



Universitat
de les Illes Balears

TREBALL DE FI DE GRAU

DISTRIBUCIÓ ESPECIAL I REPRODUCCIÓ DEL GAVIÀ ARGENTAT A L'ILLA DE SA DRAGONERA

Cristina Vera Lliteras

Grau de: Biologia

Facultat de: Ciències

Any acadèmic 2022-23

DISTRIBUCIÓ ESPACIAL I REPRODUCCIÓ DEL GAVIÀ ARGENTAT A L'ILLA DE SA DRAGONERA

Cristina Vera Lliteras

Treball de Fi de Grau

Facultat de: Ciències

Universitat de les Illes Balears

Any acadèmic 2022-23

Paraules clau del treball:

Colonialitat, Larus michahellis, pertorbació antropogènica, Sa Dragonera, turisme, volum de l'ou.

Nom del tutor / la tutora del treball Ana Sanz Aguilar

Autoritz la Universitat a incloure aquest treball en el repositori institucional per consultar-lo en accés obert i difondre'l en línia, amb finalitats exclusivament acadèmiques i d'investigació

Autor/a		Tutor/a	
Sí	No	Sí	No
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Resum

Els paràmetres reproductors de les aus, sovint es veuen afectats per les característiques que presenta l'ecosistema allà on nidifiquen. Amb aquest estudi, s'han volgut esbrinar els efectes de les possibles molèsties provocades per les visites dels turistes i els deguts a la disminució de la disponibilitat d'aliment després de la reforma de l'abocador de Son Reus; sobre el volum de l'ou de les colònies de *Larus michahellis*, a Sa Dragonera. Així doncs, es dugueren a terme sortides de camp fins al far de Llebeig, per a recollir dades sobre la mida de la posta, el volum dels ous i la seva localització. Aquestes foren interpretades mitjançant anàlisis estadístiques realitzats a partir de models lineals generalitzats amb R studio. S'hipotetitzà que l'impediment per aconseguir aliment antròpic suposaria un efecte negatiu sobre el volum dels ous, fet que va resultar ser cert, com ja havien demostrat anàlisis prèvies. No obstant això, en substituir part de la dieta per recursos marins durant l'època reproductora, el volum dels ous s'ha anat recuperant progressivament. Tampoc es pogué assegurar que les gavines nidificants a zones amb major densitat de nius, on podrien nidificar individus d'alta qualitat, possessin ous més grans. Finalment, es va presumir, però no confirmar, que la distància al camí i al port comportava efectes positius sobre el volum de l'ou, tret que s'explica per una menor pressió antròpica. En qualsevol cas, malgrat la presència de turistes no afecti el paràmetre esmentat, si ho podria fer sobre l'èxit reproductiu, fet que s'ha d'estudiar.

Resumen

Los parámetros reproductores de las aves, a menudo se ven afectados por las características que presenta el ecosistema donde nidifican. Con este estudio, se han querido averiguar los efectos de las posibles molestias provocadas por las visitas de los turistas y los debidos a la disminución de la disponibilidad de alimento después de la reforma del vertedero de Son Reus; sobre el volumen del huevo de las colonias de *Larus michahellis*, en Dragonera. Así pues, se llevaron a cabo salidas de campo hasta el faro de Llebeig, para recoger datos sobre el tamaño de la puesta, el volumen de los huevos y su localización. Estos fueron interpretados mediante análisis estadísticos realizados a partir de modelos lineales generalizados con R Studio. Se hipotetizó que el impedimento para conseguir alimento antrópico supondría un efecto negativo sobre el volumen de los huevos, hecho que resultó ser cierto, como ya se habían demostrado análisis previos. No obstante, al substituir parte de la dieta por recursos marinos durante la época reproductora, el volumen de los huevos se ha ido recuperando progresivamente. Tampoco se pudo asegurar que las gaviotas que nidifican en zonas con mayor densidad de nidos, donde podían nidificar individuos de alta calidad, pusieran huevos más grandes. Finalmente, se presumió, pero no confirmo, que la distancia al camino y al puerto comportaba efectos positivos sobre el volumen del huevo, suceso que se explica por una menor presión antrópica. En cualquier caso, a pesar de que la presencia de turistas no afecte al parámetro mencionado, si lo podría hacer sobre el éxito reproductivo, hecho que debe ser estudiado.

Abstract

The reproductive parameters of birds are often affected by the characteristics of the ecosystem in which they nest. With this study, we wanted to find out the effects of the possible discomfort caused by tourist visits and due to the decrease in food availability after the reform of the Son Reus landfill; on the eggs volume from the colonies of *Larus michahellis* of Dragonera. Thus, field trips were carried out to the lighthouse of Llebeig, to collect data on the size of the nest, the eggs volume, and their localization. These were interpreted by statistical analyses accomplished from generalized linear models with R studio. It was hypothesized that the impediment to obtaining atrophic food would have negative effect on the eggs volume, which turned out to be true, as previous analyses had shown. However, by replacing part of the diet with marine resources during the breeding season, the eggs volume has been gradually recovering. Nor could it be ensured that gulls nested in areas with higher nest density, where high-quality individuals could nest, could lay larger eggs. Finally, it was presumed, but not confirmed, that the distance to the road and port led to positive effects on the eggs volume, which is explained by a lower anthropogenic pressure. In any case, despite the presence of tourists it does not affect the mentioned parameter, it could affect reproductive success, a fact that must be studied.

Índex

Resum.....	5
Resumen.....	6
Abstract.....	7
Introducció	9
Objectiu i hipòtesis.....	13
Materials i mètodes.....	14
<i>Àrea d'estudi</i>	14
<i>Recollida de dades</i>	15
<i>Anàlisi de dades</i>	16
Resultats	18
<i>Efectes de l'any i la distància al volum dels ous</i>	18
<i>Efectes de la transformació de son reus i la distància al volum dels ous</i>	22
Discussió.....	24
Conclusió	26
Agraïments.....	27
Bibliografia	28
Annexes	31

Introducció

Les aus marines constitueixen una part important de la fauna illenca, degut a la seva rellevància com a bioindicadors de l'estat del medi marí (Furness i Greenwood, 1993; Boyd *et al.*, 2006). Aquestes, usualment crien en colònies (Lack, 1968; Furness i Monaghan, 1987), fet que es sol relacionar amb una millor eficàcia a l'hora de trobar aliment (Ward i Zahavi, 1973) i un augment de la protecció de les parelles veïnades en front a depredadors (Wittenberger i Hunt, 1985; Siegel-Causey i Kharitonov, 1990). Així mateix, aquests ocells reconeixen als humans com a potencial depredadors (Frid i Dill, 2002), de manera que l'afluència de visitants allà on es troben dites colònies pot ser perjudicial. Així doncs, l'increment turístic a espais naturals, malgrat suposar un benefici a nivell econòmic, també suposa un augment dels possibles impactes negatius que es poden donar sobre les colònies d'ocells marins (Anderson i Keith, 1980), ja que la pressió i les molèsties antròpiques poden contribuir a canvis en el comportament de les aus (Duchesne *et al.*, 2000), la seva fisiologia (MacArthur *et al.*, 1982) i distribució (Gill *et al.*, 2001a). A més, poden provocar una reducció poblacional al perjudicar la supervivència o promoure l'abandonament de la colònia. Altrament, afecten negativament a l'èxit reproductiu de les espècies (Blanc *et al.*, 2006) fent que descuidin el niu per evitar ser depredats, gastant energia (Frid i Dill, 2002) i disminuint el temps d'incubació i atenció durant la fase de cria dels polls (Lord *et al.*, 1997; Ruhlen *et al.*, 2003; Weston i Elgar, 2005; Liley i Sutherland, 2007). Així mateix, poden portar a la destrucció dels nius o de la posta al trepitjar-los, en el cas de les aus que fan el niu enterra (Burger i Gochfeld, 1991; Fernandez-Juricic *et al.*, 2001; Langston *et al.*, 2007). D'aquesta manera, es considera que els humans són una de les majors amenaces a les quals s'enfronten les aus marines (Croxall *et al.*, 2012).

Mallorca és una illa visitada anualment per aproximadament 11 milions de turistes (Ibestat, 2022). Segons l'Organització Mundial de Turisme (OMT), a l'any 2022, Espanya va ser el segon lloc més visitat en tot el món i l'arxipèlag Balear es va trobar en dinovena posició (Fueris, 2023). L'illa de Sa Dragonera és un parc natural que alberga una gran quantitat d'espècies, entre les quals destaquen aus marines com *Larus michahellis* (Naumann, 1840), conegut col·loquialment com a gavià argentat o de potes grogues; o *Puffinus mauretanicus* (Lowe, 1921), el virot petit. Igual que la resta de Mallorca, també

és freqüentada per una gran quantitat de turistes; només durant l'any 2019 es van produir un total de 63.000 visites (Europa Press, 2023), les quals s'han vist limitades a la meitat durant els dos darrers anys. Aquest estudi es centra en *L. michahellis*, una espècie colonial que resideix a gran part del litoral atlàntic i Mediterrani occidental, al nord-oest d'Àfrica i a les illes que formen la regió Macaronèsia (Figura 1) (Olsen i Larsson, 2004). És considerat l'ocell marí més abundant del mar Mediterrani (Zotier *et al.*, 1999; Oro i Martínez-Abraín, 2007). Les seves colònies es troben, generalment, prop d'espais costaners (del Hoyo *et al.*, 1996; Snow i Perrins, 1998; Olsen i Larsson, 2003), però també és bastant freqüent albirar aquesta espècie als abocadors de deixalles (del Hoyo *et al.*, 1996; Snow i Perrins, 1998) on aprofita per alimentar-se. En el cas de l'illa de sa Dragonera, que alberga la colònia més gran de gavià argentat de les Illes Balears (McMinn, 2010), la densitat colonial es va veure reduïda un 74% després de la transformació de l'abocador de Son Reus durant l'hivern del 2009-2010 en una planta incineradora (Payo-Payo *et al.*, 2015), quedant la construcció coberta i impedingent conseqüentment l'accés del gavià a aliment d'origen antròpic a l'aire lliure.

