



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

FACULTAD DE CIENCIAS

GRADO EN BIOLOGÍA

MEMORIA DEL TRABAJO DE FIN DE GRADO

**CONSUMO DE UN RECURSO NOVEL POR PARTE DE LA GAVIOTA
PATIAMARILLA: EL USO DE MEJILLONES EN EL PUERTO DE
LORBÉ**

**CONSUMO DUN RECURSO NOVEL POR PARTE DA GAIVOTA DE
PATAS AMARELAS: O USO DE MEXILLÓNS NO PORTO DE LORBÉ**

**CONSUMPTION OF A NEW RESOURCE BY THE YELLOW-LEGGED
GULLS: THE USE OF MUSSELS AT LORBÉ PORT**



MARÍA CAAMAÑO SUÁREZ

CURSO: 2019 – 2020

CONVOCATORIA: JULIO

DIRECTOR: DR. ALEJANDRO MARTÍNEZ ABRAÍN

Índice

Resumen / Resumo / Abstract

1. Introducción	1
2. Objetivos	4
3. Material y métodos	4
3.1.Área de estudio	4
3.2.Período de estudio	5
3.3.Procedimiento experimental	6
3.3.1.Rotura de mejillones desde el aire (comportamiento)	6
3.3.2.Ecología trófica	7
3.3.3.Energética	8
4. Resultados	9
4.1.Rotura de mejillones desde el aire (comportamiento)	9
4.2. Ecología trófica	10
4.3.Energética	13
5. Discusión	13
5.1.Rotura de mejillones desde el aire (comportamiento)	14
5.2.Ecología trófica	14
5.3.Energética	16
6. Conclusiones	17
6.1 Conclusiones	17
6.2 Conclusións	18
6.3 Conclusions	19
7. Bibliografía	20

Resumen

En las últimas décadas se ha producido un incremento elevado de las poblaciones de gaviota patiamarilla (*Larus michahellis*) en toda Europa que se ha relacionado con un aumento de los recursos predecibles de origen antropogénico (PAFS). En este trabajo de fin de grado se estudió si el mejillón (*Mytilus edulis*) procedente del vivero mejillonero del puerto de Lorbé (A Coruña, NO España), que funciona como un PAF para la gaviota patiamarilla, podría ser un recurso importante para esta especie fuera de la temporada de cría. Para ello, se estudió primero el singular comportamiento desarrollado por las gaviotas para la rotura del mejillón desde el aire. Además se llevaron a cabo lanzamientos experimentales desde igual altura. Observaciones y experimentos coincidieron en el número de lanzamientos necesario para romper un mejillón: 1 lanzamiento para mejillones grandes, 2 para mejillones medianos y 3 para mejillones pequeños. Asimismo se realizó una comparativa entre los tamaños de los mejillones consumidos y los disponibles concluyendo que no hubo selección por tamaño: las aves consumieron la talla de mejillón más abundante en la salida del vivero. Además, se comparó la estructura de edad de las poblaciones de gaviotas de Lorbé y Miño (población cercana control que no se alimenta de mejillones) comprobando que en Lorbé el porcentaje de juveniles fue mucho mayor que en Miño (64% frente a un 14%). Se demostró, no sólo que los juveniles fueron la clase de edad más abundante en Lorbé (64% de las aves censadas) sino que estos realizaron la mayoría de los lanzamientos (52%), siendo por tanto los principales consumidores de este recurso. Además se estudió la rentabilidad energética del recurso, concluyendo que no sería viable para la especie una alimentación basada únicamente en mejillón, debido a la alta cantidad de presas que necesitarían ingerir (234-632 mejillones) para satisfacer sus requerimientos energéticos diarios. Por tanto el mejillón fue un recurso secundario, empleado por aves juveniles e inexpertas de manera temporal (sólo en marea baja), quizás como estrategia para evitar la competición con los adultos (más agresivos y experimentados) por otras fuentes de alimento de mayor calidad.

Palabras clave

Comportamiento animal, forrajeo óptimo, gaviota patiamarilla, mejillón, PAFS, requerimientos energéticos, selección de talla.

Resumo

Nas últimas décadas produciuse un incremento elevado das poboacións de gaviota patiamarela (*Larus michahellis*) en toda Europa que se relacionou cun aumento dos recursos predicibles de orixe antropogénico (PAFS). Neste traballo de fin de grao estudouse se o mexillón (*Mytilus edulis*) procedente do viveiro mexilloeiro do porto de Lorbé (A Coruña, NO España), que funciona como un PAF para a gaviota patiamarela, podería ser un recurso importante para esta especie fóra da tempada de cría. Para iso, estudouse primeiro o singular comportamento desenvolvido polas gaviotas para a rotura do mexillón desde o aire. Ademais levaronse a cabo lanzamentos experimentais desde

igual altura. Observacións e experimentos coincidiron no número de lanzamentos necesario para romper un mexillón: 1 lanzamento para mexillóns grandes, 2 para medianos e 3 para pequenos. Así mesmo realizouse unha comparativa entre os tamaños dos mexillóns consumidos e os dispoñibles concluíndo que non houbo selección por tamaño: as aves consumiron a talla de mexillón máis abundante na saída do viveiro. Ademais, comparouse a estrutura de idade das poboacións de gaivotas de Lorbé e Miño (poboación próxima control que non se alimenta de mexillóns) comprobando que en Lorbé a porcentaxe de xuvenís foi moito maior que en Miño (64% fronte a un 14%). Demostrouse, non só que os xuvenís foron a clase de idade máis abundante en Lorbé (64% das aves censadas) senón que estes realizaron a maioría dos lanzamentos (52%), sendo por tanto os principais consumidores deste recurso. Ademais estudouse a rendibilidade enerxética do recurso, concluíndo que non sería viable para a especie unha alimentación baseada unicamente en mexillón, debido á alta cantidade de presas que necesitarían inxerir (234-632 mexillóns) para satisfacer os seus requirimentos enerxéticos diarios. Por tanto concluímos que o mexillón foi un recurso secundario, empregado por aves xuvenís e inexpertas de maneira temporal (só en marea baixa), quizais como estratexia para evitar a competición cos adultos (máis agresivos e experimentados) por outras fontes de alimento de maior calidade.

Palabras chave

Comportamento animal, forrajeo óptimo, gaivota patiamarilla, mexillón, PAFS, requirimentos enerxéticos, selección de talla.

