

ULL

Universidad
de La Laguna



Facultad de Ciencias
Sección BIOLOGÍA



Cambio climático y aves: posibles efectos en la avifauna canaria

Climate change and birds: possible effects on the Birds of the Canary Islands.

Trabajo final de grado
Aurora Gonzalo Tarodo

Julio, 2015

SOLICITUD DE DEFENSA Y EVALUACIÓN TRABAJO FIN DE GRADO Curso Académico: 2014/2015	ENTRADA Fecha: Núm:
--	--------------------------------------

Datos Personales

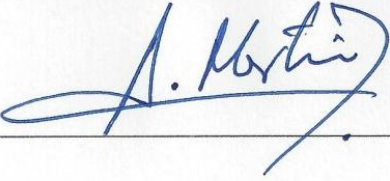
53326024H	Nombre y Apellidos: Aurora Gonzalo Tarodo
Teléfono:615537179	Dirección de correo electrónico: alu0100794236@ull.edu.es

SOLICITA la defensa y evaluación del Trabajo Fin de Grado

TÍTULO

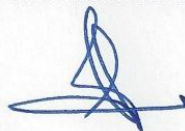
CAMBIO CLIMÁTICO Y AVES: POSIBLES EFECTOS EN LA AVIFAUNA CANARIA
--

Autorización para su depósito, defensa y evaluación

D./Dña. Aurelio Martín Hidalgo	
Profesor/a del Departamento de Biología Animal, Edafología y Geología	
y D./Dña.	
Profesor/a del Departamento de	
autorizan al solicitante a presentar la Memoria del Trabajo Fin de Grado	
Fdo.: 	Fdo.:

La Laguna, a 7 de julio de 2015

Firma del interesado/a



SR/A. PRESIDENTE DE LA COMISIÓN DE GRADO DE LA FACULTAD DE BIOLOGÍA

Agradecimientos

En primer lugar quiero mostrar mi agradecimiento a todas aquellas personas que han estado ahí incondicionalmente y me han ayudado a dar vida a este trabajo. Desde el principio Aurelio Martín Hidalgo me ha ayudado y apoyado aun cuando el trabajo no estaba ni siquiera autorizado, siempre de forma muy amable y cariñosa. Me ha esclarecido todas la dudas que me han ido surgiendo, me ha abastecido de toda la información que he necesitado, y me ha guiado para no salirme de lo que realmente era importante. Agradecer también a Juan Antonio Lorenzo Gutiérrez, “Toño” por su amabilidad y disponibilidad en todo momento. No olvidar a Guillermo Delgado, que me ha ayudado a diario en cualquier duda que me surgía sobre la marcha, no ha dejado de trasmitirme conocimientos en todo momento y me ha hecho florecer aún más mi amor por la fauna. Alejandro de Vera, responsable de la sección de biología marina del Museo de Ciencias Naturales, ayudándome con la dieta de la pardela cenicienta, Esther Martín, conservadora de paleontología del Museo de Ciencias Naturales, por todos sus consejos y mensajes de apoyo. Todas aquellas personas que amablemente me han contestado y ayudado mediante correo electrónico, y todos mis familiares y amigos.

Índice

1. Introducción	1
2. Material y métodos	1
3. Cambio climático	2
3.1.1. Efectos en Canarias	3
4. Efectos del cambio climático sobre la avifauna (generalidades)	5
5. Efectos del cambio climático sobre la avifauna canaria	9
5.1. Medio marino: Pardela cenicienta (<i>Calonectris diomedea</i>)	10
5.2. Medio terrestre	14
5.2.1. Nidificantes migratorias: Halcón de Eleonora (<i>Falco eleonora</i>)	14
5.2.2. Nidificantes sedentarias: Camachuelo trompetero (<i>Bucanetes githagineus</i>)	16
5.2.3. Nuevas nidificantes: Tórtola senegalesa (<i>Spilopelia senegalensis</i>)	18
5.2.4. Nuevos divagantes: Calamón de Allen (<i>Porphyrio alleni</i>)	22
6. Especies con relación positiva hacia el cambio climático	23
7. Resultados	24
8. Discusión	25
9. Conclusiones	26
10. Bibliografía	27

Abstract

Temperature, humidity and weather conditions are generally variables closely related to population dynamics, in a way that the implications of climate change may cause some sort of effect (positive, negative or neutral) on these.

It is suggested that there are all kinds of effects and the most prominent are reflected in their lifestyle (variation in migration times, or breeding season).

Changes in population dynamics on a medium to large scale of the birds of the Canary Island are the main goal of this work.

Through a bibliographic data study, we aim to capture the impact caused by climate change.

The impact of climate on the biology of the dynamics of bird populations was a very important field of study during the last century. Since publications like, *The Natural Regulation of Animal Numbers* (Lack, 1954) and *Population Studies of Birds* (Lack 1967) to other publications such as Ian Newton (1998), *Population Limitation in Birds*, shows that it is not an issue of low scientific interest.

The results show that could accept the hypothesis that climate change is having a noticeable effect of the birds of the Canary Islands, like the example of the trumpeter finch (*Bucanetes githagineus*) the laughing dove (*Spilopelia senegalensis*) or allen's gallinule (*Porphyrio alleni*).

Keywords: birds, Canary Islands, climate change, effects.

Resumen

La temperatura, humedad, y las condiciones climatológicas en general, son variables relacionadas estrechamente con la dinámica de poblaciones, de manera que las implicaciones del cambio climático pueden causar algún tipo de efecto (positivo, negativo o neutro).

Se sugiere que hay efectos de todo tipo, los más destacados se ven reflejados en sus hábitos de vida (variación en los tiempos de migración, o la época de cría).

Los cambios en la dinámica de poblaciones a mediana y larga escala de la avifauna canaria, son el objetivo fundamental de este trabajo.

Mediante un estudio bibliográfico se pretende plasmar el efecto causado en razón del cambio climático.

El impacto del clima sobre la biología de la dinámica de poblaciones en aves fue un campo de estudio muy importante en la mitad del último siglo. Desde publicaciones como, *The Natural Regulation of Animal Numbers* (Lack, 1954) y *Population Studies of Birds*, (Lack 1967), hasta otras publicaciones como la de Ian Newton (1998), *Population Limitation in Birds*, muestra que no es un tema de bajo interés científico.

Los resultados señalan que podríamos aceptar la hipótesis de que el cambio climático tiene un efecto notorio sobre la avifauna canaria, como es el ejemplo del camachuelo trompetero (*Bucanetes githagineus*), la tórtola senegalesa (*Spilopelia senegalensis*) o el calamón de allen (*Porphyrio alleni*).

Palabras clave: aves, cambio climático, efectos, islas Canarias.