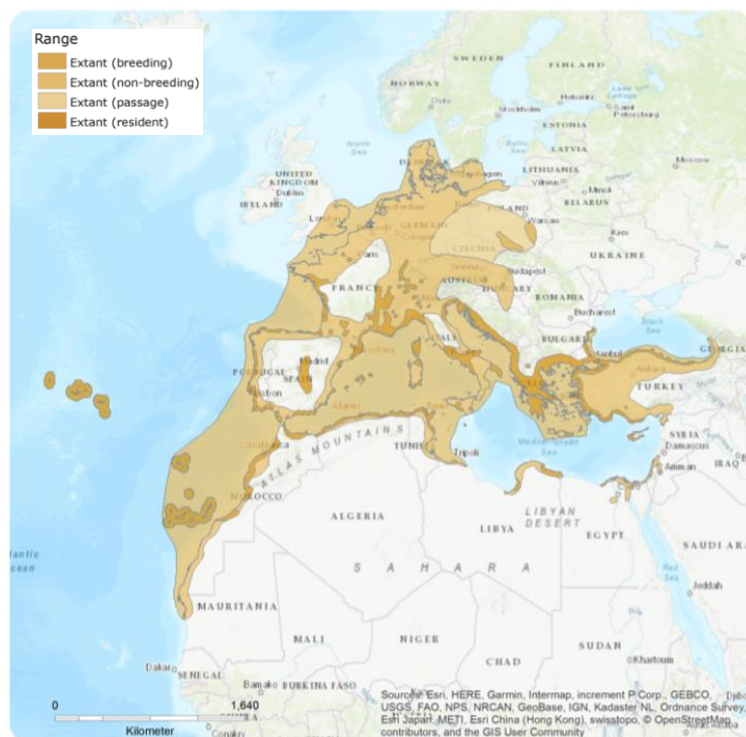


Figura 1. Mapa de distribució de *Larus michahellis* (BirdLife International and Handbook of the Birds of the World (2019).

L'estat de conservació de *L. michahellis* en l'àmbit mundial segons les categories i criteris de la Llista Vermella és de preocupació menor, pel fet que presenta una àrea de distribució molt ampla (IUCN, 2019). Pel que fa a Espanya, els registres més recents mostren un descens poblacional molt marcat al nord peninsular (Arizaga et al., 2009; Galarza, 2015; Arizaga i Galarza, dat. prop.). De la mateixa manera, al 2015 a la població balear també es va produir un declivi demogràfic important del 47% respecte al cens realitzat al 1992 (Mas et al., 2015). Per aquests motius a Espanya és considerada una espècie quasi amenaçada (Llibre vermell d'Espanya, 2021).

En arribar l'època reproductiva, durant els mesos de març i abril (del Hoyo et al. 1996; Snow i Perrins, 1998), el gavià argentat es desplaça a les seves colònies reproductores que es situen sobre el litoral rocós, illes properes (del Hoyo et al., 1996; Snow i Perrins, 1998), penya-segats (de Juana, 1984), zones humides i també, durant els darrers anys a causa de l'expansió demogràfica, a teulades i terrasses de zones urbanes (Monaghan i Coulson, 1977). Posteriorment, comença a nidificar a la vora d'arbusts o entre roques, elaborant un solc menut a terra i cobrint-lo amb petites branques i herbes seques, plomes (del Hoyo et al. 1996), algues (SEO/BirdLife, 2023), clovelles i altres elements que puguin ser útils en la seva construcció (Figura 2). Una vegada fet, es du a terme la posta d'un màxim de tres ous de mida variable al mes d'abril, els quals són incubats durant un període de 25 a 33 dies (SEO/BirdLife, 2023) fins que neixen a partir de maig (Mínguez, 1988).



Figura 2. Fotografies de nius de *Larus michahellis* amb posta de 3 ous.

En néixer, s'estima una taxa de supervivència global del 42% durant els primers cinc anys de vida (Skua Gabinet d'estudis ambientals, 2010). La supervivència dels polls, es veu afectada per diferents factors, essent un d'ells el canibalisme dut a terme per part de les gavines de la mateixa colònia que depreden ous i polls d'altres parelles (Beaubrun, 1988). De totes maneres, Parsons (1974) considera que aquest fet no afecta gaire a l'èxit reproductiu de l'espècie. Un altre factor que pot afectar l'èxit reproductor, és la presència de depredadors (Ricklefs, 1969; Newton, 1998). A Sa Dragonera, fins a l'any 2011, hi havia rates (*Rattus rattus*) que podrien haver depredat sobre alguns ous i polls (Lorenzo i Barone, 2007). No obstant això, l'erradicació d'aquestes va suposar una reducció del 2% de la taxa de supervivència de *Larus michahellis* (Payo-payo *et al.*, 2015), a causa del consum del verí utilitzat per a l'exterminació de rates. Finalment, la transformació de l'abocador de Son Reus també implicaria una davallada del 8% de la taxa de supervivència l'any 2010, pressionant a les gavines a modificar la seva dieta incloent una major varietat de recursos marins, a causa de la limitada disposició d'aliment d'origen antròpic a l'aire lliure (Payo-payo *et al.*, 2015). Cal destacar que, les condicions de l'ecosistema, tals com la disposició d'aliment mencionada, es solen veure reflectides sobre paràmetres reproductors, com és el volum de l'ou (Oro *et al.*, 2013); i aquest consegüentment, afecta el desenvolupament i a la posterior supervivència de l'individu (Krist, 2010). Així doncs, la quantitat i qualitat dels recursos nutritius altament demandats, ingerits per *L. michahellis* durant el període de formació de l'ou (Robbins, 1981; Monaghan i Nager, 1997), es relaciona positivament amb el volum d'aquest (Bolton *et al.*, 1992; Christians, 2002; Nager, 2006; Sorensen *et al.*, 2009; Barrett *et al.*, 2012; Kouwenberg *et al.*, 2013; Bennett *et al.*, 2017). De manera que una major disponibilitat i quantitat d'aliment suposa un increment de l'èxit reproductiu (O'Hanlon *et al.*, 2017). Estudis previs van mostrar que amb la transformació de l'abocador es va produir una disminució notable de la mida de la posta i el volum de l'ou a sa Dragonera (Pons, 1992; Payo-payo *et al.*, 2015; Steigerwald *et al.*, 2015), fet que podria respondre a l'estratègia de minimitzar costos i riscos sobre la salut de la femella (Martin, 1987; Bolton, 1991); ja que la formació de l'ou suposa costos energètics elevats (Robbins, 1981; Oro *et al.*, 1995, 1996; Williams, 2005; Sanz-Aguilar *et al.*, 2012).

Objectiu i Hipòtesis

L'objectiu d'aquest estudi és avaluar la relació entre la distribució espacio-temporal de la població de *Larus michahellis* a l'illa de sa Dragonera i el volum dels seus ous conforme a la disponibilitat d'aliment, determinada principalment per la disponibilitat de rebuig a l'aire lliure a l'abocador de Son Reus, que va finalitzar a l'hivern 2009-2010; i el possible efecte antropogènic generat pels turistes que visiten l'illa anualment, és a dir, les molèsties causades als voltants del camí i zones més properes a l'arribada dels vaixells turístics. A més, es va avaluar si els individus que nidifiquen més propers, es a dir, en zones més denses (petites colònies), podrien presentar diferències al volum de l'ou respecte als individus que nidifiquen més aïllats.

Les meves hipòtesis són: 1) la clausura de l'abocador de deixalles de Son Reus ha suposat un impacte negatiu al volum dels ous a causa de la disminució de disposició d'aliment. Efecte que hauria de continuar en el temps o reduir-se en el cas que les gavines hagin trobat altres fonts d'aliment substitutòries; 2) a major distància entre els nius, el camí i el port, major es el volum dels ous que posa aquest gavià degut a que hi ha un menor efecte antropogènic i els individus d'alta qualitat es situarien en aquestes zones; 3) les gavines que nidifiquen a zones més denses podrien tenir els ous més grans, si els individus d'alta qualitat seleccionen nuclis més densos.

Materials i Mètodes

Àrea d'estudi

El Parc Natural de Sa Dragonera és un espai natural constituït per l'illa de Sa Dragonera (Figura 4) i els illots de Pantaleu i Mitjana. Aquesta primera presenta una superfície de 2,74 km² i es troba situada al sud-oest de l'illa de Mallorca (39°35'02" N, 2°19'17" E), a 800 m de la costa de Sant Elm, al terme municipal d'Andratx. Prop del port per on s'hi accedeix, hi trobem zones d'ús públic com són el centre d'informació de Cala Lledó que presenta un petit museu amb informació sobre la història, fauna i flora de l'illa i a partir dels quals s'inicien els diferents itineraris d'interès turístic; o el jardí botànic de flora autòctona. En total, hi ha 4 rutes, les quals arriben a punts diferents de l'illa, el primer arriba fins al mirador de na Miranda, el segon fins al far de Tramuntana, el tercer al far de Llebeig i el darrer al far de na Pòpia.

Els camins esmentats transcorren per algunes zones de pinar, però majoritàriament passen pel mig d'una garriga amb poc pendent que presenta algunes zones molt denses formades per arbres i arbusts com ara ullastres (*Olea oleaster*), mates (*Pistacia lentiscus*), lletreres (*Euphorbia dendroides*) o aladerns (*Rhamnus alaternus*), entre els quals nidifica *Larus michahellis*. A més, també hi destaca la presència de la sargantana balear (*Podarcis lilfordi*).