Abstract

In recent decades, there has been a high increase in the numbers of the yellow-legged gull (*Larus michahellis*) across Europe, which has been linked to an increase in predictable resources of anthropogenic origin (PAFS). In this final degree project, I studied whether mussels (*Mytilus edulis*) from the mussel purification plant located in the port of Lorbé (A Coruña, NW Spain), which functions as a PAF for the yellow-legged gull, could be an important resource for this species outside the breeding season. To do this, the unique behavior developed by seagulls for breaking the mussels from the air was first studied. In addition, experimental launches were carried out from the same height. Observations and experiments agreed on the number of throws required to break a mussel: 1 for large mussels, 2 for medium mussels, and 3 for small mussels. Likewise, a comparison was made between the sizes of the mussels consumed and those available, concluding that there was no selection by size: the birds consumed the most abundant mussel size at the exit of the plant pipeline. In addition, the age structure of the gull populations of Lorbé and Miño (a close control population that does not forage on mussels) was compared, finding that in Lorbé the percentage of juveniles was much higher than in Miño (64% vs. 14%). It was shown, not only that juveniles were the most abundant age class in Lorbé (64% of the birds surveyed) but that they made the most of the launches (52%), being therefore the main consumers of this resource. In addition, the energy profitability of the resource was studied, concluding that a diet based solely on mussels would not be viable for the species, due to the high number of

prey that they would need to eat (234-632 mussels) to satisfy their daily energy requirements. Therefore, I conclude that mussels were a secondary resource, used by juvenile and inexperienced birds temporarily (only at low tide), perhaps as a strategy to avoid competition with adults (more aggressive and experienced) for other sources of higher quality.

Keywords

Animal behavior, energy requirements, mussel, optimal foraging, PAFS, size selection, yellow-legged gull.

1. Introducción

A lo largo del siglo XX se ha producido en toda Europa un crecimiento exponencial continuo en el número de individuos del género *Larus spp.* (Alonso *et al.*, 2015), especialmente destacable en la gaviota patiamarilla (*Larus michahellis*). Esta es una de las especies de gaviota más abundantes en el sur de Europa y el norte de África, que ha llegado a colonizar zonas de la costa atlántica francesa, Canal de la Mancha y ciertos humedales de Europa Central (Juez *et al.*, 2015).

Los factores principales que han determinado estos cambios en el tamaño de las poblaciones de gaviota patiamarilla son, mayoritariamente, de origen antrópico. Estas fuentes de recursos alimenticios antropogénicos predecibles (conocidos como PAFS) permiten una disponibilidad casi ilimitada de recursos alimentarios (Duhem *et al.*, 2008). Esto es aprovechado por dicha especie, de dieta generalista y oportunista, cuyo comportamiento de alimentación muestra una plasticidad tan elevada que permite la explotación eficiente de una gran diversidad de alimentos marinos y terrestres (Méndez *et al.*, 2020).

En muchas ocasiones la presencia, abundancia y naturaleza de estos PAFS, como pueden ser los vertederos (que proporcionan recursos alimentarios abundantes durante todo el año) (Sol *et al.*, 1995), determinan la distribución espacial, la dieta y los parámetros reproductivos de la especie. Esto conduce a un aumento en las tasas de reclutamiento y a una disminución en la mortalidad invernal de los individuos más jóvenes (Duhem *et al.*, 2008) con crecimiento de las poblaciones.

Los descartes suponen otro de los recursos principales para estas aves (ver p.ej. Martínez-Abraín *et al.*, 2002). Sin embargo, los efectos de la pesca pueden ser perjudiciales provocando la muerte de los individuos, generalmente, a causa de capturas accidentales (Tasker *et al.*, 2000). Esta circunstancia provoca que este recurso sea explotado en mayor proporción por individuos adultos con más experiencia y fuerza.

Durante el comienzo de la temporada invernal, las condiciones climáticas adversas pueden provocar que las gaviotas patiamarillas se vean privadas de algunas de sus fuentes de alimentos más importantes, como son los descartes, y se vean forzadas a desplazarse (Martínez-Abraín *et al.*, 2002). Esta disminución de alimentos de origen antropogénico explicaría las bajas tasas de supervivencia de los organismos juveniles (0.4) frente a las tasas de supervivencia de adultos experimentados (0.8) (Juez *et al.*,

2015), lo que se correlacionaría con un aumento en la probabilidad de emigración permanente en busca de otras fuentes de recursos (Martínez- Abraín *et al.*, 2004).

Los adultos más experimentados tienden a permanecer más cerca de sus colonias natales debido a su experiencia en la búsqueda de recursos más próximos, pudiendo desplazarse hasta 40km en busca de alimento (Duhem *et al.*, 2008). Mientras tanto, los individuos juveniles e inmaduros se ven involucrados en desplazamientos de largo alcance (Martínez-Abraín *et al.*, 2002), apreciándose una tendencia de desplazamientos en dirección noroccidental que alcanza su máximo a partir de Septiembre.

Las costas atlánticas del norte de España suponen un destino preferente (Rodríguez & Muntaner, 2004) debido tanto a las grandes superficies de marismas donde abunda el alimento (Martínez-Abraín *et al.*, 2002) como a la gran disponibilidad de PAFS. Galicia es la comunidad que cuenta con el mayor contingente reproductor de gaviota patiamarilla de España (36%) y que acoge la población urbana más numerosa, destacando las colonias de cría de las ciudades de Vigo y A Coruña (Bermejo *et al.*, 2009).

La flexibilidad de la búsqueda de alimento es particularmente relevante en las poblaciones de gaviota patiamarilla (Ceia *et al.*, 2014), en las que se pudo observar una dieta muy variada fuera de la temporada de reproducción, durante el período invernal (Barret *et al.*, 2007).

Estas aves marinas de gran tamaño poseen tasas metabólicas basales (BMR) muy altas, por lo que es importante una búsqueda efectiva de alimento que les proporcione esos altos requerimientos energéticos. Por lo general, la dieta de la gaviota patiamarilla atlántica se compone principalmente de peces como jureles (*Trachurus trachurus*) y caballas (*Scomber scombrus*), crustáceos como el cangrejo patudo (*Polybius henslowii*) y diversas especies de individuos bentónicos (Suraci & Dill, 2012), además del aprovechamiento de residuos humanos.

Se ha comprobado que cerca del 80% de la energía consumida por ejemplares adultos proviene de descartes de pesca, mientras que los individuos más jóvenes se aprovechan de otros recursos menos energéticos pero de más fácil acceso (huevos, peces, cangrejos) (Matias & Catry, 2010). En este sentido, los invertebrados bentónicos, muchas veces son ignorados por las aves marinas debido a su baja densidad energética, pero pueden

tomarse en cantidades sustanciales cuando la competencia alrededor de otras fuentes de alimento es particularmente intensa (Varennnes *et al.*, 2015).

Por tanto, para una dieta óptima que proporcione el máximo rendimiento, los individuos no tienen en cuenta únicamente el contenido energético de la presa, sino también muchos otros factores como la disponibilidad, el tiempo de búsqueda y el tiempo de manipulación, siendo por tanto muy importante adquirir información sobre su tasa de encuentro con la presa (Suraci & Dill, 2012).