1. Introducción

En el mes de diciembre, me decidí a proponer este trabajo a Aurelio Martín. En aquel entonces, no tenía bien definido el hilo conductor del mismo, el cual posteriormente le dimos forma. En un principio yo quería basarme en aves migratorias, creía en ese momento que serían las más afectadas por el cambio de las temperaturas, posteriormente se decidió repasar el efecto a toda la avifauna, porque podía verse afectada en su totalidad. Y el objetivo principal es poder ver si el efecto del cambio climático a día de hoy es tangible, los cambios en la dinámica de poblaciones a mediana y larga escala de la avifauna canaria.

Considero que el problema del cambio climático es grave, pero encuentro una completa falta de información entre la población, no podemos olvidar nuestra fauna y solo preocuparnos por los osos polares. Creí necesario hacer este trabajo para averiguar que estaba pasando con las aves canarias. Por otro lado, tengo que confesar que me apasionaba la idea de aprender las peculiaridades de este grupo de vertebrados, y qué mejor forma que realizando mi trabajo final de grado sobre un tema tan reiterado y a la vez olvidado.

2. Material y métodos

Con el fin de intentar demostrar cómo afecta el cambio climático a la avifauna canaria se ha desarrollado este trabajo. Mediante el aporte bibliográfico de diferentes autores hemos ido esclareciendo algunos de los efectos causados.

Cabe destacar que relacionar un cambio en los hábitos de vida de un ave con la causa del calentamiento global es muy difícil. El cambio climático es un proceso lento como para poder establecer a ciencia cierta que es el causante y se necesitaría la realización de un estudio que se prolongaría varios años. Pero a partir de diferentes modelos desarrollados y probados, y la recopilación de información contrastada se intentará sacar a la luz algunos resultados concluyentes.

El estudio se divide en dos grupos claramente diferenciados por los hábitos de vida de las aves. De forma muy general hemos decidido dividirlo en aves del medio marino y aves del medio terrestre; a su vez dentro de éstas últimas, hemos concretado cuatro puntos más (nidificantes migratorias, nidificantes sedentarias, nuevos nidificantes y nuevos divagantes).

Dado que este estudio no puede extenderse demasiado, hemos decidido que en cada apartado estudiaremos una especie, la más ampliamente representativa y que pueda extrapolarse los

resultados de ésta al resto de aves con sus mismas características (o en la medida de lo posible al resto de su conjunto). Para el medio marino hemos escogido la pardela cenicienta (*Calonectris diomedea*) y en el medio terrestre, para las nidificantes migratorias el halcón de eleonora (*Falco eleonora*), para las sedentarias el camachuelo trompetero (*Bucanetes githagineus*), para las nuevas nidificantes la tórtola Senegalesa (*Spilopelia senegalensis*), y para los nuevos divagantes el calamón de allen (*Porphyrio alleni*).

3. Cambio climático

Se llama cambio climático a la variación del estado del clima, esto es la variación de las cinco componentes principales del sistema climático (atmósfera, hidrosfera, criosfera, superficie terrestre, biosfera) y de las interacciones entre ellos. Tales cambios se producen a muy diversas escalas de tiempo y afecta a todos los parámetros climáticos: temperatura, precipitaciones, nubosidad, efecto invernadero, etcétera. Son debidos a causas naturales y, en los últimos siglos, también a la acción humana.

El término efecto de invernadero se refiere a la retención del calor del sol en la atmósfera de la tierra por parte de ciertos gases que de manera natural forman parte de ella. Sin estos, la vida tal y como la conocemos no sería posible. Los principales gases de efecto invernadero son el dióxido de carbono, el óxido nitroso y el metano, que son liberados, entre otros, por la industria, la agricultura y la combustión de combustibles fósiles. La industrialización ha ocasionado que la concentración de estos gases haya aumentado un 30% desde el siglo pasado, cuando, sin la actuación humana, la naturaleza se encargaba de equilibrar las emisiones. La razón por la que estas emisiones artificiales son un problema de tal envergadura es que, a la larga, la tierra tiene que liberar energía al mismo ritmo que la recibe del sol. Dado que un manto de gases de efecto invernadero más denso contribuye a reducir la pérdida de energía al espacio, el régimen climático debe ajustarse de alguna manera para restablecer el equilibrio entre la energía entrante y la saliente.

Pensando en tiempos geológicos, miles de años, decenas de miles y aún superiores, el clima ha seguido los patrones generales marcados por las fluctuaciones y los cambios climáticos globales por causa natural. Los períodos glaciales han dejado numerosas huellas visibles en el paisaje y variados registros paleoclimáticos. Numerosos registros palinológicos en lagos atestiguan cambios en la vegetación, como, por ejemplo, los obtenidos en Padul, Granada (Pons & Reille, 1988). Estos análisis han demostrado que el clima ha cambiado de forma

repetida debido a procesos naturales y que en algunos períodos del pasado se han dado condiciones climáticas radicalmente diferentes de las actuales. Así, y a modo de ejemplo, a través del estrecho de Gibraltar entraron en el Mediterráneo aguas polares y probablemente icebergs en bastantes ocasiones durante el último período glacial (Cacho *et al.*, 1999).

Por añadir un ejemplo regional podemos citar los registros paleoclimáticos de San Cristóbal de La Laguna, donde la señal dejada por las especies anemófilas en el registro palinológicos muestran que hace 5000 años los bosques de La Laguna estaban compuestos por especies actuales tanto del Monteverde como el pinar de Tenerife, con variaciones cuantitativas a lo largo de la estratigrafía que, lógicamente, coinciden con determinadas oscilaciones climáticas más o menos acusadas que ocurrieron durante el Holoceno tardío.

En el perfil estratigráfico se observa cómo distintos árboles de la laurisilva (*Myrica faya*, *Viburnum rigidum*, *Erica arborea*, *Prunus lusitánica*, *Picconia excelsa* e *Ilex canariensis*) crecieron en la laguna durante los últimos 5000 años. Aunque la estructura boscosa se mantuviera, la composición de dicho bosque cambió, y hace unos 2000 años aproximadamente la faya (*Morella faya*) toma el relevo de especies que iban desapareciendo, asentándose en el entorno de La Laguna un bosque más parecido al Monteverde que crece hoy en día en el cercano monte de Las Mercedes (Palacios, 2008)

Pero dejando de lado la naturalidad del cambio climático, los aportes científicos son drásticos, y en gran parte el cambio climático está provocado por la actividad humana, o al menos lo ha acelerado mucho, suponiendo muchos riesgos y efectos para el planeta y todos sus habitantes. Hablamos de impactos sobre ecosistemas terrestres, acuáticos, impactos sobre la biodiversidad vegetal y animal, recursos hídricos, sobre el sector forestal, riesgos de crecidas fluviales, y un largo etcétera.