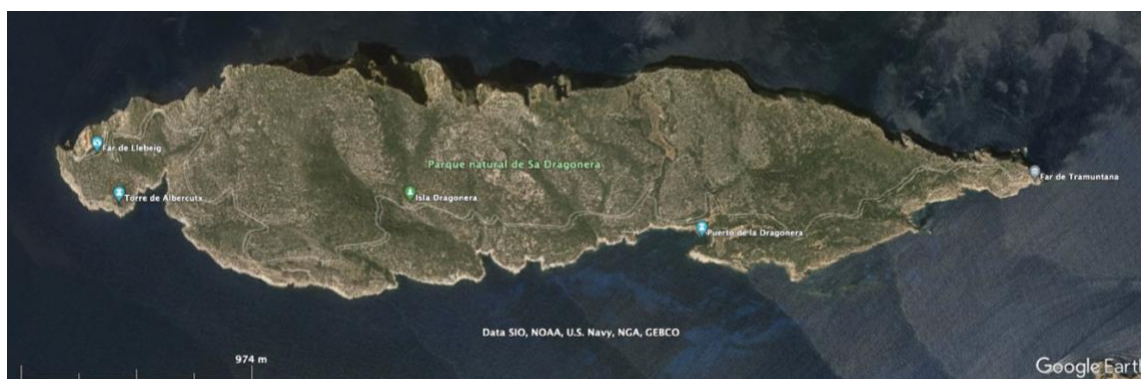


Figura 4. Fotografia del Parc natural de Sa Dragonera (Google Earth)

Recollida de dades

La recollida de dades es va efectuar durant el mes d'abril de l'any 2023, es van realitzar varies sortides de camp on es va seguir el camí marcat per l'itinerari del far de Llebeig, el qual transcorre des del port de Sa Dragonera situat a Cala Lladó, fins al far de Llebeig, suposant un trajecte de 9,22 km amb un desnivell de 288 m. Durant el recorregut marcat, es feren transectes a la vorera del camí, a fi de trobar els nius del gavià *Larus michahellis* i així poder georeferenciar-los, agafar dades de quantitat d'ous de la posta i mesurar l'amplada i llargada de cada ou. Les mesures es varen prendre amb un peu de rei digital, una eina que permet prendre mesures amb alta precisió (Figura 5). Amb aquestes mides es va calcular en cm^3 , el volum dels ous emprant la fórmula $0.476 \cdot L \cdot W^2$ (Harris, 1964), on L és la llargària i W l'amplada.



Figura 5. Mesura d'un ou de *Larus michahellis* amb peu de rei al camp.

Aquestes dades es van incloure en una base de dades Excel (Microsoft, 1985), que també es va ampliar amb les dades dels anys 2009, 2012, 2016 i 2019. Les dades dels anys 2009 i 2016 ja es trobaven totalment informatzades. En canvi, les de 2012 i 2019 no ho estaven i, per tant, es van haver de passar les ubicacions dels nius marcats a mapes virtuals a través de l'eina Google Earth (Jones, 2001) (Figura 6), a fi d'obtenir una informació més precisa de la localització dels nius, és a dir, les seves coordenades. A continuació, els mapes esmentats es van convertir de format KVN a arxius CSV per tal d'obtenir un llistat dels nius i les seves localitzacions.



Figura 6. Nius de *Larus michahellis* georeferenciats als anys 2009, 2012, 2016, 2019 i 2023 (amb aquest ordre). Imatge de Google Earth.

Anàlisi de dades

Mitjançant el programa QGIS (Sherman, 2002), un sistema d'informació geogràfica de *software* lliure, es va digitalitzar el traçat del camí sobre la imatge de Google Earth de Sa Dragonera, juntament amb el punt on s'ubicava el port (Figura 7).



Figura 7. Camí marcat amb QGIS sobre una imatge de sa Dragonera de Google earth.

Posteriorment, es van calcular les distàncies dels nius a la calçada, al port i al niu més proper, les quals es van computar mitjançant anàlisis espacials a R studio (Allaire, 2011) utilitzant les llibreries “sf”, “raster”, “geosphere”, “spatstat.geom” i “rgdal” (Annex 1).

Una vegada calculades les variables d'interès, és a dir, les distàncies; es van combinar a la base de dades d'Excel (Microsoft, 1985) que ja incloïa el nombre assignat a cada niu, l'any, el nombre d'ous, la mitjana del volum dels ous a cada niu i les coordenades geogràfiques. Seguidament, per realitzar les anàlisis estadístics de les dades, només es van tenir en compte els nius amb 3 ous, els quals foren considerats postes completes. Les postes d'1 o 2 ous no es van fer servir a l'anàlisi esmentada degut a que podrien ser incompletes i, per tant, el seu volum mitjà no seria comparable, ja que els primers ous posats son habitualment més grans (Rubolini *et al.*, 2009).

Aquestes dades (Annex 3) es van analitzar mitjançant models linears generalitzats (GLM, família “gaussian”, link “identity”) per testar els efectes de l'any, la disponibilitat de residus a l'aire lliure a l'abocador de son Reus (comparant l'any 2009 on el gavià encara podia accedir, amb la resta d'anys) i les distàncies dels nius al camí, al port i entre ells, al volum mitjà dels ous a cada niu, emprant el programa R studio (Allaire, 2011). Els models GLM es van realitzar de manera que el volum de l'ou depengués de cada una d'aquestes variables o de cap d'elles (model nul) i també es van combinar els efectes dels anys i disponibilitat d'aliment a l'abocador amb les distàncies mitjançant models additius i d'interacció (Annex 2).

Es va fer servir el valor d'AIC (Akaike Information Criterion; Akaike, 1974), que consisteix en una mesura de qualitat relativa del model estadístic emprat per al conjunt de dades estudiades en relació amb el nombre de paràmetres del model, per fer la selecció de models. Els models amb un AIC més baix es van seleccionar com els que millor explicaven les dades. D'altra banda, els que presentaven una diferència de AIC de menys de 2 punts respecte a l'AIC més baix es van considerar equivalents (Burnham & Anderson, 2004). A més, per cada model, es va calcular el p-valor de cada variable per veure si el seu efecte sobre el volum de l'ou era estadísticament significatiu (p-valor<0,05).

Resultats

Efectes de l'any i la distància al volum dels ous

El millor model per explicar les variacions del volum dels ous de *L. michahellis* a sa Dragonera va incloure els efectes de l'any (categòric) i l'efecte additiu de la distància al camí (Model 7, Taula 1). No obstant això, els valors d'AIC dels models 2 i 11 van ser molt propers al d'aquest, els quals només inclouen els efectes de l'any (categòric) i l'any més la distància al niu més proper, respectivament (Taula 1). Les diferències entre anys van ser significatives (Model 7, p-valors<0,05, Figura 8).

Taula 1. Models linears generalitzats (GLM) que expliquen les variables de l'any, la distància al niu més proper (nnd), la distància al camí (Distcam) i la distància al port (DistPort) respecte al volum dels ous de *Larus michahellis* (mitjana del volum dels nius de 3 ous en cm³). Es mostren els models, el nombre de paràmetres considerats, els valors de criteri d'informació d'Akaike (AIC) i la diferència amb el valor d'AIC més baix. El millor model (7) és el que té un AIC més baix i, per tant, explica millor les dades.

Model	Notació	nº de paràmetres	AIC	ΔAIC
1	Constant	1	889,88	12,43
2	Any (categoria)	5	878,03	0,58
3	Any lineal	2	886,55	9,10
4	Distcam	2	891,78	14,33
5	DistPort	2	891,83	14,38
6	Nnd	2	886,43	8,98
7	Any+Distcam	6	877,45	0,00
8	Any*Distcam	10	883,46	6,01
9	Any+DistPort	6	879,43	1,98
10	Any*DistPort	10	879,94	2,49
11	Any+Nnd	6	878,38	0,93
12	Any*Nnd	10	880,43	2,98

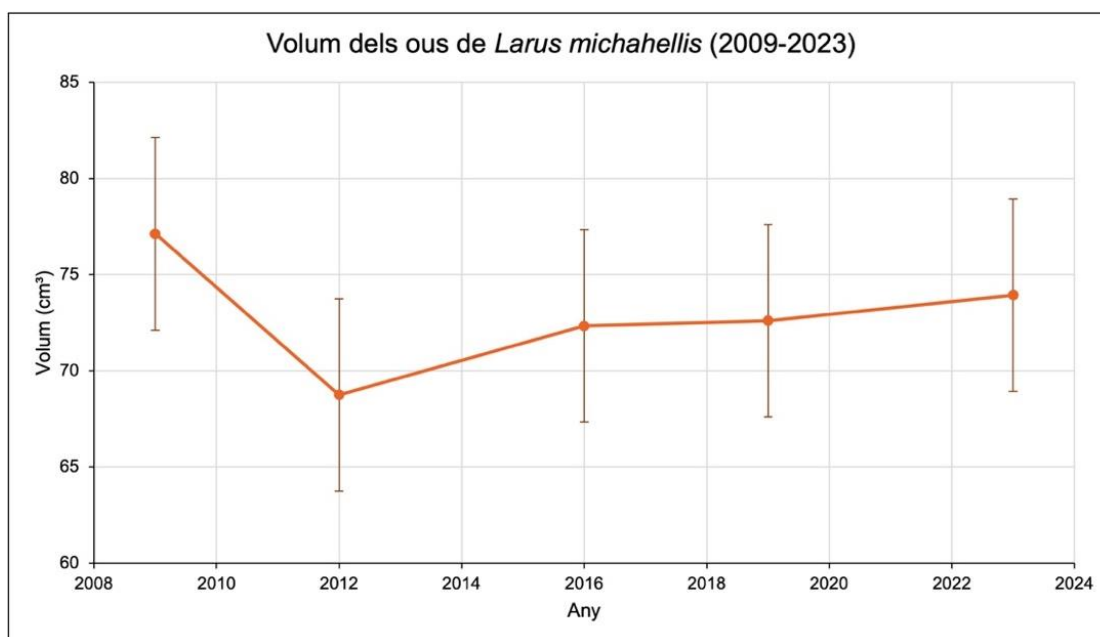


Figura 8. Gràfic que mostra els volums dels ous de *Larus michahellis* (mitjana del volum dels nius de 3 ous en cm³ i desviació típica) dels anys 2009, 2012, 2016, 2019 i 2023.