A pesar de que el mejillón azul (*Mytilus edulis*) es uno de los organismos bentónicos de menor contenido energético por unidad de masa (1.55kJ·g) (Varennnes *et al.*, 2015) se ha convertido en parte fundamental de la dieta de una población de gaviota patiamarilla establecida en el puerto de Lorbé. Esta zona dispone de una depuradora especializada en la producción y comercialización de mejillón, por lo que la disponibilidad de este alimento es casi continua y muy accesible, lo que podría favorecer la supervivencia de los juveniles inexpertos (Martínez-Abraín *et al.*, 2012). Estos hechos están en consonancia con la teoría del forrajeo óptimo, que sugiere que la elección de presas de menor calidad pero menor tiempo de búsqueda y manipulación, en ocasiones, es preferible frente a la búsqueda y manipulación más dificultosa de presas de mayor calidad (Suraci & Dill, 2012). Así, la mayor rentabilidad energética se encontraría en presas de tamaños medios, por lo que estos mejillones podrían suponer la mejor opción alimenticia para los individuos juveniles.

De la misma forma en que otras especies animales han desarrollado estrategias para acceder a la carne de estos moluscos (las nutrias marinas (*Enhydra lutris*) utilizan herramientas como palos y piedras para romper las conchas (Haslam *et al.*, 2019), los ostreros (*Haematopus ostralegus*) los consumen como presa básica junto a las lapas (Le Rossignol *et al.*, 2011)), las gaviotas de Lorbé consiguen acceder al mejillón imitando el comportamiento típico de otras aves con los huesos, los quebrantahuesos (*Gypaetus barbatus*). Éste se basa en realizar lanzamientos de la presa desde una gran altura para que las partes duras se rompan y se pueda acceder al contenido de interés (Margalida & Villalba, 2017). Es importante conocer si se cumplen en este caso las predicciones de la teoría del forrajeo óptimo, para comprobar si el hecho de haber descubierto este nuevo PAF podría suponer cambios importantes en la ecología de la especie. Nuestras expectativas a priori son que un recurso tan predecible y abundante debería ser importante en la ecología de la especie.

2. Objetivos

Los objetivos del presente trabajo son:

- Analizar y estudiar el **patrón de comportamiento** de lanzamiento de mejillones típico de la población de gaviotas patiamarillas residente en Lorbé.
- Estudiar la **ecología trófica** en base a la elección de tamaño de presa y confirmar si los mejillones son realmente un recurso aprovechado por individuos juveniles e inmaduros que lleva a una reducción de las altas tasas de mortalidad invernal
- Comprobar la **rentabilidad energética** del recurso como sustento principal para los meses invernales.

3. Material y métodos

3.1. Área de estudio

El estudio se realizó en una población de gaviota patiamarilla no reproductora (*Larus michahellis*) que ha encontrado en el puerto de Lorbé (A Coruña) una fuente de alimento predecible (Oro *et al.*, 2013) como es el mejillón (*Mytilus edulis*) procedente de la depuradora de mariscos DEMARLOSA.

La depuradora DEMARLOSA se encuentra emplazada en el mismo puerto de Lorbé, en el municipio de Sada, A Coruña, y su actividad principal es el comercio de mejillones para consumo humano.

La zona del puerto donde se ha realizado el estudio se ha dividido en diversas secciones (Figura 1):



4. Depuradora DEMARLOSA
5. Zona de recolección
6. Tubo de salida del lavado de mejillones
7. Rompedero 1
8. Rompedero 2
9. Rompedero 3
10. Zona de observación

Figura 1. Vista satélite del Puerto de Lorbé.
Fuente: Google Maps

Por otra parte, para comparar la estructura de edad de la población de gaviotas que se alimentan en Lorbé con otras poblaciones cercanas que no se alimentan de mejillones, se realizó un censo una vez al mes en la marisma del río Baxoi, junto a la playa de Miño, a 19km en línea recta del puerto de Lorbé (Figura 2).



Figura 2. Vista satélite de las Marismas del río Baxoi. Fuente: Google Maps

Para tomar de forma correcta todos los datos de campo que se recogieron en el estadiillo se realizó un análisis piloto del puerto. En esta fase previa se diferenciaron las áreas representadas en la Figura 1 y se tomaron las medidas de algunos puntos de referencia (el muro del puerto, la farola y los coches estacionados) para poder estimar posteriormente las alturas de los lanzamientos.

La población de gaviotas se clasificó en cada censo por edades: aves juveniles, inmaduras y adultas en base, principalmente, al color del plumaje y del pico, tal y como han descrito Hayman & Hume (2013). No se diferenciaron sexos.

3.2. Período de estudio

Las observaciones se realizaron durante los meses de octubre, noviembre, diciembre de 2019, y enero y febrero 2020, teniendo en cuenta tanto el ciclo de vida de las gaviotas, para evitar los meses de cría, como las mareas rojas provocadas por el alga roja *Agarophyton vermiculophyllum*, que se producen a partir de febrero/marzo (Bermejo *et al.*, 2020) impidiendo el normal comercio de mejillón.

Tras varios días de visitas piloto al puerto en diferentes horas del día, se determinó que el mejor horario para estudiar los lanzamientos era por la mañana. Esto se debe a una mayor actividad de las aves y a una mayor actividad en el puerto y en la depuradora. Asimismo, los fines de semana no se realizaron muestreos debido al cierre de la depuradora y a una mayor afluencia de visitantes que interfería en el comportamiento de los animales. Se siguió el mismo protocolo en los censos de Miño para que las condiciones fuesen comparables.

3.3. Procedimiento experimental

3.3.1. Rotura de mejillones desde el aire (comportamiento)

Las observaciones del consumo de mejillón por parte de las gaviotas se realizaron de forma no invasiva desde el interior de un coche (para no interferir en el proceso) estacionado en la zona de observación, utilizando para ello unos prismáticos binoculares Minolta Pocket II 10x25 / Field 5.5'.

En cuanto a los lanzamientos de mejillones realizados por las gaviotas se diferenciaron dos tipos: lanzamientos desde gran altura (a partir de la cual se obtuvo la media para el experimento posterior) y lanzamientos desde la altura de la cabeza de una gaviota (59-67cm). También se tuvo en cuenta si existía picoteo de las valvas tras los lanzamientos o si estos por si solos fueron suficientes para el acceso al contenido del mejillón.

Cuando el animal terminaba de romper y comer el mejillón se tomaron los restos de las valvas y se registró su longitud y anchura máxima medidas con un calibre digital marca MIYTUYOYO (precisión 0.01mm). No pudieron tomarse datos de la altura de la valva debido a que los restos eran normalmente de una única valva entera medible, pero se analizó la correlación entre la longitud, anchura y altura con una muestra al azar de n=79 mejillones proporcionados por la depuradora.

Además de longitud y anchura máxima, los parámetros que se recogieron en el estadillo fueron: fecha, hora de rotura, edad de la gaviota, golpes necesarios para cada rotura, tiempo invertido en romper el mejillón, tiempo invertido en comer el mejillón, altura desde la que se lanzaba, zona desde donde se lanzaba y si se producía o no cleptoparasitismo (i.e. robo de la comida por parte de otro individuo que no es el que rompe el mejillón) (Martínez-Abraín *et al.*, 2003). La comparativa entre los mejillones consumidos por las gaviotas y los mejillones disponibles se realizó en base a una muestra de n=79 mejillones proporcionados por la depuradora.

