



UNIVERSIDADE DA CORUÑA
Facultad de Ciencias

Memoria de Trabajo de Fin de Grado

Curso 2018-2022. Convocatoria de Junio

Ritmos diarios de actividad del delfín mular (*Tursiops truncatus*) en la costa de Dexo

Ritmos diarios de actividade do arroz (Tursiops truncatus) na costa de Dexo

Circadian rhythms and activity patterns of bottlenose dolphins (Tursiops truncatus) along the coast of Dexo (A Coruña, Galicia, NW Spain)

Autora: Sabela Galán Santos

Director: Dr. Alejandro Martínez Abraín



Fotografía de María Becerra Rodríguez

Resumen

Los patrones de actividad diarios presentes en el reino animal son empleados para optimizar las estrategias vitales en los diferentes organismos. En los mamíferos, estos ciclos de actividad regulan numerosos procesos fisiológicos y comportamentales. El delfín mular presenta patrones de actividad flexibles según la zona y se sugiere que su principal origen es la desigual distribución de sus presas. De forma general se han observado dos picos de actividad en esta especie: uno por la mañana temprano y otro por la tarde. Además, se sugiere que otras variables como la estacionalidad, mareas o influencia humana pueden modificar el comportamiento de los individuos. No obstante, no se han encontrado estudios acerca de los patrones de actividad de los delfines mulares del Golfo Ártabro. En este estudio encontramos un pico de actividad a las 16h-18h, y el comportamiento más frecuente fue el desplazamiento, seguido del forrajeo y de la socialización. En nuestro estudio se encontró el pico de actividad por la tarde pero no el de la mañana, y la predominancia del desplazamiento entre áreas puede sugerir que la costa de Dexo sea una zona de paso entre las rías con episodios oportunistas de forrajeo. Con ello sugerimos que la alimentación principal de estos delfines se realiza en las Rías de A Coruña y Betanzos, mientras emplean la costa de Dexo como zona de conexión entre ambas, y podrían emplear las bateas de cultivo de mejillón de Lorbé como zona de refugio y descanso nocturno y eventualmente también como zona de forrajeo. El presente trabajo es un estudio preliminar de las pautas de comportamiento de los delfines mulares, pero serán necesarios futuros estudios ampliando el periodo del muestreo y contemplando el efecto de los patrones de distribución de sus presas y el papel de factores ambientales como la presencia de embarcaciones.

Palabras clave: delfín mular, Galicia, ambiente costero, ritmos diarios de actividad, patrones estacionales, factores medioambientales, presencia de barcos.

*Ritmos diarios de actividade do arroz (*Tursiops truncatus*) na costa de Dexo*

Resumo

Os patróns de actividade diarios presentes no reino animal son empregados para optimizar as estratexias vitais nos diferentes organismos. Nos mamíferos, estes ciclos de actividade regulan numerosos procesos fisiolóxicos e comportamentais. O arroz presenta patróns de actividade flexibles segundo a zona e suxírese que a súa principal orixe é a desigual distribución das súas presas. De forma xeral observáronse dous picos de actividade nesta especie: un pola mañá temperán e outro pola tarde. Ademais, suxírese que outras variables como a estacionalidade, mareas ou influencia humana poden modificar o comportamento dos individuos. Porén, non se atoparon estudos acerca dos patróns de actividade dos arroaces do Golfo Ártabro. Neste estudo atopamos un pico de actividade ás 16h-18h, e o comportamento máis frecuente foi o desprazamento, seguido do forraxeo e da socialización. No noso estudo atopouse o pico de actividade pola tarde pero non o da mañá, e a predominancia do desprazamento entre áreas pode suxerir que a costa de Dexo sexa unha zona de paso entre as rías con episodios oportunistas de forrajeo. Con isto suxerimos que a alimentación principal destes golfiños realízase nas Rías da Coruña e Betanzos, mentres empregan a costa de Dexo como zona de conexión entre ambas, e poderían empregar as bateas de cultivo de mexillón de Lorbé como zona de refuxio e descanso nocturno e eventualmente tamén como zona de forraxeo. O presente traballo é un estudo preliminar das pautas de comportamento dos arroaces, pero serán necesarios futuros estudos ampliando o período da mostraxe e

contemplando o efecto dos patróns de distribución das súas presas e o papel de factores ambientais como a presenza de embarcacións.

Palabras clave: arroaz, Galicia, ambiente costeiro, ritmos diarios de actividade, patróns estacionais, factores ambientais, presenza de barcos.

*Circadian rhythms and activity patterns of bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) along the coast of Dexo (A Coruña, Galicia, NW Spain)*

Abstract

The daily activity patterns present in the animal kingdom are used to optimise life strategies in different organisms. In mammals, these activity cycles regulate numerous physiological and behavioural processes. The bottlenose dolphin shows flexible activity patterns depending on the area and it is suggested that their main origin is the uneven distribution of their prey. In general, two peaks of activity have been observed in this species: one in the early morning and one in the afternoon. In addition, it has been suggested that other variables such as seasonality, tides or human influence may modify the behaviour of individuals. However, no studies have been found on the activity patterns of bottlenose dolphins in the Golfo Ártabro. In this study we found a peak of activity at 16h-18h, and the most frequent behaviour was displacement, followed by foraging and socialisation. In our study we found a peak of activity in the afternoon but not in the morning, and the predominance of movement between areas may suggest that the coast of Dexo is an area of passage between the rias with opportunistic foraging episodes. Thus, we suggest that the main foraging activity of these dolphins takes place in the Rias of A Coruña and Betanzos, while they use the coast of Dexo as a connection area between both, and they could use the Lorbé rafts for mussel growth as a refuge and nocturnal resting area and eventually as foraging area too. The present work is an preliminary study of behavioural patterns of bottlenose dolphins, but future studies will be necessary, extending the sampling period and considering the effect of distribution patterns of their prey and the role of environmental factors such as the presence of boats.

Key words: common bottlenose dolphin, Galicia, coastal environment, circadian rhythms, seasonal patterns, environmental factors, boat presence.

Índice

1. Introducción	1
2. Materiales y métodos	5
2.1 Descripción de la zona de estudio.....	5
2.2 Metodología del estudio	6
3. Resultados	7
3.1 Ritmos de actividad diurnos	8
3.2 Diferencias en los ritmos de actividad en relación a la estación.....	8
3.3 Diferencias en los ritmos de actividad en relación a la dirección de movimiento ...	9
3.4 Tamaño de los grupos observados	9
3.5 Comportamiento de los delfines observados.....	10
3.6 Efecto de los parámetros externos a los patrones de actividad	10
4. Discusión	11
4.1 Ritmos de actividad diurnos	11
4.2 Diferencias en los ritmos de actividad en relación a la estación.....	13
4.3 Diferencias en los ritmos de actividad en relación a la dirección de movimiento .	13
4.4 Tamaño de los grupos observados	14
4.5 Comportamiento de los delfines observados.....	14
4.6 Efecto de los parámetros externos a los patrones de actividad	16
4.7 Limitaciones del estudio y líneas futuras de investigación	18
5. Conclusiones	18
6. Referencias	20
Anexos	26
<i>Anexo I: Puntos de observación durante el muestreo</i>	26
<i>Anexo II: Variables categóricas registradas</i>	27
<i>Anexo III: Entrevistas realizadas a vecinos y pescadores</i>	28
<i>Anexo IV: Cuadro resumen de las horas de observación y de avistamientos</i>	29
<i>Anexo V: Resultados de los Test χ^2</i>	30
<i>Anexo VI: Efecto de los parámetros externos</i>	31

Introducción

Los patrones de actividad diarios están ampliamente presentes en el reino animal, tanto en vertebrados como en invertebrados, y tanto en el medio terrestre como en el acuático (Baumann-Pickering et al., 2015). Los seres vivos han desarrollado la capacidad de predecir los ciclos que ocurren a lo largo de las 24h de un día, para así limitar su actividad a un periodo concreto del mismo (Froy, 2007), de tal forma que están activos sólo en cierta parte del día, siendo las estrategias más comunes la diurnidad y la nocturnidad (Anderson y Wiens, 2017). Estos patrones temporales en el comportamiento de los individuos están regulados generalmente por los ciclos circadianos (Yerushalmi y Green, 2009), definidos de forma general como aquellos ritmos que se mantengan relativamente constante en un periodo de 24h (Menaker et al., 1997), regulados por los cambios de luminosidad entre el amanecer y el atardecer (Ashby, 1972). Los ciclos circadianos se consideran un mecanismo de adaptación esencial a un medio ambiente cambiante (Yerushalmi y Green, 2009), permitiendo a los animales optimizar sus estrategias vitales para las condiciones ambientales del hábitat en el que habitan (Häfker y Tessmar-Raible, 2020) y cuya organización es enormemente diversa entre los diferentes vertebrados (Menaker et al., 1997) debido a la gran variabilidad en los hábitats existentes en todo el mundo y sus diferentes condiciones ambientales. Los patrones de actividad basados en el ciclo día-noche pueden estar altamente conservados en determinados grupos animales, pero también pueden ser extremadamente flexibles en otros, presumiblemente debido a la especialización de cada especie en su hábitat y en su entorno físico y social (Anderson y Wiens, 2017) siendo la duración del periodo de luz uno de los muchos factores que afecta a la distribución temporal de la actividad de los diferentes organismos (Ashby, 1972).

En los mamíferos, estos ciclos de actividad circadianos regulan la mayor parte de procesos fisiológicos y comportamentales, como adaptación al nicho espacial y temporal que ocupan (Froy, 2007), siendo el resultado de un balance día/noche entre la eficiencia a la hora de obtener el alimento y el riesgo de depredación (van der Vinne et al., 2014). Los patrones de actividad diarios de los mamíferos pueden ser adaptados para ajustarse a los sistemas depredador-presa, de tal forma que las presas ajustan su comportamiento a la presencia de depredadores y los depredadores ajustan su actividad para incrementar su eficiencia a la hora de cazar (Eriksen et al., 2011). Sin embargo, estos ajustes en los patrones comportamentales no siempre se deben a los sistemas depredador-presa, sino que pueden deberse a las condiciones ambientales, la época reproductiva o la presencia humana (Eriksen et al., 2011). Muchos pequeños mamíferos presentan ritmos de actividad nocturnos, al igual que muchos depredadores (Monterroso et al., 2013), pero los picos de actividad pueden variar en función de la especie y la estación, así como de su dieta, el comportamiento de sus presas y de la competencia (Vilella et al., 2020). Las especies más generalistas en cuanto a su alimentación pueden presentar un nicho temporal mucho más amplio que aquellas especializadas en una o pocas presas. Hay depredadores que ajustan su actividad de forrajeo a los periodos de mayor inactividad de sus principales presas, por ejemplo, las nutrias, depredadores de comportamiento diurno que aprovechan los periodos de inactividad de peces nocturnos para depredar sobre ellos (Llinares et al., 2019). En otros casos, los depredadores pueden ajustar su actividad diaria para que se solape con los periodos de actividad de sus presas, como en el caso de grandes félidos como jaguares y pumas (Foster et al., 2013).

Los patrones de actividad más estudiados son los que dependen de la luz solar, ya que son los que predominan en la conformación del comportamiento de la mayoría de individuos terrestres; sin embargo, en el medio marino existen otros ciclos que pueden modificar los patrones de actividad de los animales, como los ciclos lunares y los ciclos mareales (Tessmar-Raible et al., 2018; Häfker y Tessmar-Raible, 2020). El movimiento de

las mareas afecta de forma importante a la vida de los organismos que viven en el ambiente costero, por lo que la presencia de determinados patrones comportamentales dependientes del nivel de la marea puede ser crucial para evitar condiciones de estrés, así como para establecer las estrategias óptimas para alimentarse (Tessmar-Raible et al., 2018). Una gran cantidad de cetáceos presentan patrones de actividad diarios, habitualmente regulados por ciclos circadianos endógenos que dependen en gran medida de los periodos de luz-oscuridad y/o de los patrones de comportamiento de sus presas (Baumann-Pickering et al., 2015). Sin embargo, al igual que en otros grupos animales, dentro de los cetáceos existe una gran variabilidad en los patrones de actividad dependientes del ciclo día-noche, estacionalidad y el estado de la marea, ya que cada especie está adaptada a una dieta y a unas estrategias de forrajeo determinadas, que incluso varían dentro de poblaciones de la misma especie en función de la localización de las mismas, debido a las diferentes condiciones oceanográficas, topográficas, climáticas o bien a diferencias en las comunidades ictiológicas sobre las que pueden depredar. La selección de un hábitat, así como los patrones de uso temporales y espaciales, se rigen bajo procesos muy complejos y dinámicos dependientes de las necesidades alimenticias, reproductivas, competitivas y antidepredatorias de cada especie (Chen et al., 2022). Algunos odontocetos presentan un comportamiento de forrajeo diurno, como por ejemplo los delfines costeros (*Sotalia guianensis* van Bénédén, 1864), con picos de alimentación durante la mañana, que disminuye a medida que sucede el día y a la vez que aumenta el tiempo de desplazamiento (Daura-Jorge et al., 2005) o los delfines giradores (*Stenella longirostris* Gray, 1828), con picos de actividad también durante el amanecer, aunque no se descarta que presenten actividad nocturna (Silva y Da Silva, 2009).

Con todo, existen muchos otros cetáceos con patrones de actividad predominantemente nocturnos, por ejemplo, las marsopas comunes (*Phocoena phocoena* L., 1758) (Nuutila et al., 2017, 2018) y las marsopas lisas (*Neophocaena asiaeorientalis* Pilleri y Gahr, 1972) (Chen et al., 2022), el calderón gris (*Grampus griseus* Cuvier, 1812) (Soldevilla et al., 2010) o el cachalote (*Physeter macrocephalus* L., 1758) (Hodge et al., 2013). En algunos estudios se ha encontrado que los ritmos de actividad de estos cetáceos nocturnos consisten en el forrajeo por la noche, y en la socialización y el descanso durante el día, como en el caso de numerosos delfínidos: delfín cabeza de melón (*Peponocephala electra* Gray, 1846) (Baumann-Pickering et al., 2015), delfín común (*Delphinus delphis* L., 1758), delfín manchado (*Stenella frontalis* Cuvier, 1829) y delfín listado (*Stenella coeruleoalba* Meyen, 1833) (Cascão et al., 2020). El forrajeo nocturno se asocia habitualmente con las comunidades mesopelágicas de peces siguiendo la migración vertical del plancton, de forma que durante el día se refugian de los depredadores en aguas más profundas y ascienden a la superficie hacia la noche para alimentarse (Baumann-Pickering, 2009; Cascão et al., 2020). Por otro lado, también existen patrones de comportamiento en estos cetáceos asociados a la estacionalidad en lugar de al ciclo día-noche, y se relacionan habitualmente con los cambios en la abundancia, distribución y patrones de comportamiento de sus principales presas (Nuutila et al., 2017, 2018) provocados por los cambios en la temperatura del agua u otras condiciones ambientales (Daura-Jorge et al., 2005). Debido a las diferencias en la dieta, estrategias de forrajeo, patrones en el uso de hábitat, condiciones ambientales, etc., para cada población, los picos de actividad estacionales difieren en función de la especie que se estudie. Por ejemplo, en verano-otoño se han registrado picos de actividad en las marsopas comunes (Nuutila et al., 2018), en verano y épocas secas se han documentado una mayor actividad en delfines costeros (Daura-Jorge et al., 2005) y delfines giradores (Silva y Da Silva, 2009) respectivamente, y en otoño están más activas las marsopas lisas (Chen et al., 2022) y los calderones grises (Soldevilla et al., 2010).

