

# EL DOFÍ MULAR (*Tursiops truncatus*) I ALTRES ESPÈCIES DE CETACIS A CABRERA: UNA ASSIGNATURA PENDENT

José M<sup>a</sup> Brotons

Margalida Cerdà

Asociación TURSIOPS, Palma.

txemabrotons@asociaciontursiops.org

Brotons, J.M. i Cerdà, M. (2020). El dofí mular (*Tursiops truncatus*) i altres espècies de cetacis a Cabrera: una assignatura pendent. In: Grau, A.M., Fornós, J.J, Mateu, G, Oliver, P.A., Terrasa, B. (2020) *Arxipèlag de Cabrera: Història Natural*. Monografies de la Societat d'Història Natural de les Balears, 30. 738 pp. ISBN 978-84-09-23487-5.

## RESUM

A partir de l'any 2000, i durant més d'una dècada, els estudis per conèixer diferents aspectes de la complexa història de vida del dofí mular, *Tursiops truncatus*, a les Illes Balears, s'han desenvolupat amb moltes i diverses tècniques i han abastat diverses àrees arreu de les nostres aigües. Emperò, i malgrat la importància ecològica de l'espècie i la seva presència constatada al Parc Nacional Marítim-terrestre de l'Arxipèlag de Cabrera, dins d'aquest no s'han desenvolupat estudis robustos per descriure la relació entre el dofí mular i el parc, i tota la informació existent prové dels projectes realitzats a la zona amb altres objectius. La combinació de les dades obtingudes ens permet, actualment, descriure moltes de les característiques que defineixen la població de dofí mular que freqüenta el Parc. Així, s'ha observat com les aigües profundes del canal d'Eivissa i Mallorca, funcionen com a barrera natural limitant els moviments de l'espècie i l'estructuren en dos subpoblacions, Gimnèsies i Pitiüses, amb un grau d'aïllament lleu reflectit genèticament. Així mateix, el seu alt grau de fidelitat geogràfica es reflexa amb l'existència de diferències isotòpiques d'individus mostrejats a localitats properes, indicant estratègies alimentàries diferencials i que poden ser transmeses via cultural. Aquests fets també poden ser observats a les interaccions que l'espècie manté amb l'activitat pesquera. A més, els mulars no són els únics cetacis que poden ser albirats a l'entorn de Cabrera. Un total de 8 espècies d'aquests mamífers marins, el total de la fauna permanent de la Mediterrània, freqüenten, en major o menor grau, les aigües del Parc.

**Paraules clau:** *dofí mular, cetacis, fotoidentificació, acústica, hàbitat crític, Cabrera*

## ABSTRACT

Since the year 2000 and for more than a decade, several studies have explored different aspects of the complex life history of the bottlenose dolphin, *Tursiops truncatus*, in the waters around the Balearic Islands, using various techniques. However, despite the ecological importance of the species and its occurrence in the Cabrera Archipelago National Park, robust studies have not been developed to describe the relation of the species with the Park, and all existing information comes from projects carried out in the area with other objectives. The combination of available data now allows us to describe many of the characteristics of the bottlenose dolphin population that occurs in the Park. The deep waters of the Ibiza and Mallorca channel were found to act as a natural barrier limiting the movements of the species and structuring dolphins into two subpopulations, Gimnesias and Pitiüses, with some genetic differentiation. In addition to the high degree of geographical fidelity, there are isotopic differences among individuals sampled in nearby locations, indicating different feeding strategies that could be transmitted culturally. These specializations can also be observed in the interactions of the species with fishing activity. However, bottlenose dolphins are not the only cetaceans that can be observed around Cabrera. A total of 8 species of these marine mammals (that is, all species that are resident in the Mediterranean Sea) occur, to a greater or lesser extent, in the waters of the Park.

**Keywords:** *Bottlenose dolphin, cetacean, photoidentification, acoustic, critical habitat, Cabrera*

# INTRODUCCIÓ

El dofí mular, *Tursiops truncatus*, gràcies als nombrosos estudis dels que, a nivell mundial, ha estat objecte, és una de les espècies de cetaci més conegudes d'entre les, aproximadament, 85 vives que n'existeixen a l'actualitat (Leatherwood i Reeves, 1990, Reynolds *et al.*, 2000, Wells i Scott, 1999). A la Mediterrània, el primers treballs de camp s'inicien a finals dels anys 80 del segle passat (Notarbartolo di Sciara i Bearzi, 2005) i, actualment, el coneixement de l'espècie a la regió és relativament baix, tot i que les Illes Balears és una de les àrees amb un major nombre d'estudis desenvolupats sobre l'espècie.

La primera aproximació per determinar l'estatus poblacional del dofí mular a la Mediterrània és realitzada en el seminari regional sobre la "Llista Vermella d'Espècies" al 2006 (Reeves i Notarbartolo di Sciara, 2006), on es considerarà, d'acord amb els criteris de la International Union for Conservation of Nature (IUCN), a la subpoblació mediterrània de *T. truncatus* en la categoria "vulnerable" (Bearzi i Fortuna, 2006). La proposta de classificació es basà en la sospita d'un declivi poblacional causat per 1) les morts intencionades i les campanyes d'extermini organitzades fins a al final de la dècada de 1960 a diferents indrets de la conca i 2) la recent i actual mortalitat associada a les activitats pesqueres, l'anomenat "by-catch". També es considerarà la sobrepesca de les preses potencials i la degradació general de l'hàbitat, amb inclusió de la pol·lució per contaminants químics i l'impacte acústic provocat pel trànsit marítim, malgrat la dificultat de associar-los amb la supervivència i capacitat individual dels animals (Bearzi i Fortuna, 2006).

El dofí mular és una de les espècies observades amb més freqüència a tota la Mediterrània (Reeves i Notarbartolo di Sciara, 2006) i la seva presència a les aigües costeres de la conca és generalitzada.

Nombroses àrees habitades per *T. truncatus* suporten un ús antropogènic intens, com, per exemple, els estrets de Gibraltar, Bonifaci o Messina o els golfs de Lleó, Gènova o Trieste. La seva distribució a la Mediterrània no és homogènia i abunden les àrees amb molt baixa densitat, relacionades amb diversos factors com ara les característiques de l'hàbitat, la disposició de les preses potencials i la natura gregària de l'espècie. Per altra banda, els efectes de les passades campanyes d'extermini (Bearzi *et al.*, 2004) i la varietat d'impactes actuals han contribuït a la present distribució discontinua a la regió.

El dofí mular de la Mediterrània es troba diferenciat genèticament de les poblacions contigües de l'Atlàntic est i de les aigües escoceses. A partir de l'anàlisi d'ADN nuclear i mitocondrial s'ha pogut diferenciar poblacions entre la Mar Negra i el Mediterrani (Natoli *et al.*, 2005). A partir de mostres obtingudes amb rang continu des de la Mar Negra fins a l'Atlàntic Nord-est, es va concloure que els límits entre les diferents poblacions coincidien amb els límits entre diferents hàbitats. Les diferents zones, 5 en total (Mar Negra, Mediterrani Est, Mediterrani Oest, l'Atlàntic Nord-est i Escòcia), es caracteritzaren per la topografia submarina i diferents valors com salinitat superficial, productivitat i temperatura (Natoli *et al.*, 2005).

L'estructura poblacional del dofí mular a la Península Ibèrica s'ha investigat a partir de les anàlisis d'isòtops estables i contaminants organoclorats a teixits d'animals encallats a Catalunya, València, Illes Balears i les aigües atlàntiques adjacents, Huelva i Portugal (Borrell *et al.*, 2006). Diferències significatives als percentatges d'isòtops de carboni ( $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ ) i els perfils de PCB indiquen una baixa taxa de mescla entre els dofins atlàntics i els mediterranis. A la Mediterrània, les mostres de Catalunya i València no poden singularitzar-se, cosa que suggereix una distribució comuna per a tota l'àrea. Per contra, les diferències de ràtio DDT/PCB i altres perfils de PCB entre els animals de Balears en relació a la Mediterrània ibèrica, són indicatius de que les aigües profundes entre l'arxipèlag i el continent, representen una efectiva barrera per al moviment de l'espècie (Borrell *et al.*, 2006). De fet, anàlisis més recents de 128 mostres de pell de dofins mulars procedents de 9 àrees de la costa peninsular, Balears i l'illa d'Alboran, confirmen l'existència d'una frontera real entre poblacions atlàntiques i mediterrànies al front oceanogràfic "Almeria-Oran". També s'ha identificat una frontera difusa de l'estret de Gibraltar de tal forma que els dofins d'un i altre costat de l'estret mostren cert grau d'estructuració però no lo suficientment intens per ser considerades poblacions diferents (García Tíscar, 2010).

Aquests resultats, juntament amb evidències similars descrites a d'altres espècies (Gaspari *et al.*, 2007a, Gaspari *et al.*, 2007b, Natoli *et al.*, 2008) suggereixen que no només els obvis límits físics, com ara l'estret de Gibraltar o el dels Dardanel, representen una barrera per al moviment dels animals.

El coneixement sobre la mida poblacional de *T. truncatus* a la Mediterrània és limitat. De fet, no existeix una estima sobre tota la conca i la informació existent prové d'estudis locals, no nombrosos i basats en diferents metodologies, com el modelat de la densitat amb models GAM, màxim nombre d'animals fotoidentificats, corbes d'identificació i transecte lineal. La majoria d'ells es limiten a zones costaneres relativament petites (d'entre 400 i 1.000 Km<sup>2</sup>) que, molt probablement, no cobreixen per complet les zones de campeig dels grups investigats. Estudis a gran escala (4.000-80.000 Km<sup>2</sup>) a diferents àrees, relativament recents, han demostrat que el dofí mular, a la Mediterrània, pot trobar-se tant a aigües oceàniques com nerítiques i que el seu rang de densitat varia entre 4 i 20 animals per 100 Km<sup>2</sup> (Cañadas i Hammond, 2006, Forcada *et al.*, 2004, Gómez de Segura *et al.*, 2006). Considerant que molts d'aquests treballs s'han desenvolupat a zones de relativa alta densitat, que la decisió de la zona d'estudi depèn de factors logístics i, de vegades, biopolítics, és poc probable que la població total de la Mediterrània superi els 10.000 efectius (Bearzi i Fortuna, 2006).

Evidències indirectes, però convincents, mostren que la tendència general de la població mediterrània de dofí mular, com a conseqüència de la passada persecució intencionada i les presents sobrepesca d'espècies diana, degradació de l'hàbitat i *by-catch* és el declivi (Bearzi i Fortuna, 2006, Bearzi *et al.*, 2004, Blanco i González, 1992, Borrell *et al.*, 2000). La situació canvia d'una localització a una altra però, en general, pot considerar-se que la població mediterrània s'ha reduït un 30% als darrers 60 anys (Otero i Conigliaro, 2012, Reeves i Notarbartolo di Sciarra, 2006).

El dofí mular observat regularment a la Mediterrània és predominantment costaner, si bé aquesta designació pot dur a la confusió, ja que es pot trobar sobre la plataforma continental o sobre l'inici del talús a qualsevol distància de costa (Azzellino *et al.*, 2008, Bearzi *et al.*, 2004, Gannier, 2005, Gnone *et al.*, 2006, Gómez de Segura *et al.*, 2006, Gómez de Segura *et al.*, 2004, Notarbartolo Di Sciarra *et al.*, 1993).

Es presenta a una gran varietat d'hàbitats que inclouen la plataforma continental (Azzellino *et al.*, 2008, Gómez de Segura *et al.*, 2004), mars tancats (Bearzi *et al.*, 2008) i les aigües circumscrites a illes i arxipèlags (Bearzi *et al.*, 1997, Forcada *et al.*, 2004, Mussi i Miragliuolo, 2003).