Para determinar las clases de tamaño de los mejillones se realizó un análisis de correlación entre longitud y anchura utilizando una prueba de correlación paramétrica mediante el programa y entorno R.4.0.2 (<https://www.r-project.org/>). El resultado fue en ambos casos un coeficiente de correlación de Pearson fuerte ($r=0.7$; IC95%:0.52-0.77) por lo que se decidió clasificar la muestra únicamente en función de la longitud y no de la anchura.

Para realizar el experimento comparativo se calculó la altura media utilizada por las gaviotas para lanzar los mejillones, que resultó ser de 4m, y se buscó un lugar de igual altura y características similares a las del puerto (una ventana de una casa que comunicaba con un patio de cemento sin ninguna vegetación) y se lanzaron los mejillones diferenciados en grupos apuntando cuantos golpes eran necesarios para romperlos, para cada clase de tamaño.

La muestra se dividió en tres clases de tamaño de igual magnitud (2.2 cm) teniendo en cuenta que la medida máxima fue de 10.5 cm y la mínima de 3.6 cm: mejillones pequeños (3.6-5.9 cm), mejillones medianos (6-8.2cm) y mejillones grandes (8.3-10.5cm) dando como resultado una muestra de n=4 mejillones pequeños, n=55 mejillones medianos y n=20 mejillones grandes.

Los golpes necesarios se calcularon de manera individual para cada mejillón y más tarde se calculó la media de golpes para cada uno de las tres clases de tamaño (Tabla 1). Debido a que la mayoría de las gaviotas no aplicaban ninguna fuerza para tirar el mejillón (tan solo lo dejaban caer), a la hora de lanzarlos en el experimento solo se tuvo en cuenta la fuerza de la gravedad sin aplicar ninguna aceleración extra. Los mejillones se consideraron como “rotos” en el momento en el que podía observarse el interior, resultando de fácil acceso para el ave.

Tras obtener estos resultados se realizó una comparación entre el número de lanzamientos necesarios para la rotura de cada clase de mejillón y los lanzamientos realizados por las gaviotas de Lorbé. No se tuvieron en cuenta los lanzamientos desde la altura del pico de la gaviota ya que en la parte experimental pudo comprobarse que, para cualquiera de las tres clases de mejillones, era necesario un número de golpes > 10 , tal y como ocurría en las observaciones de campo.

3.3.2. Ecología trófica

Para comprobar si las aves manifestaban algún tipo de preferencia en la elección de sus presas se realizó una comparativa entre los tamaños de los mejillones consumidos (datos obtenidos en las observaciones) y entre los tamaños de los mejillones disponibles (datos obtenidos de la muestra n=79 proporcionada por los trabajadores de la depuradora).

Para poder comparar las medias de las longitudes entre “mejillones disponibles” y “mejillones consumidos” se comprobó primero la normalidad y homocedasticidad de los datos. Se utilizó la prueba Shapiro-Wilk para contrastar la normalidad y la prueba de Levene para el estudio de la homogeneidad de varianzas.

El conjunto de datos cumplió los requisitos de homocedasticidad pero no los de normalidad. Se decidió emplear un análisis ANOVA para la comparación de medias a pesar de no cumplir uno de los requisitos debido a que esta prueba es muy resistente al alejamiento de la normalidad según el teorema del límite central (Boos & Brownie, 1994).

Para asegurar que el uso de la prueba ANOVA a pesar de no cumplir los requisitos de normalidad no haya supuesto discrepancias en los resultados se decidió re-comprobar el resultado. Para ello se clasificó el conjunto de datos en las tres clases de tamaño diferenciadas anteriormente y se creó una tabla de contingencia de frecuencias de mejillones consumidos y disponibles. El análisis se realizó mediante una prueba chi-cuadrado.

En cuanto a la comparación de la estructura de edad de las poblaciones de Miño y Lorbé, se recogió en una tabla de contingencia (Tabla 2.) el total acumulado de aves de cada clase de edad censadas en cada una de las dos zonas. Se llevó a cabo una prueba chi-cuadrado para determinar si existían o no diferencias en las proporciones de cada clase de edad entre zonas y, de haberlas, estimar la magnitud de esas diferencias en base a los valores de los residuos de la prueba.

3.3.3. Energética

En cuanto a la parte energética, tanto la tasa metabólica basal de la gaviota patiamarilla como la energía aportada por *Mytilus edulis* se obtuvieron a partir de bibliografía existente.

El estudio se realizó con mejillones cultivados en batea, es decir, mejillones de acuicultura. Estos tienen un tamaño superior a los de intermareal además de un mayor contenido energético ($1.554 \pm 0.186 \text{ kJ}\cdot\text{g}^{-1}\text{WM}$ frente a $0.918 \pm 0.187 \text{ kJ}\cdot\text{g}^{-1}\text{WM}$) (Varenes *et al.*, 2015). El peso medio estimado para estos mejillones es de 3.7g siendo su máximo de 5.4g y su mínimo de 2g (Alcapán *et al.*, 2007).

La estimación de la tasa metabólica basal (BMR) para la gaviota patiamarilla se extrajo de Martínez-Abraín *et al.* (2002), donde $BMR (kJ d^{-1}) = 2.3 \cdot (\text{masa corporal})$, considerando que el promedio de peso de las gaviotas patiamarillas atlánticas es de 853.75g (Mínguez *et al.*, 1995). Los resultados se basan en el supuesto de que las gaviotas se alimentasen exclusivamente de mejillones.

4. Resultados

4.1. Rotura de mejillones desde el aire (comportamiento)

El total de mejillones consumidos por las gaviotas que fueron monitoreadas fue de $n=75$. Debido a la existencia de cleptoparasitismo en 21 de los casos, a pesar de consumirse sólo 75 mejillones, se registraron $n=96$ individuos que realizaron lanzamientos.

En la Tabla 1 se presenta la altura y el número medio de golpes observados necesarios para romper los mejillones, clasificados en grupos de tres clases de tamaño en función de la longitud.

Tabla 1. Altura y número promedio de golpes observados en las gaviotas de Lorbé para la rotura de mejillones de las diferentes clases de tamaño en función de la longitud.

<i>Clase de tamaño</i>	<i>Altura media(m) \pmSD</i>	<i>Nº promedio de golpes</i>
<i>Grandes (n=15)</i>	4.80 \pm 2.14	1.07 \approx 1
<i>Medianos (n=21)</i>	4.02 \pm 1.88	2.05 \approx 2
<i>Pequeños (n=3)</i>	3.33 \pm 2.3	3.33 \approx 3

La altura media de lanzamiento fue de 3-4 m sobre el suelo. Las gaviotas necesitaron como promedio 1 lanzamiento para romper mejillones grandes, 2 lanzamientos para los medianos y 3 para los pequeños. Es decir, cuanto menor fue el mejillón mayor fue el esfuerzo necesario para romperlo.