El delfín mular (*Tursiops truncatus* Montagu, 1821) es un odontoceto cosmopolita de tamaño medio encontrado en aguas cálidas y templadas de todo el mundo (Wells y Scott, 2018). Esta especie de delfín es de la que se tiene un mayor conocimiento en Galicia, frecuentemente observado en aguas poco profundas del litoral gallego (Martínez-Cedeira et al., 2003; Pierce et al., 2010). Según López et al. (2019), los delfines mulares en las costas gallegas habitan verse en grupos de entre 10 y 20 ejemplares, aunque también se destaca la posibilidad de ver grupos más grandes, de hasta 100 individuos. La actividad diaria de los delfines mulares varía a lo largo de todo su rango de distribución, lo que refleja la flexibilidad comportamental y la capacidad de rápida adaptación a las condiciones locales del género *Tursiops* (Steiner, 2012). Se ha sugerido en muchos estudios que estos patrones se deben a la distribución desigual de las presas a lo largo del día; sin embargo, en el caso de que haya presas accesibles durante todo el día, se sugiere que estos patrones se deben en su lugar a satisfacer las necesidades energéticas de los animales durante la mañana, para así poder realizar otras actividades en el resto del día (Steiner, 2012).

Los delfines mulares muestran actividad tanto por el día como por la noche, variando entre forrajeo, desplazamiento, socialización y periodos de descanso, estando la duración y frecuencia de cada actividad determinada por factores como la estacionalidad, la hora del día, el estado de la marea, el tipo de hábitat, la época reproductiva de los animales (Wells y Scott, 2018) y la distribución, abundancia y comportamiento de los peces sobre los que depredan (Shane et al., 1986; Silva et al., 2008). Los autores Hanson y Defran (1993) y Möller y Harcourt (1998) observaron que el comportamiento más frecuentemente realizado por estos animales era el de desplazamiento entre áreas, seguido de periodos de forrajeo y alimentación, y por último la socialización y el juego y los periodos de descanso. Los patrones temporales de uso del hábitat en estos delfines dependen de los microhábitats en los que esté fragmentado el hábitat que ocupan, ya que algunos tienen las condiciones adecuadas para otorgar protección mientras que otros son más adecuados para el forrajeo (Guevara-Aguirre y Gallo-Reynoso, 2016). Los delfines mulares exhiben cierta preferencia por las regiones costeras (Dinis, 2014), y dentro de ellas, por las regiones altamente productivas (Pierce et al., 2010), como estuarios, rías, fiordos, etc., debido a que son zonas de elevada concentración de presas (Hanson y Defran, 1993; Di Tullio et al., 2016), donde además los delfines emplean las condiciones especiales de visibilidad y salinidad resultado de la mezcla de aguas para facilitar la captura de las presas (Guevara-Aguirre y Gallo-Reynoso, 2016).

Muchos estudios coinciden en que los delfines mulares presentan un pico de actividad, habitualmente de forrajeo y alimentación, por la mañana temprano, durante o tras el amanecer y habitualmente hasta el mediodía, de forma que se produce una disminución progresiva de la actividad durante el resto del día, empleado para realizar periodos de socialización y descanso (Allen et al., 2001; Steiner, 2012; Guevara-Aguirre y Gallo-Reynoso, 2016). Los autores Guevara-Aguirre y Gallo-Reynoso (2016) observaron que los periodos de descanso y de socialización normalmente se dan tras los periodos de alimentación, y en el estudio de Steiner (2012) sobre un pariente cercano del delfín mular, el delfín del Indo-Pacífico (*Tursiops aduncus* Ehrenberg, 1833) se ve claro este patrón, de tal forma que se alimentan por la mañana pero descansan y viajan principalmente por la tarde, mientras que la socialización se produce durante todo el día. No obstante, muchos otros autores, además de este pico de actividad por la mañana, también han observado un segundo pico ligeramente menor por la tarde (Shane et al., 1986; Bräger, 1993; Hanson y Defran, 1993), unas veces asociado al atardecer (Waples, 1995; Elliott et al., 2011; Gauger et al., 2022) y otras veces asociado a un periodo más temprano, después del mediodía (Saayman et al., 1973; Nuutila et al., 2017). En contraposición, existen otros estudios que no encontraron una relación consistente entre la actividad de los delfines y la

hora del día (Irvine et al., 1981; Gregory y Rowden, 2001), afirmando que los individuos de esta especie se alimentan siempre que les es posible, ya sea por el día o por la noche, y el resto del tiempo lo reparten entre la socialización, el descanso y el desplazamiento (Shane et al., 1986; Wells et al., 2013). Finalmente, existe también la posibilidad de forrajeo nocturno en los delfines mulares (Hodge et al., 2013), aunque está menos documentado que los patrones de actividad diurnos ya descritos. Castellote et al. (2015) observaron que los delfines mulares del Mediterráneo muestran una clara preferencia por el forrajeo asociado a la pesca o a la acuicultura en horas nocturnas, pero con picos de actividad que difieren según la zona: pueden estar asociados a los movimientos de los arrastreros, o bien forrajean en las granjas de acuicultura con la preferencia por el periodo nocturno debido a una mayor disponibilidad de presas o debido a que son las horas de menor actividad humana.

Por otro lado, también se han registrado patrones de comportamiento a mayor escala, relacionados con la estación del año. Habitualmente se asocian las épocas cálidas, primavera y verano, con una mayor actividad de los delfines mulares (Nuutila et al., 2017; Gauger et al., 2022), y esto también se relaciona con cambios en los patrones de actividad. Los autores Bräger (1993) y Waples (1995) describen que los delfines mulares en verano siguen el patrón de dos picos de forrajeo, uno por la mañana y otro por la tarde, y, sin embargo, en otoño-invierno estos animales aumentan en gran medida los periodos de alimentación, reduciendo como consecuencia la socialización y el desplazamiento. Los patrones estacionales se atribuyen a dos hipótesis: 1) los cambios en la abundancia y distribución de las presas (Irvine et al., 1981; Bräger, 1993; Di Tullio et al., 2016) y/o 2) los cambios en los requerimientos energéticos debido al cambio de temperatura del agua (Bräger, 1993; Möller y Harcourt, 1998; Pérez-Jorge, 2016) y la evitación del estrés térmico para las crías (Elliott et al., 2011). Aunque no se descarta la segunda hipótesis, hay más estudios que apoyan la primera, debido a la ausencia de patrones estacionales en regiones con una elevada cantidad de presas todo el año, pese a los cambios de temperatura del agua (Hanson y Defran, 1993; Bearzi et al., 1997) o a la presencia de picos de forrajeo en verano, cuando las temperaturas del agua son presumiblemente más elevadas y no sería necesario aumentar el aporte energético (Chilvers et al., 2003). Finalmente, también existen patrones de actividad en los delfines mulares asociados a las mareas o a la influencia humana, en lugar a la época del año o la hora del día. Se sugiere que estos delfines aprovechan los periodos de mayor corriente mareal, entendidos como periodos de subida o bajada de las mareas, (Irvine et al., 1981; Hanson y Defran, 1993; Gregory y Rowden, 2001; Nuutila et al., 2017), bien debido a que es cuándo las mareas ofrecen una menor resistencia al desplazamiento (Gregory y Rowden, 2001) o bien provocado por el movimiento de sus presas y las estrategias de forrajeo empleadas por sus depredadores (Irvine et al., 1981; Gregory y Rowden, 2001). Se han observado picos de actividad en esta especie asociados a la pleamar (Gregory y Rowden, 2001; Gauger et al., 2022), explicados mediante el seguimiento de los peces que cambian de localización, por ejemplo en las zonas estuarinas (Gauger et al., 2022), pero también con la bajamar (Nuutila et al., 2017), debido a la fácil captura de presas que quedan atrapadas (Gauger et al., 2022). Por último, también puede verse modificado el comportamiento de los delfines debido a la influencia del ser humano, como el efecto negativo que pueden provocar las embarcaciones turísticas, debido a los costes energéticos de evitar a los barcos (Pérez-Jorge, 2016; Kassamali-Fox et al., 2020), una reducción en su alimentación (Pirrotta et al., 2015) o cambios en la emisión de señales acústicas (Baumann-Pickering et al., 2015). No obstante, también se han constatado interacciones positivas entre los delfines mulares y las embarcaciones pesqueras o las granjas de acuicultura, ya que pueden ajustar su comportamiento al forrajeo alrededor de los barcos o de las bateas al

suponer una fuente de alimentación predecible y abundante (López et al., 2004; La Manna et al., 2010; Methion y Díaz López, 2020).

El objetivo principal de este estudio es determinar los patrones de actividad diurnos de la población local de delfines mulares costeros del Golfo Ártabro, estudiando su comportamiento en la costa de Dexo desde tierra, así como estudiar la posibilidad de cambios comportamentales entre los periodos de otoño-invierno y primavera, y si factores externos a los animales, como la meteorología, el oleaje y la marea o la presencia de barcos modifican su comportamiento. Con ello se pretende ampliar el conocimiento de los delfines mulares habitantes de esta región de la costa gallega, que han sido poco estudiados en comparación con otras poblaciones, como las residentes de las Rías Baixas, para así disponer de cierta información para futuros proyectos de conservación y protección de esta población en caso de ser necesario, ya que, aunque los delfines mulares son abundantes alrededor de todo el mundo, se deben conservar debido a su elevada importancia en los ecosistemas marinos, ya que como depredadores apicales ejercen regulación *top-down* en los ecosistemas que ocupan (Cartagena-Matos et al., 2021). No se han encontrado estudios previos acerca de la población de delfines mulares en el Golfo Ártabro, lo que sugiere que hay un número muy limitado de ellos o que no existen estudios en profundidad sobre esta población. El presente trabajo trata de ser por tanto, un estudio exploratorio de las pautas de comportamiento y distribución temporal de la población local de delfines del Golfo Ártabro. Como añadido, durante los avistamientos de estos delfines, se trató de fotografiar las aletas dorsales de los diferentes individuos, para cedérselas a la organización de la CEMMA (Coordinadora para o Estudo dos Mamíferos Mariños) y que sean empleadas en la fotoidentificación de los individuos empleando su gran base de datos fotográfica. Para la fotoidentificación se hace uso de las aletas dorsales de los individuos, ya que presentan una serie de muescas y cicatrices únicas generadas por las interacciones con otros individuos, depredadores o embarcaciones, y son reconocibles a nivel individual (Uriarte et al., 2021). Las hipótesis iniciales de este estudio son: 1) que los delfines mostrarán un comportamiento diferencial a lo largo del día, con picos de actividad durante la mañana y durante la tarde como sugiere la bibliografía, 2) que la actividad predominantemente observada será la de desplazamiento entre áreas, seguido del forrajeo y de la socialización, ya que los delfines mulares suelen forrajear en las rías, 3) que habrá diferencias en el comportamiento de los individuos en función de la estación registrada (otoño-invierno y primavera), de forma que en los meses fríos aumente el forrajeo en relación al resto de actividades, conforme a la literatura, 4) que los delfines encuentren refugio en el polígono mejillonero de Lorbé (Sada) y viajan por la mañana a alimentarse a la Ría de A Coruña, con lo que se esperarán más desplazamientos en dirección W por la mañana y dirección E por la tarde, y 5) que los delfines mostrarán diferencias en los patrones de actividad asociadas a los factores externos estudiados (meteorología, oleaje, marea y presencia de barcos).

Materiales y métodos

2.1. Descripción de la zona de estudio

El área de estudio fue la costa de Dexo-Serantes (Figura 1) (desde Seixo Branco: 43.395966 N; -8.350019 O, hasta Punta Torrella: 43.404116 N; -8.306099 O), un tramo litoral situado al Norte del municipio de Oleiros que representa una de las pocas áreas con un estado aceptable de conservación de todo el Golfo Ártabro (Asensio y Grajal, 1981). En esta región la oscilación máxima de la marea es de aproximadamente 4,40 m, lo que genera un espacio intermareal de casi 23 km² (Valencia-Vila, 2021). La zona se caracteriza por presentar temperaturas templadas (media anual de 14,8°C) y precipitaciones elevadas (más de 1000 mm al año) (Valencia-Vila, 2021). El Golfo Ártabro

está topográficamente caracterizado por la presencia de las rías de A Coruña, Ares-Betanzos y Ferrol (Valencia-Vila, 2021) y se encuentra situado al noroeste de la Península Ibérica, en la provincia de A Coruña (Galicia). La costa de Galicia, con unos 1.195 km de longitud, es una zona litoral en el suroeste de Europa cuyas aguas albergan una de las comunidades de cetáceos más importantes de la Península Ibérica e incluso de Europa (Martínez-Cedeira et al., 2003) y es una región comúnmente afectada por episodios de afloramientos que aumentan su productividad primaria y secundaria (Valencia-Vila, 2021) y como consecuencia, toda la biodiversidad marina.

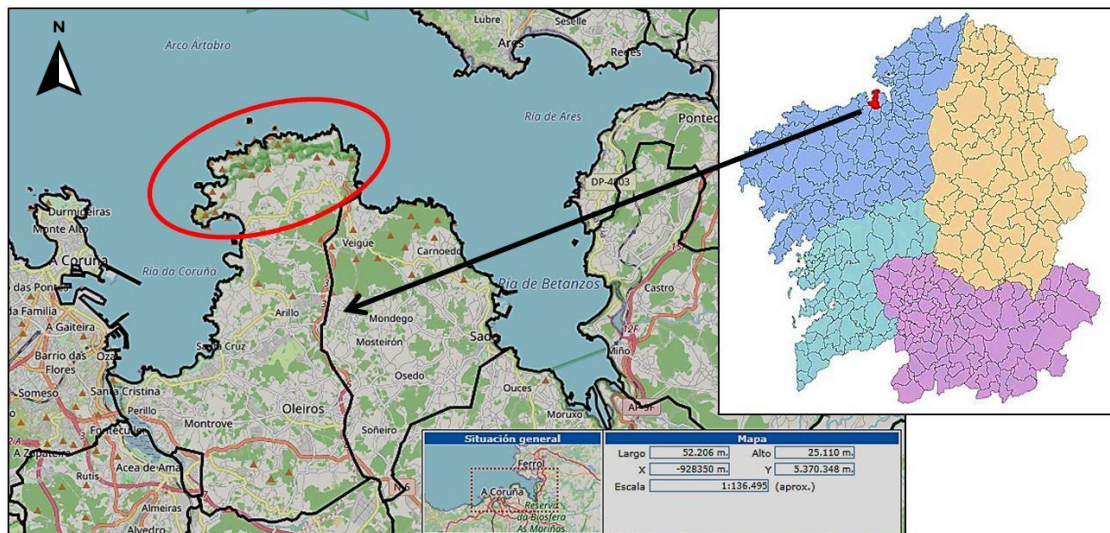


Figura 1: A la izquierda, la localización del área de estudio dentro del municipio de Oleiros (círculo rojo); a la derecha, localización de Oleiros dentro de Galicia. Base extraída de webEIEL y el Instituto Galego de Estadística respectivamente.