A la mar d'Alboran i a les Illes Balears es possible trobar-lo a tota la plataforma continental fins a aigües profundes del talús (Cañadas i Hammond, 2006, Cañadas *et al.*, 2002, Forcada *et al.*, 2004).

No hi ha evidències de l'existència d'un ecotip de dofí mular costaner i un altre d'oceànic (Natoli *et al.*, 2005), si bé, i malgrat no haver-se desenvolupat estudis per comprovar l'ús de la zona profunda per l'espècie, existeixen albiraments ocasionals de grups a aigües més enllà el talús. A l'altre extrem, és comuna la seva presència a estuaris, desembocadures de rius i altres ecosistemes marins tancats (Bearzi *et al.*, 2005, Sackl *et al.*, 2007).

La mida de grup varia segons la regió biogeogràfica, disponibilitat de preses, activitat i d'altres factors, però, majoritàriament, tenen menys de 10 membres. En ocasions s'han observat grups mixtes amb altres espècies com *Delphinus delphis* i *Globicephala melas* (Cañadas *et al.*, 2002, De Stephanis *et al.*, 2008).

L'única informació disponible sobre comportament i organització social del dofí mular a la Mediterrània es basa, especialment, en estudis desenvolupats sobre grups costaners, essent molt reduït el coneixement que es té sobre els grups oceànics. A alguns estudis costaners s'ha definit la dinàmica social com de "fusió-fissió", amb un fluid intercanvi d'individus entre grups (Bearzi i Fortuna, 2006, Bearzi *et al.*, 1997).

El comportament de *T. truncatus* difereix considerablement entre grups segons l'hàbitat on viuen. Es tracta d'una espècie de comportament molt flexible i de dieta cosmopolita (Barros i Odell, 1990, Cockcroft i Ross, 1990, Connor *et al.*, 2000, Shane *et al.*, 1986). A les costes mediterrànies captura, especialment, preses demersals (Blanco *et al.*, 2001, Mioković *et al.*, 1999) a sessions d'alimentació amb apnees d'entre 3 i 5 minuts i màximes de 8, segons la profunditat (Bearzi *et al.*, 2005, Bearzi *et al.*, 1999). D'entre les preses, hi ha un bon nombre d'espècies comercials (Blanco *et al.*, 2001), de les quals moltes tenen estocs en declivi (FAO, 2005), raó per la qual sovint entren en conflicte amb l'activitat pesquera a diferents i nombroses àrees (Reeves *et al.*, 2001).

Les interaccions entre els cetacis i les pesqueres a la Mediterrània son especialment rellevants (UNEP, 1998) i s'han estudiat a diferents regions (Consiglio *et al.*, 1992, Díaz López, 2006, Lauriano *et al.*, 2004). A les Illes Balears, al 1991, i sense conèixer el balanç total, es comptabilitzaren fins a 30 animals morts per interaccions amb pesca (Silvani *et al.*, 1992).

La captura accidental, juntament amb els efectes dels vessaments contaminants, la sobre-explotació dels recursos i el trànsit marítim, han provocat que la major part de les poblacions europees de *T. truncatus* hagin patit una dràstica reducció d'efectius i una intensa fragmentació demogràfica, fins al punt que es pot considerar el dofí mular, com l'espècie de cetaci potencialment més agredida de la Mediterrània (Di Natale, 1992, Natale, 1990).

La major part dels catàlegs de biodiversitat, acords, reglaments nacionals i internacionals de conservació el defineixen com a espècie amenaçada o en situació crítica.

El dofí mular no és l'única espècie de cetaci que pot trobar-se a les Illes Balears i a l'àmbit marí del PNMTAC. A l'igual que amb *T. truncatus*, és als anys 80 quan es desenvoluparen els primers estudis sobre la distribució de cetacis a la Mediterrània occidental (Casinos i Vericad, 1976, Duguay, 1989, Duguay *et al.*, 1988, Notarbartolo Di Sciara *et al.*, 1993, Vallon *et al.*, 1977). Fins aleshores, el coneixement sobre la cetofauna de la conca provenia únicament de cites d'encallaments i de comptades campanyes científiques (Bosca, 1916, Cabrera, 1914, Gihl i Pilleri, 1969, Richard, 1936).

Curiosament, d'aquests darrers anys, es té una bona informació dels albiraments o encallaments a prop o en territori insular d'espècies poc comunes com l'orca (*Orcinus orca*), la falsa orca (*Pseudorca crassidens*) o la iubarta (*Megaptera novaengliae*), ja que aquests fets extraordinaris mouen l'interès per a la seva publicació (Aguilar, 1989, Casinos, 1981, Di Natale i Mangano, 1983).

Duguay (1990), considerà que 9 espècies constitueixen la fauna permanent a la Mediterrània, tot i que aquest llistat inclou l'orca, només comuna a la zona de l'estret de Gibraltar (Esteban *et al.*, 2016, García Tíscar, 2010). Reeves i Notarbartolo di Sciara (2006) inclouen 11 espècies com a regularment presents, de les quals 5 són pròpies de la mar Negra o de l'estret de Gibraltar, de manera que el llistat d'espècies per a la Mediterrània es limita a 7, entre les que no hi és el dofí comú (*Delphinus delphis*), inclòs per Duguay (1990). Aquesta manca es corregí el 2012 a la nova revisió de la IUNC (Otero i Conigliaro, 2012), on es reconeixen 8 espècies de cetacis com a comunes a la Mediterrània: *T. truncatus*, *Stenella coeruleoalba*, *Delphinus delphis*, *Grampus griseus*, *Globicephala melas*, *Ziphius cavirostris*, *Physeter macrocephalus* y *Balaenoptera physalus*, totes susceptibles de trobar-se a Cabrera.

## MATERIAL I MÈTODES

Des de la declaració del Parc Nacional Marítim Terrestre de l'Arxipèlag de Cabrera al 1991, al seu àmbit no s'han desenvolupat estudis de monitorització dels cetacis que poden trobar-s'hi, raó per la qual el coneixement d'aquest grup és a partir dels treballs realitzats a àrees marines més extenses que inclouen el Parc o bé desenvolupats a zones properes. Per això, els materials i mètodes emprats són molts i diversos.

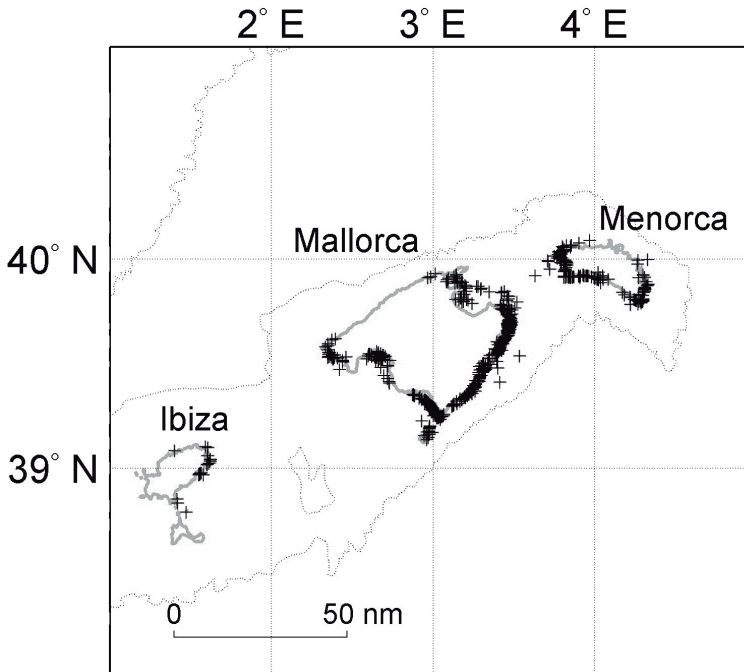
## DOFÍ MULAR

Les interaccions d'aquesta espècie amb l'activitat pesquera arreu de Balears han fet que, lligats a aquest problema, s'hagin desenvolupat diferents treballs per tal de minimitzar el seu impacte (Brotons *et al.*, 2008a, Brotons *et al.*, 2008b, Brotons *et al.*, 2009, Brotons i Grau, 2005, Brotons *et al.*, 2008c, Brotons *et al.*, 2008d, Brotons *et al.*, 2011, Fernández-Contreras *et al.*, 2002, Gazo *et al.*, 2002, Gazo *et al.*, 2001, Gonzalvo *et al.*, 2014, Gonzalvo *et al.*, 2008) i que han aportat un gran volum d'informació sobre *T. truncatus* a les nostres aigües. Malauradament, a molts d'aquests estudis no hi ha cap dada de dins el PNMTAC. Per exemple, a Brotons *et al.* (2008c), on es recullen dades sobre 1.040 activitats de pesca artesanal, no n'hi ha cap localitzada a l'entorn de Cabrera, i a d'altres, no s'analitzen diferencialment.

Per tal de poder analitzar de forma concreta l'àrea del PNMTAC, dels estudis abans citats s'han seleccionat els que inclouen dades a l'àmbit marí de Cabrera. D'aquests, s'han escollit aquells als que s'ha tingut accés per tal de treballar-los de forma independent. Finalment, s'ha discutit conjuntament amb el coneixement global reportat a totes aquestes publicacions relacionades amb l'espècie.

En relació al dofí mular, les dades integrades provenen de 5 fonts principals: 1, els embarcaments per a l'anàlisi de l'eficiència del dissuassors acústics per dofins, "pingers", a arts menors (Brotons *et al.*, 2008d), 2, el seguiment per fotoidentificació de la dinàmica de la espècie arreu de Balears (Brotons *et al.*, 2008a, Brotons *et al.*, 2008b, Brotons *et al.*, 2009, Brotons i Grau, 2005, Brotons *et al.*, 2011), 3, les anàlisis d'isòtops i de genètica per a l'estudi del grau d'aïllament de la població Balear (Alomar *et al.*, 2013, Brotons i Islas-Villanueva, 2013, Brotons *et al.*, 2019), 4, el seguiment acústic per a la valoració de la relació entre les Àrees Marines Protegides i *T. truncatus* (Brotons *et al.*, 2010, Castellote *et al.*, 2015) i 5, els albiraments derivats del "Balearic Sperm Whale Project" de recerca i identificació de catxalots a les Illes Balears. Per a la resta de cetacis, només s'emprarà aquesta darrera font d'informació.

1. Quant a les interaccions entre els dofins mulars i la pesca artesanal a les Balears, es calculà que, al període 2001-2003, suposaren un cost del 6.5% del total desembarcat i que, per altra banda, les captures accidentals podien arribar a 60 animals per any (Brotons *et al.*, 2008c). A l'octubre de 2004, la Federació Balear de Confraries sol·licità formalment, al Govern de les Illes Balears, l'elecció i compra de "pingers" per a la flota d'arts menors. Per això la Direcció General de Pesca, mitjançant fons IFOP (Instrument Financer per a la Orientació de la Pesca), desenvolupà la validació de l'ús dels dissuassors acústics. Aquest estudi es realitzà a aigües costaneres arreu de les Illes Balears, a profunditats de fins a 60 metres (Fig. 1). L'experiment comptà amb la col·laboració de fins a 59 embarcacions d'arts menors diferents, equipades per a l'ocasió de xarxes experimentals idèntiques. Les dades sobre les activitats pesqueres foren registrades per observadors que varen rotar entre els vaixells al període d'estudi. S'empraren formularis estandarditzats per registrar les dades relatives a la pesca, com ara ubicació, condicions climàtiques i detalls de la captura (kg per espècie capturada). Per tal d'obtenir dades sobre rendiments econòmics, es combinaren aquestes dades amb els preus de venda a llotja (per més detalls, veure Brotons *et al.*, 2008c). Els observadors també anotaren la presència o absència d'evidència d'interacció amb dofins amb la xarxa. Els vaixells foren assignats aleatòriament a una de les 3 condicions experimentals següents: control (sense pingers), pingers inactius (desplegats a les xarxes però no transmissors) i pingers actius (desplegats i en funcionament). Si bé els vaixells foren assignats a una de les anteriors condicions de forma aleatòria dins cada confraria, es distribuïren el més uniformement possible entre les localitats per minimitzar l'efecte de l'àrea geogràfica, ja que les taxes d'interacció varien considerablement entre àrees dins les Balears (Brotons *et al.*, 2008c). Tant observadors com pescadors desconeixien la condició experimental de l'activitat pesquera.