Segons els models additius que testen el volum respecte a l'any i les distàncies al camí (model 7), al port (model 9) i al niu més proper (model 11); la distància no afecta el volum de l'ou de *Larus michahellis*, ja que els paràmetres corresponents a les tres distàncies, presenten un $p\text{-valor} > 0,05$ i, per tant, encara que si hi ha diferències significatives entre els anys la distància no suposa un efecte significatiu.

Respecte als models d'interacció que testen el volum dels ous cada any en relació amb les distàncies al camí (model 8) i al niu més proper (model 12), no mostren diferències significatives en cap de les interaccions, el qual s'entén com a què el volum de l'ou no es veu afectat ni per la distància al camí ni per estar en colònia (Figures 9-13). En el cas de la interacció entre l'any i la distància al port, s'observen diferències significatives del volum de l'ou respecte a la distància al port només a l'any 2019 (model 10, Figura 10). No obstant això, aquest model no va quedar entre els millors models a nivell d'AIC.

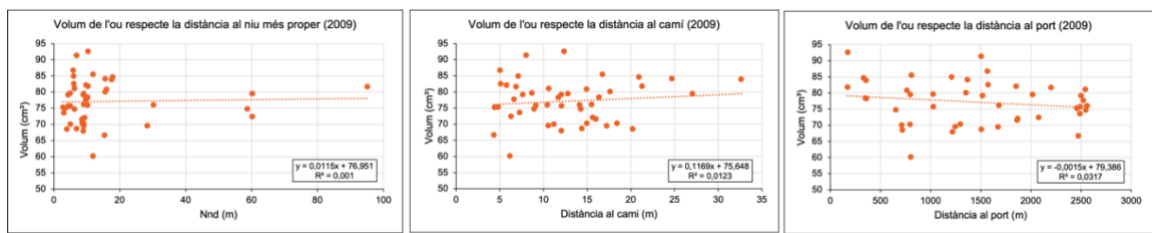


Figura 9. Gràfics de dispersió amb recta de regressió lineal de la relació entre el volum dels ous de *Larus michahellis* (mitjana del volum dels nius de 3 ous en cm³) i la distància al niu més proper (nnd); la distància al camí i la distància al port (en m) de l'any 2009.

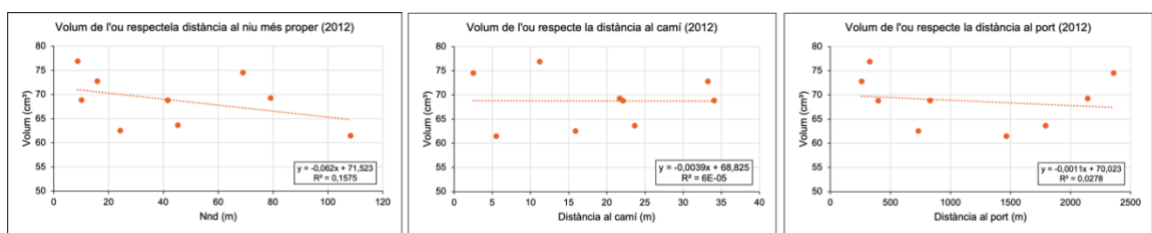


Figura 10. Gràfics de dispersió amb recta de regressió lineal de la relació entre el volum dels ous de *Larus michahellis* (mitjana del volum dels nius de 3 ous en cm³) i la distància al niu més proper (nnd); la distància al camí i la distància al port (en m) de l'any 2012.

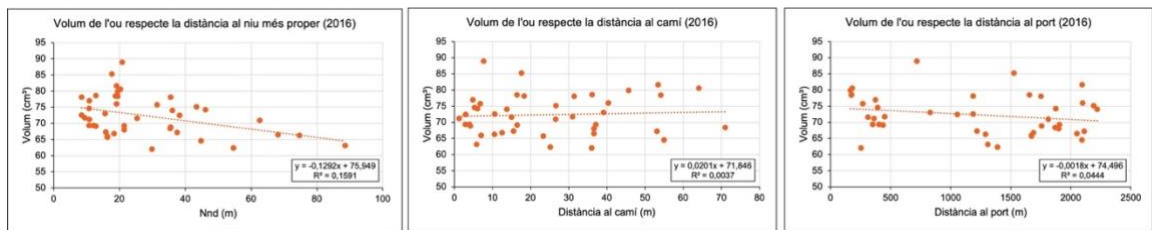


Figura 11. Gràfics de dispersió amb recta de regressió lineal de la relació entre el volum dels ous de *Larus michahellis* (mitjana del volum dels nius de 3 ous en cm³) i la distància al niu més proper (nnd); la distància al camí i la distància al port (en m) de l'any 2016.

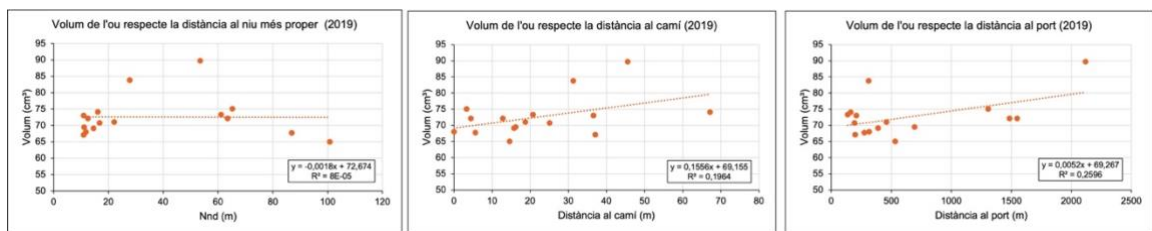


Figura 12. Gràfics de dispersió amb recta de regressió lineal de la relació entre el volum dels ous de *Larus michahellis* (mitjana del volum dels nius de 3 ous en cm³) i la distància al niu més proper (nnd); la distància al camí i la distància al port (en m) de l'any 2019.

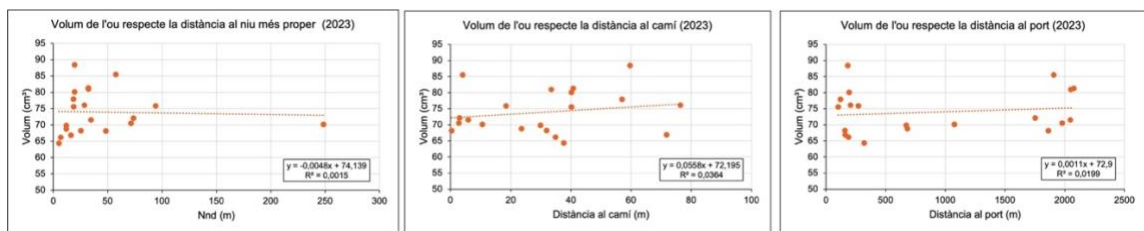


Figura 13. Gràfics de dispersió amb recta de regressió lineal de la relació entre el volum dels ous de *Larus michahellis* (mitjana del volum dels nius de 3 ous en cm³) i la distància al niu més proper (nnd); la distància al camí i la distància al port (en m) de l'any 2023.

El volum dels ous del gavià de potes grogues, després de la transformació de l'abocador de Son Reus es va veure reduït notablement com es pot observar a la Figura 6, però amb els anys s'ha anat recuperant. A més, també es pot apreciar un rang de mida de l'ou major al 2009 que a la resta d'anys (Figura 14), ja que a aquest any es presenta el volum màxim més alt i mínim més baix; fet que es pot relacionar amb la major facilitat d'aconseguir d'aliment a l'aire lliure, el qual podria haver permès que tant els individus de bona qualitat com els de baixa, poguessin reproduir-se. Per tant, en un segon anàlisi es van considerar 2 intervals temporals, comparant l'any 2009 amb el període comprès entre el 2012 i el 2023, en funció de la disponibilitat d'aliment a l'abocador.