Los puntos de observación (P.O.) empleados en el estudio son los siguientes (véase Anexo I), ordenados de izquierda a derecha en la Costa de Dexo-Serantes:

- P.O. “Señales marítimas de Mera”: 43.383579 N, -8.354453 O.
- P.O. “Seixo Branco”: 43.395891 N, -8.349720 O.
- P.O. “A Furna”: 43.398269 N, -8.343302 O.
- P.O. “Enfrente de A Marola”: 43.401051 N, -8.333788 O.
- P.O. “Enfrente del Marolete”: 43.402726 N, -8.327582 O.
- P.O. “Miradoiro”: 43.403034 N, -8.320151 O.
- P.O. “Punta Delfines”: 43.402612 N, -8.317953 O.

2.2. Metodología del estudio

La realización de los avistamientos consistió en la visita a los diferentes puntos de observación ya descritos, con un equipamiento compuesto por unos prismáticos *Zeus Sania 10x42* y una cámara fotográfica *Canon Reflex EOS* (objetivo de 75-300mm), así como el material para anotar las variables que se registraron en cada periodo de observación. El periodo principal del estudio está comprendido entre el día 2 de febrero de 2022 y el día 17 de mayo del mismo año. Los datos reunidos, además de por los propios registros durante la prospección, están compuestos por el conocimiento local adquirido de un serie de encuestas realizadas a los vecinos de Mera y pescadores de los puertos de Lorbé, Sada y aquellos encontrados en la Costa de Dexo-Serantes, además de la información aportada por el coordinador de la CEMMA, Alfredo López Fernández y también se incluyen como registros los avistamientos de los profesores de la Universidad de A Coruña, Alejandro Martínez Abraín (realizados entre el día 15 de septiembre del 2021 y 21 de noviembre del mismo año) y Pedro Galán Regalado (realizados el día 6 y el

día 20 de noviembre de 2021). Durante los periodos de observación se registraron las variables categóricas reunidas en el Anexo II.

También se debe remarcar que la probabilidad de realizar un avistamiento desde tierra es, aunque no siempre, ligeramente menor que cuando la observación se realiza desde una embarcación, pero debido a limitaciones logísticas, los avistamientos se realizaron desde la costa. El estado del mar y las condiciones meteorológicas afectan notablemente a las condiciones de observación y resultan determinantes en la detección de los cetáceos. Así, la ausencia de avistamiento puede deberse a que los individuos no recorrieron el área visible desde el P.O. empleado en el horario recogido pero también puede haberse pasado por alto su presencia debido a malas condiciones ambientales, siendo equivalente a una “falsa ausencia”.

Los datos recogidos durante el estudio fueron posteriormente analizados mediante la realización de representaciones gráficas en histogramas de frecuencias (elaboradas con el software informático de Microsoft Excel 2010) y mediante la ejecución del Test χ^2 de Pearson con la corrección de continuidad de Yates y del Test Exacto de Fisher en los casos en los que las frecuencias esperadas fueron menores de 5. Estos test estadísticos fueron realizados mediante el software estadístico de R (versión 4.2.0). En total, se llevaron a cabo 40 prospecciones entre febrero de 2022 y mayo del mismo año. Añadiendo los 15 registros del año 2021, entre los meses septiembre y noviembre, suman un total de 55 registros que comprenden 71h y 30 minutos de observación en la costa. De todas las horas de prospección, sólo 13 horas y 44 minutos se corresponden con el avistamiento de individuos pertenecientes a la población de delfines mulares de la costa de Dexo-Serantes, distribuidos en 38 de los 55 registros totales. Además, se cuenta con la información local obtenida de 14 entrevistas realizadas a diferentes vecinos y pescadores contactados en Mera, Dexo, Lorbé y Sada, véase Anexo III. Si se analizan las franjas horarias y estacionales podemos ver que el esfuerzo de muestreo no fue similar para cada caso: en la franja horaria de mañana (8h a 12h) se registraron un total de 14h y 45 minutos, en la franja de mediodía (12h a 16h) 39h y 56 minutos, y en la franja de tarde (16h a 22h) 16h y 49 minutos; mientras que en el periodo otoño-invierno (Oct-Nov y Feb) se registraron 27h y 35 minutos mientras que en primavera (Mar-May) fueron 43 horas y 55 minutos. Dada la irregularidad del esfuerzo de muestreo a lo largo del día (Figura 2), todas las gráficas elaboradas a partir de los datos registrados serán corregidas por el esfuerzo de muestreo.

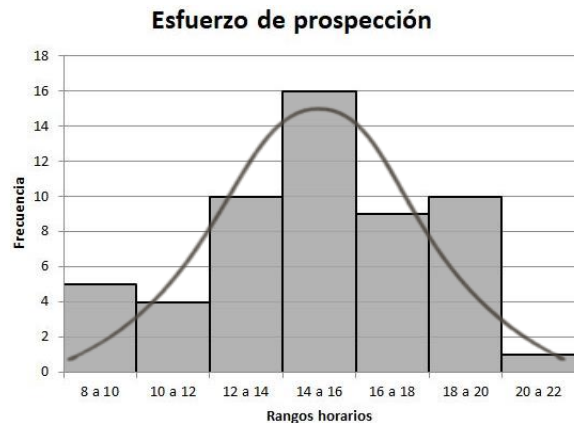


Figura 2: Histograma de frecuencias que representa el esfuerzo de muestreo (total de visitas) en cada rango de 2 horas. El máximo esfuerzo de prospección fue realizado en el rango de 14h a 16h.

Resultados

En el Anexo IV se adjunta un cuadro resumen de las horas de observación y de avistamientos, donde los resultados más relevantes son el número de avistamientos por hora: 0,53; y el número de horas necesarias para realizar un avistamiento: 1,88h.

3.1. Ritmos de actividad diurnos

Los datos recogidos durante la prospección nos indican que los delfines mulares tienen un pico de actividad en la zona de estudio durante la franja horaria de tarde, entre las 16h y las 18h, y que están más activos a partir de mediodía que por la mañana (Figura 3).

3.2. Diferencias en los ritmos de actividad en relación a la estación

Se constataron diferencias en el comportamiento diario de los delfines mulares entre las diferentes estaciones, de tal forma que en otoño-invierno la actividad de los individuos está concentrada en las franjas de mediodía y tarde, sin mostrar actividad por la mañana y con un pico de actividad en el rango de 14h a 16h (Figura 4), mientras que en primavera su actividad fue registrada de forma regular en todas las franjas horarias con un claro pico de actividad entre las 16h y las 18h (Figura 5). Se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre ambos periodos del estudio (p -valor: 0.04276; en el Anexo V se muestran los residuos del Test χ^2), no obstante, pueden ser un artefacto, debido al desigual reparto entre las diferentes horas del día durante el muestreo, ya que el esfuerzo de prospección en el periodo de otoño-invierno está concentrado en la franja de tarde (lo que puede explicar que no se haya registrado actividad por la mañana), y por tanto no se puede realizar la corrección por esfuerzo de muestreo, mientras que en primavera el muestreo está más repartido entre todos los rangos horarios, con un máximo en la franja de mediodía. Además, hubo una mayor frecuencia de avistamientos en el periodo de otoño-invierno y no durante la primavera, pero las diferencias son pequeñas y sin apoyo estadístico (p -valor: 0.3692).

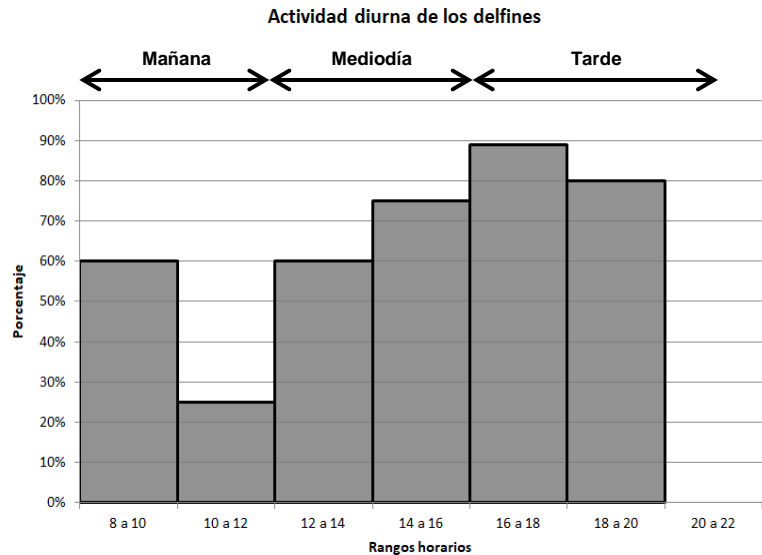


Figura 3: Actividad diaria de los delfines mulares observados en la costa de Dexo (corregida por el esfuerzo de muestreo). Se observa un pico de actividad en el rango de 16h a 18h, dentro de la franja de tarde ($n=20$). La actividad fue ser mayor en las franjas de tarde y mediodía ($n=26$) que en la franja de mañana ($n=9$).

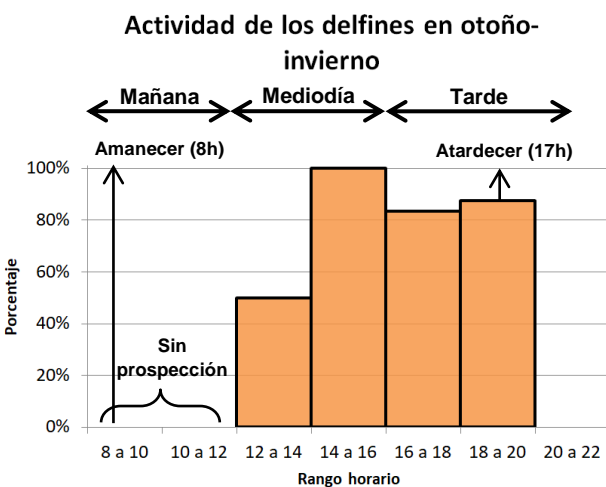


Figura 4: Actividad diaria de los delfines mulares en los meses de otoño-invierno (Oct-Nov y Feb). La actividad está concentrada entre las 12h y las 20h, en las franjas de mediodía ($n=12$) y tarde ($n=13$), y la máxima actividad registrada se encuentra en el rango de 14h a 16h. No se documentó actividad en la franja de mañana ($n=1$).

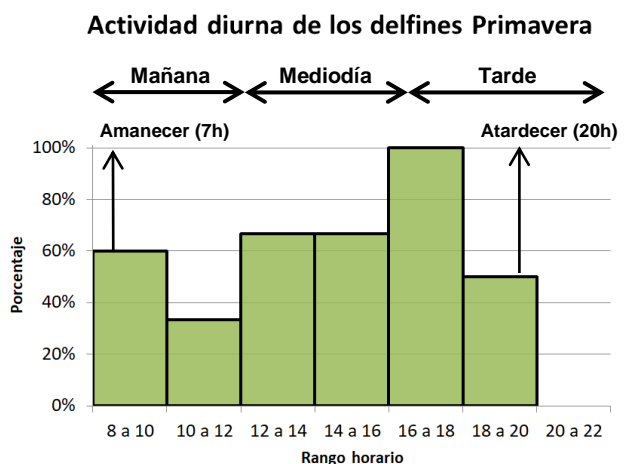


Figura 5: Actividad diaria de los delfines mulares en los meses de primavera (Mar-May). La actividad está repartida de forma relativamente regular entre las franjas de mañana ($n=8$), mediodía ($n=15$) y tarde ($n=6$), con un claro pico de actividad entre las 16h y las 18h.

3.3. Diferencias en los ritmos de actividad en relación a la dirección de movimiento

No se han encontrado diferencias estadísticamente significativas (p -valor: 0,5445) entre los rangos horarios en los que se registró a los delfines desplazarse en dirección Oeste (hacia la Ría de A Coruña) y dirección Este (hacia la Ría de Betanzos). Las gráficas pueden sugerir un mayor desplazamiento hacia el Oeste por la mañana temprano y por la tarde (Figura 6) y en dirección Este predomina el desplazamiento por la tarde (Figura 7). Los residuos del test χ^2 realizado (Anexo V) indican lo mismo, un mayor desplazamiento hacia el Oeste por la mañana y hacia el Este por la tarde, pero las diferencias encontradas son muy pequeñas y sin apoyo estadístico, por lo que estos resultados deben ser interpretados con precaución.

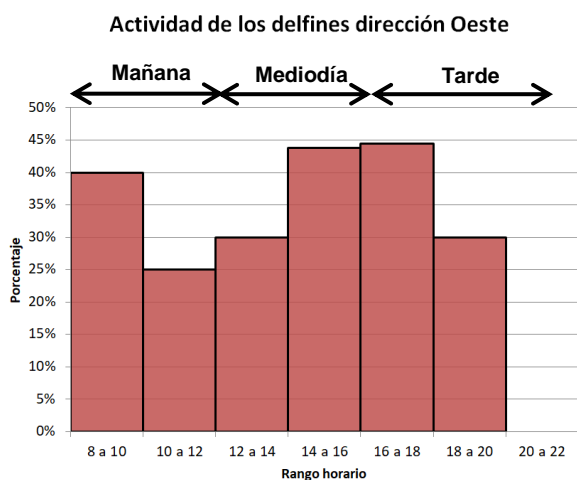


Figura 6: Actividad diurna de los delfines mulares en dirección W, hacia la Ría de A Coruña. La actividad está repartida de forma relativamente regular entre las franjas de mañana ($n=3$), mediodía ($n=11$) y tarde ($n=6$).

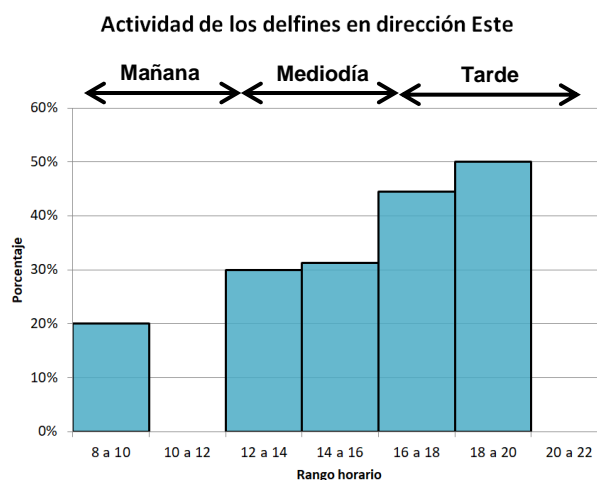


Figura 7: Actividad diurna de los delfines mulares en dirección E, hacia la Ría de Betanzos. La actividad aumenta desde la mañana ($n=1$), hasta el mediodía ($n=10$), y con máximos en la franja de tarde ($n=7$), de 16h a 20h.