**Figura 1.** Localitzacions de les activitats pesqueres a les Illes Balears. La línia discontinua marca la isòbata de 1000 m.

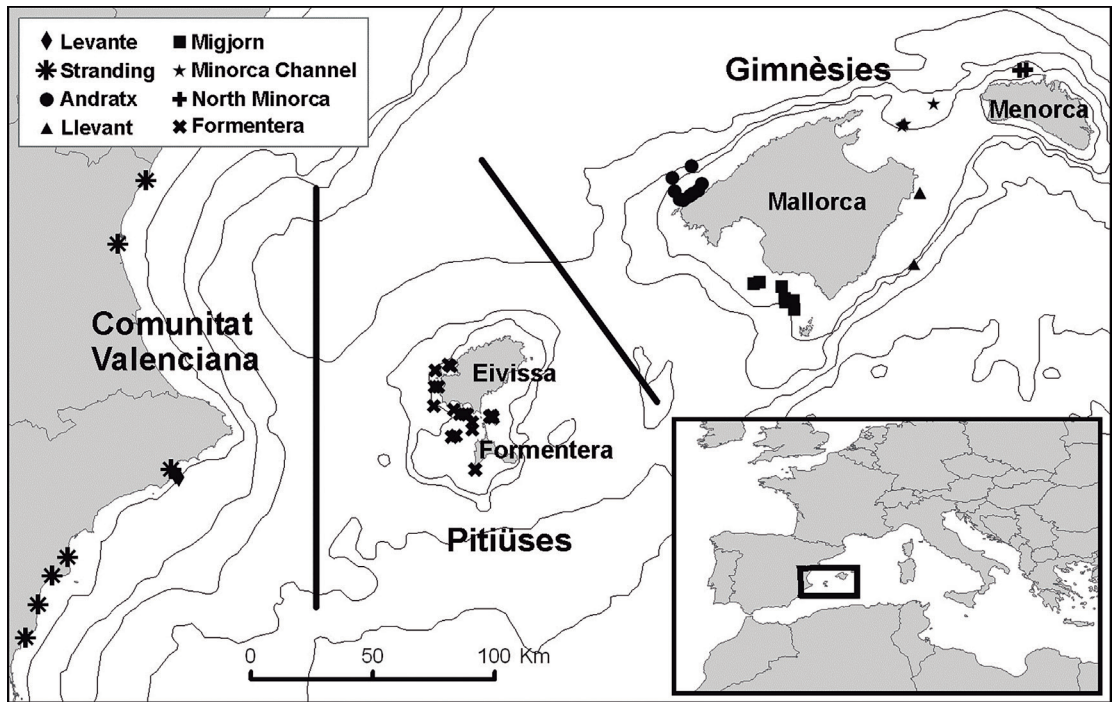
- Entre 2003 i 2013 es desenvoluparen diferents projectes d'estudi de la població de *T. truncatus* mitjançant fotoidentificació. Exactament des de 2003 a 2010 a la zona d'Andratx, 2007/2008 a Cala Rajada i entre 2011 i 2013 a les reserves pesqueres des Nord de Menorca, Llevant i Migjorn de Mallorca, aquesta darrera confrontada al PNMTAC. Per a aquesta zona s'emprà una embarcació foraborda rígida "wall-around" de 7,50 metres d'eslora, 2,60 de màniga i 5,65 T.R.G., homologada per a navegació de petita alçada per 4 persones i motoritzada amb dos motors de 150 HP, que va permetre la recerca, localització i seguiment dels grups de dofins.

Les dades de navegació es registraren amb un GPS portàtil amb cartografia i capacitat Plotter. Mitjançant gravadora, es va prendre nota de la presència d'arts de pesca, vaixells pesquers i d'esbarjo, boies... i qualsevol altre tipus d'activitat a la mar així com de l'hora G.P.S., per tal d'associar esdeveniment amb posició geogràfica. En cas d'albirament, es procedí al seguiment del grup per a la seva fotoidentificació i registre de comportament. Per a la fotoidentificació del dofí mular s'empren les marques i cicatrius de l'aleta dorsal, així com la seva forma i els patrons de pigmentació del dors (Irvine *et al.*, 1981, Wells *et al.*, 1980, Wells *et al.*, 1987, Würsig i Jefferson, 1990, Würsig i Würsig, 1977). Tant les tècniques fotogràfiques com els sistemes d'aproximació i l'estructuració de les mostres es troben àmpliament documentats (Gunnlaugsson i Sigurjonsson, 1990, Markowitz *et al.*, 2003, Mazzoil *et al.*, 2004, Stevick *et al.*, 2001, Würsig i Jefferson, 1990, Würsig i Würsig, 1977).

Les dades geogràfiques es van analitzar mitjançant Sistemes d'Informació Geogràfica, a aquest cas Arcview i les extensions Animal Movement, Home Range i X-Tools.

- Entre març de 2009 i maig de 2011 es biopsiaren a la regió posterior de l'aleta dorsal un total de 50 dofins mulars a les Illes Balears i a la costa de la Comunitat Valenciana (Fig. 2), mitjançant una ballesta de 150 lb equipada amb capçals de tall de 25 mm muntats sobre eixos a fletxes de fibra de carboni amb flotació per a la seva recuperació, dissenyades per Ceta-Dart, F.Larsen, Copenhague, i testades a altres

estudis (Nicolas *et al.*, 2001). Cada mostra es subdividí en dos, una per a l'anàlisi isotòpica i una segona per a l'extracció de ADN. Quant a la metodologia d'anàlisi veure Alomar *et al.* (2013), Brotons i Islas-Villanueva (2013) Brotons *et al.*, 2019.



**Figura 2.** Àrea d'estudi amb la localització de les biòpsies i encallaments de *Tursiops truncatus*.

4. Els PODs (POrpoise Detectors), literalment “detectors de marsopes” són ordenadors submergibles connectats a hidròfons d'alta qualitat que reconeixen i enregistren els “clicks” d'ecolocalització dels cetacis sense tenir efectes secundaris per a ells. Amb transductor ceràmic incorpora filtres per seleccionar l'energia de les diferents bandes de freqüències de l'espectre del so i pot ser programat amb diferents protocols de mostreig per optimitzar la detecció de “clicks” segons l'espècie. Tota aquesta informació s'emmagatzema lligada a la línia temporal. Els filtres i protocols també permeten descartar el renou ambiental (ones, peixos, sondes de vaixells...). Aquests aparells es començaren a emprar a finals dels anys 90. A principis del segle XXI es feren servir per avaluar l'acció dels “pingers” (Culik *et al.*, 2001) així com a projectes de conservació de marsopes (*Phocoena phocoena*) (Tregenza *et al.*, 2001) i dofí mular (Gazo *et al.*, 2002). Actualment es fan servir arreu d'Europa i amb diferents espècies. El POD seleccionat per aquest estudi va ser el T-POD de Chelonia-Marine Conservations Research, de Regne Unit. Amb una autonomia variable segons la informació rebuda de fins 60 dies i una profunditat màxima de treball de 150 metres. Els PODs es programaren especialment per a la detecció de dofins mulars a zones amb alta freqüència de clicks de decàpodes. A un gran projecte d'observació de la influència de les Àrees Marines Protegides (AMP) sobre els dofins mulars (Castellote *et al.*, 2015) es fondejaren de forma anàloga PODs a diferents AMP, tal i com s'especifica a la Taula I. D'elles, igual que per a la fotoidentificació i les anàlisis d'isòtops i de genètica, es va treballar a la reserva pesquera del Migjorn de Mallorca, contigua a Cabrera. Es pot ampliar detalls sobre la metodologia a Castellote *et al.*, 2015.

**Taula I.** Descripció de les 7 AMP incloses a l'estudi, nombre de T-PODs desplegats i activitats antropogèniques considerades.

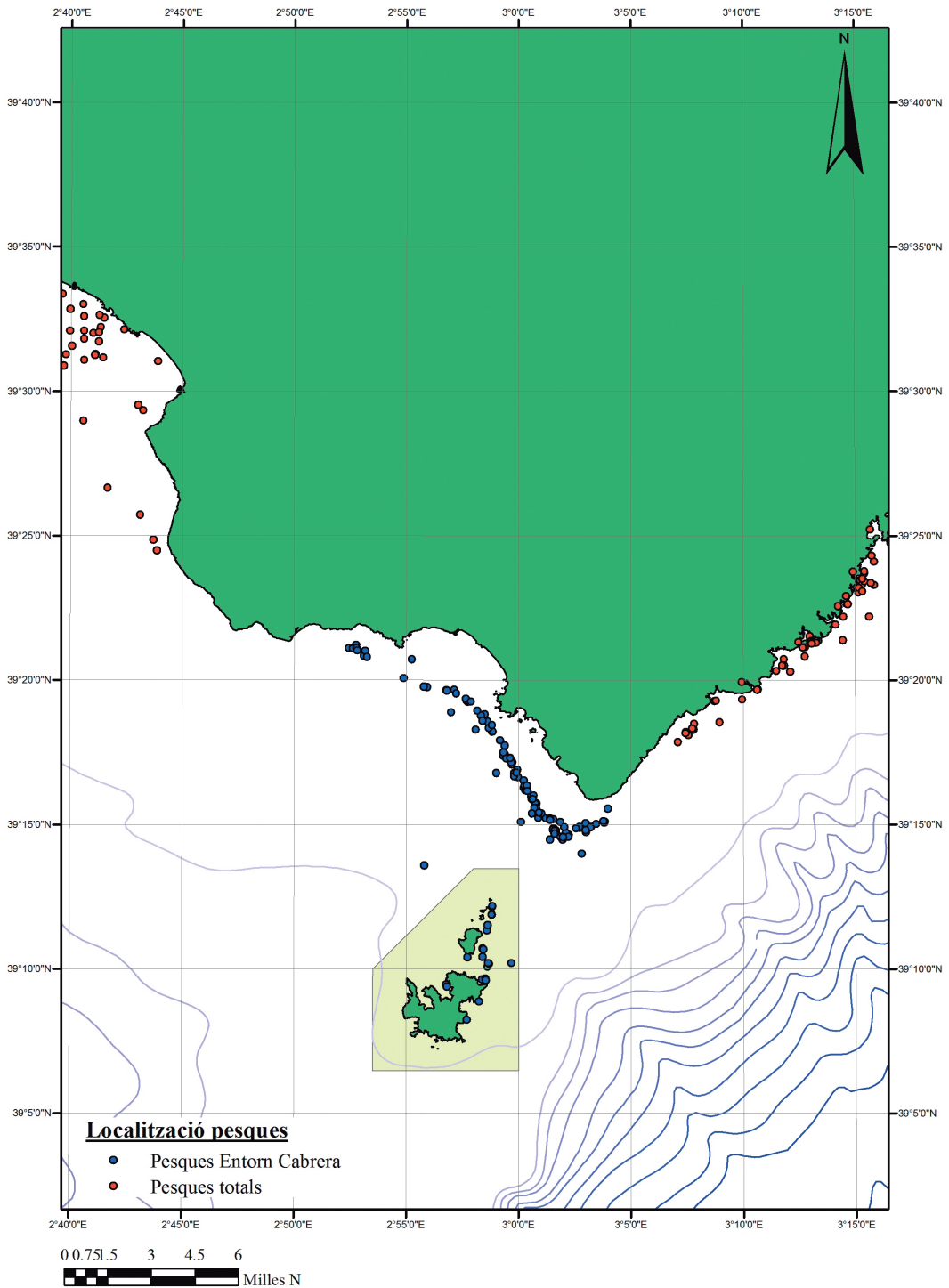
MPA designació	Situació	Extensió (km <sup>2</sup> )	Tipus	T-POD	Període	Activitats antropogèniques.
Reserva Natural de les Illes Columbretes (València)	39°N 0°E	55 km <sup>2</sup>	Arxipèlag, a 56 km de la península a aigües obertes sobre la plataforma continental	3	9/06-8/07	Sense dades
Reserva Natural de les Illes Medes (Catalunya)	42°N 3°E	5 km <sup>2</sup>	Àrea costera amb espai marí i terrestre protegit	2	1/09-12/09	Busseig, embarcacions recreatives i fondeig.
Reserva pesquera dels Freus d'Eivissa i Formentera (Illes Balears)	39°N 1°E	136 km <sup>2</sup>	Àrea costera localitzada a un canal entre dues illes Balears.	3	7/08-6/09	Busseig, embarcacions recreatives, navegació pesquera i fondeig.
Parc Natural de Sa Dragonera (Illes Balears)	39°N 2°E	9 km <sup>2</sup>	Àrea costera amb espai terrestre protegit.	3	5/06-8/06	Activitat pesquera artesanal.
Parc Natural de Serra Gelada (València)	38°N 0°E	49 km <sup>2</sup>	Àrea costera amb espai terrestre i marí protegit.	3	7/08-6/09	Granja d'aqüicultura..
Reserva pesquera del Migjorn de Mallorca (Illes Balears)	39°N 3°E	223 km <sup>2</sup>	Àrea costera al sud de Mallorca.	2+1 control	1/11-12/11	Busseig, embarcacions recreatives, navegació pesquera i fondeig.
Reserva pesquera del llevant de Mallorca (Illes Balears)	39°N 3°E	113 km <sup>2</sup>	Àrea costera al nord de Mallorca.	2+1 control	4/12-3/13	Busseig, embarcacions recreatives, navegació pesquera i fondeig.