En cuanto al experimento comparativo, se calculó de manera individual el número de golpes necesario para romper cada mejillón desde 4 m de altura (datos de campo en el Anexo 1). Tras obtener estos datos se separaron los mejillones en grupos de tres clases de tamaño en función de la longitud y se estimó la media de golpes necesarios para la rotura de los mejillones de cada clase de tamaño (Tabla 2).

Tabla 2. Número promedio de golpes necesarios para romper los mejillones desde 4m \pm SE de altura de manera experimental.

	<i>Grandes (n=20)</i>	<i>Medianos (n=55)</i>	<i>Pequeños (n=4)</i>
\bar{X} golpes	1.42 \approx 1	1.74 \approx 2	2.80 \approx 3

En el experimento se obtuvo por tanto un resultado similar al observado en el campo, lanzando los mejillones experimentalmente desde 4 m de altura.

4.2. Ecología trófica

Para contrastar la media de longitudes de los mejillones disponibles y consumidos se realizó una prueba ANOVA, cuyos resultados se recogen en la Tabla 3. No se detectaron diferencias entre la longitud media de los mejillones disponibles y consumidos.

Tabla 3. Resultados de la prueba ANOVA contrastando la longitud media de los mejillones disponibles y consumidos

	<i>Df</i>	<i>Sum Sq</i>	<i>Mean Sq</i>	<i>F value</i>	<i>Pr (>F)</i>
<i>Fh</i>	1	0.67	0.6691	0.659	0.418
<i>Residuals</i>	147	149.35	1.0160	-	-

Debido a que se ha utilizado ANOVA (test paramétrico) a pesar de que la muestra no cumplió el requisito de normalidad (Shapiro-Wilk test $W=0.98$; p -valor= 0.033) pero sí el de homogeneidad de las varianzas (prueba de Levene $F=0.6222$; p -valor=0.4315) se volvieron a analizar los datos clasificados cualitativamente en tres clases de tamaño (mejillones pequeños, medianos y grandes) mediante una prueba chi-cuadrado ($X^2=0.0099$; p -valor=0.995) sobre una tabla de contingencia de 3x2 (consumidos vs disponibles) demostrando nuevamente que no hubo diferencias estadísticamente significativas en el tamaño de los mejillones consumidos y disponibles. Es decir, no hubo selección.

La Figura 3 representa la comparación de la media (\pm IC 95%) de las longitudes de mejillones disponibles y consumidos, que como ya se ha visto mediante los resultados de las pruebas estadísticas, no muestra diferencias estadísticamente significativas (intervalos de confianza muy solapados).

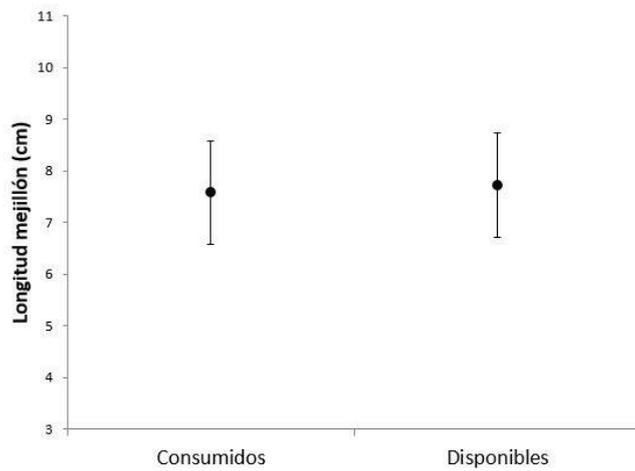


Figura 3. Longitud media ($\pm 95\%$ CI) de los mejillones consumidos y disponibles

En cuanto a la estructura de edad de cada una de las dos poblaciones de gaviotas, la Tabla 4 muestra el total acumulado de aves censadas de cada clase de edad (datos de campo en el Anexo 2).

Tabla 4. Total acumulado de aves de las tres clases de edad censadas en las poblaciones de Lorbé y Miño a partir de $n=28$ y $n=5$ censos respectivamente.

	<i>Lorbé</i>	<i>Miño</i>
<i>Adultas</i>	399	293
<i>Inmaduras</i>	391	108
<i>Juveniles</i>	1397	66
<i>TOTAL</i>	2187	467

Tras realizar la prueba chi-cuadrado ($X^2 = 470.61$; $p\text{-valor} < 2.2e-16$) se determinó que sí había diferencias estadísticamente significativas en las proporciones de cada clase de edad entre las dos poblaciones. La magnitud de las diferencias entre lo observado y lo esperado se estimó mediante los residuos de la prueba (Tabla 5).

Se observó un número de juveniles mayor de lo esperado en Lorbé y mucho menor de lo esperado en Miño. Por el contrario el número de adultos fue mucho mayor de lo esperado en Miño que en Lorbé (Tabla 5).

Tabla 5. Valores residuales de la prueba chi-cuadrado para los conteos de gaviotas por clase de edad en las poblaciones de Lorbé y Miño

	<i>Lorbé</i>	<i>Miño (control)</i>
<i>Adultos</i>	-7.1708	15.5179
<i>Inmaduros</i>	-0.9959	2.1552
<i>Juveniles</i>	5.5133	-11.9311

Las diferencias entre ambas poblaciones se reflejan claramente en la Figura 4, donde puede comprobarse incluso que el porcentaje de juveniles en Lorbé es análogo al de adultos en Miño y viceversa.

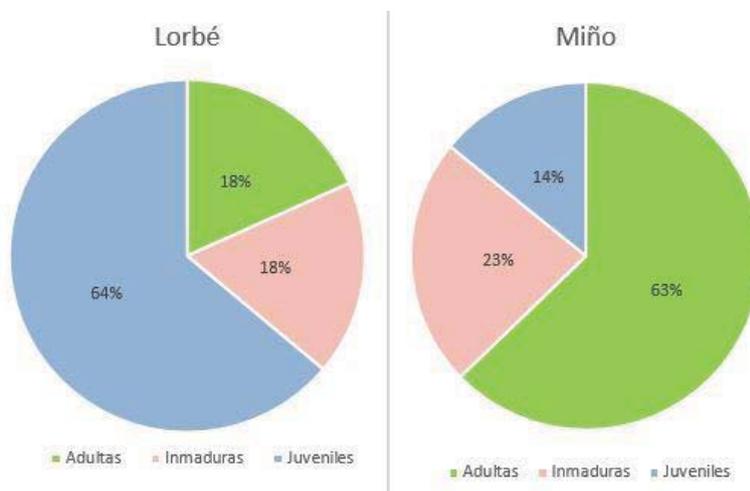


Figura 4. Representación gráfica de la comparación de la estructura de edad entre las poblaciones de Lorbé (tratamiento) y Miño (control).