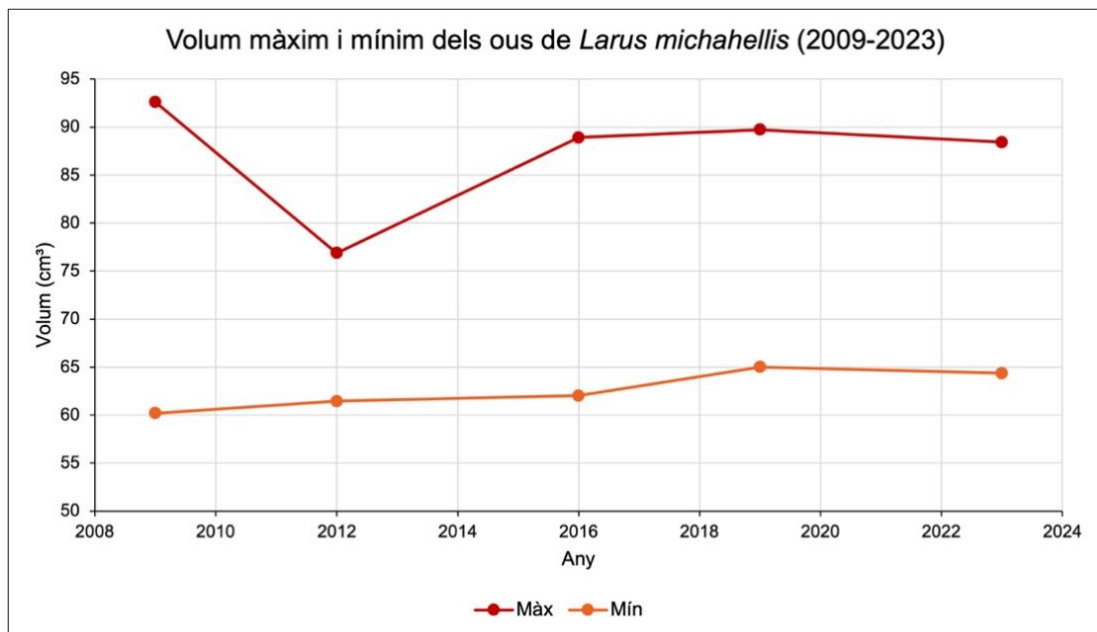


Figura 14. Gràfic que mostra els volums màxims i mínims dels ous de *Larus michahellis* (mitjana del volum dels nius de 3 ous en cm³) dels anys 2009, 2012, 2016, 2019 i 2023.

Efectes de la transformació de Son Reus i la distància al volum dels ous

En considerar els anys en dues categories dependents del mètode de gestió de residus a l'abocador de Son Reus (disponibles per les gavines al 2009 i no disponibles després, Taula 2), els models van presentar un AIC més baix que quan es consideraven diferències entre els anys (Taula 1). Igual que a l'anàlisi anterior, el millor model representat a la Taula 2 és el que reuneix els efectes de la distància al camí i els 2 períodes amb diferències de gestió de residus a l'abocador (model 14) sobre el volum dels ous (Figura 15). D'altra banda, els models equivalents al que millor explica les dades en aquest cas, són el 13 el qual únicament inclou l'efecte de la transformació de l'abocador; el 16 que engloba a més de l'efecte de la transformació esmentada, l'efecte additiu de la distància al niu més proper; i el 17 que comprèn l'efecte d'interacció entre el període i la distància al camí.

En relació amb als models additius que testen el volum respecte a les distàncies al camí (model 14); al port (model 15) i al niu més proper (model 16) conjuntament amb l'estat de l'abocador de Son Reus, no presenten efectes significatius de les distàncies en cap dels casos, al tenir les tres distàncies un p-valor > 0,05. Per tant, independentment dels anys, el volum dels ous no és major com més enfora del camí, del port o al niu més proper estigui (Figures 9 i 16). Pel que fa als models d'interacció, es repeteixen les mateixes circumstàncies (Taula 2) (Figures 9 i 16).

Taula 2. Models linears generalitzats (GLM) que expliquen les variables de la distància al niu més proper (nnd), la distància al camí (Distcam) i la distància al port (DistPort) respecte al volum dels ous de *Larus michahellis* (mitjana del volum dels nius de 3 ous en cm³) quan hi havia disponibilitat l'aliment provinent de l'abocador de Son reus a l'aire lliure (2009). Es mostren els models, el nombre de paràmetres considerats, els valors de criteri d'informació d'Akaike (AIC) i la diferència amb el valor d'AIC més baix. El millor model (14) és el que té un AIC més baix i, per tant, explica millor les dades.

Model	Notació	nº de paràmetres	AIC	ΔAIC
13	Vert	2	876,21	1,54
14	Vert+Distcam	3	874,67	0,00
15	Vert+DistPort	3	877,38	2,71
16	Vert+Nnd	3	876,64	1,97
17	Vert*Distcam	4	876,54	1,87
18	Vert*DistPort	4	878,61	3,94
19	Vert*Nnd	4	878,11	3,44

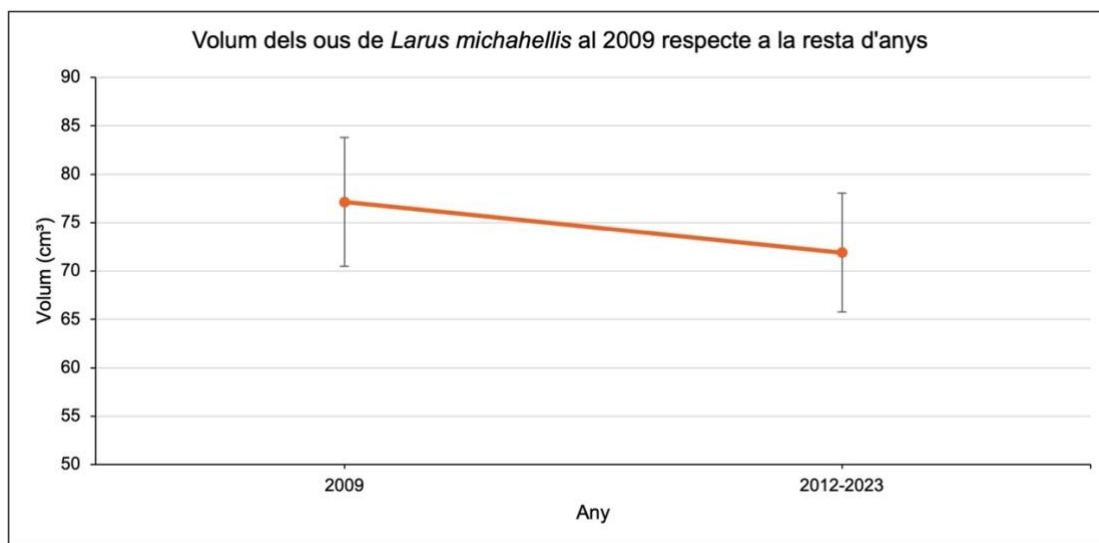


Figura 15. Comparació del volum dels ous de *Larus michahellis* (mitjana del volum dels nius de 3 ous en cm³ i desviació típica) entre el 2009 i la resta d'anys (2012, 2016, 2019 i 2023).

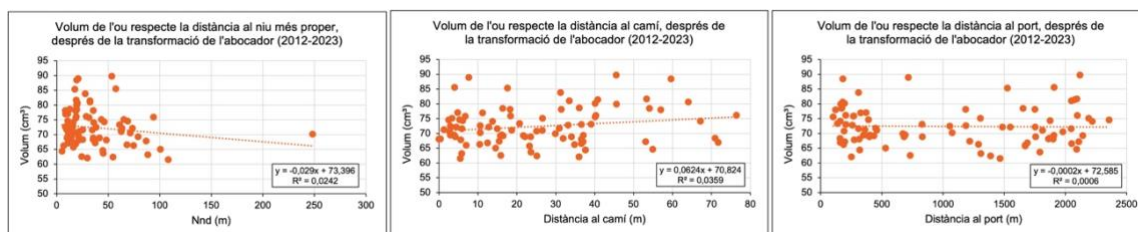


Figura 16. Gràfics de dispersió amb recta de regressió lineal de la relació entre el volum dels ous de *Larus michahellis* (mitjana del volum dels nius de 3 ous en cm³) i la distància al niu més proper (nnd); la distància al camí i la distància al port (en m) després de la transformació de l'abocador de Son Reus (2012-2023).

Discussió

D'acord amb els resultats obtinguts, el volum de l'ou de *Larus michahellis* no es va veure afectat per la distància però sí per la transformació de l'abocador. Així doncs, la proximitat als abocadors on hi ha disponibilitat d'aliments antròpics de baixa qualitat com és el rebuig, fan que una major quantitat d'individus quedin als llocs on es reproduïxen, en vers de migrar (Pons, 1992; Sol et al., 1995; Arizaga et al., 2014). En el cas de les gavines que es reproduïxen a Sa Dragonera, encara que actualment no tinguin accés a l'abocador de Son Reus i s'hagin vist forçats a adaptar-se, incorporant recursos marins a la seva dieta; no significa que hagin canviat per complet la seva font d'alimentació, ja que tenen a la seva disposició altres abocadors de deixalles com els de Barcelona o Eivissa. En atenció a això, alguns individus segueixen consumint aliments d'origen humà que, encara que presentin un baix valor nutricional i proporcionin menys recursos per a la formació de l'ou, és més fàcil d'obtenir que altres aliments (Real et al., 2017). Per tant, en concordança amb estudis previs i com s'indica als resultats, la modificació de l'abocador de deixalles de Son Reus ha suposat un efecte negatiu sobre el volum dels ous a causa de la disminució de disposició d'aliment a l'aire lliure. Així mateix, aquest impacte s'ha vist reduït en el temps, estabilitzant-se amb els anys fins a l'actualitat. Aquesta recuperació del volum pot ser deguda al fet que, malgrat que durant l'època reproductiva quedin prop del niu per atendre'l i no puguin desplaçar-se fins a altres abocadors, s'ha vist que van a la mar a pescar i per regla de tres, es suposa que la gran majoria de gavines des de que va tancar Son Reus depenen actualment de recursos marins durant aquesta època. O'Hanlon et al. (2020), comproven que les colònies de gavines que s'alimentaven únicament d'aliment antròpic o marí, ponien ous més grans que les que tenien una dieta mixta a partir d'abocadors i també recursos marins.