- Des de 2003, l'associació Tursiops desenvolupa a aigües de les Illes Balears el "Balearic Sperm Whale Project" (BSWP), de recerca, localització i seguiment de catxalots mitjançant campanyes dedicades arreu de Balears (Brotons, 2015, Pirota *et al.*, 2011, Rendell *et al.*, 2014). A les campanyes, a més de les dades relatives a l'espècie diana, es registren tots els albiraments de cetacis i tortugues, per la qual cosa són una font important de dades per al dofí mular i la resta d'espècies de cetacis.

## RESULTATS I DISCUSSIÓ

Entre juliol i desembre de 2005 es controlaren a aigües de Balears (Fig. 1) un total de 1.193 pesques experimentals per a l'assaig dels aparells dissuasius per a dofins ("pingers"). D'aquestes, 22 tingueren lloc dins el PNMTAC i 142 al seu entorn pròxim (Fig. 3). Al conjunt de l'activitat controlada, les taxes de interacció dofins/xarxes foren de 0,083 per a les pesques sense aparells i del 0,054 amb "pingers" (Brotons *et al.*, 2008d). A les realitzades a l'entorn de Cabrera, la taxa fou de, només, 0,028, de forma que únicament 4 activitats es catalogaren com a interacció positiva a l'entorn del Parc. Amb dades tan escasses és complicat fer cap anàlisi de la diferència d'efectivitat dels aparells a Cabrera, o de diferència temporal de la presència dels animals. Tot considerant les fluctuacions estacionals de la presència d'interaccions registrades a altres estudis (Brotons *et al.*, 2008c), no es pot concloure que la menor taxa de depredació a les xarxes observada a les aigües d'influència del Parc es degui a una menor presència global d'animals. S'ha d'observar que a més, per el cas del dofí mular, s'ha d'incloure a les anàlisis un component cultural i local molt marcat (Alomar *et al.*, 2013, Brotons i Islas-Villanueva, 2013, Brotons *et al.*, 2008a, Brotons *et al.*, 2008b, Brotons *et al.*, 2011).





**Figura 3.** Localitzacions de les activitats pesqueres al voltant Cabrera.

Dels diferents projectes per al seguiment de les poblacions locals de dofins mulars, desenvolupats per a la Direcció General de Pesca a les Illes Balears, mitjançant tècniques de fotoidentificació, 31 sortides (551 milles nàutiques d'esforç) es realitzaren a l'entorn del PN de Cabrera (Fig. 4). En

aquestes, s'observaren cetacis en 26 ocasions (Fig. 5), 20 de les quals eren grups de *T. truncatus* amb un màxim de 30 individus, un mínim de 1 i una mitjana de 13,72 individus per grup. La resta d'albiraments foren de dofí llistat en dues ocasions (200 i 5 individus), *G. griseus* (un grup de 40 animals) i, finalment, 3 deteccions de catxalots. La taxa d'albirament per al dofí mular fou de 0,036 encontres per milla. Si es compara, per exemple, amb les dades obtingudes a les sortides realitzades entre Andratx i Cala Rajada (5.381 milles d'esforç), es registraren un total de 126 albiraments, 4 de dofí llistat, 1 de rorqual comú (*B. physalus*) i 121 de *T. truncatus*, cosa que suposa una taxa de 0,022, menor que l'àrea de Cabrera.

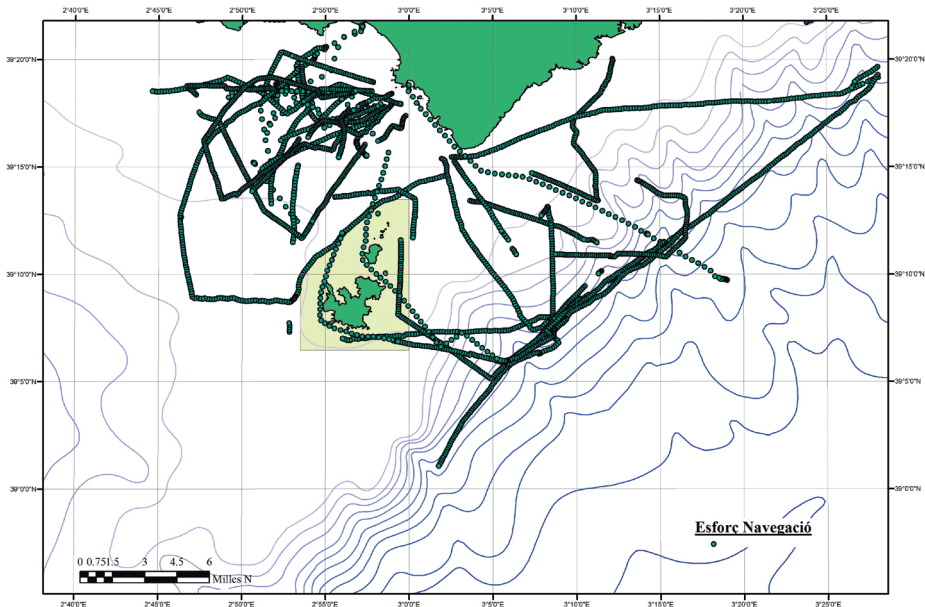


Figura 4. Navegació amb esforç.

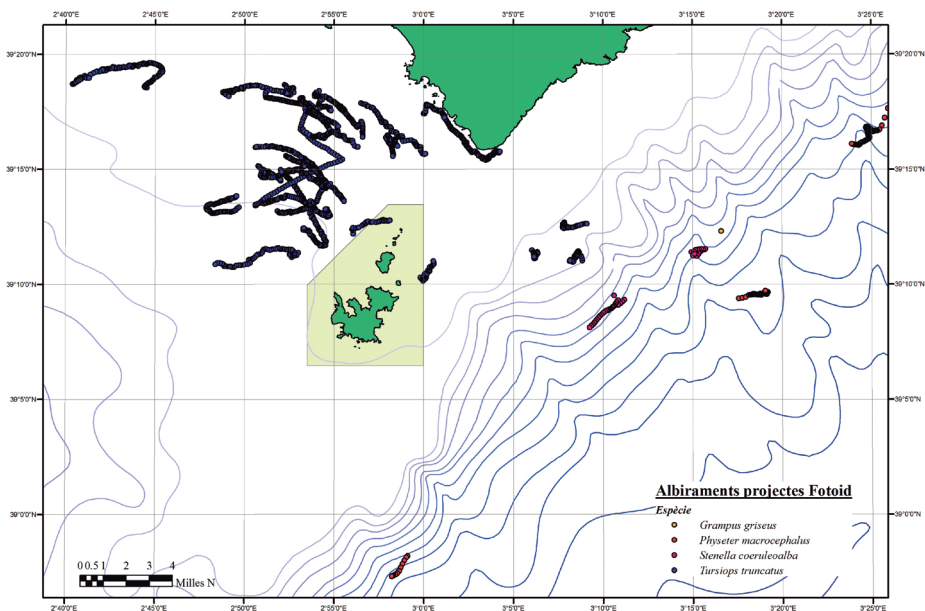
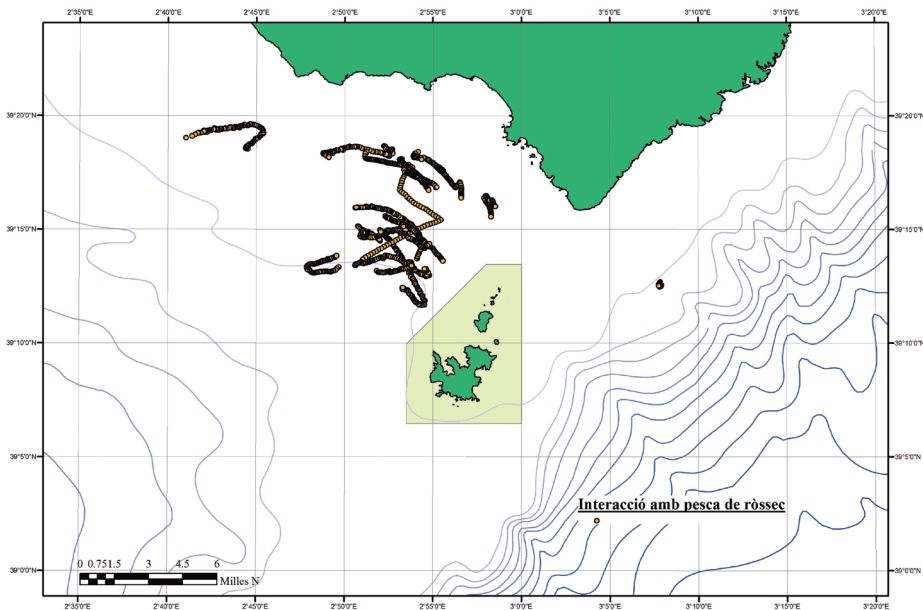


Figura 5. Albiraments per espècies.