De los 96 individuos que realizaron lanzamientos en Lorbé, 27 fueron aves adultas, 19 inmaduras y 50 juveniles; demostrando, no solo que esta población está formada por un número de juveniles mayor de lo esperado, sino que además éstos realizaron la mayoría de los lanzamientos (52%) que, sumados a los inmaduros representarían el 72% de los casos.

En definitiva, los datos obtenidos demuestran que el consumo de mejillones en Lorbé fue llevado a cabo fundamentalmente por juveniles.

4.3. Energética

La estimación del requerimiento energético diario de una gaviota se calculó a partir de su tasa metabólica basal (BMR) (2.3kJ/día x g) y el peso medio de las gaviotas atlánticas (ver métodos):

$$\text{BMR (kJ d}^{-1}\text{)} = 2.3 \times 853.75 \rightarrow 1963.63 \text{ kJ d}^{-1}$$

Suponiendo que la población de gaviotas estudiada se alimentase únicamente de mejillones, los mejillones necesarios para abastecer las necesidades energéticas de un individuo se calcularon de la siguiente manera:

$$\frac{\text{Requerimiento energético medio diario}}{\text{Aporte energético de un mejillón}} = \frac{1963.63 \text{ kJ d}^{-1}}{(1.554 \text{ kJ} \cdot \text{g} \times \text{peso mejillón})}$$

Se estimó el número de mejillones necesarios para el abastecimiento energético diario de las aves diferenciando tres clases de mejillones en base a su peso (máximo, medio y mínimo) (Tabla 6).

Tabla 6. Número de mejillones necesarios para satisfacer los requerimientos energéticos diarios de una gaviota patiamarilla atlántica diferenciando tres clases de mejillones en base a su peso máximo, medio y mínimo

	<i>Mejillones peso máximo (5.4g)</i>	<i>Mejillones peso medio (3.7g)</i>	<i>Mejillones peso mínimo (2g)</i>
<i>Nº mejillones</i>	233.99 ≈ 234	341.51 ≈ 342	631.80 ≈ 632

5. Discusión

Tras el estudio de la población de gaviota patiamarilla (*Larus michahellis*) asentada en el puerto de Lorbé durante la temporada invernal se ha podido constatar que sí existe un comportamiento atípico respecto a la alimentación estándar de la especie, basada en descartes de pesca y basura. Esta población ha reproducido una conducta de alimentación típica de otras aves alejadas filogenéticamente como son los buitres (Margalida & Villalba, 2017) y la ha aplicado (por convergencia adaptativa o convergencia cultural, ya que la imitación no parece una opción viable) a la rotura de los mejillones procedentes de la depuradora, una fuente de alimentos predecibles que probablemente sea responsable de la abundancia de la especie en la zona durante los difíciles meses de invierno (Oro *et al.*, 2013).

5.1. Rotura de mejillones desde el aire (comportamiento)

Los resultados del experimento comparativo de las roturas coincidieron con los datos de campo observados; comparando las Tablas 1 y 2 se puede ver que para cada una de las clases de tamaño de mejillón hay un patrón en el número de lanzamientos, siendo necesario 1 único golpe para romper los mejillones más grandes, 2 golpes para los medianos y 3 para los pequeños.

Los mejillones de tamaños más pequeños requieren un mayor tiempo de manipulación que proporcionalmente no compensa el contenido energético que aportan. En cuanto a los mejillones medianos y grandes, los lanzamientos en el campo se produjeron en ambos casos desde alturas medias más altas que para los mejillones pequeños, no debiendo suponer un esfuerzo mucho mayor el hecho de lanzarlos 1 ó 2 veces respectivamente en cuanto al balance energético referido.

Además de la experiencia adquirida, un posible cleptoparasitismo por parte de otros individuos de la colonia podría explicar también el hecho de que los lanzamientos de los mejillones más grandes y beneficiosos se haya realizado desde alturas mayores, necesitando así un menor tiempo de manipulación que supondría una menor exposición al robo de los alimentos. García *et al.* (2019) comprobaron que este comportamiento cleptoparasitario tiende a darse en individuos adultos más experimentados y que con la edad, la técnica mejoraría persiguiendo a las presas que tengan un mayor contenido energético. Esto se observa en el Anexo 1, donde los casos de cleptoparasitismo, en líneas generales, se dan para los mejillones más grandes y son realizados en mayor proporción (1:0.6) por adultos. Este comportamiento entre individuos también explicaría el uso de diversas zonas de rotura (Figura 1) en lugar de utilizar una única zona conjunta, es decir, segregación espacial para disminuir la competencia intraespecífica.

5.2. Ecología trófica

En cuanto al contraste de la media de longitudes de los mejillones disponibles y consumidos no existieron diferencias estadísticamente significativas. Esto se refleja en la Figura 3, en la cual se puede ver que los intervalos de confianza están muy solapados indicando así que no hay selección por tamaño.

Se ha comprobado que el número de individuos de tamaño “pequeño” es mucho menor que el de individuos medianos o grandes, tanto en mejillones disponibles como en consumidos. Esto se debe a que, por parte de las gaviotas, los mejillones pequeños son de menor interés debido a la necesidad de un mayor tiempo de manipulación y menor contenido energético. Además, el mejillón consumido por estas gaviotas procede directamente de la depuradora, en la cual el interés comercial se centra en individuos de tamaños superiores.

Por otra parte se reveló que, a pesar de las pequeñas variaciones en el número de mejillones medianos y grandes consumidos (Tabla 1), el mejillón más requerido fue el de tamaño mediano. La razón principal es que son los más abundantes. Si la tasa de encuentro con presas de mayor calidad es menor, compensa ampliar la dieta a presas de menor calidad, lo cual supondrá una mayor rentabilidad energética para presas de tamaño medio (Suraci & Dill, 2012).

Pese a ser éste el motivo esencial, se han estudiado otros factores por los cuales las gaviotas escogen los mejillones de tamaños medianos. Bustnes & Erikstad (1990) concluyeron que la energía necesaria para separar los mejillones más grandes de la concha es mucho mayor que la requerida para los mejillones de tamaño medio, lo que también se ha podido comprobar en las observaciones de campo de este trabajo (Anexo 1), ya que los tiempos más prolongados para comer un mejillón coincidieron con los mejillones de mayor tamaño. También se ha constatado que existe una mayor proporción del contenido de “carne” respecto al peso total de la concha en mejillones más pequeños y que, además de eso, la alimentación basada en individuos de un menor tamaño reduciría la ingesta de sal (Bustnes & Erikstad, 1990).

En cuanto a la estructura de edad, se ha podido comprobar que en la población de Lorbé hay una gran predominancia de individuos juveniles frente a individuos adultos (Tabla 4). Para cerciorarse de que no se trataba simplemente de que en la zona de la Ría de Betanzos hubiese únicamente gaviotas juveniles se realizó un censo control en la Marisma de Miño; la comparación entre el total acumulado de aves en cada una de las dos zonas demostró que en Lorbé el número de juveniles era mucho mayor de lo esperado mientras que en Miño el número de individuos de esta clase de edad era muy bajo.