3.4. Tamaño de los grupos observados

El rango de individuos observados durante los periodos de avistamiento es desde un sólo individuo hasta un máximo de 30 individuos, siendo la media de $13 \pm 9SD$ y la mediana de 11 individuos; y siendo el rango de 10 a 15 individuos el más frecuentemente registrado, seguido del de 1 a 5 individuos y del rango de mayor tamaño, de 25 a 30 individuos (Figura 8). No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las horas de aparición de los grupos más grandes (25-30 ind.) y los más frecuentes (10-15 ind.) (p -valor: 0.07483), pero los datos sugieren que los grupos de 10 a 15 individuos pueden ser más frecuentes por la tarde, especialmente de 18h a 20h, y los grupos más grandes pueden aparecer con una mayor frecuencia de 8h a 10h y de 14h a 16h. La división del total de individuos observados en una serie de subgrupos también es relativamente variable, entendiéndose un subgrupo como una agrupación de individuos separados de otro grupo en una distancia de 4 distancias corporales de delfín mular (media de longitud de 2,5m). Se observó desde un solo grupo hasta 6 subgrupos, siendo lo más frecuente verlos juntos en un solo grupo relativamente cohesionado en lugar de en agrupaciones separadas.

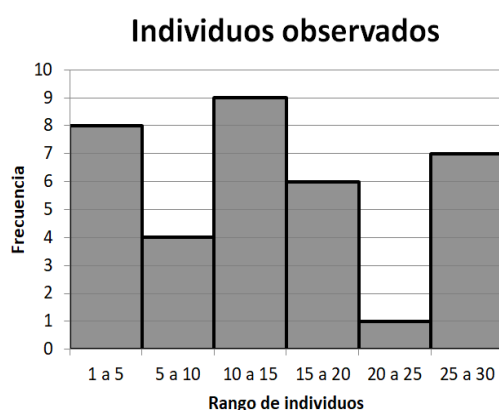


Figura 8: Número de individuos observados en cada avistamiento. El mayor rango de individuos observados es de 10 a 15 individuos.

3.5. Comportamiento de los delfines observados

El comportamiento más frecuentemente registrado fue el de desplazamiento, seguido del forrajeo y la alimentación y por último el juego y la socialización. Aunque no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las actividades realizadas por los delfines observados y el rango horario (p -valor: 0,8462; en el Anexo V se muestran los residuos del Test Chi²) dado el pequeño tamaño muestral, el histograma

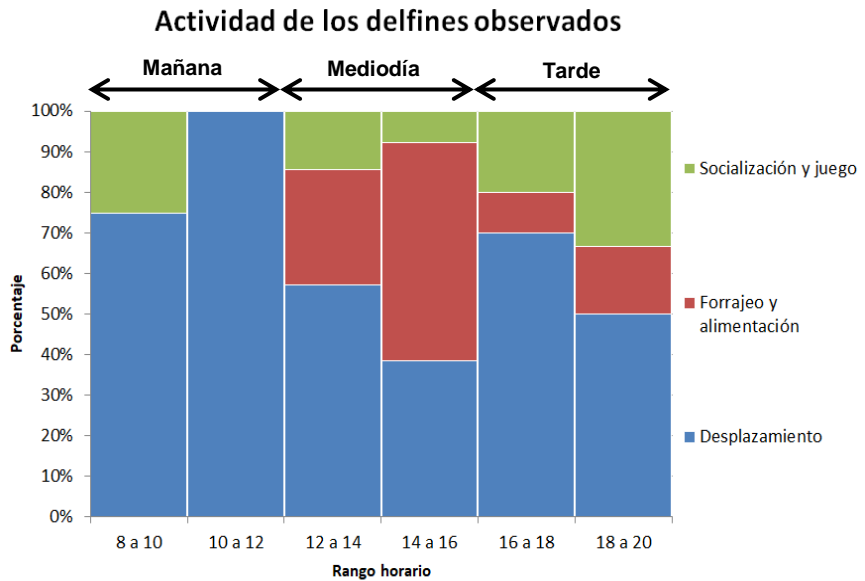


Figura 9: Actividad realizada por los delfines mulares observados durante los avistamientos. Se observa que la alimentación y el forrajeo se realiza de 12h-20h, con un máximo en la franja de mediodía, entre las 14h y las 16h. La socialización y juego se realiza predominantemente por la tarde, con el máximo entre las 18h y las 20h.

de frecuencias representado en la Figura 9 puede sugerir que los delfines mulares en la costa de Dexo tienden a alimentarse a mediodía (12h-16h), con un pico de forrajeo entre las 14h y las 16h, mientras que la socialización se realiza mayormente por la tarde y el desplazamiento se mantiene relativamente elevado durante todos los rangos horarios registrados, con el mínimo desplazamiento coincidiendo con el máximo de forrajeo y alimentación. Se investigó si existen diferencias entre las actividades realizadas en los periodos de otoño-invierno y primavera, y, aunque no sea posible afirmar nada debido a la falta de apoyo estadístico al presentar un tamaño muestral pequeño, se puede sugerir que en otoño-invierno el forrajeo y la alimentación se produce más hacia la tarde, a partir de las 14h, mientras que en primavera el forrajeo se concentra entre las 12h y 16h. También se puede insinuar que la socialización por la tarde predomina en otoño-invierno mientras que en primavera predomina a horas más tempranas. El desplazamiento entre áreas sigue siendo el comportamiento predominante en ambos periodos estacionales, siendo menor únicamente durante los picos de alimentación, en ambos casos producidos entre las 14h y las 16h.

3.6. Efecto de los parámetros externos a los patrones de actividad

Se estudió el efecto de una serie de parámetros externos a los delfines mulares (meteorología, oleaje, estado de la marea y presencia de barcos) sobre los avistamientos, para comprobar si existe una mayor tendencia a avistarlos con unas determinadas condiciones externas. Sin embargo, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas para ninguna de las variables estudiadas, debido presumiblemente al pequeño tamaño de la muestra. Con todo, la representación gráfica de estos datos, véase en el Anexo VI, sí puede sugerir que los delfines mulares son afectados por estos factores externos, aunque estos resultados deben ser interpretados con cautela ya que se dispone de una cantidad de datos relativamente pequeña. En el caso de la meteorología, lo que se puede sugerir es que los delfines mulares aparecen tanto con un tiempo soleado como no soleado (entendido como la suma de las categorías nublado, lluvioso, tormentoso, neblinoso y ventoso), pero la diferencia entre la presencia y ausencia de avistamientos es

mayor con buen tiempo, habiendo una mayor frecuencia de avistamientos con un tiempo soleado. El estado de oleaje puede tener cierta influencia en los avistamientos, de forma que aumenta la tendencia al avistamiento de estos delfines conforme el oleaje se hace más fuerte, habiendo proporcionalmente una mayor frecuencia de avistamientos con el oleaje picado. La altura de la marea también parece tener efecto en los avistamientos de delfines, habiendo una tendencia proporcional a más avistamientos en marea alta y baja, y en marea creciente. Por último, aunque los delfines mulares fueron avistados tanto ante la presencia como ante la ausencia de embarcaciones, existe una tendencia proporcional a más avistamientos en ausencia de barcos. Entiéndase tendencia proporcional como las diferencias mostradas en cada gráfica entre las frecuencias observadas de los avistamientos y los no avistamientos, sugiriendo la existencia del efecto de los parámetros externos estudiados en el comportamiento de los delfines mulares. Será requerido un mayor tamaño muestral para obtener resultados estadísticamente significativos.

Discusión

4.1. Ritmos de actividad diurnos

Los resultados del estudio sólo son parcialmente coincidentes con los resultados esperados. Esperábamos un pico de actividad por la mañana temprano y la presencia de otro pico de actividad secundario por la tarde, comprendido entre el periodo que precede el mediodía y antes del amanecer. Sólo se encontró el pico de actividad en la franja de tarde (16h a 20h), con la máxima actividad registrada entre las 16h y las 18h. No se descarta que exista el pico de actividad por la mañana, pero debido al menor esfuerzo de prospección realizado en la franja de mañana (8h a 12h) no se confirmó en el presente estudio. De hecho, nuestros resultados sugieren que, en comparación a la franja de mañana, los delfines mulares en la costa de Dexo están más activos en las franjas posteriores de mediodía (12h a 16h) y tarde, pero de nuevo, estos resultados deben tomarse con precaución debido a la menor cantidad de datos disponibles en la franja de mañana. En el estudio de Saayman et al., (1973) se sugiere que el comportamiento de los delfines del Indo-Pacífico (género *Tursiops*) estuvo regulado por los ciclos diarios, de tal forma que los picos de actividad registrados suceden entre las 8h y las 10h, lo que dentro de nuestro estudio se corresponde con las horas de mayor actividad dentro de la franja horaria de la mañana, y aparece otro pico de actividad a las 17h, coincidiendo con el pico de máxima actividad observado en los delfines mulares de este estudio. En el estudio de Nuuttila et al. (2017) observamos algo similar, que también coincide parcialmente con las conclusiones de este estudio: un pico de actividad tras el amanecer, sobre las 8h y un segundo pico por la tarde a las 16h; no obstante, al contrario que en nuestro estudio, estos autores remarcan que el pico de actividad en la mañana es mayor que el de la tarde. En la costa de Dexo podría suceder lo mismo pero no podemos asegurarlo por el desigual esfuerzo de muestreo.

Otros autores también coinciden en el patrón general ya descrito de picos de actividad, muchas veces entendidos como picos de forrajeo, por la mañana temprana y en la tarde (Shane et al., 1986; Bräger, 1993; Hanson y Defran, 1993; Waples, 1995), aunque otros, como Elliott et al. (2011), indica que los picos de forrajeo están más cercanos a los cambios de luz, es decir, durante el amanecer y el atardecer. En la mayor parte de los casos registrados durante nuestro muestreo, la actividad generalmente se observaba después del amanecer y antes del atardecer. Otros estudios, en contraste, no encontraron un patrón claramente marcado en la actividad de estos delfínidos (Gregory y Rowden, 2001; Wells et al., 2013), de forma que sugieren que están activos de manera regular durante la mayor parte del día, repartiendo las actividades entre la alimentación, la

socialización, el descanso y el desplazamiento, e incluso que pueden mostrar una actividad notablemente nocturna (Hodge et al., 2013; Castellote et al., 2015; Gauger et al., 2022). En el estudio de Wells et al. (2013) se encontró que los desplazamientos son algo menos evidentes por la noche, lo que sugiere que estos animales tienen patrones preferentemente diurnos, pero ello no implica que por la noche tengan periodos de descanso completos y prolongados. Estos patrones de distribución temporal de los delfines mulares están principalmente influenciados por la abundancia, distribución y patrones de comportamiento de sus principales presas (Shane et al., 1986; Nuuttila et al., 2017) determinadas por las mareas, migraciones verticales del plancton, y patrones de distribución estacionales (Silva et al., 2008), así como de las estrategias de forrajeo empleadas por los delfines (Irvine et al., 1981) y factores sociales (Wells et al., 2013).

En el Puerto de Lorbé es habitual verlos por la mañana temprano, con testimonios de algunos pescadores o patrones de barco que afirman haberlos visto dentro de las bateas del polígono mejillonero del puerto de Lorbé sobre las 6 am y fuera de ellas, en dirección hacia la boca de la Ría de Betanzos, sobre las 7 am. Los delfines mulares también han sido detectados por estos pescadores de madrugada entre las 4 am y las 5 am en los alrededores del puerto, cuando las embarcaciones pesqueras salen a navegar. Por otro lado, los pescadores en el Puerto de Sada, situado más hacia el interior de la ría, no han concretado una hora a la que entren los delfines mulares, afirmando que entran a cualquier hora siguiendo a los bancos de peces. Esto nos puede indicar que sí puede estar presente el pico de actividad por la mañana no encontrado en el estudio, pero en lugar de producirse en la costa de Dexo se produciría en el interior de la Ría de Betanzos, en la región del Puerto de Lorbé, lo que también nos puede sugerir que esta zona es empleada como zona de descanso nocturno de los delfines mulares, ya que esta zona está protegida de los temporales y del tránsito de grandes barcos que fondean en la ría. Por la mañana, los delfines podrían comenzar a desplazarse desde el Puerto de Lorbé bien hacia Sada o bien hacia el exterior de la ría, para comenzar la búsqueda de bancos de peces de los que alimentarse.

La actividad diaria de los delfines mulares varía a lo largo de todo su rango de distribución (Steiner, 2012), ya que según el estudio se ven los picos de actividad a horas relativamente diferentes, aunque se siga un patrón general de actividad mayoritaria por la mañana y por la tarde. Se ha sugerido en muchos estudios que estos patrones se deben a la distribución desigual de las presas a lo largo del día (Steiner, 2012), lo que también depende de la comunidad ictiológica de cada región. Para confirmarlo se requiere información sobre la variación diaria en los patrones de actividad de los peces sobre los que depredan estos delfines: en el estudio de Santos et al. (2007) las cinco presas del delfín mular más comunes en aguas gallegas, en orden de mayor a menor frecuencia numérica, fueron: bacaladilla (*Micromesistius poutassou* Risso, 1827), merluza (*Merluccius merluccius* L., 1758), faneca plateada (*Gadiculus argenteus* Guichenot, 1850), pez trompetero (*Macrorhamphosus scolopax* L., 1758) y jurel (*Trachurus trachurus* L., 1758); sin embargo, estas presas se dan fuera de las rías, por lo que sería necesario investigar la dieta de los delfines mulares en el interior de las mismas, aunque podrían obtener estas presas dentro de las rías como producto del descarte de los grandes barcos arrastreros que limpian los aparejos antes de llegar a puerto. Gracias al conocimiento local aportado por los diferentes pescadores entrevistados en los puertos de Lorbé y Sada, podemos añadir que los delfines mulares en el Golfo Ártabro también podrían alimentarse de sardina (*Sardina pilchardus*, Walbaum 1792), caballa (*Scomber scombrus*, L. 1758), peón (*Argentina sphyraena*, L. 1758), y mújol (*Mugil cephalus*, L. 1758).

4.2. Diferencias en los ritmos de actividad en relación a la estación

Lo que indican nuestros resultados es que sí existen diferencias en el comportamiento diario de los delfines mulares de la costa de Dexo entre las diferentes estaciones, de tal forma que en otoño-invierno la actividad de estos animales está concentrada en las franjas de mediodía y tarde con el máximo de actividad en el rango horario de 14h a 16h, mientras que en primavera su actividad fue registrada de forma regular en todas las franjas horarias con un claro pico de actividad entre las 16h y las 18h. Estos resultados, sin embargo, deben emplearse con precaución debido al desigual reparto del muestreo entre las diferentes franjas horarias en ambos periodos estacionales. En el estudio de Gauger et al. (2022) se registró acústicamente una mayor frecuencia en la actividad de los delfines mulares en los meses de primavera-verano que en los meses de otoño-invierno; sin embargo, en nuestro estudio sucede lo contrario, pero las diferencias entre ambos periodos son mínimas por lo que habrá que hacer estudios durante un periodo de tiempo más largo para comprobar los patrones estacionales del delfín mular en el Golfo Ártabro. Los patrones estacionales se atribuyen a las dos hipótesis ya mencionadas anteriormente, los cambios en la abundancia y distribución de las presas (Irvine et al., 1981; Bräger, 1993; Silva et al., 2008; Di Tullio et al., 2016) y/o los cambios en los requerimientos energéticos debido al cambio de temperatura del agua (Bräger, 1993; Möller y Harcourt, 1998; Pérez-Jorge, 2016) y la evitación del estrés térmico para las crías (Elliott et al., 2011), teniendo en cuenta que se considera más probable la primera (Hanson y Defran, 1993; Bearzi et al., 1997; Chilvers et al., 2003).