Així, sembla que la presència del dofí mular és major prop de l'arxipèlag, tot i que les dades són insuficients per confirmar-ho, ja que el sistema de mostratge no es dissenyà per estimar això. Encara és més difícil avaluar la vinculació entre la figura del Parc Nacional i la, presumpta, major presència de dofins. Quan s'analiza el comportament dels animals trobats durant el seguiment dels dofins (un total de 1.951 observacions, a raó d'una posició per minut), el 74% del temps el dedicaren a activitats relacionades amb la obtenció d'aliment. Si bé aquesta observació podria assimilar-se a un possible efecte reserva, no és el cas, perquè el 83% del temps dedicat a alimentar-se fou depredant xarxes de ròssec (Fig. 6), especialment a la zona coneguda com "Es Fang" de Cabrera, pesquera tradicional de les barques de bou. D'altres estudis ja han identificat el fort lligam entre aquesta modalitat de pesca i la població de dofins mulars (Gonzalvo *et al.*, 2008), clarament observable a la zona i que motiva la concentració de l'espècie a l'entorn del PNMTAC.



**Figura 6.** Localitzacions de les interaccions dofins i pesca de ròssec.

L'efecte d'atracció de la pesca de ròssec resulta més evident si es relacionen els albiraments amb l'esforç de mostratge. Per això, s'ha creat una graella de l'àrea d'estudi amb caselles de 2x2 km, on s'han posicionat tots els punts d'esforç i els punts amb albirament. La relació d'ambdós (alb/presència), s'ha multiplicat per 1.000 per a representar-lo gràficament mitjançant ARCMAP 10.1 (Fig. 7). Al marge d'un gran nombre de caselles sense esforç (cal recordar que l'objectiu del projecte no era aquest, ni l'àmbit el PNMTAC), s'observen diferents zones on es concentra la presència de cetacis. Destaquen nuclis concrets sobre l'escarpament de l'Emile Baudot (E de Cabrera), per la presència de catxalot, dofí llistat i cap d'olla gris, i una gran zona calenta a "Es Fang" (NW de Cabrera) per la presència de dofí mular, lligada a l'activitat de ròssec.

La interacció amb la pesca des bous no afecta només la dinàmica espacial del dofí mular, sinó també la mida dels grups. Per exemple, a l'únic estudi dedicat a l'estima de la mida poblacional de *T. truncatus* a les Balears (Forcada *et al.*, 2004), la mida de grup mitjana a les aigües interiors fou de 6,9 individus/grup. En estudis posteriors de fotoidentificació a la zona d'Andratx, la mida de grup observada fou de 5,29 individus (Brotons *et al.*, 2009, Brotons, 2016), mentre que Gonzalvo *et al.* (2014) per al conjunt de la població balear estimen una mitjana de 6,65 individus/grup. A Cabrera, els grups són clarament més nombrosos, 13,72 individus/grup. L'origen i nombre de dades no permet l'anàlisi per discernir de forma robusta si aquesta major mida de grup és deguda a la relació amb els bous. Emperò, veient la distribució dels albiraments i que a altres estudis s'obtenen mides significativament diferents davant o no de la presència de barques de ròssec (Gonzalvo *et al.*, 2014), no és agosarat pensar que existeix una relació directa entre la mida de grup i l'activitat pesquera dels bous a l'àmbit del PN de Cabrera, malgrat aquest fet pot considerar-se una conjectura.

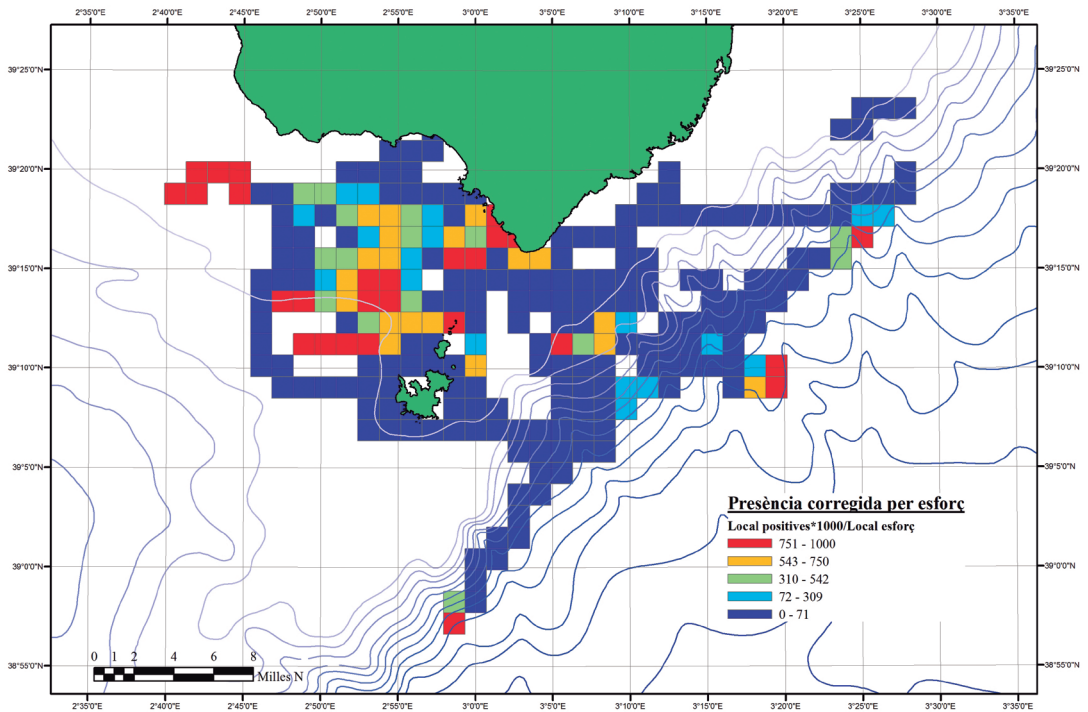


Figura 7. Gralla de distribució cetàcia corregida per esforç.

Com a espècie costanera relativament accessible, el dofí mular s'ha estudiat amb detall arreu del món. L'estructura social descrita de forma més generalitzada als estudis sobre població de *T. truncatus* salvatges és el ràpid i constant flux d'individus en la composició dels esbarts (Bearzi *et al.*, 1997, Bräger *et al.*, 1994, Connor *et al.*, 2006, Wells *et al.*, 1987, Wilson *et al.*, 1999, Würsig i Würsig, 1977). Estudis a llarg termini de poblacions residents a Saratoga Bay, Florida (Wells *et al.*, 1987) i Shark Bay, a l'oest d'Austràlia (Connor *et al.*, 2006), indiquen l'existència d'aliances mascle-masle i un alt grau de segregació per sexe dins dels grups socials. Altres estudis han desvetllat aliances i associacions a llarg termini (més de 10 anys) i una alta complexitat social. En contrast, a Moray Firth, Escòcia, l'única associació amb força era l'existent entre mare i cria (Wilson, 1995). Com a altres espècies de mamífers, el comportament social de *T. truncatus* sembla canviar entre localitzacions degut a pressions ambientals i antròpiques, disponibilitat de recursos, fenotips dels membres i trets culturals. Tal vegada l'entorn de Cabrera, a la vista d'algunes característiques distintives, com la mida de grup, pot aglutinar factors que individualitzin la població de dofins mulars que la freqüenten.

Tal i com es pot observar a la Fig. 2, identificades com la localització "Migjorn", a l'entorn de Cabrera es realitzaren una sèrie de biòpsies (Alomar *et al.*, 2013, Brotons i Islas-Villanueva, 2013), de les que es calcularen els perfils isotòpics per a  $\delta^{13}\text{C}$ ,  $\delta^{15}\text{N}$  i la ratio C:N i es compararen entre localitzacions i per agrupacions entre Gimnèsies i Pitiuses (Taula II).

**Taula II.** Sumari de resultats comparatius ANOVA per a  $\delta^{13}\text{C}$ ,  $\delta^{15}\text{N}$  i ratio C:N per agrupacions (Gimnèsies i Pitiüses) i localitzacions (Andratx, Minorca Channel, Migjorn i Formentera). \* $P < 0.05$  i n.s per a les diferències no significatives.

Source of variation	$\delta^{13}\text{C}$				$\delta^{15}\text{N}$				C:N			
	Df	SS	MS	F	Df	SS	MS	F	Df	SS	MS	F
Intercept	1	7664.15	7664.15	44720.83	1	6232.2	6232.2	8306.7	1	122.95	122.95	98987.7
Macrosite	1	0.33	0.33	1.942 <sup>n.s</sup>	1	0.56	0.56	0.75 <sup>n.s</sup>	1	0.02	0.02	16.628*
Error	32	5.48	0.17	-	32	24.01	0.75	-	32	0.04	0	-
Intercept	1	6.024.028	6024.03	49205.8	1	5094.2	5.094.201	17615	1	95.672	95.672	74015.5
Site	3	2.144	0.715	5.838*	3	15.895	5.298	18.321*	3	0.022	0.007	5.576*
Error	30	3.673	0.122	-	30	8.676	0.289	-	30	0.039	0.001	-

Tukey HSD post hoc test for sites

Migjorn = Minorca Channel > Formentera = Andratx	Minorca Channel > Migjorn = Formentera = Andratx	Formentera = Andratx > Migjorn = Minorca Channel
--	--	--

Com es pot comprovar, hi ha diferències significatives entre les mostres preses a *Migjorn* (entorn de Cabrera) i Andratx, localitat més propera, als perfils de carboni i a la ratio carboni/nitrogen. Tot considerant que la distància entre ambdues localitats no supera les 40 milles, les diferències identificades impliquen tant un elevat grau de fidelitat geogràfica (molt important per a una espècie com el dofí mular de, potencialment, gran mobilitat) com una alimentació diferencial per zones.

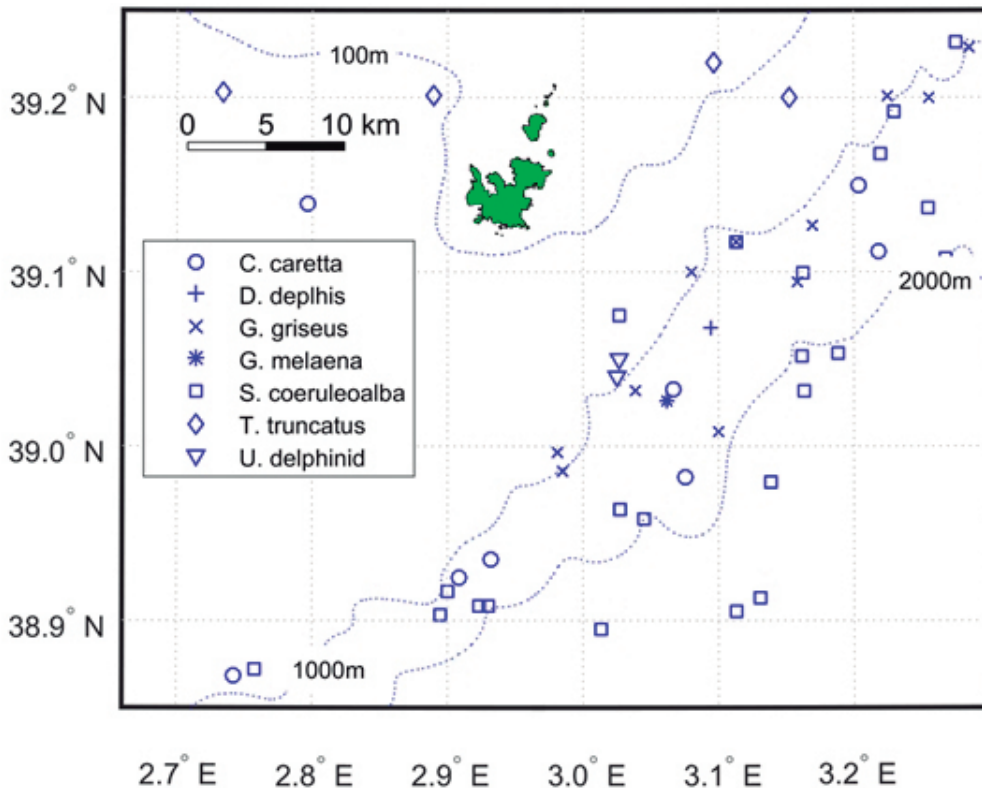
Un altre dada que recolzaria un comportament diferencial del dofí mular entre zones, és el registre del comportament acústic de l'espècie descrit a Castellote *et al.* (2015). Una de les àrees marines protegides incloses a l'estudi fou la Reserva Marina del Migjorn de Mallorca, contigua al PNMTAC. Tal i com es pot comprovar a la Taula III, a la RMMM els dofins presenten un patró estacional marcat, essent més freqüents a l'hivern i a la nit, però sense diferències significatives quant al nombre de clics d'alimentació entre nit i dia. L'hidròfon de control de l'àrea, situat al nord fora la RMMM, presenta un patró diferent, i no hi ha diferències entre l'hivern i l'estiu quant a presència dels animals. És a dir, de nou el dofí mular de l'entorn de Cabrera mostra característiques etològiques diferents.