También se ha comprobado que no solo el número de juveniles era mucho mayor en Lorbé, sino que la mayoría de los lanzamientos fueron realizados por estos demostrando así que el aprovechamiento de los mejillones es realizado principalmente por juveniles. Los individuos más jóvenes e inexperimentados prefieren centrar su atención en un recurso de peor calidad pero muy abundante (Suraci & Dill, 2012) para evitar la competencia con los individuos adultos, experimentados y más fuertes para conseguir un alimento de mayor calidad, como serían los descartes de los barcos de pesca.

Esto puede deberse a que las gaviotas patiamarillas son animales de madurez sexual tardía (4 años) (Hayman & Hume, 2013), tiempo durante el cual deben buscar fuentes de alimentos abundantes, de fácil acceso y a poder ser alejadas de los adultos para evitar la competencia. Esto se relacionaría también con las numerosas dispersiones invernales, principalmente de juveniles, provenientes de colonias del mediterráneo hacia el noroeste en busca de PAFS (Rodríguez & Muntaner, 2004). El hecho de encontrar una fuente de alimento predecible y abundante poco explotada por otros individuos podría aumentar su tasa de supervivencia invernal y por tanto tendría gran repercusión en la tasa de crecimiento poblacional.

5.3. Energética

Suponiendo que la población de estudio se alimentase exclusivamente de mejillones, para satisfacer su tasa metabólica basal necesitarían ingerir entre 234 y 632 mejillones por día, número que aumentaría notablemente para la tasa metabólica de campo (FMR) considerada 2.5 veces mayor que la BMR (Martínez- Abraín *et al.*, 2002).

No existen evidencias de que los animales puedan llegar a consumir tales cantidades de mejillones por día; en primer lugar, el mayor número de lanzamientos observados en un mismo día fue de 13, realizados por distintos individuos (Anexo 1), y en segundo lugar porque se trata de un recurso cuya disponibilidad es limitada, variando a lo largo del día dependiendo de las mareas (Suraci & Dill, 2012).

Debido a esto se trataría de un recurso complementario a su dieta del cual se aprovecharían en marea baja, mientras que en marea alta deberían buscar otra fuente de alimentos como descartes, basureros u otras presas típicas de su alimentación (Matías & Catry, 2020).

A pesar de tratarse de un recurso energético secundario para la dieta de los juveniles, la complementa aportando gran variedad de aminoácidos, abundantes cantidades de grasas y calcio y mejorando la digestibilidad (Afrose *et al.*, 2016).

6. Conclusiones

6.1 Conclusiones

- La población de gaviotas patiamarillas del puerto de Lorbé ha desarrollado un comportamiento típico de otras especies a través del cual poder aprovechar de forma eficaz el recurso que este PAF proporciona: lanzar mejillones desde el aire. Gracias a la experiencia adquirida, y en parte al intento de evitar el cleptoparasitismo, han sabido ajustar la técnica de lanzamiento para cada clase de tamaño de mejillón consiguiendo determinar la altura y el número de golpes óptimos (para cada clase de tamaño) y así poder optimizar la relación coste/beneficio.
- No hubo selección por tamaño: los mejillones más consumidos fueron los de tamaño medio, en relación a su mayor abundancia. Asimismo, otros factores como un menor tiempo de manipulación o una reducción en la ingesta de sal también podrían influir en esta elección. También se comprobó que el recurso es aprovechado principalmente por juveniles, evitando una posible competencia por alimentos de mayor calidad con individuos adultos experimentados y más fuertes. Debido a la existencia de cleptoparasitismo también entre individuos juveniles, podría considerarse el hecho de que dentro de la misma clase de edad, el recurso sea más explotado por los individuos de peor condición física
- No se han cumplido las predicciones que planteamos a priori sobre la importancia energética que supondría este nuevo PAF para las gaviotas juveniles en la etapa invernal. Los mejillones no son el sustento principal de estos individuos, pero sí suponen un recurso secundario y complementario a la dieta.

6.2 Conclusións

- A poboación de gaivota patiamarela do porto de Lorbé desenvolveu un comportamento típico doutras especies a través do cal poder aproveitar de forma eficaz o recurso que este PAF proporciona (lanzar mexillóns desde o aire). Grazas á experiencia adquirida, e en parte ao intento de evitar o cleptoparasitismo, souperon axustar a técnica de lanzamento para cada clase de tamaño de mexillón conseguindo determinar a altura e o número de golpes óptimos (para cada clase de tamaño) e así poder optimizar a relación coste beneficio.
- Non houbo selección por tamaño: os mexillóns máis consumidos foron os de tamaño medio, en relación á súa maior abundancia. Asimesmo, outros factores como un menor tempo de manipulación ou unha redución na inxesta de sal tamén poderían influír nesta elección. Tamén se comprobou que o recurso aprovéitano principalmente xuvenís, evitando una posible competencia por alimentos de maior calidade con individuos adultos experimentados e máis fortes. Debido á existencia de cleptoparasitismo tamén entre individuos xuvenís, podería considerarse o feito de que dentro da mesma clase de idade, o recurso sexa máis explotado polos individuos de peor condición física.
- Non se cumpriron as prediccións que planteamos a priori sobre a importancia enerxética que suporía este novo PAF para as gaivotas xuvenís na etapa invernal. Os mexillóns non son o sustento principal destes individuos, pero si suponen un recurso secundario e complementario á dieta.

6.3 Conclusions

- The population of yellow-legged gulls in the port of Lorbé has developed a typical behaviour observed in other species through which the resource provided by this PAF can be used effectively. Thanks to the experience acquired, and partly to the attempt to avoid kleptoparasitism, they have been able to adjust the launching technique for each size class of mussels, managing to determine the optimum height and number of hits (for each size class) and thus be able to optimize the cost/benefit ratio.
- There was no selection bias by size: the most consumed mussels were those of medium size, in relation to their greater abundance. Likewise, other factors such as shorter handling time or reduced salt intake could also have influence this choice. Moreover, this resource is mainly exploited by younger gulls, avoiding possible competition for higher quality food with experienced and stronger adult individuals. Due to the existence of kleptoparasitism also among juvenile individuals, it could be considered that within the same age class, the resource is more exploited by individuals in poorer physical condition
- The predictions that were made a priori about the energetic importance of this new PAF for the young gulls in the winter stage have not been fulfilled. Mussels are not the main source of nutrition for these individuals, but they do represent a secondary and complementary source to their diet.