Com ja s'ha sobre dit, el volum de l'ou de *Larus michahellis* no es veu afectat per la distància al camí o al port. Així doncs, no s'han trobat evidències estadísticament significatives que dit efecte antropogènic dut a terme pels turistes que visiten anualment l'illa, suposi un impacte sobre aquest paràmetre. Això pot ser degut al fet que la recollida de dades es va efectuar relativament a prop del camí, situant el niu més enfora a 76,4 metres i d'aquesta manera l'efecte podria no ser notori. En el cas de la distància al niu

més proper, s'ha considerat que les zones on hi ha una major densitat de nius, hi ha establerta una colònia i allà on hi ha major distància entre nius, hi trobem les parelles aïllades. Per tal causa, els individus que conviuen en colònia al estar suposadament més protegits enfront a depredadors com les rates (*Rattus rattus*) suposàvem que el volum de l'ou es veuria positivament afectat, al contrari, no es van trobar arguments estadísticament significatius com per afirmar aquesta hipòtesi; ja que aquestes foren erradicades de l'illa l'any 2011 i, per tant, a partir d'aquest any, aquest fet no suposaria un motiu pel qual nidificar en colònia. A més, el fet de conviure en aquestes zones és una estratègia avantatjosa a l'hora de conèixer on es pot trobar aliment. Encara que a Sa Dragonera, al ser una illa de reduïdes dimensions, els nius es troben relativament a prop i, per tant, les parelles aïllades també podrien albirar a les que si nidifiquen en colònia. Conseqüentment, aquest fet tampoc seria un causant pel qual dur a terme aquest comportament. Altrament, aquests nuclis més densos serien seleccionats pels individus d'alta qualitat, els quals pondrien ous més voluminosos, no obstant aquest succés no s'ha pogut confirmar. Per una altra part, els turistes que visiten Sa Dragonera, com s'ha esmentat, recorren el camí des del port fins al far de Llebeig. Cal retreure que, durant els dos darrers anys s'han limitat a la meitat el nombre de visites, el qual no s'ha vist reflectit ni de forma positiva ni negativa sobre el volum dels ous. Així mateix, per molt que les visites a l'illa, aparentment, no hagin causat efectes sobre el paràmetre reproductor estudiat, sí que podrien haver afectat a l'èxit reproductiu del gavià (Burger i Gochfeld, 1991; Fernandez-Juricic et al., 2001; Langston et al., 2007). Dit fet, podria ser una causa a estudiar, però com que els polls de *Larus michahellis* són nidífugs i, per tant, no romanen al niu (Peña i López, 2020), seria complicat fer-ne un seguiment.

Així doncs, malgrat els resultats aconseguits a Sa Dragonera, no hagin estat molt aclaridors en el cas del gavià argentat, perquè potser s'hagin acostumat a viure en ambients antropitzats i, per tant, siguin més resistents a les molèsties que puguin ocasionar els turistes, tolerant la seva presència (Rodewald i Shustack, 2008); sí que es podria ampliar l'estudi a diferents regions de Mallorca i a altres espècies d'aus a les quals si es podrien detectar efectes perjudicials a causa de la presència de turistes.

Conclusió

Per concloure, podem afirmar que el volum de l'ou de la població de *Larus michahellis* que nidifica a l'illa de Sa Dragonera, s'ha vist afectat per la modificació de l'abocador de Son Reus l'any 2010, observant un clar descens del volum al 2012. Aquest succés, és pot justificar amb el fet que durant l'època reproductiva, el gavià ja no té un abocador proper al qual desplaçar-se per poder-se alimentar de deixalles i, per tant, s'ha vist obligat a modificar la seva dieta. Endemés, la presència de turistes aparentment no ha suposat un efecte negatiu sobre aquest paràmetre, el qual podria estar relacionat amb una resistència de l'espècie a la presència de turistes que visiten l'illa. Addicionalment, tampoc s'ha observat un augment del volum de l'ou relacionat amb la proximitat entre nius i amb la major qualitat dels individus que potencialment nidifiquen en zones més denses.

Agraïments

Agraeixo a Andreu Rotger i Ana Sanz per ajudar-me en la formulació dels scripts d'R studio per a l'anàlisi de dades; a Giacomo Tavecchia per l'ajuda amb la recopilació de dades; i al personal de l'IMEDEA que ha recollit les dades d'anys anteriors. Finalment, vull agrair als guardes del Parc Natural de Sa Dragonera i a la meva família i amics pels ànims i suport.

Bibliografía

- Albores-Barajas, Y. V., & Soldatini, C. (2011). Effects of human disturbance on a burrow nesting seabird. *Revista Mexicana De Biodiversidad*, 82(4). <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2011.4.747>
- Arcos, J. M., Bécares, J., Cama, A., & Rodriguez, B. (2012). Estrategias Marinas. Grupo Aves. Evaluación inicial y buen estado ambiental. *MAGRAMA, IEO & SEO/BirdLife*.
- Arizaga, J., Aldalur, A., Cuadrado, J. F., Díez, E., Goikoetxea, J., Gorrotxategi, A. H., Jauregi, J. I., Laso, M., & Sánchez, J. E. G. (2012). Parámetros reproductores de la gaviota patiamarilla «*Larus michahellis lusitanicus*» Naumann, 1840 en Gipuzkoa. *Munibe Ciencias Naturales. Natur zientziak*, 60, 167- 174.
- Beale, C. M., & Monaghan, P. (2004). Human disturbance: people as predation-free predators? *Journal of Applied Ecology*, 41(2), 335-343. <https://doi.org/10.1111/j.0021-8901.2004.00900.x>
- BirdLife International. (2019). *Larus michahellis*. *The IUCN Red List of Threatened Species* 2019: e.T62030970A154522526. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2019-3.RLTS.T62030970A154522526.en>.
- Chokri, M. A., Hamza, F., Bennour, C., Almaliki, M. M. A., & Besnard, A. (2022). Disturbance- dependent Yellow-legged Gull (*Larus michahellis*) predation on Larid chicks decreases with chick age. *Ibis*, 165(1), 96-110. <https://doi.org/10.1111/ibi.13122>
- Coccon, F., Vanni, L., Dabalà, C., & Giunchi, D. (2021). The abundance of yellow-legged gulls *Larus michahellis* breeding in the historic centre of Venice, Italy and the initial effects of the new waste collection policy on the population. *Urban Ecosystems*, 25(2), 643-656. <https://doi.org/10.1007/s11252-021-01175-7>
- El Libro Rojo de las Aves de España. 2021. (2021). En *Sociedad Española de Ornitología*. <https://doi.org/10.31170/0087>
- Europa Press. (2023, 14 febrero). *Las visitas al Parque Natural de Sa Dragonera se reducen un 41% en 2022 respecto a 2019*. europapress.es.

- Fueris, E. (2023, 4 mayo). Turismo en Baleares | En el 'top 20' de los países más visitados del mundo en 2022. *Menorca - Es diari*.
- Gaviota patiamarilla* - SEO/BirdLife. (2023, marzo 10). SEO/BirdLife.
- Gómez-Serrano, M. Á. (2021). Four-legged foes: dogs disturb nesting plovers more than people do on tourist beaches. *Ibis*, 163(2), 338-352. <https://doi.org/10.1111/ibi.12879>
- Harris, M. P. (1964). ASPECTS OF THE BREEDING BIOLOGY OF THE GULLS. *Ibis*, 106(4), 432- 456. <https://doi.org/10.1111/j.1474-919X.1964.tb03725.x>
- Ibestat, Institut d'Estadística de les Illes Balears (2022). Estadísticas Economía, turismo, flujo de turistas.
- Mcminn, M., Ana, G., & Molina, R. (2010). *Acciones aves marinas 2010 Larus michahellis michahellis*. Caib.es. Recuperat de https://www.caib.es/sites/proteccioespecies/ca/d/actuaciones_patiamarilla_larus_michahellis_2010_baleares-71394/#:~:text=Se%20ha%20estimado%20una%20tasa,en%20buen%20estado%20de%20salud.
- Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. (s.f.). *Larus cachinnans michahellis*. Recuperat de https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/conservacion-de-especies-amenazadas/Larus_cachinnans_michahellis_tcm30-195400.pdf
- O'Hanlon, N. J., Alonso, S., Miller, J., McGill, R. A. R., & Nager, R. G. (2020). Landscape-mediated variation in diet is associated with egg size and maculation in a generalist forager. *Ibis*, 162(3), 687-700. <https://doi.org/10.1111/ibi.12739>
- Payo-Payo, A., Igual, J. M., Sanz-Aguilar, A., Real, E., Genovart, M., Oro, D., & Tavecchia, G. (2022). Interspecific synchrony on breeding performance and the role of anthropogenic food subsidies. *PLOS ONE*, 17(10), e0275569. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0275569>
- Payo-Payo, A., Oro, D., Igual, J. M., Jover, L., Sanpera, C., & Tavecchia, G. (2015). Population control of an overabundant species achieved through consecutive anthropogenic perturbations. *Ecological Applications*, 25(8), 2228-2239. <https://doi.org/10.1890/14-2090.1>
- Peña, H. G., & López, R. P. (2020) Gaviotas.

