Departament d'Acció Climàtica, Alimentació i Agenda Rural. URL: http://agricultura.gencat.cat/ca/ambits/pesca/dar_especies_calador_mediterrani/plansgestio_cogestio/comites-plans-cogestio/

González-Herraiz, I (2009). Ecología reproductiva, reclutamiento y pesquerías españolas de cigala (*Nephrops norvegicus*) en Galicia (NO España) y banco de Porcupine (SO Irlanda): revisión y síntesis [PhD thesis , Universidad de Coruña]. URI: <http://hdl.handle.net/10508/808>

Greenpeace. (2021). *Pesca*. Greenpeace España. URL: <https://es.greenpeace.org/ca/trabajamos-en/oceanos/pesca/>

Herraiz, I. G., Torres, M. A., Farina, A. C., Freire, J., & Cancelo, J. R. (2009). The NAO index and the long-term variability of *Nephrops norvegicus* population and fishery off West of Ireland. *Fisheries Research*, 98(1-3), 1-7.

Hutchings, J. A. (2005). Life history consequences of overexploitation to population recovery in Northwest Atlantic cod (*Gadus morhua*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 62(4), 824-832.

Institut Català de Recerca per la Governança del Mar (ICATMAR). Evolució de les Captures i els Preus de Venda del Sector Pesquer a Catalunya: Comparativa 2019-2020 (ICATMAR, 20-06) 92 pp, Barcelona.

Johnson, M. P., Lordan, C., & Power, A. M. (2013). Habitat and ecology of *Nephrops norvegicus*. *Advances in marine biology*, 64, 27-63.

Katoh, E., Sbragaglia, V., Aguzzi, J., & Breithaupt, T. (2013). Sensory biology and behaviour of *Nephrops norvegicus*. *Advances in marine biology*, 64, 65-106.

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 J. Mar. Sci.* 67 (6), 1260–1271.

Link, J. S., & Watson, R. A. (2019). Global ecosystem overfishing: Clear delineation within real limits to production. *Science Advances*, 5(6).

Llotja Vilanova. (2007). *Parts de la xarxa d'arrossegament* [Il·lustració]. Llotja Vilanova. URL: <https://www.llotjavilanova.com/arrossegament/>

Marbà, N., Jordà, G., Agustí, S., Girard, C., & Duarte, C. M. (2015). Footprints of climate change on Mediterranean Sea biota. *Frontiers in Marine Science*, 2.

Maynou, F., Sardà, F., & Conan, G. (1998). Assessment of the spatial structure and biomass evaluation of *Nephrops norvegicus*(L.) populations in the northwestern Mediterranean by geostatistics. *ICES Journal of Marine Science*, 55(1), 102–120.

Maynou, F., & Sardà, F. (2001). Influence of environmental factors on commercial trawl catches of *Nephrops norvegicus* (L.). *ICES Journal of Marine Science*, 58(6), 1318-1325.

McQuaid, N., Briggs, R. P., & Roberts, D. (2009). Fecundity of *Nephrops norvegicus* from the Irish Sea. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 89(6), 1181-1188.

Mente, E. (2010). Survival, food consumption and growth of Norway lobster (*Nephrops norvegicus*) kept in laboratory conditions. *Integrative Zoology*, 5(3), 256-263.

Nacions Unides. (2021). La COVID-19 impacta con fuerza en el sector pesquero, especialmente. *Noticias ONU*. URL: <https://news.un.org/es/story/2021/02/1487602>

Relini, L. O., Zamboni, A., Fiorentino, F., & Massi, D. (1998). Reproductive patterns in Norway lobster (*Nephrops norvegicus* L., Crustacea Decapoda Nephropidae) of different Mediterranean areas. *Scientia Marina*, 62(S1), 25-41.

Rotllant, G., Ribes, E., Company, J. B., & Durfort, M. (2005). The ovarian maturation cycle of the Norway lobster *Nephrops norvegicus* (Linnaeus, 1758)(Crustacea, Decapoda) from the western Mediterranean Sea. *Invertebrate Reproduction & Development*, 48(1-3), 161-169.

Russo, T., Parisi, A., Cataudella, S., 2011. New insights in interpolating fishing tracks from VMS data for different métiers. *Fish. Res.* 108 (1), 184–194.

Sardá, F. (1991). Reproduction and moult synchronism in *Nephrops norvegicus* (L.) (Decapoda, Nephropidae) in the western Mediterranean: is spawning annual or biennial?—*Crustaceana* 60: 186–199

Sardá, F. (1998). Symptoms of overexploitation in the stock of the Norway lobster (*Nephrops norvegicus*) on the " Serola Bank"(western Mediterranean Sea off Barcelona).

Sardá, F., & Abelló, P. (1982). The Fecundity of the Norway Lobster (*Nephrops Norvegicus* (L.)) Off the Catalan and Portuguese Coasts. *Crustaceana*, 43(1), 13–20.

Sardá, F., Lleonart, J., & Cartes, J. E. (1998). An analysis of the population dynamics of *Nephrops norvegicus* (L.) in the Mediterranean Sea. *Scientia Marina*, 62(S1). 135–143.

Sardà, F. (1981). Nota sobre la estructura general de la cutícula de *Nephrops norvegicus* (L.) (Crustacea: Decapoda). *Invest. Pesq.*, 45(1): 135-141.

Shelton, P. M. J., Gaten, E., & Chapman, C. J. (1985). Light and retinal damage in *Nephrops norvegicus* (L.)(Crustacea). *Proceedings of the Royal society of London. Series B. Biological sciences*, 226(1243), 217-236.

Union for the Mediterranean. (2021). *Towards a Sustainable Blue Economy in the Mediterranean region*. URL: https://ufmsecretariat.org/wp-content/uploads/2021/01/UfM-Towards-a-SustainableBlueEconomy-in-the-Mediterranean-region-EN_v2.pdf

Wang, Z., Taylor, K. A., & Yan, X. (1992). Studies on the protease activities in Norway lobster (*Nephrops norvegicus*) and their role in the phenolase activation process. *Food Chemistry*, 45(2), 111-116.

Williams, J. R., & Babcock, R. C. (2005). Assessment of size at maturity and gonad index methods for the scallop *Pecten novaezelandiae*. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, 39(4), 851-864.

Worm, B., Hilborn, R., Baum, J. K., Branch, T. A., Collie, J. S., Costello, C., Fogarty, M. J., et al., (2009). Rebuilding Global Fisheries. *Science*, 325(5940), 578–585.

Zariquiey Álvarez, R., 1968. Crustáceos Decápodos Ibéricos. *Inv. Pesq.*, Barcelona, 32: i-xv, 1-510.

Zavaro, R. B. (2011). Desarrollo económico y actividad pesquera en el sur de Cataluña. *International Journal of Organizations*, (6), 45-63.