**Taula III.** Resultats estadístics dels patrons estacionals, diaris i de patrons ICI per a cadascuna de les 7 àrees marines protegides (AMP) a la Mediterrània espanyola incloses a l'estudi (Castellote *et al.*, 2015).

MPA	Summer/winter differences in presence	Day/night differences in presence	Day/night differences in ICI
Columbretes	H1,9 = 0.5, p > 0.05, winter mean rank = 5.6 and summer mean rank = 4.3	H1,20 = 8.8, p < 0.05, Day mean rank = 5.8 and Night mean rank = 13.7	H1,20 = 0.2, p > 0.05, Day mean rank = 10 and Night mean rank = 11.1
Medes	H1, 12 = 3.2, p = 0.07, Winter mean rank = 7.8 and Summer mean rank = 3.9	H1, 23 = 15.9, p < 0.01, Day mean rank = 6.7 and Night mean rank = 17.8	H1, 24 = 11.1, p < 0.01, Day mean rank = 16.9 and Night mean rank = 7.3
Freus	H1, 12 = 0, p > 0.05, Winter mean rank = 6.5 and Summer mean rank = 6.5	H1, 24 = 1.5, p > 0.05, Day mean rank = 10.8 and Night mean rank = 14.3	H1, 24 = 0.02, p > 0.05, Day mean rank = 12.3 and Night mean rank = 12.7
Dragonera	n/a	H1, 24 = 1.3, p > 0.05, Day mean rank = 11.0 and Night mean rank = 14.3	H1, 24 = 0.4, p > 0.05, Day mean rank = 11.7 and Night mean rank = 13.5
Serra Gelada non-fish farm	H1, 12 = 3.5, p = 0.06, Winter mean rank = 7.9 and Summer mean rank = 3.8	H1, 24 = 0.9, p > 0.05, Day mean rank = 11.3 and Night mean rank = 14.0	H1, 24 = 2.2, p > 0.05, Day mean rank = 10.5 and Night mean rank = 14.8
Serra Gelada fish farm	H1, 12 = 0.06, p > 0.05, Winter mean rank = 6.7 and Summer mean rank = 6.1	H1, 24 = 9.97, p < 0.01, Day mean rank = 8.3 and Night mean rank = 17.5	H1, 24 = 1.7, p > 0.05, Day mean rank = 14.2 and Night mean rank = 10.5
Migjorn	H1, 12 = 5.7, p < 0.05, Winter mean rank = 8.3 and Summer mean rank = 3.0	H1, 24 = 16.7, p < 0.01, Day mean rank = 7.1 and Night mean rank = 18.9	H1, 24 = 0.4, p > 0.05, Day mean rank = 11.7 and Night mean rank = 13.5
Migjorn control	H1, 12 = 0.07 p > 0.05, Winter mean rank = 6.3 and Summer mean rank = 6.9	H1, 24 = 12.6, p < 0.01, Day mean rank = 7.8 and Night mean rank = 18.0	H1, 24 = 0.5, p > 0.05, Day mean rank = 11.5 and Night mean rank = 13.7
Levante	H1, 12 = 2.3, p > 0.05, Winter mean rank = 7.7 and Summer mean rank = 4.3	H1, 24 = 14.0, p < 0.01, Day mean rank = 7.5 and Night mean rank = 18.4	H1, 24 = 9.3, p < 0.01, Day mean rank = 16.5 and Night mean rank = 7.7
Levante control	H1, 12 = 3.2 p > 0.05, Winter mean rank = 5.9 and Summer mean rank = 2.0	H1, 24 = 4.5, p < 0.05, Day mean rank = 9.7 and Night mean rank = 15.8	H1, 24 = 0.1, p > 0.05, Day mean rank = 10.4 and Night mean rank = 9.6

A la vista de les diferències mostrades en aquest treball, la descripció acurada de la relació entre el PNMTAC i la població de dofí mular que el freqüenta precisa d'estudis dirigits expressament. Atesos el paper de l'espècie com a bioindicador de l'estat del medi, pel seu caràcter de depredador apical, la seva demostrada sensibilitat a activitats humanes com el renou o la pesca, i la seva catalogació com a prioritària a multitud de convenis i llistes, nacionals i internacionals, el coneixement de la població de *Tursiops truncatus* és una assignatura pendent per al Parc.

La manca del monitoratge de la presència del dofí mular no és l'única assignatura pendent per a Cabrera. Tampoc hi ha una base de dades sistematitzada d'albiraments de cetacis al PNMTAC. Les úniques dades facilitades pel Parc corresponen a una sèrie d'observacions de rorqual comú d'un any concret. Per tenir una idea de les altres espècies de mamífers marins que poden trobar-se a les aigües de l'arxipèlag, s'han seleccionat les deteccions registrades a l'entorn del PNMTAC en les sortides del BSWP de l'associació Tursiops (Fig. 8).



**Figura 8.** Albiraments de cetacis i tortugues a l'entorn de Cabrera, 2003-2017. “U. delphinid” inclou els dofins no identificats.

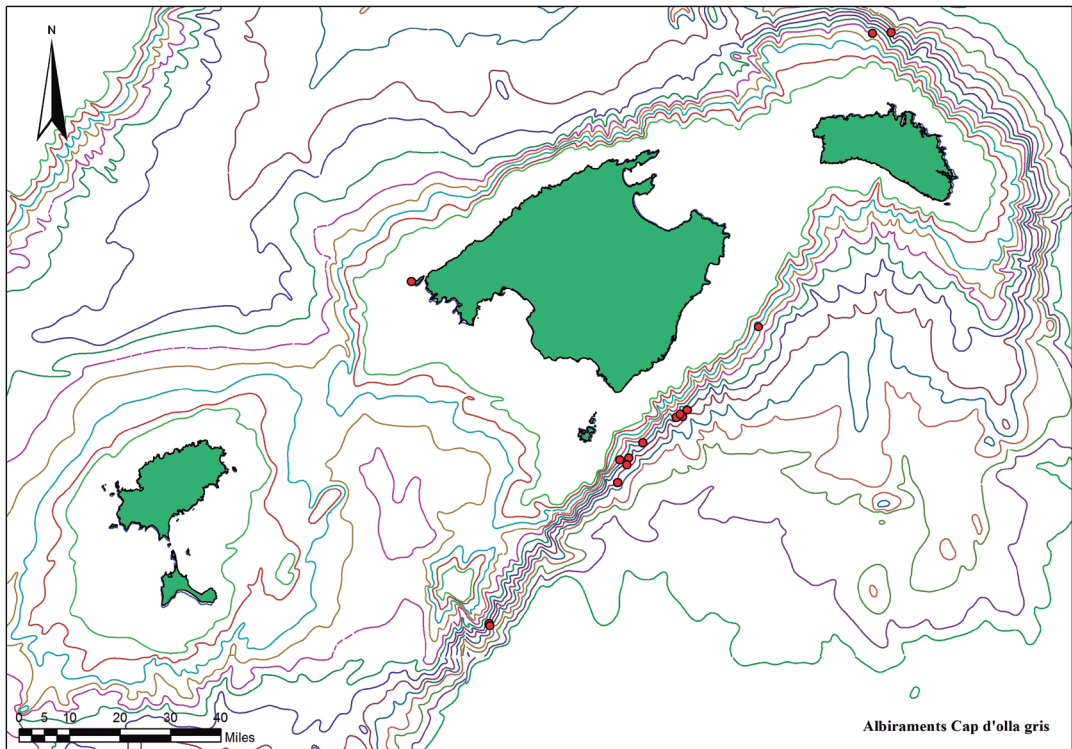
Al marge de *T. truncatus* i *Physeter macrocephalus* (tractat a un altre article d'aquesta Monografia), al si del BSWP les espècies observades prop de Cabrera durant el període 2003-2017 són *Stenella coeruleoalba* (dofí llistat), *Delphinus delphis* (dofí comú), *Grampus griseus* (cap d'olla gris) i *Globicephala melaena* (cap d'olla).

L'espècie observada amb més freqüència és el dofí llistat, que representa el 52,5% dels registres, tots més enllà de la plataforma continental, tal i com és esperable del cetaci més abundant a la Mediterrània i de distribució oceànica.

El dofí mular que, per la seva abundància i distribució, hauria d'ocupar el segon lloc en la freqüència d'albiraments, queda per davall del cap d'olla gris, amb un 10 i 27,5% respectivament. Això és pel biaix produït per la tipologia de l'esforç de recerca del BSWP: com que aquest es centra en el catxalot, espècie pròpia del talús continental, òbviament ha provocat que el nombre de milles navegades sobre plataforma sigui mínim. Emperò, no deixa de ser cridanera l'alta presència del cap d'olla gris associada a l'escarpament de l'est de Cabrera (Fig. 8), quan a la mar Lligur l'espècie pateix un greu procés de rarefacció (Pirota, *com. pers.*). A més, de les dades del BSWP (d'abast geogràfic balear, veure Fig. 9) es desprèn que presenta una distribució contagiosa als voltants de Cabrera, compatible amb una associació entre l'espècie i les condicions ecològiques de l'entorn del PNMTAC.

El rorqual comú és una espècie migratòria habitual a l'entorn de les illes Balears, especialment a finals d'hivern-principi de primavera i finals d'estiu-principi de tardor. No obstant, a la base de dades del BSWP no s'ha registrat a les proximitats de Cabrera, tot i que podria ser un miratge del mostratge. Les campanyes del BSWP són exclusivament estivals, cosa que provoca que el rorqual comú sigui una espècie sub-mostrada a les Illes. L'any 2012, personal del PNMTAC registrà fins

a 6 albiraments de rorqual, entre els mesos de febrer i març. Molt probablement, aquesta presència es torna a repetir any rere any però, de nou, la manca de monitoratge no ens permet assegurar-ho.



**Figura 9.** Albiraments de *Grampus griseus* a les Illes Balears.

Tot plegat, aquesta breu descripció apunta que el Parc Nacional Marítim Terrestre de l'Arxipèlag de Cabrera i el seu entorn podrien ser una àrea d'especial interès per als cetacis, especialment el dofí mular, el cap d'olla gris i el catxalot (veure l'article dedicat a l'espècie en aquesta Monografia). Malauradament, confirmar aquesta importància exigeix un monitoratge regular i periòdic que permeti definir i descriure amb exactitud les relacions entre aquestes espècies emblemàtiques i protegides i el PNMTAC, i els impactes negatius presents, per tal de dissenyar un pla de gestió eficaç que n'asseguri la pervivència. Una assignatura pendent.