- Real, E., Oro, D., Martínez-Abraín, A., Igual, J. M., Bertolero, A., Bosch, M., & Tavecchia, G. (2017). Predictable anthropogenic food subsidies, density-dependence and socio-economic factors influence breeding investment in a generalist seabird. *Journal of Avian Biology*, *48*(11), 1462-1470. <https://doi.org/10.1111/jav.01454>
- Rubolini, D., Ambrosini, R., Romano, M., Caprioli, M., Fasola, M., Bonisoli-Alquati, A., & Saino, N. (2009). Within-clutch egg size asymmetry covaries with embryo sex in the yellow-legged gull *Larus michahellis*. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, *63*(12), 1809-1819. <https://doi.org/10.1007/s00265-009-0808-4>
- Tejera, G., Amat, J. A., Rodríguez, B., & Arizaga, J. (2022). Apparent survival, reproduction, and population growth estimation of a Kentish plover population in the Canary Islands. *European Journal of Wildlife Research*, *68*(4). <https://doi.org/10.1007/s10344-022-01601-x>
- Velando, A., & Freire, J. J. (1999). Coloniabilidad y conservación de aves marinas: el caso del cormorán moñudo. *Etología: Revista de la Sociedad Española de Etología*, *7*, 55-62.
- Watson, H., Bolton, M., & Monaghan, P. (2014). Out of sight but not out of harm's way: Human disturbance reduces reproductive success of a cavity-nesting seabird. *Biological Conservation*, *174*, 127-133. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2014.03.020>

Annexes

```
library(sf)
library(raster)
library(geosphere)
library(spatstat.geom)
library (rgdal)

roads <- st_read('Camins_Dragonera.shp')
port <- st_read('puertoL.shp')
cami <- st_transform(roads, crs = 4326)
port <- st_transform(port, crs = 4326)

##ANY S NIUS
#2009
nest09 <- st_read('Nidos09.shp')
nius09 <- st_transform(nest09, crs = 4326)

#2012
nest12 <- st_read('Nidos12.shp')
nius12 <- st_transform(nest12, crs = 4326)

#2016
nest16 <- st_read('Nidos16.shp')
nius16 <- st_transform(nest16, crs = 4326)

#2019
nest19 <- st_read('Nidos19.shp')
nius19 <- st_transform(nest19, crs = 4326)

#2023
nest23 <- st_read('Nidos23.shp')
```

```

nius23 <- st_transform(nest23, crs = 4326)

## CÀLCUL DISTÀNCIA CAMÍ – PORT
#2009
distcam09 <- geosphere::dist2Line(p = st_coordinates(nius09), line =
st_coordinates(cami)[,1:2])
distport09 <- geosphere::dist2Line(p = st_coordinates(nius09), line =
st_coordinates(port)[,1:2])

#2012
distcam12 <- geosphere::dist2Line(p = st_coordinates(nius12), line =
st_coordinates(cami)[,1:2])
distport12 <- geosphere::dist2Line(p = st_coordinates(nius12), line =
st_coordinates(port)[,1:2])

#2016
distcam16 <- geosphere::dist2Line(p = st_coordinates(nius16), line =
st_coordinates(cami)[,1:2])
distport16 <- geosphere::dist2Line(p = st_coordinates(nius16), line =
st_coordinates(port)[,1:2])

#2019
distcam19 <- geosphere::dist2Line(p = st_coordinates(nius19), line =
st_coordinates(cami)[,1:2])
distport19 <- geosphere::dist2Line(p = st_coordinates(nius19), line =
st_coordinates(port)[,1:2])

#2023
distcam23 <- geosphere::dist2Line(p = st_coordinates(nius23), line =
st_coordinates(cami)[,1:2])
distport23 <- geosphere::dist2Line(p = st_coordinates(nius23), line =
st_coordinates(port)[,1:2])

```



```

## CÀLCUL NEAREST POINT DISTANCE (NND)

#2009
data09 = read.csv("Huevos+2009.csv", sep=";")
colnames(data09) <- c("nest", "X", "Y")
coordinates(data09) <- c("X", "Y")
proj4string(data09) <- CRS("+proj=longlat +datum=WGS84")
res09 <- spTransform(data09, CRS("+proj=utm +zone=31 ellps=WGS84"))

#2012
data12 = read.csv("Huevos+2012.csv", sep=";")
colnames(data12) <- c("nest", "X", "Y")
coordinates(data12) <- c("X", "Y")
proj4string(data12) <- CRS("+proj=longlat +datum=WGS84")
res12 <- spTransform(data12, CRS("+proj=utm +zone=31 ellps=WGS84"))

#2016
data16 = read.csv("Huevos+2016.csv", sep=";")
colnames(data16) <- c("nest", "X", "Y")
coordinates(data16) <- c("X", "Y")
proj4string(data16) <- CRS("+proj=longlat +datum=WGS84")
res16 <- spTransform(data16, CRS("+proj=utm +zone=31 ellps=WGS84"))

#2019
data19 = read.csv("Huevos+2019.csv", sep=";")
colnames(data19) <- c("nest", "X", "Y")
coordinates(data19) <- c("X", "Y")
proj4string(data19) <- CRS("+proj=longlat +datum=WGS84")
res19 <- spTransform(data19, CRS("+proj=utm +zone=31 ellps=WGS84"))

#2023
data23 = read.csv("Huevos+2023.csv", sep=";")
colnames(data23) <- c("nest", "X", "Y")

```

```
coordinates(data23) <- c("X", "Y")
proj4string(data23) <- CRS("+proj=longlat +datum=WGS84")
res23 <- spTransform(data23, CRS("+proj=utm +zone=31 ellps=WGS84"))
```

```
##OUTPUTS
```

```
#2009
```

```
dist09<-data.frame(nest=data09$nest, X = data09$X, Y = data09$Y,nnd =
nndist(res09@coords), distcam =distcam09[,1], distPuerto = distport09[,1])
write.csv(dist09, file = "2009.csv")
```

```
#2012
```

```
dist12<-data.frame(nest=data12$nest, X = data12$X, Y = data12$Y,nnd =
nndist(res12@coords), distcam =distcam12[,1], distPuerto = distport12[,1])
write.csv(dist12, file = "2012.csv")
```

```
#2016
```

```
dist16<-data.frame(nest=data16$nest, X = data16$X, Y = data16$Y,nnd =
nndist(res16@coords), distcam =distcam16[,1], distPuerto = distport16[,1])
write.csv(dist16, file = "2016.csv")
```

```
#2019
```

```
dist19<-data.frame(nest=data19$nest, X = data19$X, Y = data19$Y,nnd =
nndist(res19@coords), distcam =distcam19[,1], distPuerto = distport19[,1])
write.csv(dist19, file = "2019.csv")
```

```
#2023
```

```
dist23<-data.frame(nest=data23$nest, X = data23$X, Y = data23$Y,nnd =
nndist(res23@coords), distcam =distcam23[,1], distPuerto = distport23[,1])
write.csv(dist23, file = "2023.csv")
```

Annex 1. Codis utilitzats per l'anàlisi de dades a R studio.

```
data<- read.table("VolLM.csv",header=TRUE,sep=";", dec=".")
head(data)
```

```
attach(data)
names(data)
str(data)
any<-as.factor(data$Year) #categoria

m1<-glm(VOL~1,data=data)
summary(m1)

m2<-glm(VOL~any,data=data)
summary(m2)

m3<-glm(VOL~Year,data=data)
summary(m3)

m4<-glm(VOL~distcam,data=data)
summary(m4)

m5<-glm(VOL~distPuerto,data=data)
summary(m5)

m6<-glm(VOL~nnd,data=data)
summary(m6)

m7<-glm(VOL~any+distcam,data=data)
summary(m7)

m8<-glm(VOL~any*distcam,data=data)
summary(m8)

m9<-glm(VOL~any+distPuerto,data=data)
summary(m9)
m10<-glm(VOL~any*distPuerto,data=data)
```

```
summary(m10)
```

```
m11<-glm(VOL~any+nnd,data=data)
```

```
summary(m11)
```

```
m12<-glm(VOL~any*nnd,data=data)
```

```
summary(m12)
```

```
m13<-glm(VOL~vert,data=data)
```

```
summary(m13)
```

```
m14<-glm(VOL~vert+distcam,data=data)
```

```
summary(m14)
```

```
m15<-glm(VOL~vert+distPuerto,data=data)
```

```
summary(m15)
```

```
m16<-glm(VOL~vert+nnd,data=data)
```

```
summary(m16)
```

```
m17<-glm(VOL~vert*distcam,data=data)
```

```
summary(m17)
```

```
m18<-glm(VOL~vert*distPuerto,data=data)
```

```
summary(m18)
```

```
m19<-glm(VOL~vert*nnd,data=data)
```

```
summary(m19)
```

```
AIC(m1,m2,m3,m4,m5,m6,m7,m8,m9,m10,m11,m12,m13,m14,m15,m16,m17,m18,m19)
```

Annex 2. Codis utilitzats per l'anàlisi de dades a R studio.