3.1 Efectos en Canarias

Como en el resto del globo, en Canarias el cambio climático también afecta. En 1885 empieza a tener registros el centro de huracanes de EE.UU, y hasta 2004, la zona que abarca la Península Ibérica, Azores y Canarias, no había registrado ninguna tormenta tropical. A partir del siguiente año empiezan a aparecer, el primero fue Vince, en Andalucía y el sur de Portugal, después el Delta en Canarias y al año siguiente Gordon y Helene, en Galicia y Azores.

No se puede afirmar con rotundidad la existencia de una causa-efecto, entre fenómenos adversos y cambio climático, pero sí se recogen una serie de características que dan pie a que la asiduidad de los fenómenos adversos sea más alta. En los últimos años aparte del aumento

de tormentas, también han incrementado las olas de calor. Desde 1974 hasta finales de los años 80, en el archipiélago no se había registrado ninguna ola de calor, y en los últimos años, mínimo dos por año, las doce más potentes se han registrado en los últimos cinco años (Cuevas, 2015).

Por otro lado en cuanto a las corrientes marinas, se tienen suficientes pruebas para aceptar la relación entre el cambio climático y las alteraciones de estas. La corriente fría marina que caracteriza al archipiélago, se está viendo afectada por el deshielo de Groenlandia, y eso podría influir en uno de los elementos que hace el clima moderado del archipiélago. Con el tiempo las noches serán más tropicales y las islas se verán inmersas en procesos de desertificación (Vázquez, 2015).

El deshielo de los glaciares está cambiando las condiciones de salinidad, provocando que el agua sea menos densa, y por ende, las corrientes pierdan intensidad. De esta manera la corriente que llega a Canarias se vuelve frágil y se ve obligada a girar cada vez más sobre sí misma produciéndose un recalentamiento del agua (Cuevas, 2015).

Una de las comunidades más afectadas por la subida del nivel del mar será Canarias (de Castro, 2007). El nivel subirá en torno a 15 centímetros para 2050, pudiendo llegar a los 35 centímetros en el norte de las islas. Esto puede suponer una pérdida de terreno al mar de unos 15 metros. La pérdida de terreno, puede implicar un desplazamiento de todos los pisos vegetativos de las islas; aquellas especies más estrechamente ligadas a su hábitat, y las de los pisos vegetativos de cumbre se verían gravemente afectadas. Por otro lado cabe la posibilidad de nichos nuevos que pueden ser aprovechables para especies invasoras (Moreno *et al.*, 2005). Ya el efecto se ha estudiado en Hawaii (Tracy *et al.*, 2002), y sus resultados son fácilmente extrapolables al archipiélago Canario.

Se proyecta un incremento de la temperatura en canarias de entre 2 - 4°C en verano, y 1 - 2°C en invierno para el último tercio del siglo (de Castro *et al.*, 2007). El efecto insular hace que los cambios no sean tan drásticos si se comparan con otras zonas de la península, donde el incremento puede llegar a unos 7°C en verano. Se aporta también que las calimas serán más abundantes por el incremento de la afluencia de los alisios debido al calentamiento del mar.

En la figura 1 se puede apreciar la evolución de las temperaturas para zonas puntuales del archipiélago canario. Los datos corresponden desde 1971 hasta 2007, y se intuye como de forma general las temperaturas han ido subiendo.

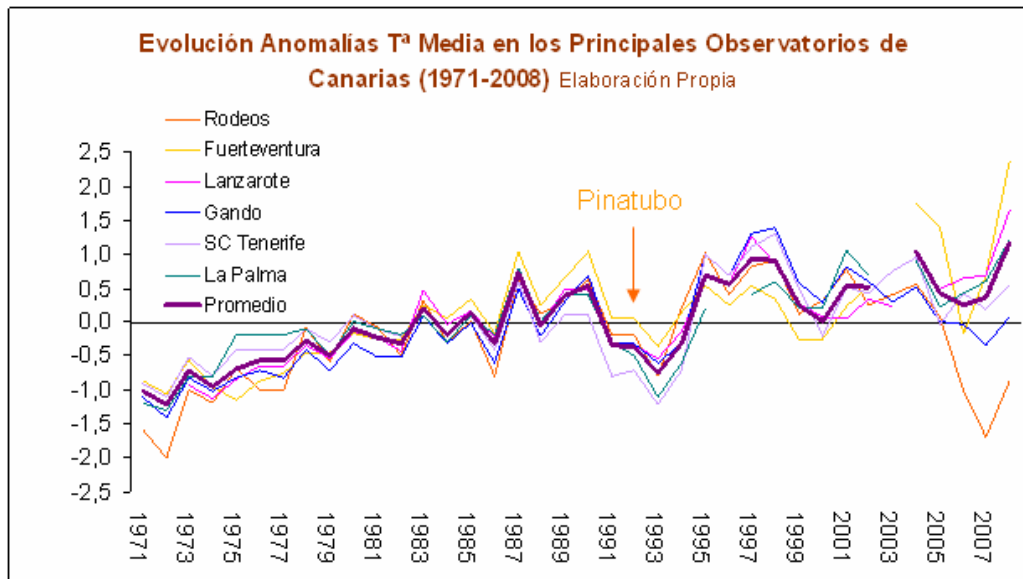


Figura 1: Evolución de las temperaturas en las islas Canarias desde 1971 hasta fechas actuales. Tomado de Asociación Canaria de Meteorología.

Se puntualiza el aumento de nuevos colonizadores como algas declaradas nocivas provenientes de ambientes más tropicales en las épocas más calurosas (de Castro *et al.*, 2007). El cambio climático también tiene efectos constatados en la acidificación de los océanos. El aumento de las concentraciones de CO₂ en la atmósfera ha aumentado de 280 a 387 ppm (IPCC, 2007). A causa del efecto invernadero, el océano ha estado absorbiendo calor (Harley *et al.*, 2006). Cuando el CO₂ atmosférico se difunde en el mar, las concentraciones se incrementan y el pH cae. Esta reducción conduce a una disminución en iones de carbono, así como la saturación de aragonita y calcita, pudiendo afectar la calcificación de organismos marinos. Para finales del siglo 21, la temperatura superficial del mar incrementará de 2 a 4°C, mientras que el pH superficial caerá unas 0,3 o 0,4 unidades (IPCC, 2007).