4.3. Diferencias en los ritmos de actividad en relación a la dirección de movimiento

No se han encontrado diferencias estadísticamente significativas entre los rangos horarios en los que se registró a los delfines desplazarse en dirección Oeste (hacia la Ría de A Coruña) y dirección Este (hacia la Ría de Betanzos), a diferencia de lo que se esperaba, lo que indica que los delfines pasan gran parte del día en el mismo sitio. La hipótesis inicial de que los delfines mulares del Golfo Ártabro descansan por la noche en el polígono mejillonero de Lorbé y que viajan por la mañana a alimentarse a la Ría de A Coruña para luego regresar a la Ría de Betanzos no tiene, por tanto, fundamento según nuestros resultados. No obstante, y sin apoyo estadístico, los resultados pueden sugerir un mayor desplazamiento hacia el Oeste por la mañana temprano y en dirección Este predomina el desplazamiento por la tarde. Los residuos del test Chi^2 realizado indican lo mismo, un mayor desplazamiento hacia el Oeste por la mañana y hacia el Este por la tarde, pero las diferencias encontradas son muy pequeñas, por lo que serán necesarios futuros estudios para poder confirmar o rechazar la hipótesis planteada.

Los patrones temporales en el uso del hábitat de los delfines mulares dependen de la conformación del hábitat que ocupan, ya que los delfines distribuyen su tiempo entre diferentes microhábitats en función de los beneficios que le aporten, algunos son empleados para la alimentación, otros para el descanso, etc. (Guevara-Aguirre y Gallo-Reynoso, 2016). Se ha encontrado en los delfines mulares una preferencia por las regiones más costeras (menos de 1000 m de profundidad y a menos de 10 km de la costa) (Dinis, 2014), y dentro de ellas, por las regiones estuarinas (Hanson y Defran, 1993; Di Tullio et al., 2016), debido presumiblemente a la especialización en las presas estuarinas o simplemente debido a la mayor abundancia de presas que existen en estas zonas, altamente productivas (Ballance, 1992; Pierce et al., 2010). En el estudio de Irvine et al. (1981) se observó a los animales pasar por la misma región varias veces en el mismo día, lo que también se documentó en algunos de los avistamientos realizados durante este estudio, de forma que se podían ver pasar grupos de delfines por la misma zona ya fuera en la misma dirección o en direcciones contrarias, en horarios distintos pero

cercanos. Según los testimonios de diferentes personas entrevistadas en Mera, Sada y Lorbé, podemos también sugerir que los delfines mulares del Golfo Ártabro pasan gran parte de su tiempo en el interior de las rías, tanto en la Ría de A Coruña, frecuentemente vistos desde el Faro de Mera, como en la Ría de Betanzos, haciendo uso de la región de bateas y del interior de los puertos, probablemente para el forrajeo, descanso y protección de las malas condiciones ambientales. La costa acantilada de Dexo sería, por tanto, una zona principalmente de paso con eventuales episodios oportunistas de forrajeo si los delfines a su paso dan con un banco de peces.

4.4. Tamaño de los grupos observados

El rango de individuos de delfín mular observados durante los avistamientos fue desde un sólo individuo hasta un máximo de 30 individuos y siendo la media de $13 \pm 9SD$ individuos, similar a la encontrada en otros estudios (media de 9 individuos en Australia: Möller y Harcourt, 1998; media de 12 individuos en Portugal: Dinis et al., 2016). Si se clasifican los grupos de delfines avistados de 5 en 5 individuos, el rango de 10 a 15 individuos es el más frecuentemente registrado. Tanto en los puertos de Lorbé como de Sada han sido vistos grupos de delfines mulares de entre 6-8 individuos, dato aportado por los pescadores entrevistados en estos puertos, aunque estos datos son subjetivos, ya que resulta complejo acertar el número de individuos a simple vista. Según López et al. (2015) los delfines mulares viven en grupos de 6,8-13,5 individuos, mientras que en el posterior estudio de López et al. (2019) los registros eran frecuentemente de 10-20 ejemplares, lo que coincide con la mayor parte de nuestros registros. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las horas de aparición de los grupos más grandes (25-30 ind.) y los más frecuentes (10-15 ind.), pero los resultados sugieren que los grupos de 10 a 15 individuos pueden ser más frecuentes por la tarde, especialmente de 18h a 20h, y los grupos más grandes pueden aparecer con una mayor frecuencia de 8h a 10h y de 14h a 16h. Los delfines mulares viven en sociedades de fisión-fusión, que consisten en una dinámica de formación de grupos sociales muy fluidos cuya composición varía cada día o incluso cada hora, de forma que hay individuos que prácticamente nunca se agrupan juntos mientras otros son capaces de desarrollar vínculos fuertes que duran años (Wells y Scott, 2018). Tal y como los describen Connor et al. (2000), las sociedades de fisión-fusión que caracterizan a los delfines mulares dependen especialmente del contexto social, es decir, de los conoespecíficos que se encuentran en un grupo y de los que no. Para comprobar si los delfines mulares en el Golfo Ártabro se componen también por este tipo de sociedades sería necesaria la comprobación mediante fotoidentificación para saber si los grupos están compuestos siempre por los mismos individuos o no.

4.5. Comportamiento de los delfines observados

El comportamiento más registrado fue el de desplazamiento, seguido del forrajeo y la alimentación y por último el juego y la socialización. Estos resultados coinciden con lo esperado, igual que sucede en los estudios de Hanson y Defran (1993) y Möller y Harcourt (1998). No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las actividades realizadas por los delfines mulares y el rango horario dado el pequeño tamaño muestral, pero podemos sugerir que estos delfines tienden a alimentarse en la costa de Dexo a mediodía (12h-16h), con un pico de forrajeo entre las 14h y las 16h, mientras que la socialización se realiza mayormente por la tarde y el desplazamiento se mantiene relativamente elevado durante todos los rangos horarios registrados, inversamente relacionado con los periodos de alimentación, tal y como ocurre en el estudio de Hanson y Defran (1993). Sin embargo, el patrón aquí descrito en relación a la alimentación de los delfines no coincide con numerosos estudios, en los que de forma general se afirma que los picos de forrajeo y alimentación ocurren por la mañana y por la tarde (Saayman et al.,

1973; Shane et al., 1986; Bräger, 1993; Hanson y Defran, 1993; Waples, 1995; Nuuttila et al., 2017). En el estudio de Guevara-Aguirre y Gallo-Reynoso (2016) los delfines mulares estudiados se alimentaban por la mañana y socializaban a mediodía, mientras que en nuestro estudio este patrón sucede más tarde en el tiempo, de tal forma que la alimentación es mayoritariamente al mediodía y la socialización por la tarde, mientras que por la mañana predomina el desplazamiento. Estos autores también observaron que de forma general la socialización se produce tras los periodos de alimentación, lo que en nuestro caso sí se cumple. En el estudio de Bräger (1993) el pico de socialización coincide en la tarde, como sugieren nuestros resultados.

Los patrones observados y documentados en numerosos estudios están probablemente relacionados con mayores oportunidades de alimentación, y mejores condiciones para el descanso, cuidado de crías o socialización (Gauger et al., 2022), determinadas por numerosos factores que componen el hábitat local al que están adaptados estos delfines: distribución de sus presas, estrategias de forrajeo empleadas, profundidad del agua, topografía del suelo marino, flujo de la marea, e influencia humana (Guevara-Aguirre y Gallo-Reynoso, 2016). Es por ello que las diferencias en el patrón observado en este estudio y el observado en otros estudios están probablemente causadas por las diferentes condiciones ambientales y las diferencias en las comunidades ictiológicas que se dan en las distintas regiones que han sido estudiadas. Los delfines mulares tienen preferencia por las regiones altamente productivas (Pierce et al., 2010), de esta forma, una posible interpretación de nuestros resultados es que la costa de Dexo es empleada de forma principal como una zona de desplazamiento entre áreas estuarinas (las Rías de A Coruña y Ares-Betanzos) y secundariamente como una zona de alimentación y socialización. De esta forma, por la mañana predomina el desplazamiento porque los delfines están viajando hacia el interior de las Rías, altamente productivas y donde pueden tener el primer pico de forrajeo y alimentación, para así satisfacer las necesidades energéticas del día. En el estudio de Daura-Jorge et al. (2005) sobre los delfines costeros (*Sotalia guianensis*) se observó que el comportamiento más frecuentemente observado en la bahía del estudio es el de alimentación, con un pico de actividad por la mañana, con lo que se puede sugerir que los delfines prefieren alimentarse por la mañana en zonas costeras altamente productivas. Por lo tanto, tras este periodo inicial de alimentación, los delfines mulares pueden haber reunido la suficiente energía para realizar otras actividades el resto del día, de forma que al mediodía y a la tarde pueden repartir su tiempo entre los desplazamientos entre áreas, la socialización, la alimentación en bancos de peces que encuentren durante su desplazamiento y posiblemente también periodos de descanso, aunque en nuestro estudio no se observó en ningún caso un comportamiento de descanso. Otra posible explicación es que los delfines mulares en la costa de Dexo depredan sobre peces cuyos periodos de actividad (peces diurnos, fáciles de localizar debido a su actividad) o inactividad (peces nocturnos, fáciles de capturar una vez localizados) coinciden con la franja horaria del mediodía. Los delfines mulares costeros emplean una serie de sentidos y diferentes señales para ser capaces de detectar a las presas, especialmente si están ocultas en el sedimento o entre arrecifes y algas (Wells y Scott, 2018). Durante el estudio se registró en numerosas ocasiones un comportamiento de forrajeo frecuentemente descrito (Connor et al., 2000; Wells y Scott, 2018) en el que los delfines forman un círculo alrededor de un banco de peces para evitar la dispersión de los mismos mientras uno o unos pocos individuos del grupo se introducen en el interior del círculo para alimentarse de los peces. Un pescador en el Puerto de Sada describió haber visto a un grupo de unos 6 individuos de delfín mular formando un embudo para dirigir a los peces hacia una zona de baja profundidad para luego depredar dando saltos sobre ellos.

Además, se investigó la posibilidad de que existan diferencias entre las actividades realizadas en los periodos de otoño-invierno y primavera, y, aunque no sea posible afirmarlo debido a la falta de apoyo estadístico, se puede sugerir que en otoño-invierno el forrajeo y la alimentación se produce más hacia la tarde, a partir de 14h, mientras que en primavera el forrajeo se concentra entre las 12h y 16h. También se puede insinuar que la socialización por la tarde predomina en otoño-invierno mientras que en primavera predomina a horas más tempranas, si bien el desplazamiento entre áreas sigue siendo el comportamiento predominante en ambos periodos estacionales. En trabajos en los que se explora el patrón estacional de los delfines mulares se observa de forma general que en los meses fríos de otoño e invierno el forrajeo y la alimentación aumenta a lo largo de todo el día en contraste con los meses cálidos de verano y primavera (Bräger, 1993; Waples, 1995; Möller y Harcourt, 1998). Este hecho puede deberse a mayores requerimientos energéticos debido al descenso de la temperatura del agua (Möller y Harcourt, 1998), y/o a la disminución en la abundancia de presas a causa de ciclos estacionales en ellas o procesos de emigración (Bräger, 1993). En nuestros resultados no se observa este patrón, tal vez porque el tamaño muestral es muy pequeño.

4.6. Efecto de los parámetros externos a los patrones de actividad

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre el comportamiento de los delfines y las variables ambientales estudiadas (meteorología, oleaje, marea y presencia de barcos), quizás debido al pequeño tamaño de la muestra, pero sí se sugieren ciertas tendencias que necesitarán ser comprobadas en posteriores estudios; con un tamaño muestral mayor se podrían encontrar efectos estadísticamente significativos. En el caso de la meteorología, lo que se puede sugerir es que los delfines mulares aparecen independientemente a ella, pero es más frecuente, proporcionalmente, el avistamiento con el buen tiempo, lo que probablemente esté relacionado con una mejor visibilidad o bien con una mayor aparición en la superficie por parte de los delfines. Varios pescadores y patrones de barco entrevistados afirman que los delfines mulares se ven más cuando hace buen tiempo y que con el mal tiempo estos delfines se resguardan en la zona de las bateas del puerto. El estado de oleaje puede tener cierta influencia en los avistamientos, de forma que aumenta proporcionalmente la frecuencia del avistamiento de los delfines mulares conforme el oleaje se hace más fuerte, apareciendo más frecuentemente con el mar picado. Esto puede ser debido a que el movimiento de las aguas y la resaca marina puede favorecer la captura de las peces al dificultar la detección de los depredadores por parte de las presas. Sin embargo, durante nuestras prospecciones se observó que cuanto más fuerte es el estado de la marea, menos tiempo pasan en la superficie, presumiblemente por la resistencia a su desplazamiento en la superficie.

La altura de la marea también parece tener efecto en los avistamientos de delfines, ya que encontramos una tendencia proporcional a más avistamientos tanto en marea alta como baja, con lo que podemos sugerir que la actividad de los delfines está asociada con la bajamar y la pleamar, y también existe esta tendencia en marea creciente. En Lorbé y Sada los pescadores entrevistados aseguran que los delfines mulares aparecen más y se acercan más a la costa en marea alta, y un pescador en Seixo Branco vio en varias ocasiones a estos delfines a media marea y en marea creciente. En los estudios en los que se investiga la relación entre la actividad de los delfines mulares y la altura de la marea hay diferentes conclusiones. En el estudio de Gregory y Rowden (2001) la mayor actividad de los delfines mulares fue registrada entre pleamar y media marea mientras que en el estudio de Nuuttila et al. (2017) se registró un pico de actividad antes de la bajamar y cuando la marea tiene el máximo flujo. En ambos casos se sugiere que estos patrones dependen en gran medida de la abundancia, distribución y movimientos de las

principales presas de estos delfines, que pueden estar influenciados por las mareas. En el estudio de Gauger et al. (2022) se observó también una mayor actividad en la pleamar y en mareas crecientes, y sugieren que los delfines hacen uso tanto de las mareas crecientes y pleamares, siguiendo a los peces que se desplazan dentro y fuera de las áreas estuarinas, como de la bajamar y las mareas decrecientes, cuando depredan sobre presas atrapadas, lo que podría explicar que en nuestros resultados exista una mayor frecuencia de avistamientos tanto en marea alta como baja. En numerosos estudios se afirma que los delfines mulares suelen desplazarse aprovechando las corrientes mareales (Irvine et al., 1981; Hanson y Defran 1993; Gregory y Rowden, 2001), y se estipula que estos animales hacen uso de regiones que tengan fuertes corrientes mareales y una topografía de fondo irregular porque estas condiciones facilitan la captura de los peces (Silva et al., 2008).