## AGRAÏMENTS

Per a la redacció d'aquest article s'han extret dades d'un gran nombre de treballs, projectes, fonts... agrair de forma individual a tots els que, d'un forma o altra, han ajudat a desenvolupar-los, és una tasca impossible sense l'ajut informàtic d'una base de dades que no existeix. Serveixi aquest agraïment col·lectiu per totes i cadascuna de les persones i institucions que han permès quasi dues dècades d'estudis de cetacis a les Balears.



# REFERÈNCIES

- Aguilar, A., 1989. A record of two humpback whales, *Megaptera novaeangliae*, in the western Mediterranean Sea. *Marine Mammal Science*, 5(3), 306-309.
- Alomar, C., Deudero, S., Tor, A. i Brotons, J., 2013. New isotopic data for bottlenose dolphins in the Balearic Islands. In Pons, G.X., Ginard, A. i Vicens, D. (ed.) *Proceedings of the VI Jornades de Medi Ambient de les Illes Balears, Palma, 2013*. Societat Història Natural de les Illes Balears, pp. 249-250.
- Azzellino, A., Gaspari, S., Airoldi S. i Nani, B., 2008. Habitat use and preferences of cetaceans along the continental slope and the adjacent pelagic waters in the western Ligurian Sea. *Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers*, 55(3), 296-323.
- Barros, N.B. i Odell, D.K., 1990. Food habits of bottlenose dolphins in the Southeastern United States. In Reeves, L. (ed) *The Bottlenose Dolphin*. San Diego, CA, USA: Academic Press, pp 309-328.
- Bearzi, G., Agazzi, S., Bonizzoni, S., Costa, M. i Azzellino, A., 2008. Dolphins in a bottle: abundance, residency patterns and conservation of bottlenose dolphins *Tursiops truncatus* in the semi-closed eutrophic Amvrakikos Gulf, Greece. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 18(2), 130-146.
- Bearzi, G. i Fortuna, C., 2006. Common bottlenose dolphin *Tursiops truncatus* (Mediterranean subpopulation). In Sciara R.R.R.G.N.d. (ed) *The Status and Distribution of Cetaceans in the Black Sea and Mediterranean Sea*. Málaga, Spain: IUCN Centre for Mediterranean Cooperation, pp 64-73.
- Bearzi, G., Holcer, D. i Notarbartolo di Sciara, G., 2004. The role of historical dolphin takes and habitat degradation in shaping the present status of northern Adriatic cetaceans. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 14(4), 363-379.
- Bearzi, G., Notarbartolo-di-Sciara, G. i Politi, E., 1997. Social ecology of bottlenose dolphins in the Kvarnerić (northern Adriatic Sea). *Marine Mammal Science*, 13(4), 650-668.
- Bearzi, G., Politi, E., Agazzi, S., Bruno, S., Costa, M. i Bonizzoni, S., 2005. Occurrence and present status of coastal dolphins (*Delphinus delphis* and *Tursiops truncatus*) in the eastern Ionian Sea. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 15(3), 243-257.
- Bearzi, G., Politi, E. i Sciara, G.N., 1999. Diurnal behavior of free-ranging bottlenose dolphins in the Kvarneri (Northern Adriatic Sea). *Marine Mammal Science*, 15(4), 1065-1097.
- Blanco, C., Salomón, O. i Raga, J., 2001. Diet of the bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) in the western Mediterranean Sea. *Journal of the Marine Biological Association of the UK*, 81(06), 1053-1058.
- Blanco, J.C. i González, J.L., 1992. *Libro Rojo de los Vertebrados de España.*, Madrid: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
- Borrell, A., Aguilar, A., Forcada, J., Fernández, M., Aznar, F. i Raga J., 2000. Varamiento de cetáceos en las costas españolas del Mediterráneo durante el período 1989-1992. *Miscel·lània Zoològica*, 23(1), 53-69.
- Borrell, A., Aguilar, A., Tornero, V., Sequeira, M., Fernandez, G. i Alis, S., 2006. Organochlorine compounds and stable isotopes indicate bottlenose dolphin subpopulation structure around the Iberian Peninsula. *Environment International*, 32(4), 516-523.
- Bosca, A., 1916. Fauna del reino de Valencia. Ed. A. Mareín. Valencia.
- Bräger, S., Würsig, B., Acevedo, A. i Henningsen, T., 1994. Association patterns of bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in Galveston Bay, Texas. *Journal of Mammalogy*, 75(2), 431-437.
- Brotons, J., 2015. Catxalots a Balears: una cultura amenaçada. *Monografia de la SHNB*, 20(Llibre verd de protecció d'Espècies a les Balears), 326.
- Brotons, J. i Islas-Villanueva, V., 2013. Genetic characterisation of bottlenose dolphins (*T. truncatus*) in the Balearic Islands. *Proceedings of the 27nd Annual Conference of the European Cetacean Society, Setubal, Portugal, 2013*.
- Brotons, J., Martin, A., Jiménez, J., Chastaing, Y. i Castellote, M., 2010. Marine protected areas and *Tursiops truncatus* in the Balearic Islands: conservation involvement. *Proceedings of the 24nd Annual Conference of the European Cetacean Society, Stralsund, Germany, 2010*.
- Brotons, J., Munilla, Z. i Grau, A.M., 2008a. Interaccions dofins mulars/pesqueres artesanals a Balears: diferències "dofins-culturals". In Pons G.X. (ed.) *Proceedings of the V Jornades de Medi Ambient de les Illes Balears, Palma*.
- Brotons J., Munilla, Z. i Grau, A.M., 2008b Local fisheries interactions with bottlenose dolphins in the Balearic Islands: a case of dolphin "cultural" differences? In Evans P.G.H. (ed.) *Proceedings of the 22nd Annual Conference European Cetacean Society, Egnond aan Zee, Holland*.
- Brotons J., Yuste, L. i Grau A.M., 2009. Analysis using GIS of home range, habitat use and relationships with fisheries by bottlenose dolphins in Port d'Andratx. In Evans P.G.H. (ed.) *Proceedings of the 23rd Annual Conference of the European Cetacean Society, Istanbul, Turkey*.
- Brotons, J.M., 2016. *Ecología del delfín mular, tursiops truncatus, en las Islas Baleares*. Universitat de les Illes Balears.
- Brotons, J.M. i Grau, A.M. 2005. Bottlenose dolphin and artisanal fisheries interactions in the Balearic Islands: A final Report. In Evans P.G.H. (ed.) *Proceedings of the Annual Conference of the European Cetacean Society, La Rochelle*.
- Brotons, J.M., Grau, A.M. i Rendell, L., 2008c. Estimating the impact of interactions between bottlenose dolphins and artisanal fisheries around the Balearic Islands. *Marine Mammal Science*, 24(1), 112-127.
- Brotons, J.M., Munilla, Z., Grau, A.M. i Rendell, L.E., 2008d. Do pingers reduce interactions between bottlenose dolphins and nets around the Balearic Islands? *Endangered Species Research*.
- Brotons J.M., Yuste, L. i Grau, A.M., 2011. Bottlenose dolphins movements in relations with anthropic activities in Majorca (Balearic Islands). In Verborgh G. (ed.) *Proceedings of the 25nd Annual Conference of the European Cetacean*

- Society, Cádiz, Spain.* pp. 266.
- Brotons, J., Islas-Villanueva, V., Alomar, C., Tor, A., Fernandez, R., Deudero, S. 2019. Genetics and stable isotopes reveal non-obvious population structure of bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) around the Balearic Islands. *Hydrobiologia*, 842, 233-247
- Cabrera, A., 1914. Fauna Ibérica. Mamíferos. Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid. 441 pp. Spanish.
- Cañadas, A. i Hammond, P., 2006. Model-based abundance estimates for bottlenose dolphins off southern Spain: implications for conservation and management. *Journal of Cetacean Research and Management*, 8(1), 13.
- Cañadas, A., Sagarminaga, R. i García-Tiscar, S., 2002. Cetacean distribution related with depth and slope in the Mediterranean waters off southern Spain. *Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers*, 49(11), 2053-2073.
- Casinos, A., 1981. Notes on cetaceans of the Iberian coasts. A record of *Orcinus orca* (Linnaeus, 1758) from the Island of Minorca. *Säugetierkund. Mitt*, 29(2), 80-81.
- Casinos, A. i Vericad, J.-R., 1976. The cetaceans of the Spanish coasts: a survey. *Mammalia*, 40(2), 267-290.
- Castellote, M., Brotons, J.M., Chicote, C., Gazo, M. i Cerdà, M., 2015. Long-term acoustic monitoring of bottlenose dolphins, *Tursiops truncatus*, in marine protected areas in the Spanish Mediterranean Sea. *Ocean & Coastal Management*, 113, 54-66.
- Cockcroft, V. i Ross, G., 1990. Food and feeding of the Indian Ocean bottlenose dolphin off southern Natal, South Africa. *The Bottlenose Dolphin, Academic Press Inc, San Diego, California, USA*.
- Connor, R.C., Smolker, R. i Bejder, L., 2006. Synchrony, social behaviour and alliance affiliation in Indian Ocean bottlenose dolphins, *Tursiops aduncus*. *Animal Behaviour*, 72(6), 1371-1378.
- Connor, R.C., Wells, R.S., Mann, J. i Read, A.J., 2000. The bottlenose dolphin: social relationships in a fission-fusion society. In J. Mann R.C.C., P. L. Tyack i H. Whitehead (ed) *Cetacean societies: Field studies of dolphins and whales.*, Chicago, USA.: Chicago University.
- Consiglio, C., Arcangeli, A., Cristo, B., Marini, L. i Torchio, A., 1992. Interactions between *Tursiops truncatus* and fisheries along north-eastern coasts of Sardinia, Italy. *European Research on Cetaceans*, 6, 35-36.
- Culik, B.M., Koschinski, S., Tregenza, N. i Ellis, G.M., 2001. Reactions of harbor porpoises *Phocoena phocoena* and herring *Clupea harengus* to acoustic alarms. *Marine Ecology Progress Series*, 211, 255-260.
- De Stephanis, R., Cornulier, T., Verborgh, P., Sierra, J.S., Gimeno, N.P. i Guinet, C., 2008. Summer spatial distribution of cetaceans in the Strait of Gibraltar in relation to the oceanographic context. *Marine Ecology Progress Series*, 353, 275-288.
- Di Natale, A., 1992. Impact of fisheries on cetaceans in the Mediterranean Sea. *European Research on Cetaceans*, 6, 18.
- Di Natale, A. i Mangano, A., 1983. Killer whale, *Orcinus orca* (Linnaeus) and false-killer whale, *Pseudorca crassidens* Owen, in the Italian seas. *CIESM, Rapp. Comm. Int. Mer Médit*, 28(5), 181-182.
- Díaz López, B., 2006. Interactions between Mediterranean bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) and gillnets off Sardinia, Italy. *ICES Journal of Marine Science: Journal du Conseil*, 63(5), 946-951.
- Duguy, R., 1989. Les mammifères marins de la Méditerranée occidentale. *Bulletin de la Société zoologique de France*, 114(3), 89-96.
- Duguy, R., Vila, À.A., Casinos, A., Grau, E. i Raga, J., 1988. Étude comparative des échouages de cétacés sur les côtes méditerranéennes de France et d'Espagne. *Miscel. l'Ania Zoológica*, 12, 339-345.
- Esteban, R., Verborgh, P., Gauffier, P., Giménez, J., Guinet, C. i De Stephanis, R., 2016. Dynamics of killer whale, bluefin tuna and human fisheries in the Strait of Gibraltar. *Biological Conservation*, 194, 31-38.
- FAO, 2005. Review of the state of world marine fishery resources. *FAO Fisheries Technical Paper*, 457.
- Fernández-Contreras, M., Brotons, J., Beltran, C. i Aguilar, A., 2002. Interactions between cetaceans and fishing activities in the Balearic Islands. *Proceedings of the Abstract book of the 16 th Annual Conference of the European Cetacean Society, Liege, Belgium.* pp. 39-40.
- Forcada, J., Gazo, M., Aguilar, A., Gonzalvo, J. i Fernández-Contreras, M., 2004. Bottlenose dolphin abundance in the NW Mediterranean: addressing heterogeneity in distribution. *Marine Ecology Progress Series*, 275, 275-287.
- Gannier, A., 2005. Summer distribution and relative abundance of delphinids in the Mediterranean Sea. *Rev. Ecol.(Terre Vie)*, 60(3), 223-238.
- García Tiscar, S., 2010. *Interacciones entre delfines mulares (Tursiops truncatus) orcas (Orcinus orca) y pesquerías en el mar de Alborán y estrecho de Gibraltar.* Universidad Autónoma de Madrid, Enero.
- Gaspari, S., Airoidi, S. i Hoelzel, A.R., 2007a. Risso's dolphins (*Grampus griseus*) in UK waters are differentiated from a population in the Mediterranean Sea and genetically less diverse. *Conservation Genetics*, 8(3), 727-732.
- Gaspari, S., Azzellino, A., Airoidi, S. i Hoelzel, A., 2007b. Social kin associations and genetic structuring of striped dolphin populations (*Stenella coeruleoalba*) in the Mediterranean Sea. *Molecular Ecology*, 16(14), 2922-2933.
- Gazo, M., Brotons, J. i Aguilar, A., 2002. Testing low-intensity transponders to mitigate bottlenose dolphin depredation on trammel nets. European Cetacean Society. *Proceedings of the 16 th Annual Conference—Liege, Belgium. Abstract.*
- Gazo, M., Fernández-Contreras, M., Brotons, J.M. i Aguilar, A., 2001. Interactions between bottlenose dolphins and artisanal fisheries in the Balearic Islands: may acoustic devices be a solution to the problem. *Proceedings of the 15th annual conference of the European Cetacean Society, Rome, Italy.* pp. 6-10.
- Gihl, M. i Pilleri, G., 1969. On the anatomy and biometry of *Stenella styx* Gray and *Delphinus delphis* L. *Cetacea, Delphinidae*, 15-65.
- Gnone, G., Nuti, S., Bellingeri, M., Pannoncini, R. i Beddocchi, D., 2006. Spatial behaviour of *Tursiops truncatus* along the Ligurian sea coast: preliminary results. *Biologia Marina Mediterranea*, 13(2), 272-273.
- Gómez de Segura, A., Crespo, E., Pedraza, S., Hammond, P. i Raga, J., 2006. Abundance of small cetaceans in waters of