4. Efectos del cambio climático sobre la avifauna (generalidades)

Los efectos causados por el aumento de las temperaturas varían en todo el mundo, viéndose zonas más frías y/o el hemisferio norte principalmente afectadas (Schwartz *et al.*, 2006)

Muchos autores han escrito desde la distorsión en las temporadas de migración, cortejo y cría, hasta cambios en los rangos geográficos habitables (Crick, 2004). Desajustes fenológicos son sólo una de las muchas maneras en que el cambio climático puede afectar a las poblaciones de aves (Mustin *et al.*, 2007; Geyer *et al.*, 2011). La lista de los efectos causados por el cambio climático es muy larga (cambios en la abundancia de presas, competencia, estrés por el calor,

interacciones entre especies...), en este apartado vamos a intentar dilucidar algunos efectos concretos.

Un primer ejemplo trata sobre cómo afecta el cambio global a la llegada y asentamientos de las aves migratorias. Hay un momento óptimo, energéticamente hablando, para que sucedan eventos biológicos, por ejemplo la cría, la cual a menudo está estrechamente ligada a los patrones estacionales de otros niveles tróficos, como la disponibilidad de alimentos (Lack, 1968). Con la ayuda de un modelo se puede estudiar como un ave migratoria debe ajustar su tiempo de llegada a los lugares de cría después de pasar el invierno en otro lugar. El modelo asume la importante competencia por los territorios, siendo la base o el motor que impulsa la llegada y además tiene en cuenta el equilibrio entre los beneficios y el riesgo de la llegada anticipada. Se acepta el éxito reproductivo como una función de la cantidad de alimentos adquiridos durante la cría.

Se compara la distribución potencial de alimento con la llegada de las aves, y el riesgo de mortalidad. En la figura 2 podemos ver tres situaciones diferentes según el momento de llegada. La línea discontinua muestra la distribución alimenticia en una situación previa, la línea continua muestra un pico alimenticio alternativo posterior. Las líneas verticales indican, en el caso de t^* el momento de llegada y t_1 el inicio de cría. En el primer punto (a), vemos que el momento de llegada se produce justo cuando empieza el pico de alimento, asumiendo las demoras hasta el inicio de la cría (t_1) por la competencia del espacio, esta fecha de llegada hace que el riesgo de mortalidad sea alto. En la segunda situación (b), se adelanta la fecha de llegada, se supone que el ave tiene más tiempo para disputar el territorio, y encontrar un lugar con mayores expectativas de completar el ciclo, haciendo de esta fecha que el riesgo de mortalidad sea moderado. En el tercer punto (c), la fecha de llegada, es aún más precipitada a la del punto anterior, en estos casos, el riesgo de mortalidad es bajo.

Se acaba concluyendo que el cambio en la fecha de llegada no debe ser tan extremo como los cambios sufridos en los picos o el ancho óptimo alimenticio. Se podría esperar un cambio que respondiera a las tendencias para maximizar el éxito reproductivo (Jonzén *et al.*, 2015)

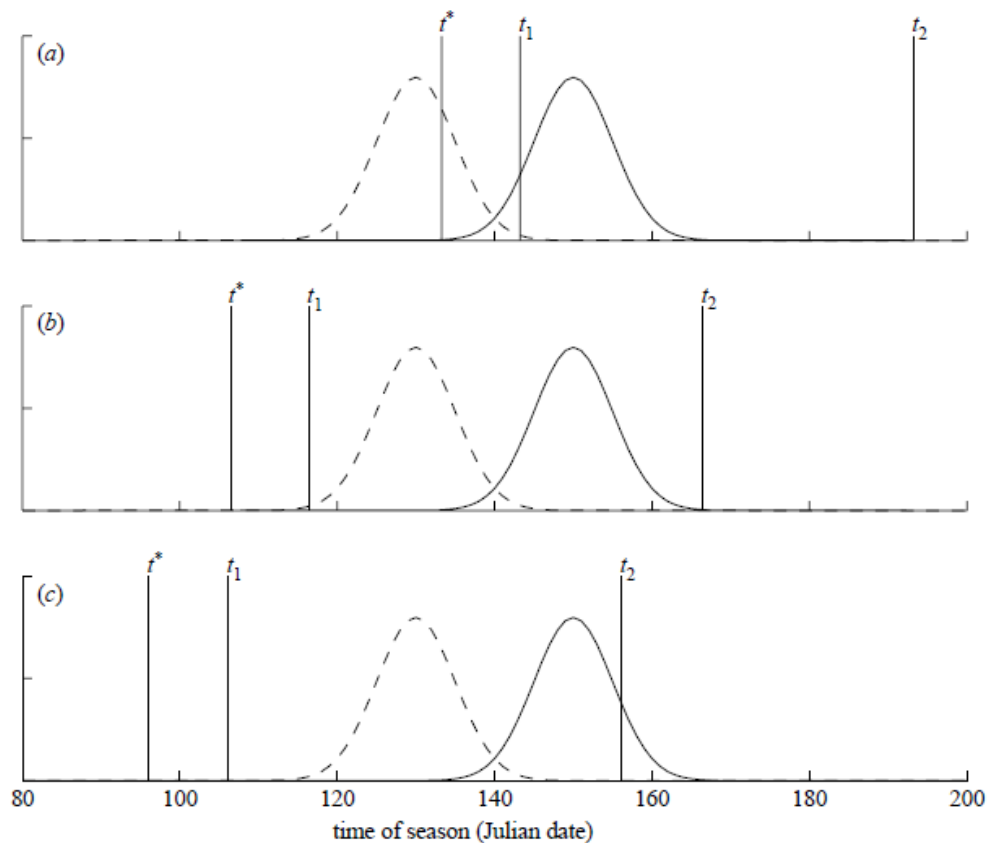


Figura 2: La distribución de alimentos en una fecha previa (línea continua) y en otra posterior (línea discontinua). La fecha óptima de llegada (t^*), el inicio de la reproducción (t_1) y (t_2) el punto extremo de cría antes del cambio. Ilustración a: llegada muy precipitada, riesgo de mortalidad alto; ilustración b: llegada un poco previa al caso anterior, sin ser suficiente para una descendencia sin riesgos, en este caso riesgo moderado; ilustración c: llegada con suficiente tiempo para establecerse, riesgo de mortalidad bajo. Tomado de Jozén *et al.*, 2015. *Climate change and the optimal arrival of migratory birds*.

En el siguiente ejemplo se utiliza un modelo predictivo, con el objetivo de estimar los rangos y direcciones geográficas de las especies con el aumento de las temperaturas. Se determina el área potencial de reproducción para cada una de las especies que se estudió (431). Posteriormente mediante la modelización de la superficie respuesta de temperaturas y clima en general futuro (2077-2090), se establecieron los escenarios climáticos óptimos para cada una de estas especies que podrían ser ocupados en dicho futuro.