Por último, aunque los delfines mulares fueron avistados tanto en presencia como en ausencia de embarcaciones, encontramos una tendencia proporcional a más avistamientos en ausencia de barcos. Serían necesarios más estudios para poder determinar si el efecto de las embarcaciones cercanas a la costa sobre los delfines es positivo, negativo o neutro. En tres ocasiones se observó la reacción de los delfines mulares ante la presencia de una embarcación situada en su ruta, y en todos los casos la respuesta fue la evitación mediante la realización de una inmersión profunda posterior a la realización de soplos frecuentes, sin cambio de rumbo o con una modificación leve del mismo. Esto puede interpretarse como una respuesta neutral, en la que los animales esquivan a la embarcación y continúan con la misma dirección, igual que en el estudio de Gregory y Rowden (2001), que sugieren que es debido a un proceso de habituación. En los estudios de Pérez-Jorge (2016) y Kassamali-Fox et al. (2020) sobre el efecto de los barcos destinados al turismo y a la observación de cetáceos se concluye que la presencia de estas embarcaciones afecta negativamente a los delfines, ya que aumentan el tiempo de buceo como estrategia para reducir el efecto de la presencia de los barcos y esto a largo plazo puede originar costes energéticos que afecten a su dinámica poblacional y reduzcan su fitness. En otros estudios también se han documentado efectos negativos en los delfines debido a la presencia de los barcos, como una reducción en la alimentación (Pirotta et al., 2015) o cambios en los comportamientos acústicos en respuesta al aumento del ruido ambiental (Baumann-Pickering et al., 2015). Al contrario, en otros estudios también se sugiere la posibilidad de que se establezcan interacciones positivas entre las embarcaciones pesqueras y los delfines mulares, ya que pueden suponer una fuente de alimentación fiable (López et al., 2004; La Manna et al., 2010) y pueden ajustar sus estrategias de forrajeo a los barcos pesqueros y a las granjas de acuicultura (Methion y Díaz López, 2020). En Galicia es muy recurrente la presencia de bateas para el cultivo de mariscos, lo que modifica la distribución y abundancia de recursos, ya que las regiones cercanas a las bateas suelen concentrar una mayor densidad de peces y otras presas potenciales para los delfines mulares (Methion y Díaz López, 2020). En el estudio de estos autores se observó una elevada frecuencia de uso de las bateas de cría de marisco para la alimentación, empleando estrategias de captura de presas específicas para el entorno de las balsas flotantes, beneficiándose de una fuente de alimento predecible y abundante. Gracias a los pescadores del puerto de Lorbé sabemos que los delfines mulares del Golfo Ártabro son capaces de entrar en la región de bateas para alimentarse de los peces que haya en sus alrededores, como suponíamos de entrada, con lo que deducimos que los delfines son capaces de sacar beneficio de las actividades antropogénicas en las rías gallegas. Con ello concluimos que la eventual desaparición de las bateas podría representar un impacto para los delfines.

4.7 Limitaciones del estudio y líneas futuras de investigación

Este estudio no está exento de limitaciones, ya que el tiempo de realización fue relativamente corto, generando una cantidad de datos en muchas ocasiones insuficiente para realizar correctamente los análisis estadísticos, y es probable que no fuera suficiente para observar patrones más relevantes en el comportamiento de estos animales. Además, las observaciones se realizaron sólo por dos personas poco experimentadas y desde la costa, lo que aumenta el sesgo de observación al poder pasar desapercibido un grupo de delfines de pequeño tamaño y/o que se desplaza a elevada velocidad, además de la imposibilidad de seguir su recorrido, lo que sí sería posible desde una embarcación, aunque el riesgo de intervenir sobre su comportamiento desde el mar sería mayor. Los estudios de observación de animales móviles pueden suponer un gran reto, ya que además de su elevada movilidad, lo que dificulta su seguimiento, se depende en gran medida de factores ajenos a la propia especie, como las condiciones ambientales, que pueden condicionar la visibilidad del océano, o la propia habilidad de los observadores, ya que su experiencia, capacidad individual de detección y motivación puede condicionar el éxito de los avistamientos.

Serán necesarios futuros estudios de esta población local del Golfo Ártabro, realizados en un periodo más amplio y a lo largo de las tres Rías que lo componen (A Coruña, Betanzos-Ares y Ferrol), y que recojan las cuatro estaciones, para así investigar la presencia de marcados cambios estacionales en su comportamiento. Lo ideal sería realizar el seguimiento de los individuos mediante la fotoidentificación, para establecer con más precisión su zona espacial de uso y entender mejor sus patrones de actividad. También puede seguirse la línea de investigación de las variaciones en la distribución de sus presas, ya que al ser animales cuya distribución depende en gran medida de la localización de las mismas sería necesario estudiar sus patrones de distribución diarios y estacionales, lo que puede motivar a los delfines a modificar sus patrones de uso del espacio. Para comprobar si los delfines son sensibles a perturbaciones como las producidas por las embarcaciones, también serían necesarios estudios del impacto del tráfico marítimo en el Golfo Ártabro, especialmente embarcaciones recreativas y pesqueras, ya que es uno de los factores más importantes que estudiar si se plantean objetivos conservacionistas. Los delfines mulares están registrados en el Catálogo Español de Especies Amenazadas (CEEAA) como especie "Vulnerable" (Real Decreto 139/2011, de 4 de febrero), y aparecen en el Anexo II de la Directiva Hábitats de la Unión Europea como especie cuya conservación requiere la designación de zonas especiales de conservación (Directiva 92/43/CEE), base de las legislaciones españolas y gallegas de conservación y protección del delfín mular, como el Real Decreto 1727/2007, de 21 de diciembre, sobre la protección de los cetáceos o el Decreto Gallego 88/2007 con el objetivo de evitar la pérdida de biodiversidad. En Galicia está presente una de las poblaciones de delfines mulares más importantes a nivel europeo, habitando principalmente las regiones costeras del interior de las rías gallegas (López et al., 2019) y el aumento en el conocimiento de los ritmos de actividad diarios y estacionales en estos animales es el primer paso para determinar sus patrones de uso de hábitat (Chen et al., 2022), y así hacer posible la planificación de acciones conservacionistas frente las perturbaciones provocadas por el ser humano.

Conclusión

Los delfines mulares de la costa de Dexo muestran un pico de actividad hacia la tarde, donde reparten su tiempo entre la alimentación, la socialización y el desplazamiento, y se mueven en grupos de $13 \pm 9SD$ individuos. Los picos de forrajeo encontrados al mediodía se suponen debidos a la depredación sobre peces cuyos periodos de actividad o

inactividad coinciden con esta franja horaria, y la elevada frecuencia del desplazamiento durante todo el día puede ser debida a que emplean la costa de Dexo como una zona de conexión entre las Rías de A Coruña y Betanzos, y secundariamente la emplean como zona de alimentación. Estos patrones están todos presumiblemente influenciados por la distribución y movimiento de sus principales presas. También se sugiere que pueden emplear las bateas del puerto de Lorbé como refugio y zona de descanso y alimentación, pero probablemente no sea la única zona que emplean con esta finalidad. Por último, se sugiere la existencia de una tendencia proporcional a más avistamientos en marea alta y baja, en marea creciente y en ausencia de barcos. Los delfines mulares, igual que otros cetáceos, son animales esenciales en los ecosistemas marinos, debido a su posición como depredadores apicales, y al ser animales longevos pueden ser empleados como bioindicadores de la salud del medio marino donde habitan. Por lo tanto, es necesaria la realización de más estudios sobre estos cetáceos para comprender adecuadamente sus patrones temporales y espaciales de uso del hábitat y protegerlos de las posibles perturbaciones que puedan menguar sus poblaciones.

Conclusión

Os arroaces da costa de Dexo mostran un pico de actividade cara á tarde, onde reparten o seu tempo entre a alimentación, a socialización e o desprazamento, e se moven en grupos de $13\pm 9SD$ individuos. Os picos de forraxeo atopados ao mediodía supóñense debidos á depredación sobre peces cuxos períodos de actividade ou inactividade coinciden con esta franxa horaria, e a elevada frecuencia do desprazamento durante todo o día pode ser debida a que empregan a costa de Dexo como unha zona de conexión entre as Rías da Coruña e Betanzos, e secundariamente emprégana como zona de alimentación. Estes patróns están todos presumiblemente influenciados pola distribución e movemento das súas principais presas. Tamén se suxire que poden empregar as bateas do porto de Lorbé como refuxio e zona de descanso e alimentación, pero probablemente non sexa a única zona que empregan con esta finalidade. Por último, suxírese a existencia dunha tendencia proporcional a máis avistamentos en marea alta e baixa, en marea crecente e en ausencia de barcos. Os arroaces, igual que outros cetáceos, son animais esenciais nos ecosistemas mariños, debido á súa posición como depredadores apicais, e ao ser animais lonxevos poden ser empregados como bioindicadores da saúde do medio mariño onde habitan. Polo tanto, é necesaria a realización de máis estudos sobre estes cetáceos para comprender adecuadamente os seus patróns temporais e espaciais de uso do hábitat e protexelos das posibles perturbacións que poidan diminuír as súas poboacións.

Conclusion

The bottlenose dolphins of the Dexo coast show a peak of activity in the afternoon, where they allocate their time between feeding, socialising and travelling, and they move in groups of $13\pm 9SD$ individuals. The foraging peaks found at noon are presumably due to predation on fish whose periods of activity or inactivity coincide with this time period, and the high frequency of movement throughout the day may be due to the fact that they use the coast of Dexo as a connection area between the Rias of A Coruña and Betanzos, and secondarily as a foraging area. These patterns are all presumably influenced by the distribution and movement of their main prey. It is also suggested that they may use the rafts in the port of Lorbé as a refuge, resting and feeding area, but this is probably not the only area they use with this purpose. Finally, it is also suggested the existence of a proportional trend of more sightings at high and low tide, at rising tide and in the absence of boats. Bottlenose dolphins, like other cetaceans, are essential animals in marine ecosystems, due to their position as apex predators. As long-lived animals they can be

used as bioindicators of the health of the marine environment they inhabit. Therefore, further studies on these cetaceans are needed to properly understand their temporal and spatial patterns of habitat use and to protect them from possible disturbances that might reduce their populations.

Referencias

- Agencia Estatal De Meteorología (s.f.). *Predicción playas*. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. Recuperado el 1 de junio de 2022, de: <https://www.aemet.es/es/eltiempo/prediccion/playas/>
- Allen, M. C., Read, A. J., Gaudet, J., y Sayigh, L. S. (2001). Fine-scale habitat selection of foraging bottlenose dolphins *Tursiops truncatus* near Clearwater, Florida. *Marine Ecology Progress Series*, 222, 253-264. <https://doi.org/10.3354/meps222253>
- Anderson, S. R., y Wiens, J. J. (2017). Out of the dark: 350 million years of conservatism and evolution in diel activity patterns in vertebrates. *Evolution*, 71(8), 1944-1959.
- Asensio, I., y Grajal, M. (1981). Rasgos morfológicos y sedimentológicos de la ría de Betanzos (A Coruña, Galicia, España). *Cadernos do Laboratorio Xeolóxico de Laxe*, 2(1), 197-208. <http://hdl.handle.net/2183/5756>
- Ashby, K. R. (1972). Patterns of daily activity in mammals. *Mammal Review*, 1(7-8), 171-185. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2907.1972.tb00088.x>
- Ballance, L. T. (1992). Habitat Use Patterns and Ranges of the Bottlenose Dolphin in the Gulf of California, Mexico. *Marine Mammal Science*, 8(3), 262-274. <https://doi.org/10.1111/j.1748-7692.1992.tb00408.x>
- Baumann-Pickering, S., Roch, M. A., Wiggins, S. M., Schnitzler, H.-U., y Hildebrand, J. A. (2015). Acoustic behavior of melon-headed whales varies on a diel cycle. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 69(9), 1553-1563. <https://doi.org/10.1007/s00265-015-1967-0>
- Bearzi, G., Notarbartolo di Sciara, G., y Politi, E. (1997). Social ecology of bottlenose dolphins in the Kvarneric (Northern Adriatic Sea). *Marine Mammal Science*, 13(4), 650-668. <https://doi.org/10.1111/j.1748-7692.1997.tb00089.x>
- Bräger, S. (1993). Diurnal and seasonal behavior patterns of bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*). *Marine Mammal Science*, 9(4), 434-438. <https://doi.org/10.1111/j.1748-7692.1993.tb00477.x>
- Cartagena-Matos, B., Lague, K., Fonseca, P., Marques, T. A., Prieto, R., y Alves, F. (2021). Trends in cetacean research in the Eastern North Atlantic. *Mammal Review*, 51(3), 436-453. <https://doi.org/10.1111/mam.12238>
- Cascão, I., Lammers, M. O., Prieto, R., Santos, R. S., y Silva, M. A. (2020). Temporal patterns in acoustic presence and foraging activity of oceanic dolphins at seamounts in the Azores. *Scientific Reports*, 10(1), Artículo 3610/2020. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-60441-4>
- Castellote, M., Brotons, J. M., Chicote, C., Gazo, M., y 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. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2015.05.017>

- Chen, M., Yu, D., Wang, K., Zhang, K., y Wang, Z. (2022). Seasonal and diel activities of the Yangtze finless porpoise in natural and highly disturbed habitats: Implications for conservation planning of freshwater cetaceans. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 32(4), 605-616. <https://doi.org/10.1002/aqc.3788>
- Chilvers, B. L., Corkeron, P. J., y Puotinen, M. L. (2003). Influence of trawling on the behaviour and spatial distribution of Indo-Pacific bottlenose dolphins (*Tursiops aduncus*) in Moreton Bay, Australia. *Canadian Journal of Zoology*, 81(12), 1947-1955. <https://doi.org/10.1139/z03-195>
- Connor, R. C., R. Wells, J. Mann, y A. Read. (2000). The bottlenose dolphin: social relationships in a fission-fusion society. En J. Mann, R. C. Connor, P. Tyack, y H. Whitehead (Eds.), *Cetacean societies: field studies of whales and dolphins* (pp. 91-1266). University of Chicago Press.
- Daura-Jorge, F. G., Wedekin, L. L., Piacentini, V. de Q., y Simões-Lopes, P. C. (2005). Seasonal and daily patterns of group size, cohesion and activity of the estuarine dolphin, *Sotalia guianensis* (P.J. van Bénédén) (Cetacea, Delphinidae), in southern Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 22(4), 1014-1021. <https://doi.org/10.1590/S0101-81752005000400029>
- Decreto 88/2007, de 19 de abril, por el que se regula el Catálogo gallego de especies amenazadas (2007). *Diario Oficial de Galicia*, 89, de 9 de mayo de 2007, 7409. https://www.xunta.gal/dog/Publicados/2007/20070509/Anuncio12742_es.html
- Di Tullio, J. C., Fruet, P. F., y Secchi, E. R. (2016). Identifying critical areas to reduce bycatch of coastal common bottlenose dolphins *Tursiops truncatus* in artisanal fisheries of the subtropical western South Atlantic. *Endangered Species Research*, 29(1), 35-50. <https://doi.org/10.3354/esr00698>
- Dinis A. (2014). Ecology and conservation of bottlenose dolphins in Madeira Archipelago (Publicación n.º 10591003) [Tesis doctoral, Universidade da Madeira]. ProQuest Dissertations & Theses Global
- Dinis, A., Alves, F., Nicolau, C., Ribeiro, C., Kaufmann, M., Canadas, A., y Freitas, L. (2016). Bottlenose dolphin *Tursiops truncatus* group dynamics, site fidelity, residency and movement patterns in the Madeira Archipelago (North-East Atlantic). *African Journal of Marine Science*, 38(2), 151-160. <https://doi.org/10.2989/1814232X.2016.1167780>
- Unión Europea, Consejo. (1992). Directiva 92/43/CEE del Consejo, de 21 de mayo de 1992, relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres. *Diario Oficial de las Comunidades Europeas*, 22-7-1992, 206. <https://www.boe.es/doue/1992/206/L00007-00050.pdf>
- Elliott, R. G., Dawson, S. M., y Henderson, S. (2011). Acoustic monitoring of habitat use by bottlenose dolphins in Doubtful Sound, New Zealand, New Zealand. *Journal of Marine and Freshwater Research*, 45(4), 637-649. <https://doi.org/10.1080/00288330.2011.570351>
- Eriksen, A., Wabakken, P., Zimmermann, B., Andreassen, H. P., Arnemo, J. M., Gundersen, H., Liberg, O., Linnell, J., Milner, J. M., Pedersen, H. C., Sand, H., Solberg, E. J., y Storaas, T. (2011). Activity patterns of predator and prey: A simultaneous study of GPS-collared wolves and moose. *Animal Behaviour*, 81(2), 423-431. <https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2010.11.011>