NID	Nido	Year	YEAR2	Nest	N_nuevos	Promedio de VOL	X	Y	ndd	distanc	disPuerto
N22009	2	2009	9	2,09	3	92,61195873	2,32674527	39,5869319	10,3335657	12,3469098	172,20117
N32009	3	2009	9	3,09	3	81,83180514	2,32883074	39,5868508	10,3335657	21,268428	171,217897
N62009	6	2009	9	6,09	3	72,08448615	2,313115	39,5737944	8,3022957	8,5124523	1867,20669
N92009	9	2009	9	9,09	3	69,59205561	2,31718333	39,5807	28,3242026	10,542788	1244,38669
N112009	11	2009	9	11,09	3	83,93799867	2,32525278	39,5857083	17,5518675	32,5880405	355,688027
N122009	12	2009	9	12,09	3	91,38495136	2,31697222	39,5775194	6,8657028	8,00252923	1502,91546
N132009	13	2009	9	13,09	3	68,73004517	2,31701382	39,5774667	6,86357026	14,3744672	1504,96425
N152009	15	2009	9	15,09	3	78,39288508	2,3252	39,5858611	10,1883728	16,3396499	488,353999
N172009	17	2009	9	17,09	3	84,9493661	2,31753889	39,580075	5,95668416	7,10477805	1208,41669
N182009	18	2009	9	18,09	3	71,62839009	2,31208611	39,575925	8,46999398	15,5736044	1660,65502
N202009	20	2009	9	20,09	3	84,66605983	2,32537222	39,58595	17,7783575	20,9025838	331,09234
N212009	21	2009	9	21,09	3	78,1625715	2,32508333	39,5858444	10,1883728	11,6923439	358,035814
N222009	22	2009	9	22,09	3	70,05621066	2,32221844	39,5835278	5,01910888	11,1747134	711,010887
N282009	28	2009	9	28,09	3	68,54842524	2,32208889	39,5835647	3,89839022	20,185327	718,109885
N302009	30	2009	9	30,09	3	74,77904998	2,32270833	39,5838972	58,6858161	14,2629843	652,408885
N312009	31	2009	9	31,09	3	80,88730701	2,32175	39,5832528	15,9259815	14,9189984	761,48479
N322009	32	2009	9	32,09	3	79,70048475	2,31939611	39,5818083	4,91385194	8,6562043	1023,3828
N332009	33	2009	9	33,09	3	75,74176717	2,31928889	39,5818333	4,91385194	12,0461489	1024,69772
N342009	34	2009	9	34,09	3	85,52552293	2,3216	39,5827667	11,8200222	16,7296064	807,05802
N372009	37	2009	9	37,09	3	67,98720479	2,31743611	39,5808639	8,91258515	12,019434	1216,05945
N382009	38	2009	9	38,09	3	82,5901407	2,31835556	39,5771056	6,0495771	5,08973758	1572,4144
N402009	40	2009	9	40,09	3	86,76189092	2,31641389	39,5773161	5,7918022	9,06448435	1566,55316
N412009	41	2009	9	41,09	3	76,1830659	2,31518944	39,5766306	9,06448435	15,4822211	1679,96538
N422009	42	2009	9	42,09	3	82,15040974	2,31407778	39,5753111	9,70959457	5,77318478	1851,37057
N442009	44	2009	9	44,09	3	81,11560606	2,31407222	39,5740778	4,23984505	10,58715255	2541,30462
N452009	45	2009	9	45,09	3	80,12321472	2,31768333	39,5786667	15,52447833	17,6144821	1521,29294
N462009	46	2009	9	46,09	3	75,98387707	2,30461389	39,5739694	10,2003198	14,1113524	2555,95464
N472009	47	2009	9	47,09	3	76,04559037	2,30478889	39,5737333	30,2099471	10,4275321	2559,7528
N482009	48	2009	9	48,09	3	74,761657572	2,30471111	39,5740222	6,23984505	9,2178659	2545,75506
N492009	49	2009	9	49,09	3	77,74152453	2,30463889	39,5741278	9,83253688	6,60197399	2521,34317
N532009	53	2009	9	53,09	3	79,19966994	2,30500833	39,5744194	8,88498782	7,61451473	2498,99346
N542009	54	2009	9	54,09	3	75,80999071	2,30501111	39,5745083	4,47353461	9,10680409	2492,97495
N612009	61	2009	9	61,09	3	75,23332141	2,3052655	39,5747	3,7652814	4,28698144	2459,70651
N642009	64	2009	9	64,09	3	84,15050429	2,31764167	39,5787306	15,5244804	24,7461632	1364,58455
N662009	66	2009	9	66,09	3	79,20816911	2,31691944	39,5774028	4,34603134	12,0443289	1515,65885
N692009	69	2009	9	69,09	3	79,64615683	2,30511111	39,5749917	3,04479077	7,26256742	2481,1298
N712009	71	2009	9	71,09	3	75,39017667	2,30505957	39,5744647	2,7883176	4,80499219	2457,27782
N742009	74	2009	9	74,09	3	70,29346446	2,31273333	39,5828389	9,06055761	18,3991838	793,108539
N772009	77	2009	9	77,09	3	69,51983033	2,315225	39,5767	9,06448435	17,2248438	1671,07036
N782009	78	2009	9	78,09	3	81,8885113	2,30709444	39,5758083	95,102072	6,84598793	2200,22328
N812009	81	2009	9	81,09	3	65,71070723	2,30515833	39,5746866	15,387139	1,31147657	2471,5021
N832009	83	2009	9	83,09	3	70,3321698	2,3187778	39,5794278	8,54000457	14,9560634	1294,74386
N862009	86	2009	9	86,09	3	72,45005306	2,31014167	39,5755417	6,01860804	6,28920218	2075,88448
N872009	87	2009	9	87,09	3	79,5218698	2,31077278	39,5758389	6,01860804	12,7692406	2016,20395
N912009	91	2009	9	91,09	3	72,521746887	2,3217778	39,5829789	9,06055761	6,01860804	796,310204
N922009	92	2009	9	92,09	3	60,19065118	2,32156389	39,5828694	11,8200222	6,13605599	801,644936
N02012	0	2012	12	0,12	3	63,66579062	2,31353074	39,5764578	45,2451105	23,6455786	1799,17518
N82012	8	2012	12	8,12	3	84,8648483	2,3215404	39,5825117	10,171553	34,0713124	803,27242
N112012	11	2012	12	11,12	3	68,8234833	2,32477419	39,5855442	41,5588888	22,1189669	399,243807
N162012	16	2012	12	16,12	3	74,5207514	2,30539309	39,5762213	68,9800037	2,48919581	2358,25453
N202012	20	2012	12	20,12	3	69,26460211	2,30845917	39,5762017	79,1344717	21,6781699	2142,29396
N272012	27	2012	12	27,12	3	72,17795537	2,32153605	39,5807214	15,8948019	19,2217041	2051,70578
N292012	29	2012	12	29,12	3	76,87618402	2,32515534	39,5862573	8,84609357	11,2061365	327,90786
N312012	31	2012	12	31,12	3	61,45979248	2,31670459	39,5781563	108,311828	5,5164213	1466,22419
N052012	05	2012	12	05,12	3	62,50974761	2,32199966	39,5834282	24,2181021	15,8896673	733,176551
N22016	2	2016	16	2,16	3	76,97377143	2,3240288	39,582611	10,171345	12,8246663	732,591207
N32016	3	2016	16	3,16	3	69,35509781	2,32461131	39,5856689	10,7705271	2,92587578	402,269888
N42016	4	2016	16	4,16	3	69,14908397	2,32415918	39,5856483	12,8086881	16,4892959	436,100608
N102016	10	2016	16	10,16	3	88,9169896	2,32218917	39,5834653	20,808197	7,47978922	711,53617
N112016	11	2016	16	11,16	3	78,11516121	2,31785931	39,5845213	8,4845213	1,8849931	1188,091
N132016	13	2016	16	13,16	3	67,28570268	2,31739372	39,5808783	15,8202033	15,501577	1217,89496
N152016	15	2016	16	15,16	3	66,78409908	2,31511916	39,578549	18,3578274	12,487769	1689,54497
N162016	16	2016	16	16,16	3	70,9586155	2,31460462	39,5741026	62,626487	26,5321718	1812,97341
N172016	17	2016	16	17,16	3	68,83812702	2,31470517	39,5760219	9,5107914	1,8849931	95,56,529
N182016	18	2016	16	18,16	3	78,46048097	2,31536117	39,5878027	18,7880475	16,4012504	1654,75554
N212016	21	2016	16	21,16	3	78,57719595	2,32689885	39,5867364	12,8055324	36,0833185	174,09956
N222016	22	2016	16	22,16	3	78,09992564	2,31056511	39,5825049	35,1037914	31,4103212	1750,41712
N232016	23	2016	16	23,16	3	65,93191678	2,31530464	39,5760311	16,7784278	17,02106867	1021,02737
N262016	26	2016	16	26,16	3	62,3399921	2,31746301	39,5785643	54,625992	25,1607978	1388,65545
N272016	27	2016	16	27,16	3	85,27031433	2,31689324	39,5772982	17,0921159	17,5897197	1529,90924
N282016	28	2016	16	28,16	3	81,15159061	2,31778159	39,5792118	88,4588055	5,82488477	1308,92253
N292016	29	2016	16	29,16	3	66,28063551	2,31658098	39,5806392	74,674113	10,5042864	1289,20169
N312016	31	2016	16	31,16	3	72,56240719	2,31778898	39,5809437	8,48540213	10,5884424	1186,95199
N332016	33	2016	16	33,16	3	72,43188819	2,31895765	39,5816984	38,2754623	2,9427861	1056,18009
N372016	37	2016	16	37,16	3	71,03125219	2,31518316	39,5825967	15,6201228	39,0995159	828,101580
N392016	39	2016	16	39,16	3	71,6951711	2,3239375	39,585692	9,48681671	30,9611788	4049,89499
N412016	41	2016	16	41,16	3	74,13971114	2,32472923	39,5857056	10,7705271	5,33203889	991,757032
N432016	43	2016	16	43,16	3	69,3541527	2,32099957	39,5859421	12,0282948	8,9332103	350,61535
N472016	47	2016	16	47,16	3	71,58176318	2,3244656	39,5862817	15,8948019	15,0115009	310,70798
N492016	49	2016	16	49,16	3	75,74907422	2,32537635	39,5874214	31,9999356	6,79170132	267,138992
N532016	53	2016	16	53,16	3	79,84583126	2,32656339	39,5875003	19,4165223	45,63707	165,147141
N552016	55	2016	16	55,16	3	71,18839529	2,32497195	39,5838963	10,871345	1,26732458	862,572966
N612016	61	2016	16	61,16	3	65,72448481	2,31513395	39,5792719	16,7784278	16,2804404	761,26887
N642016	64	2016	16	64,16	3	68,0042332	2,3112727	39,5796677	21,0012919	36,591591	1899,81194
N652016	65	2016	16	65,16	3	67,7794505	2,3107361	39,5770837	21,4012919	37,0609359	1905,12034
N6											