Se analizaron los posibles desplazamientos desde el centro de la zona de habitabilidad actual de cada especie, contabilizando así el desplazamiento que podrían efectuar las aves. También se calculó la media de superposición de rangos de habitabilidad de diferentes especies (se acepta que la variable “velocidad de colonización” es la misma en todas las especies) resultando escenarios conflictivos, ya que podían ser disputados por diferentes especies. En la figura 3 se ilustra la distribución presente y futura de buscarla pintoja (*Locustella naevi a*).

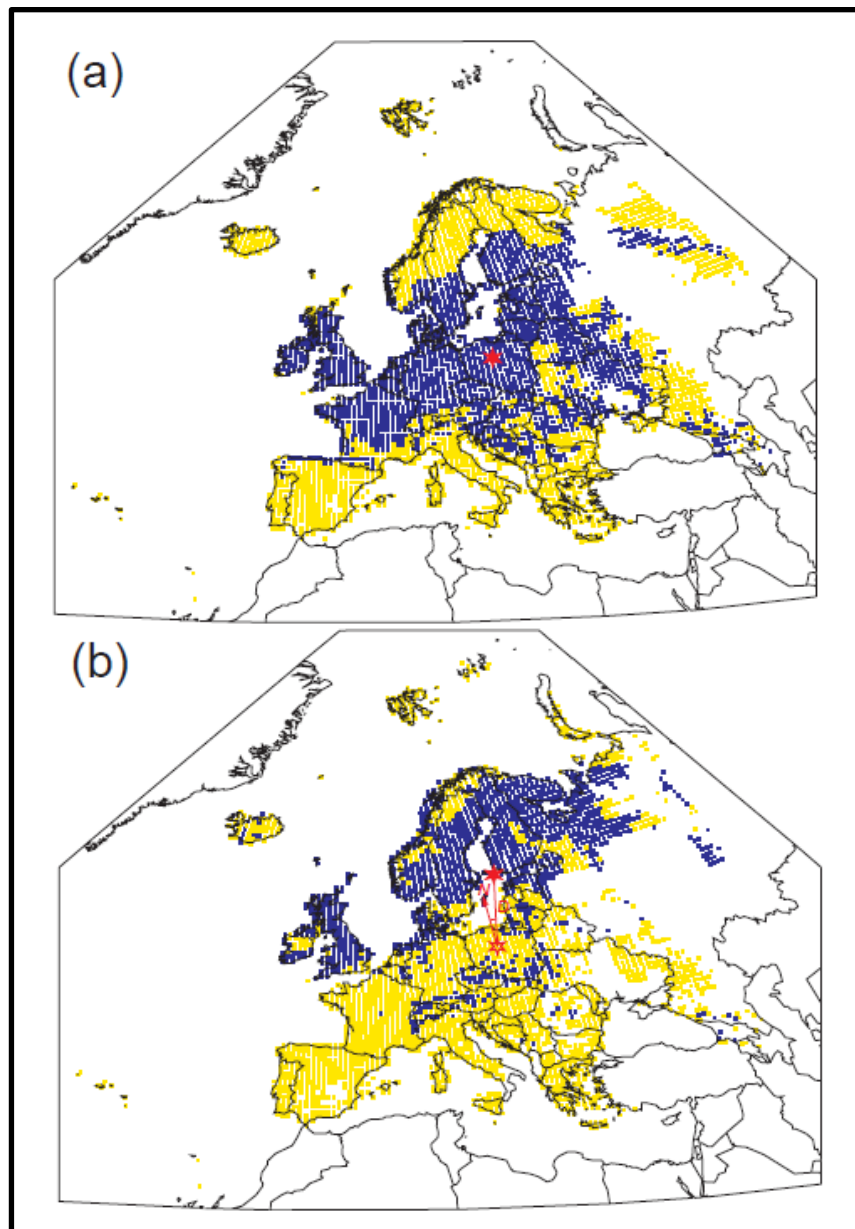


Figura 3: Distribución potencial presente (A) y futura (B, 2070-2099) de buscarla pintoja. Las cuadrículas azules muestran las zonas simuladas como adecuadas y las cuadrículas amarillas, simulan las zonas no aptas. La estrella roja marca el centro de la distribución de la buscarla pintoja. Alto desplazamiento hacia el norte del rango de habitabilidad. Tomado de Huntley, *et al.*, 2008. *Potential Impacts of Climatic Change on European Breeding Birds*

El punto rojo es la zona central de la distribución potencial de *Locustella naevia*, denominado como centroide. El estudio predice que esta especie se desplazara unos 808 km (línea que une el centro potencial presente y el centro potencial futuro), y solo un 37% del territorio ocupado será el mismo que el actual.

Se concluye el estudio indicando que el impacto del cambio climático en Europa es una combinación de: desplazamientos de grandes magnitudes muy rápidos, reducción del promedio de distribución de las especies, solapamientos de rangos y aumento de riesgos de extinción entre otros (Huntley *et al.*, 2008)

5. Efectos del cambio climático sobre la avifauna canaria

De las 10.000 especies de aves diferentes que hay en el mundo, 440 especies pueden ser vistas en el archipiélago canario. Entre ellas tenemos las migratorias que son la mayor parte, con 350 especies, las nidificantes, que son alrededor de 90, y dentro de estas diferenciar todas aquellas aves que se han establecido de forma permanente y pertenecen a escapes o sueltas deliberadas, que pueden albergar unas 10 especies (Barone & Delgado, 2009) como por ejemplo la cotorra argentina (*Myiopsitta monachus*).

Todas están expuestas a diferentes factores que dificultan su supervivencia, entre muchos otros temas, la pérdida y transformación del hábitat, es la causa de regresión más importante del archipiélago. Pero sin olvidar el tema fundamental de este trabajo tenemos que incluir el cambio climático como factor de riesgo potencial para el estado de las poblaciones de aves en el archipiélago canario.

Hay hábitats muy diferentes dentro del archipiélago, desde aves marinas y limícolas hasta aves del Monteverde, pasando por todas aquellas especies adaptadas a la vida antrópica. El cambio climático puede afectar de forma muy dispar a las aves del archipiélago, y en este trabajo se va a intentar dilucidar de forma muy general como podría afectar al conjunto de la avifauna canaria.

En primer lugar destacar, todas aquellas especies exóticas introducidas que se han aclimatado y adaptado. En dichas especies podríamos asumir que el cambio climático no está siendo un problema para su supervivencia, dado que no es su ambiente de origen. En muchos casos, como por ejemplo las especies más tropicales, el aumento de la temperatura quizás les beneficiaría. Un ejemplo muy bien representado sería la presencia de la cotorra de kramer (*Psittacula krameri*), una especie de origen centro africano y Asia.