- Foster, V. C., Sarmiento, P., Sollmann, R., Tôrres, N., Jácomo, A. T. A., Negrões, N., Fonseca, C., y Silveira, L. (2013). Jaguar and puma activity patterns and predator-prey interactions in four brazilian biomes. *Biotropica*, 45(3), 373-379. <https://doi.org/10.1111/btp.12021>
- Froy, O. (2007). The relationship between nutrition and circadian rhythms in mammals. *Frontiers in Neuroendocrinology*, 28(2-3), 61-71. <https://doi.org/10.1016/j.yfrne.2007.03.001>
- Gauger, M. F. W., Romero-Vivas, E., Peck, M. A., Balart, E. F., y Caraveo-Patiño, J. (2022). Seasonal and diel influences on bottlenose dolphin acoustic detection determined by whistles in a coastal lagoon in the southwestern Gulf of California. *PeerJ*, 10. Artículo e13246. <https://doi.org/10.7717/peerj.13246>
- Gregory, P., y Rowden, A. (2001). Behaviour patterns of bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) relative to tidal state, time-of-day, and boat trac in Cardigan Bay, West Wales. *Aquatic Mammals*, 27(2), 105-113. https://www.aquaticmammalsjournal.org/share/AquaticMammalsIssueArchives/2001/AquaticMammals_27-02/27-02_Gregory.PDF
- Guevara-Aguirre, D. & Gallo-Reynoso, J. P. (2016). Uso de hábitat de dos ecotipos de toninas (*Tursiops truncatus*) en el golfo de California, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 87(3):1045-1054. <https://doi.org/10.1016/j.rmb.2016.07.015>
- Häfker, N. S., y Tessmar-Raible, K. (2020). Rhythms of behavior: Are the times changin'? *Current Opinion in Neurobiology*, 60, 55-66. <https://doi.org/10.1016/j.conb.2019.10.005>
- Hanson, M. T., y Defran, R. H. (1993). The behaviour and feeding ecology of the Pacific coast bottlenose dolphin, *Tursiops truncatus*. *Aquatic Mammals*, 19(3), 127-142. https://www.aquaticmammalsjournal.org/share/AquaticMammalsIssueArchives/1993/Aquatic_Mammals_19_3/19-03_Hanson.pdf
- Hodge, L. E. W., Bell, J. T., Kumar, A., y Read, A. J. (2013). The influence of habitat and time of day on the occurrence of odontocete vocalizations in Onslow Bay, North Carolina. *Marine Mammal Science*, 29(4), E411-E427. <https://doi.org/10.1111/mms.12006>
- Irvine, A. B., Scott, M. D., Wells, R. S. & Kaufmann, J. H. (1981). Movements and activities of the Atlantic bottlenose dolphin, *Tursiops truncatus*, near Sarasota, Florida. *Fishery Bulletin*, 79(4), 671-688. <https://spo.nmfs.noaa.gov/sites/default/files/pdf-content/1981/794/irvine.pdf>
- Kassamali-Fox, A., Christiansen, F., May-Collado, L. J., Ramos, E. A., y Kaplin, B. A. (2020). Tour boats affect the activity patterns of bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in Bocas del Toro, Panama. *PeerJ*, 8, Article e8804. <https://doi.org/10.7717/peerj.8804>
- La Manna, G., Clo, S., Papale, E., y Sara, G. (2010). Boat traffic in Lampedusa waters (Strait of Sicily, Mediterranean Sea) and its relation to the coastal distribution of common bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*). *Ciencias Marinas*, 36(1), 71-81. <https://doi.org/10.7773/cm.v36i1.1457>
- Llinares, Á., Martínez-Abraín, A., y Veiga, J. (2019). High foraging efficiency of Eurasian otters in a shallow Iberian reservoir. *Wildlife Biology*, 2019(1), 1-6. <https://doi.org/10.2981/wlb.00589>

- López, A., Martínez, J. A., Palacios, G., Covelo, P., Mariscal, P., y Díaz, J. I. (2015, December, 4-7). *Identificación poblacional del delfín mular, Tursiops truncatus, en el Noroeste y Norte Peninsular* [Abstract de presentación oral]. XII Congreso de la Sociedad Española para la Conservación y Estudio de los Mamíferos-SECEM, Burgos, España. <https://www.secem.es/wp-content/uploads/2016/01/Libro-XII-Congreso-SECEM.pdf>
- López, A., Martínez-Cedeira, J., y Mariscal, P. (2019). Catálogo TurGaSur de fotoidentificación dos arroaces (*Tursiops truncatus*) de Galicia Sur e manual de boas prácticas de navegación. CEMMA. Fundación Biodiversidad-Ministerio para la Transición Ecológica.
- López, A., Pierce, G. J., Valeiras, X., Santos, M. B., y Guerra, A. (2004). Distribution patterns of small cetaceans in Galician waters. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 84(1), 283-294. <https://doi.org/10.1017/S0025315404009166h>
- Martínez-Cedeira, J., Covelo, P., Barreiro, A., Torres, J., Conde, P., Otero, P., Pierce, G., y Santos, M. (2003). Avistamientos de cetáceos desde barcos de pesca en aguas de Galicia. *Galemys*, 15,(Extra 1), 103-113. <https://www.secem.es/wp-content/uploads/2013/03/Galemys-15-NE-10-Cedeira-103-113.pdf>
- Menaker, M., Moreira, L. F., y Tosini, G. (1997). Evolution of circadian organization in vertebrates. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, 30(3), 305-313. <https://doi.org/10.1590/S0100-879X1997000300003>
- Methion, S., y Díaz López, B. (2020). Individual foraging variation drives social organization in bottlenose dolphins. *Behavioral Ecology*, 31(1), 97-106. <https://doi.org/10.1093/beheco/arz160>
- Möller, L., y Harcourt, R. (1998). Social dynamics and activity patterns of bottlenose dolphins, *Tursiops truncatus*, in Jervis bay, Southeastern Australia. *Proceedings of the Linnean Society of New South Wales*, 120,181-189. <https://www.biodiversitylibrary.org/page/34937505>
- Monterroso, P., Alves, P. C., y Ferreras, P. (2013). Catch me if you can: Diel activity patterns of mammalian prey and predators. *Ethology*, 119(12), 1044-1056. <https://doi.org/10.1111/eth.12156>
- Nuuttila, H. K., Bertelli, C. M., Mendzil, A., y Dearle, N. (2018). Seasonal and diel patterns in cetacean use and foraging at a potential marine renewable energy site. *Marine Pollution Bulletin*, 129(2), 633-644. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.10.051>
- Nuuttila, H. K., Courtene-Jones, W., Baulch, S., Simon, M., y Evans, P. G. H. (2017). Don't forget the porpoise: Acoustic monitoring reveals fine scale temporal variation between bottlenose dolphin and harbour porpoise in Cardigan Bay SAC. *Marine Biology*, 164(3), Artículo 50. <https://doi.org/10.1007/s00227-017-3081-5>
- Pérez-Jorge, S. (2016). *Ecología del delfín mular del indo-pacífico en el área marina protegida de Kisite-mpunguti, Kenia* [Tesis doctoral, Universidad de Cádiz]. Instituto Mediterráneo de Estudios Avanzados, IMEDEA. https://imedea.uib-csic.es/bc/gep/docs/pdfsgrupo/tesis/Tesis_Sergi.pdf
- Pierce, G. J., Caldas, M., Cedeira, J. A. M., Santos, M. B., Llavona, Á., Covelo, P., Martínez, G., Torres, J., Sacau, M., López, A. (2010). Trends in cetacean sightings along

- the Galician coast, NW Spain, 2003-2007, and inferences about cetacean habitat preferences. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 90(8), 1547-1560. <https://doi.org/10.1017/S0025315410000664>
- Pirotta, E., Merchant, N. D., Thompson, P. M., Barton, T. R., y Lusseau, D. (2015). Quantifying the effect of boat disturbance on bottlenose dolphin foraging activity. *Biological Conservation*, 181, 82-89. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2014.11.003>
- España, Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino. (2011). Real Decreto 139/2011, de 4 de febrero, para el desarrollo del Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial y del Catálogo Español de Especies Amenazadas (2011). *Boletín Oficial del Estado*, 23-2-2011, 46, 20912-20951. <https://www.boe.es/boe/dias/2011/02/23/pdfs/BOE-A-2011-3582.pdf>
- España, Ministerio de la Presidencia. (2007). Real Decreto 1727/2007, de 21 de diciembre, por el que se establecen medidas de protección de los cetáceos (2008). *Boletín Oficial del Estado*, 12-1-2008, 11, 2292-2296. <https://www.boe.es/boe/dias/2008/01/12/pdfs/A02292-02296.pdf>
- Saayman, G. S., Tayler, C. K., y Bower, D. (1973). Diurnal activity cycles in captive and free-ranging Indian Ocean bottlenose dolphins (*Tursiops aduncus* Ehrenburg). *Behaviour*, 44(3/4), 212-233. <https://doi.org/10.1163/156853973X00409>
- Santos, M. B., Fernández, R., López, A., Martínez, J. A., y Pierce, G. J. (2007). Variability in the diet of bottlenose dolphin, *Tursiops truncatus*, in Galician waters, north-western Spain, 1990–2005. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 87(1), 231-241. <https://doi.org/10.1017/S0025315407055233>
- Serres, A., Hao, Y., y Wang, D. (2020). Body contacts and social interactions in captive odontocetes are influenced by the context: an implication for welfare assessment. *Animals*, 10(6), Artículo 924. <https://doi.org/10.3390/ani10060924>
- Shane, S. H., Wells, R. S., y Würsig, B. (1986). Ecology, behavior and social organization of the bottlenose dolphin: A review. *Marine Mammal Science*, 2(1), 34-63. <https://doi.org/10.1111/j.1748-7692.1986.tb00026.x>
- Silva, F. J. de L., y Da Silva Jr, J. M. (2009). Circadian and seasonal rhythms in the behavior of spinner dolphins (*Stenella longirostris*). *Marine Mammal Science*, 25(1), 176-186. <https://doi.org/10.1111/j.1748-7692.2008.00238.x>
- Silva, M. A., Prieto, R., Magalhaes, S., Seabra, M. I., Santos, R. S., y Hammond, P. S. (2008). Ranging patterns of bottlenose dolphins living in oceanic waters: Implications for population structure. *Marine Biology*, 156(2), 179-192. <https://doi.org/10.1007/s00227-008-1075-z>
- Soldevilla, M. S., Wiggins, S. M., y Hildebrand, J. A. (2010). Spatial and temporal patterns of Risso's dolphin echolocation in the Southern California Bight. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 127(1), 124-132. <https://doi.org/10.1121/1.3257586>
- Steiner, A. (2012). Temporal determinants of Indo-Pacific bottlenose dolphin (*Tursiops aduncus*) activity in the Port River Estuary (Adelaide, South Australia). *Aquatic Mammals*, 38(3), 267-278. <https://doi.org/10.1578/AM.38.3.2012.267>

- Tessmar-Raible, K., Raible, F., y Arboleda, E. (2011). Another place, another timer: Marine species and the rhythms of life. *BioEssays*, 33(3), 165-172. <https://doi.org/10.1002/bies.201000096>
- Tosi, C. H., y Ferreira, R. G. (2008). Behavior of estuarine dolphin, *Sotalia guianensis* (Cetacea, Delphinidae), in controlled boat traffic situation at southern coast of Rio Grande do Norte, Brazil. *Biodiversity and Conservation*, 18(1), Article 67. <https://doi.org/10.1007/s10531-008-9435-z>
- Uriarte, A., García-Barón, I., Franco, J., y Louzao, M. (2021). Delfín mular *Tursiops truncatus*. Evaluación espacial de la Red Natura 2000 para la conservación de especies de interés comunitario en la Demarcación Noratlántica [Ficha técnica]. AZTI. https://www.azti.es/wp-content/uploads/2021/04/1_Ficha_Tec_DelfinMular_compressed.pdf
- Valencia-Vila, J. (2021). Golfo Ártabro: marco físico. En J. Valencia-Villa y S. Parra (Eds.), *Biodiversidad Marina del golfo Ártabro (A Coruña): 50 aniversario del Centro Oceanográfico de A Coruña* (pp. 45-70). Instituto Español de Oceanografía, Ministerio de Ciencia e Innovación. <http://hdl.handle.net/10508/12486>
- van der Vinne, V., Riede, S. J., Gorter, J. A., Eijer, W. G., Sellix, M. T., Menaker, M., Daan, S., Pilorz, V., y Hut, R. A. (2014). Cold and hunger induce diurnality in a nocturnal mammal. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(42), 15256-15260. <https://doi.org/10.1073/pnas.1413135111>
- Vilella, M., Ferrandiz-Rovira, M., y Sayol, F. (2020). Coexistence of predators in time: Effects of season and prey availability on species activity within a Mediterranean carnivore guild. *Ecology and Evolution*, 10(20), 11408-11422. <https://doi.org/10.1002/ece3.6778>
- Waples D. M. (1995). Activity budgets of free-ranging bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in Sarasota Bay. [Trabajo de fin de máster]. University of California, Santa Cruz.
- Wells, R. S. y Scott, M., (2018). Bottlenose Dolphin, *Tursiops Truncatus*, common bottlenose dolphin. En B. Würsig, J. G. M. Thewissen y K. M. Kovacs (Eds.) *Encyclopedia of marine mammals* (3rd ed., pp. 188-125). Elsevier/Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-804327-1.00072-8>
- Wells, R., McHugh, K., Douglas, D., Shippee, S., Berens McCabe, E., Barros, N., y Phillips, G. (2013). Evaluation of potential protective factors against metabolic syndrome in bottlenose dolphins: Feeding and activity patterns of dolphins in Sarasota Bay, Florida. *Frontiers in Endocrinology*, 4, Artículo 139. <https://doi.org/10.3389/fendo.2013.00139>
- Wells, R. S., Natoli, A. y Braulik, G. (2019). *Tursiops truncatus* (errata version published in 2019) [Ficha técnica]. *The IUCN Red List of Threatened Species 2019*, e.T22563A156932432. Recuperado el 07 de mayo de 2022, de <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2019-1.RLTS.T22563A156932432.en>
- Yerushalmi, S., y Green, R. M. (2009). Evidence for the adaptive significance of circadian rhythms. *Ecology Letters*, 12(9), 970-981. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2009.01343.x>

Anexo I

Anexo I: Imagen Satélite del norte del municipio de Oleiros, con los puntos de observación empleados durante el muestreo marcados como A: *Señales marítimas de Mera*, B: *Seixo Branco*, C: *A Furna*, D: *Enfrente de A Marola*, E: *Enfrente del Marolete*, F: *Miradoiro*, y G: *Punta Delfines*. Base extraída de Google Maps, (2022).