- the central Spanish Mediterranean. *Marine Biology*, 150(1), 149-160.
- Gómez de Segura, A., Tomás, J. i Raga, J., 2004. Sector Centro (Comunidad Valenciana y Región de Murcia). In Pantoja J.A. (ed) *Proyecto Mediterráneo: Zonas de especial interés para la conservación de los cetáceos en el Mediterráneo español.*, Madrid, Spain: Organismo autónomo Parques Nacionales, Ministerio de Medio Ambiente. no. Naturaleza y Parques Nacionales, Serie técnica.
- Gonzalvo, J., Forcada, J., Grau, E. i Aguilar, A., 2014. Strong site-fidelity increases vulnerability of common bottlenose dolphins *Tursiops truncatus* in a mass tourism destination in the western Mediterranean Sea. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 94(06), 1227-1235.
- Gonzalvo, J., Valls, M., Cardona, L. i Aguilar, A., 2008. Factors determining the interaction between common bottlenose dolphins and bottom trawlers off the Balearic Archipelago (western Mediterranean Sea). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 367(1), 47-52.
- Gunnlaugsson, T. i Sigurjonsson, J., 1990. A note on the problem of false positives in the use of natural marking data for abundance estimation. *Report of the International Whaling Commission Special*, (12), 143-145.
- Irvine, A.B., Scott, M.D., Wells, R.S. i Kauffman, H., 1981. Movements and activities of the Atlantic bottlenose dolphin, *Tursiops truncatus*, near Sarasota, Florida. *Fishery Bulletin*, 79(4).
- Lauriano, G., Fortuna, C., Moltedo, G. i Notarbartolo di Sciarra, G., 2004. Interactions between common bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) and the artisanal fishery in Asinara Island National Park (Sardinia): assessment of catch damage and economic loss. *Journal of Cetacean Research and Management*, 6(2), 165-173.
- Leatherwood, S. i Reeves, R.R., 1990. *The bottlenose dolphin*, San Diego: Elsevier.
- Markowitz, T.M., Harlin, A.D. i Wursig, B., 2003. Digital photography improves efficiency of individual dolphin identification. *Marine Mammal Science*, 19(1), 217-223.
- Mazzoil, M., McCulloch, S.D., Defran, R. i Murdoch, M.E., 2004. Use of digital photography and analysis of dorsal fins for photo-identification of bottlenose dolphins. *Aquatic Mammals*, 30(2), 209-219.
- Mioković, D., Kovačić, D. i Pribanić, S., 1999. Stomach content analysis of one bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*, Montagu 1821) from the Adriatic Sea. *Natura Croatica*, 8(1), 61-65.
- Mussi, B. i Miragliuolo, A., 2003. I cetacei della costa nord occidentale dell'isola d'Ischia (Canyon di Cuma). *Ambiente marino e costiero e territorio delle isole Flegree (Ischia, Procida e Vivara-Golfo di Napoli). Risultati di uno studio multidisciplinare.* Editori MC Gambi, M. De Lauro e F. Jannuzzi. *Memorie*, 213-232.
- Natale, D., 1990. Impact of fisheries on cetaceans in the Mediterranean Sea. In Peter G. H. Evans C.S. (ed.) *European Cetacean Society*. vol. 1, Palma: A. Aguilar, pp 140.
- Natoli, A., Birkun, A., Aguilar, A., Lopez, A. i Hoelzel, A.R., 2005. Habitat structure and the dispersal of male and female bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*). *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 272(1569), 1217-1226.
- Natoli, A., Cañadas, A., Vaquero, C., Politi, E., Fernandez-Navarro, P. i Hoelzel, A.R., 2008. Conservation genetics of the short-beaked common dolphin (*Delphinus delphis*) in the Mediterranean Sea and in the eastern North Atlantic Ocean. *Conservation Genetics*, 9(6), 1479-1487.
- Nicolas, J., Potter, D.C., Potter, C.W. i Rosel, P.E., 2001. Results of a field collection of biopsy samples from coastal bottlenose dolphins in the Mid-Atlantic. *National Marine Fisheries Service*, 8.
- Notarbartolo di Sciarra, G. i Bearzi, G., 2005. Research on cetaceans in Italy. *Marine Mammals of the Mediterranean Sea: Natural History, Biology, Anatomy, Pathology, Parasitology*, Massimo Valdina Editore, Milano.
- Notarbartolo Di Sciarra, G., Venturino, M.C., Zanardelli M., Bearzi G., Borsani F.J. i Cavalloni B., 1993. Cetaceans in the central Mediterranean Sea: distribution and sighting frequencies. *Italian Journal of Zoology*, 60(1), 131-138.
- Otero, M.d.M. i Conigliaro, M., 2012. *Marine mammals and sea turtles of the Mediterranean and Black Seas*: IUCN.
- Pirotta, E., Matthiopoulos, J., MacKenzie, M., Scott-Hayward, L. i Rendell, L., 2011. Modelling sperm whale habitat preference: a novel approach combining transect and follow data. *Marine Ecology Progress Series*, 436, 257-272.
- Reeves, R. i Notarbartolo di Sciarra, G., 2006. The status and distribution of cetaceans in the Black Sea and Mediterranean Sea. *IUCN Centre for Mediterranean Cooperation, Malaga, Spain*. vol. 1, pp 137.
- Reeves, R.R., Read, A.J. i di Sciarra G.N., 2001. Report of the Workshop on Interactions between Dolphins and Fisheries in the Mediterranean, Evaluation of Mitigation Alternatives: Roma, 4-5 May 2001. ICRAM.
- Rendell, L., Simião, S., Brotons, J., Airoidi, S., Fasano, D. i Gannier, A., 2014. Abundance and movements of sperm whales in the western Mediterranean basin. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 24(S1), 31-40.
- Reynolds, J.E., Wells, R.S. i Eide, S.D., 2000. *The bottlenose dolphin: biology and conservation*: University Press of Florida Gainesville.
- Richard, J., 1936. *Documents sur les cétacés et pinnipèdes provenant des campagnes du prince Albert Ier de Monaco*: Imprimerie de Monaco.
- Sackl, P., Saveljić, D., Smole, J. i Štumberger, B., 2007. Inland observations of common bottlenose dolphins *Tursiops truncatus* (Montagu, 1821) in the Delta of the Bojana/Buna river, Albania and Montenegro.
- Shane, S.H., Wells, R.S. i Würsig, B., 1986. Ecology, behavior and social organization of the bottlenose dolphin: a review. *Marine Mammal Science*, 2(1), 34-63.
- Silvani, L., Raich, J. i Aguilar, A., 1992. Bottle-nosed dolphins, *Tursiops truncatus*, interacting with fisheries in the Balearic Islands, Spain. *European Research on Cetaceans*, 6, 32-34.
- Stevick, P.T., Palsbøll, P.J., Smith, T.D., Bravington, M.V. i Hammond, P.S., 2001. Errors in identification using natural markings: rates, sources, and effects on capture recapture estimates of abundance. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 58(9), 1861-1870.
- Tregenza, N., Northridge, S., Rogan, E. i Hammond, P., 2001. Monitoring echo-location activity of porpoises around

- set gill nets. *European Research on Cetaceans*, 15, 359.
- UNEP, 1998. Interaction of fishing activities with cetacean populations in the Mediterranean Sea.
- Vallon, D., Guigo, C. i Duguy, R., 1977. Le globicéphale noir, *Globicephala melaena* (Traill, 1809) en Méditerranée occidentale. *Rapport de la Commission Internationale sur la Mer Méditerranée*, 24(5), 25-26.
- Wells, R.S., Irvine, A.B. i Scott, M.D., 1980. The social ecology of inshore odontocetes. *Cetacean behavior: Mechanisms and functions*, 263-317.
- Wells, R.S. i Scott, M.D., 1999. Bottlenose dolphin *Tursiops truncatus* (Montagu, 1821). In Harrison S.H.R.R. (ed) *Handbook of Marine Mammals, Vol. VI, The second Book of Dolphins and Porpoises*. San Diego, USA: Academic Press, pp 137-182.
- Wells, R.S., Scott, M.D. i Irvine, A.B., 1987. The social structure of free-ranging bottlenose dolphins. *Current mammalogy*. Springer, pp 247-305.
- Wilson, B., Hammond, P.S. i Thompson, P.M., 1999. Estimating size and assessing trends in a coastal bottlenose dolphin population. *Ecological applications*, 9(1), 288-300.
- Wilson, D.R.B., 1995. *The ecology of bottlenose dolphins in the Moray Firth, Scotland: a population at the northern extreme of the species' range*. University of Aberdeen.
- Würsig, B. i Jefferson, T.A., 1990. Methods of photo-identification for small cetaceans. *Reports of the International Whaling Commission. Special*, (12), 42-43.
- Würsig, B. i Würsig, M., 1977. The photographic determination of group size, composition, and stability of coastal porpoises (*Tursiops truncatus*). *Science*, 198(4318), 755-756.