Hasta la fecha no se ha descrito ningún efecto negativo causado por el cambio climático en las aves que habitan la Laurisilva. El aumento de la temperatura parece aún no ser lo suficiente significativo, pero no se descarta que si pueda tener efectos colaterales en la forma de vida de estas. Un ejemplo serían las aves ligadas o que dependen de los ciclos de vida de otras especies (interacciones interespecíficas), las cuales pueden verse afectadas si se modifican dichos ciclos, pudiendo no coincidir las épocas claves que mantenían tales relaciones entre especies (Walther, 2010). Un ejemplo estudiado en Europa es el número de paseriformes insectívoros como papamoscas cerrojillo (*Ficedula hypoleuca*), (Both & Visser, 2005) y el

carbonero común (*Parus major*). Se ha demostrado que el éxito reproductor de estas aves ha sido reducido como consecuencia del calentamiento global porque afecta a sus presas directas, como la oruga (Visser *et al.*, 1998). Este caso es perfectamente extrapolable a los paseriformes canarios.

También hay que tener en cuenta todos aquellos nuevos divagantes que se están estableciendo y antes podían pertenecer únicamente a aves de paso en época de migración o que simplemente están llegando como colonizadores. En 2013 se publicó la nueva *Lista de aves de España* y a la totalidad del catálogo se le añadieron 56 nuevas especies, las rarezas aumentaron de un 26% a un 36%. Algunos ejemplos son: cigüeña común (*Ciconia ciconia*), cernícalo patirrojo (*Falco vespertinus*), polluela chica (*Porzana pusilla*), archibebe fino (*Tringa stagnatilis*), gaviota cabecinegra (*Ichthyaetus melanocephalus*), gaviota de sabine (*Larus sabini*), curruca mirlona (*Sylvia hortensis*), escribano nival (*Plectrophenax nivalis*), entre otras (SEO/BirdLife, 2013)

5.1. Medio marino

Las aves marinas están representadas tan solo por 4 ordenes, en comparación con las aves terrestres que son 28 órdenes. En el hemisferio norte solo encontramos 3 órdenes de aves marinas, Charadriiformes, Procellariiformes y Pelecaniformes (Durant. *et al.*, 2005); cada grupo tienen sus adaptaciones pero los tres son dependientes exclusivamente del mar para su alimentación.

Con el fin de evaluar cómo podría afectar el cambio climático a las aves marinas hemos empezado por escoger una especie representativa que se encuentra en todo el archipiélago y parte de los resultados de la misma podrían atribuirse a algunas aves marinas con hábitos de vida parecidos. La especie escogida es la pardela cenicienta (*Calonectris domedea*), porque tiene una amplia base bibliográfica, y se han estudiado la mayoría de sus aspectos, desde la dieta hasta los patrones de cría.

Generalmente las aves marinas tardan mucho en llegar a la madurez sexual, en el caso de la pardela entre 7 y 13 años (del Hoyo *et al.*, 1992). Estas ponen un solo huevo y crían en muy diversas situaciones, bajo rocas, en grietas, en cuevas, en el interior de tubos volcánicos, etc. Pueden nidificar de forma aislada, pero con frecuencia una cavidad es compartida por distintas parejas (Martín & Lorenzo, 2001). Tienen ciclos de vida muy lentos con una alta supervivencia en adultos (Weimerskirch, 2002), hecho que ha llevado a muchos autores a su estudio. Además de forma general, medir la tasa de supervivencia de los polluelos o el éxito reproductivo, en general, parece ser un buen indicador de las condiciones ambientales. Las

pardelas, y las aves marinas generalmente, no pueden ajustar el tamaño de su puesta en respuesta a la oferta de alimentos, tienen menos flexibilidad para adaptarse a las fluctuaciones del medio ambiente. En años que las condiciones alimenticias no son adecuadas, en la época de cría pueden reducir el esfuerzo, y por ende la energía destinada a la alimentación del polluelo, retrasando así el crecimiento de este, con el único fin de mantener la condición física de ellos mismos (los progenitores) (Øyan & Anker-Nilssen, 1996). La disponibilidad de presas principales es el factor más relevante en el éxito reproductivo, pero la posibilidad de presas alternativas y las distancias/áreas hasta alcanzarlas también pueden influir en el esfuerzo de estos (Erikstad *et al.*, 1998). En consecuencia, el momento de cría es a menudo dependiente de la disponibilidad de alimentos, lo que significa que la fecha está correlacionada con los cambios naturales en los recursos alimenticios (Meijer & Drent, 1999). De forma muy resumida podríamos afirmar que los dos problemas principales a los que las pardelas se enfrentan, son por un lado las condiciones meteorológicas adversas, y por el otro el efecto colateral que pueda causar en sus presas dichas condiciones meteorológicas.

En el golfo de Alaska, en 1993, un gran número de araos comunes (*Uria aalge*) fueron encontrados muertos, descartada cualquier patología obvia, tal mortalidad solo puede atribuirse a la falta de alimento en alta mar (Piatt & Van Pelt, 1997). Estos efectos podrían ser o bien por el mal tiempo que obstaculizó el forrajeo o condiciones oceanográficas anómalas que cambian la distribución y abundancia de presas (Harris & Wanless 1996; Platt & Van Pelt 1997). Un ejemplo que lo ilustra, es el fenómeno de El Niño, el cual entre 1980 y 1986, dejó en la costa central californiana un gran número de cadáveres de aves marinas (Bodkin & Jameson, 1991).

En el archipiélago canario, en los últimos años, están aumentado las tormentas tropicales (ver apartado 5), y las zonas donde anidan las pardelas ante una fuerte tormenta puede sufrir daños como desprendimientos, poniendo en riesgo la viabilidad de los nidos.

Por otro lado, los cambios de dirección del viento y mareas puede desviar los filamentos de nutrientes del que se alimenta el plancton (base alimenticio de larvas de peces pelágicos), produciéndose afloramientos en lugares muy distales a las zonas de cría de la pardela. Un importante obstáculo para la cría de aves marinas es la distancia entre los terrenos de cría y las zonas de alimentación en el mar (Weimerskirch & Cherel, 1998).