Anexo II

Anexo II a: Listado de todas las variables registradas durante los periodos de observación, junto con los valores que se le atribuyeron y la descripción de cada una de ellas. El tamaño del grupo se determinó mediante el recuento directo de los animales por parte de las dos observadoras participantes en el estudio, promediando los recuentos. La información sobre el estado de las mareas en la costa de Oleiros se obtuvo de la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET).

Variable	Valores	Descripción
Dirección de movimiento	Este/Oeste	Dirección en la que se desplazan los individuos durante el avistamiento.
Meteorología	Soleado/Nublado/ Lluvioso/Tormentoso /Neblinoso/Ventoso	Condiciones meteorológicas predominantes durante la observación.
Oleaje	Calmado/Leve/ Fuerte	Estado del mar predominante durante la observación.
Marea (altura)	Alta/Media/Baja	Altura de la marea registrada en el momento de comenzar la observación, se interpreta alta la hora anterior y siguiente a la pleamar, lo mismo ocurre con la marea baja y la bajamar, y las horas intermedias se consideran como marea media.
Marea (estado)	Subiendo/Bajando	Tendencia de la marea en el momento de comenzar la observación.
Presencia o ausencia de barcos	Sí/No	Presencia de embarcaciones en el rango visible desde el P.O., excluyendo aquellos que se encontrasen en alta mar.
Número de individuos	[0-30]	Cantidad total de individuos registrados durante un avistamiento.
Número de subgrupos	[1-6]	Cantidad de subgrupos observados durante el avistamiento, entendiendo como subgrupo aquel conjunto de individuos que esté a una distancia de 4 o más distancias corporales (media estándar de un delfín mular = 2,5m) de otro conjunto de individuos.

Anexo II b: Etograma en el que se describen los tres comportamientos registrados en el caso de avistar individuos de delfines mulares.

Comportamiento	Descripción
Desplazamiento	Movimiento relativamente lineal de un grupo de delfines en una dirección dada.
Forrajeo/Alimentación	Comportamientos de búsqueda o persecución de bancos de peces, en el que los individuos se dividen en subgrupos y realizan inmersiones de más de 1 minuto en una misma región o bien se les observa realizando círculos.
Juego/Socialización	Comportamientos aéreos como la realización de saltos, sacar el cuerpo fuera del agua, golpes de cola, contacto entre individuos, o la natación con el vientre hacia la superficie del agua.

Anexo III

Anexo III: Entrevistas realizadas a vecinos y pescadores de Mera y Seixo Branco y de los puertos de Lorbé y Sada. Se han incluido las preguntas más frecuentemente realizadas y las diferentes respuestas ofrecidas por los entrevistados.

nº	Localización	¿Los ha visto recientemente?/ ¿Cuándo suelen aparecer?	¿De qué pueden alimentarse?	¿Se introducen en el puerto?
1	Puerto de Lorbé	“Aparecen más por la mañana”	“Se meten en la ría para cazar sardina”	“Se meten en el puerto en la zona de las bateas cuando hace mal tiempo”
2	Puerto de Lorbé	“Vistos de madrugada entre las 4-6am”	“Van al pez pequeño: sardina, caballa y jurel”	“Un grupo de 6-7 individuos fue visto entre las bateas del puerto”
3	Puerto de Lorbé	“Vistos sobre las 7am alimentándose”	“Van a la sardina, pescadilla, pulpo y sepia”	“Si hay mal tiempo se resguardan en las bateas”
4	Puerto de Lorbé	“Pueden aparecer por la mañana o por la tarde, se suelen ver a las 11am. Se les ve pasar hacia Sada y luego vuelven a salir de la ría”	“Sardina, calamar”	-
5	Puerto de Lorbé	“Aparecen por la mañana y se ven cuando hace buen tiempo, y se acercan más a la costa en marea alta”	-	-
6	Puerto de Lorbé	-	-	“Se meten sin problema en la zona de bateas y se alimentan de lo que haya en ellas”
7	Puerto de Sada	“Vistos en grupos de 6-7 individuos formar un embudo para desplazar a los peces y luego depredar sobre ellos dando saltos. Entran a cualquier hora, pero no se quedan en la zona”	“Comen caballa, peón, calamar”	“Son capaces de meterse en el puerto”
8	Puerto de Sada	“Entran a cualquier hora siguiendo la comida pero no permanecen en la zona. Se ven más en marea alta”	“Comen calamar, jurel, sardina, caballa”	-
9	Puerto de Sada	-	“Comen lo que hay en la ría: sardina, jurel, caballa y calamar”	-
10	Puerto de Sada	-	“Pueden comer el mújel del puerto”	“Vistos en grupos de entre 5 y 8 individuos entrando al puerto a alimentarse”
11	Mera	“Visto un grupo de 11 individuos desde el Faro de Mera hasta la torre de control marítimo de A Coruña”	-	-
12	Mera	“Suelen pasar por delante del Faro de Mera y dan la vuelta para salir de la ría”	-	-
13	Seixo Branco	“Suelen aparecer a media marea y siempre subiendo”	-	-
14	Seixo Branco	“Vista una pareja de arroaces moviéndose en dirección Este, sobre las 5pm”	-	-

Anexo IV

Anexo IV: Cuadro resumen de las horas de observación y de avistamientos, donde se incluyen el número de avistamientos, el porcentaje de horas de avistamiento con respecto a las de observación, los avistamientos por hora y las horas necesarias para realizar un avistamiento, tanto de todo el periodo de prospección como de la división por periodos estacionales y franjas horarias.

Total						
Periodo	H.obs	H.av	Avi	%	Avi/h	Rp
2021-2022	71,5	13,73	38	19,20%	0,53	1,88
Estaciones						
Estación	H.obs	H.av	Avi	%	Avi/h	Rp
Otoño-invierno	27,58	8,75	20	31,73%	0,73	1,38
Primavera	43,92	4,98	18	11,34%	0,41	2,44
Franjas horarias						
Franja	H.obs	H.av	Avi	%	Avi/h	Rp
Mañana	14,75	0,55	4	3,73%	0,27	3,69
Mediodía	39,93	9,53	18	23,87%	0,45	2,22
Tarde	16,82	3,65	16	21,70%	0,95	1,05

H.obs	Horas de observación
H.av	Horas de avistamiento
Avi	Número de avistamientos
%	Porcentaje de horas de avistamiento respecto a las horas de observación
Avi/h	Avistamientos en una hora de observación
Rp	Horas necesarias para realizar un avistamiento

Anexo V

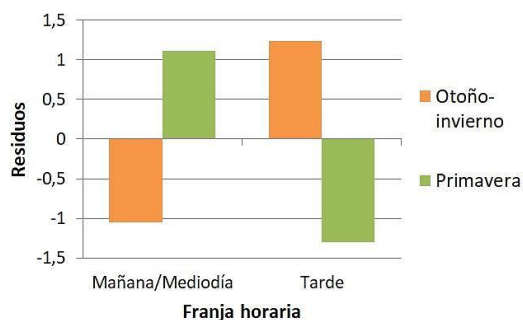
Anexo IV: Resultados de los Test Chi² realizados para 1) determinar si existen diferencias entre la actividad diurna de los delfines y la estación, 2) determinar si existen diferencias entre la actividad diurna de los delfines y la dirección de movimiento, y 3) determinar si existen diferencias entre el comportamiento de los delfines y la dirección de movimiento, junto con los residuos de cada uno de ellos y su representación gráfica.

1) ESTACIÓN

X-squared = 4.105 df = 1 **p-value = 0.04276**

RESIDUOS	Mañana/Mediodía	Tarde
Otoño/invierno	-1,05177	1,23331
Primavera	1,108663	-1,300022

Residuos de la Chi2 Estaciones

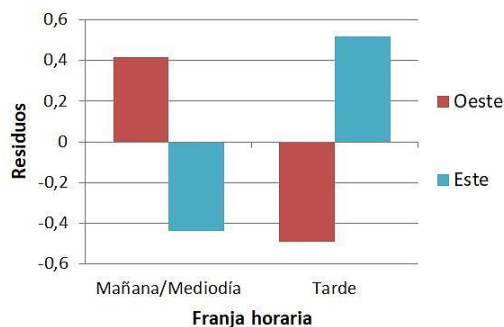


2) DIRECCIÓN

X-squared = 0.36735 df = 1 **p-value = 0.5445**

RESIDUOS	Mañana/Mediodía	Tarde
Oeste	0,4176146	-0,4896965
Este	-0,4402044	0,5161854

Residuos de la Chi2 Dirección

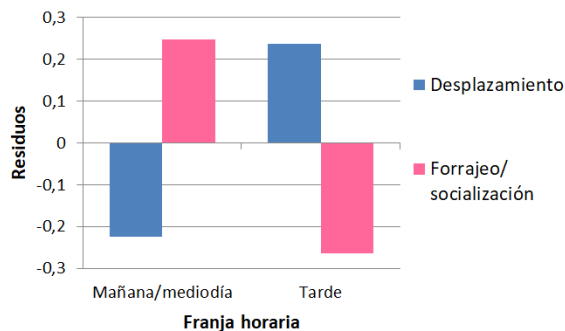


3) COMPORTAMIENTO

X-squared = 0.0026703 df = 1 **p-value = 0.9588**

RESIDUOS	Mañana/mediodía	Tarde
Desplazamiento	-0,1592373	0,1737422
Forrajeo/socialización	0,1737422	-0,1895682

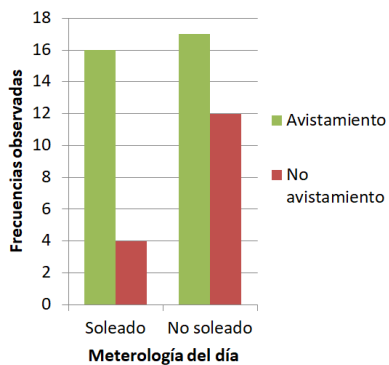
Residuos de la Chi2 Comportamiento



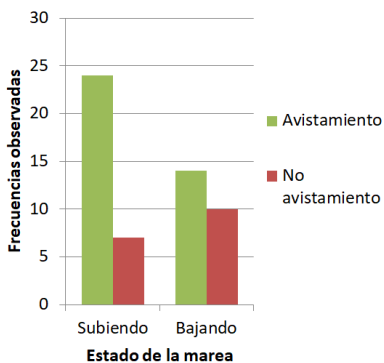
Anexo VI

Anexo VI: Efecto de los parámetros externos estudiados sobre el comportamiento de los delfines mulares, ordenados de izquierda a derecha y de arriba abajo: meteorología (A), estado de la marea (B), presencia de embarcaciones (C), estado del oleaje (D) y altura de la marea (E).

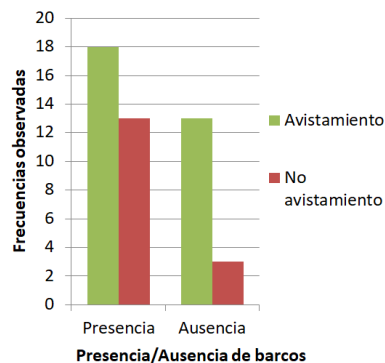
Efecto de la meteorología en los avistamientos



Efecto de la marea en los avistamientos



Efecto de las embarcaciones en los avistamientos

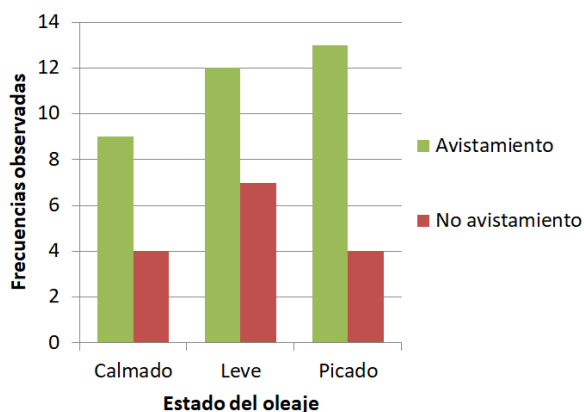


A: Efecto de la meteorología soleada o no soleada en la frecuencia de los avistamientos. Se observa que en el caso de "Soleado" la frecuencia del avistamiento es elevada en comparación a la de no avistamiento.

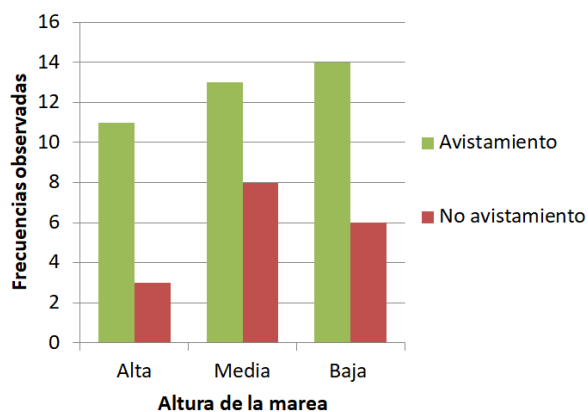
B: Efecto del estado de la marea en la frecuencia de los avistamientos. Existe una diferencia muy notable entre la presencia y la ausencia de avistamientos con la marea subiendo.

C: Efecto de la presencia/ausencia de embarcaciones en los avistamientos. Hay una diferencia marcada entre avistamiento y no avistamiento cuando no están presentes los barcos.

Efecto del oleaje en los avistamientos



Efecto de la marea en los avistamientos



D: Efecto del oleaje en la frecuencia de los avistamientos. Se puede ver una tendencia ascendente en los avistamientos conforme aumenta la fuerza del oleaje, siendo la diferencia mayor con el oleaje picado.

E: Efecto de la altura de la marea en la frecuencia de los avistamientos. Las mayores diferencias se encuentran con marea alta y baja.