7. Bibliografía

- Afrose, S., Hammershøj, M., Nørgaard, J.V., Engberg, R.M. & Steinfeldt, S. (2016). Influence of blue mussel (*Mytilus edulis*) and starfish (*Asterias rubens*) meals on production performance, egg quality and apparent total tract digestibility of nutrients of laying hens. *Animal Feed Science and Technology*, 213:108-117.
- Alcapán, A., Nespolo, R.F. & Toro, J.E. (2007). Heritability of body size in the Chilean blue mussel (*Mytilus chilensis* Hupé 1854): effects of environment and ageing. *Aquaculture Research*, 38:313-320.
- Alonso, H., Almeida, A., Granadeiro, J.P. & Catry, P. (2015). Temporal and age-related dietary variations in a large population of yellow-legged gulls *Larus michahellis*: implications for management and conservation. *European Journal of Wildlife Research*, 61: 819-829.
- Barrett, R. T., Camphuysen, C. J., Anker-Nilssen, T., Chardine, J. W., Furness, R. W., Garthe, S., Hüppop, O., Leopold, M. F., Montevecchi, W. A. & Veit, R. R. (2007). Diet studies of seabirds: a review and recommendations. *ICES Journal of Marine Science*, 64: 1675–1691.
- Bermejo, A., Molina, B., Cantos, F.J. & Mouriño, J. (2009). Gaviota reidora, sombría y patiamarilla en España. *SEO/BirdLife*, 27: 50-111.
- Bermejo, R., MacMonagail, M., Heesch, S., Mendes, A., Edwards, M., Fentol, O., Knöller, K., Daly, E. & Morrison, L. (2020). The arrival of a red invasive seaweed to a nutrient over-enriched estuary increases the spatial extent of macroalgal blooms. *Marine Environmental Research*, 158: 104944.
- Boos, D.D. & Brownie, C. (1994). ANOVA and Rank tests when the number of treatments is large. *Statistics & Probability Letters*, 23:183-191.
- Bustnes, J.O. & Erikstad, K.E. (1990). Size selection of common mussels, *Mytilus edulis*, by common eiders, *Somateria mollissima*: energy maximization or Shell weight minimization? *Canadian Journal of Zoology*, 68:2280-2283.

- Ceia, F.R., Paiva, V.H., Fidalgo, V., Morais, L., Baeta, A., Crisóstomo, P., Mourato, E., Garthe, S., Marques, J.C. & Ramos, J.A. (2014). Annual and seasonal consistency in the feeding ecology of an opportunistic species, the yellow-legged gull *Larus michahellis*. *Marine Ecology Progress Series*, 497: 273-284.
- Duhem, C., Roche, P., Vidal, E. & Tatoni, T. (2008). Effects of anthropogenic food resources on yellow-legged gull colony size on Mediterranean islands. *Population Ecology*, 50:91-100.
- García, G.O., Paterlini, C.A., Favero, M., Becker, P.H. & Bouwhuis, S. (2019). Age-, sex- and tactic-specific kleptoparasitic performance in a long-lived seabird. *Journal of Ornithology*, 161:183-188.
- Haslam, M., Fuji, J., Espinosa, S., Mayer, K., Ralls, K., Tinker, M.T. & Uomini, N. (2019). Wild sea otter mussel pounding leaves archaeological traces. *Scientific Reports*, 9:4417.
- Hayman, P. & Hume, R. (2013). *Guía de bolsillo para el observador de aves de España y Europa*. OMEGA. Barcelona.
- Juez, L., Aldalur, A., Herrero, A., Galarza, A. & Arizaga, J. (2015). Effect of Age, Colony of Origin and Year on Survival of Yellow-Legged Gulls *Larus michahellis* in the Bay of Biscay. *Ardeola*, 62:139-150.
- Le Rossignol, A.P., Buckingham, S.G., Lea, S.E.G. & Nagarajan, R. (2011). Breaking down the mussel (*Mytilus edulis*) Shell: Which layers affect Oystercatchers (*Haematopus ostralegus*) prey selection? *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 405:87-92.
- Margalida, A. & Villalba, D. (2017). The importance of the nutritive value of old bones in the diet of Bearded vultures *Gypaetus barbatus*. *Scientific Reports*, 7:8061.
- Martínez-Abraín, A., González-Solís, J., Pedrocchi, V., Genovart, M., Abella, J.C., Ruíz, X., Jiménez, J. & Oro, D. (2003). Kleptoparasitism, disturbance and predation of yellow-legged gulls on Audouin's gulls in three colonies of the western Mediterranean. *Scientia Marina*, 67 (Supl.2): 89-94.

- Martínez-Abraín, A., Maestre, R. & Oro, D. (2002). Demersal trawling waste as a food source for Western Mediterranean seabirds during the summer. *ICES Journal of Marine Science*, 59: 529-537.
- Martínez-Abraín, A., Oro, D., Carda, J. & Del Señor, X. (2002). Movements of yellow-legged gulls *Larus [cachinnans] michahellis* from two small western mediterranean colonies. *Atlantic Seabirds*, 4(3):101-108.
- Martínez-Abraín, A., Sarzo, B., Villuendas, E., Bartolomé, M.A., Mínguez, E. & Oro, D. (2004). Unforeseen effects of ecosystem restoration on yellow-legged gulls in a small western Mediterranean island. *Environmental Conservation*, 31 (3): 219-224.
- Matias, R. & Catry, P. (2010). The diet of Atlantic Yellow-legged Gulls (*Larus michahellis atlantis*) at an oceanic seabird colony: estimating predatory impact upon breeding petrels. *European Journal of Wildlife Research*, 56:861-869
- Mendez, A., Montalvo, T., Aymí, R., Carmona, M., Figuerola, J. & Navarro, J. (2020). Adapting to urban ecosystems: unravelling the foraging ecology of an opportunistic predator living in cities. *Urban Ecosystems*.
- Mínguez, E. & Ganuza, J. (1995). Biometrías de la gaviota matiamarilla (*Larus cachinnans*) nidificante en Guipuzkoa. *Chioglossa, Esp.* 1: 31-34.
- Oro, D., Genovart, M., Tavecchia, G., Fowler, M.S. & Martínez-Abraín, A. (2013). Ecological and evolutionary implications of food subsidies from humans. *Ecology Letters*, 16: 1501-1514.
- Rodríguez, Ana & Muntaner, J. (2004). Primeros resultados del marcado de gaviota patiamarilla *Larus michahellis* con anillas de lectura en las Islas Baleares. *Anuari Ornitológic de Les Balears*, 19:69-77.
- Sol, D., Arcos, J.M. & Senar, J.C. (1995). The influence of refuse tips on the Winter distribution of yellow-legged gulls *Larus cachinnans*. *Bird study*, 42: 216-221.
- Suraci, J.P. & Dill, L.M. (2012). Short timescale rate maximization by gulls and implications for predation on size-structured prey. *Behavioral Ecology*, 280-292.

- Tasker, M. L., Camphuysen, C. J., Cooper, J., Garthe, S., Montevecchi, W. A. & Blaber, S. J. M. (2000). The impacts of fishing on marine birds. *ICES Journal of Marine Science*, 57: 531–547.
- Varenes, E., Hanssen, S.A., Bonardelli, J.C. & Guillemette, M. (2015). Blue mussel (*Mytilus edulis*) quality of preferred prey improves digestion in a molluscivore bird (Common Eider, *Somateria mollissima*). *Canadian Journal of Zoology*, 93: 783-789.