En un trabajo realizado entre 2005 y 2010 en las Islas Berlengas (Portugal), se estudió en la época de cría de ambos años, una serie de parámetros relacionados con la dieta y rangos de forrajeo de las pardelas cenicientas (duración del viaje, distancia total recorrida, distancia máxima de la colonia, condición física, áreas de descanso, éxito reproductivo,...) (Paiva *et*

al., 2013). Además también se midieron las concentraciones de isótopos de carbono y nitrógeno con el fin de determinar su alimentación. Esto está justificado porque la isotopicidad de los depredadores está directamente influenciada por lo que consumen (Hobson & Clark 1992). Por lo tanto, diferencias entre las zonas de caza y la proporción de nitrógeno refleja la red alimentaria y la posición trófica de los depredadores (Vanderklift & Ponsard, 2003). Por otro lado, se recolectó información sobre los desembarques de pesca entre los dos años, para determinar el porcentaje de presas potenciales de la pardela y contrastar su abundancia. Entre otras, las especies potencialmente importantes en la dieta de la pardela son, *Sardina spp.*, *Scomber scombrus.*, *Trachurus trachurus*, *Trachurus picturatus* y diferentes especies de calamares.

En la figura 2, podemos ver cómo han cambiado los rangos de distribución de la pardela a lo largo de esos cinco años.

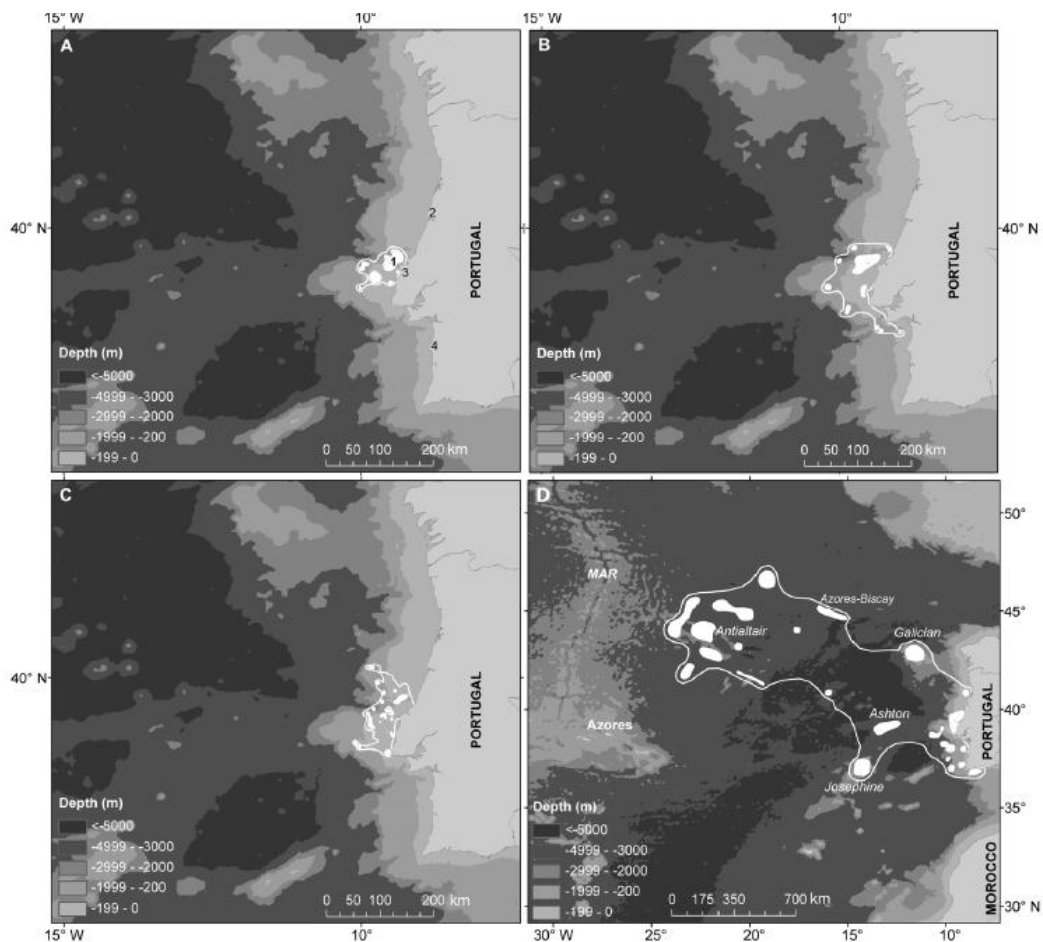


Figura 1: Distribución estimada de las zonas de caza de pardela cenicienta. Rastreo de las aves durante el periodo de cría. Imagen (A) del año 2005, (B) del 2006, (C) del 2007 y (D) del 2010. Tomado de Paiva *et al.*, 2013. *Effects of environmental variability on different trophic levels of the North Atlantic food web.*

A lo largo de los años la distancia que recorren las pardelas se ha modificado, necesitan viajar más lejos para cubrir las necesidades en los periodos de cría. En 2005 la distancia media que

recorrían era de unos $67,4 \text{ km} \pm 16,9$, en 2006 aumentó unos 20 km, en 2007 unos 15 km más, en 2010 la distancia media que recorrían las pardelas para solventar sus necesidades nutricionales durante la época de cría alcanzaba los $3521,8 \text{ km}$ de media ($\pm 798,4 \text{ km}$) (Paiva *et al.*, 2013).

La dieta de la pardela en esos años también varió; en la figura 5 se puede ver gráficamente como el porcentaje de *Sardina spp.* fue disminuyendo a excepción de un pico en el 2007. La cantidad de *Scomber sp.* se mantuvo y en 2010, aparecieron nuevas especies que dominaban la dieta, como por ejemplo *Belone belone*, y en menor medida *Trachurus picturatus* y *Scomberesox spp*

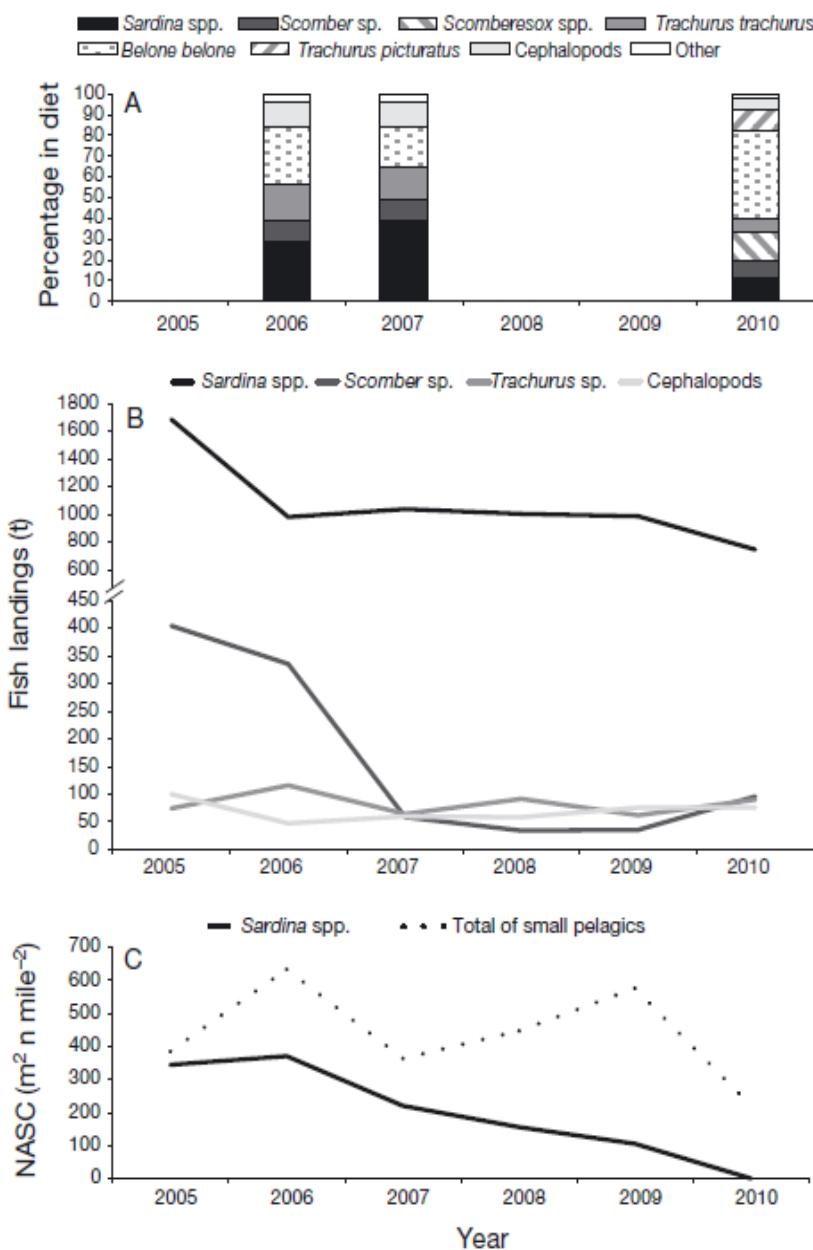


Figura 2: Comparación entre (A) frecuencia numérica en porcentaje de las presas que componen la dieta a partir del contenido estomacal, (B) desembarques de peces en el puerto de Peniche, y (C) indicador de la abundancia de peces pequeños pelágicos dentro del rango de forrajeo de las pardelas (unos 60km alrededor de las Islas Berlengas). Tomado de Paiva *et al.*, 2013. *Effects of environmental variability on different trophic levels of the North Atlantic food web.*

En todos los casos (contenido estomacal, desembarco de peces y abundancia de peces), los porcentajes de las principales presas de la pardela disminuyeron.

Todo este estudio realizado en Portugal nos sirve como ejemplo análogo, para medir el impacto que podría estar causando el clima a las pardelas del archipiélago canario. En el caso de Canarias los afloramientos procedentes del continente Africano marcan la tendencia de las poblaciones de peces pelágicos y no siguen ningún patrón, cuestión que dificulta el seguimiento y control de las poblaciones de peces epipelágicos. Además a diferencia de las pesquerías de Portugal, en Canarias, el seguimiento de las capturas está mucho menos controlado, y en multitud de casos se vende *Sardinella spp.*, por *Sardina pilchardus*. Por otro lado, a priori, las densidades son diferentes entre las islas orientales y las occidentales, por ejemplo, el boquerón (*Engraulis sp.*), es mucho más abundante en las orientales, siendo presa más esencial para las pardelas orientales que las occidentales que lo sustituyen por otros tipos de presas. A destacar el aumento del chicharro (*Trachurus picturatus*), en los últimos 3 años, cobrando importancia en la dieta de la pardela y por último mencionar la afluencia de pelágicos tropicales (aún sin ningún tipo de seguimiento ni control en el archipiélago), que pueden empezar a formar parte de la dieta de la pardela en los próximos años. (J. F. González, com. Pers.)

La tendencia que pueda sufrir la pardela por los efectos causados por el cambio climático podría ser extrapolable, con las diferencias lógicas de su dieta, a aves que comparten hábitos de vida, como petreles o paíño.

5.2. Medio terrestre

En el medio terrestre encontramos muchos más grupos de aves y más disparidad entre ellos que en las aves marinas, por esa razón se tratarán en cuatro conjuntos diferentes, los cuales, como en las marinas, intentarán representar el resto de aves.

5.2.1. Nidificantes migratorias: *Falco eleonora*

La especie representativa de este tema es el halcón de Eleonora y hemos escogido esta especie porque su periodo de cría es muy tardío y está sincronizado al paso de migrantes transaharianos (paseriformes europeos). La dieta condiciona el éxito reproductivo, y parece razonable pensar que si el cambio climático altera las fechas o afluencia de paso de paseriformes alterará los ciclos de los halcones.

Los halcones se encuentran restringidos a islotes y roques completamente deshabitados al norte de Lanzarote (Martín & Lorenzo, 2001), conocido como "Archipiélago Chinijo" donde

crían. Llegan al archipiélago en los meses de mayo y junio, y lo abandonan a finales de octubre. Realizan puestas de entre 1-4 huevos, siendo las puestas más comunes 2-3. El nido es una simple depresión situada en alguna pequeña cueva o repisa (Martín & Lorenzo, 2001). Su población se estima en alrededor de 200 parejas (Martín & Lorenzo, 2001; Bird Life Internacional, 2004)

En un trabajo realizado entre 2000 y 2001, se estudió la dieta del halcón, entre otros factores, y los resultados obtenidos englobaban en un 83,1% a paseriformes europeos. La familia más preponderante era Sylviidae con un 49,6%. Entre las presas más comunes aparecía el papamoscas (*F. hypoleuca*), con un 25,6%, Zarcero Común (*H. polyglotta*), con 24,5% y Curruca zarcera (*Sylvia communis*) con 20,5% (de León *et al.*, 2007)

Más de dos millones de aves migran entre Europa y África central (Hahn *et al.*, 2009), concentrándose en zonas de cultivo y pastoreo, como por ejemplo el Sahel (ecorregión de transición entre la zona arbustiva tropical y subtropical semiárida, formando la división entre el Sahara en el norte y la sabana ligeramente menos árida del sur). Estudios realizados recientemente muestran que las aves migratorias están expuestas a amenazas en sus zonas de reproducción en Europa, y sus áreas de invernada en África (Ramos & González, 2014). En esta última zona, en concreto el Sahel se encuentra sujeto a la presión de los agricultores, unido al cambio climático y cada vez más la economía en auge, y por ende la explotación de las tierras (Cambridge conservation initiative, 2011). De manera que muchos migrantes transaharianos están cayendo en picado (Sanderson *et al.*, 2006), pero aunque se sepa que el balance es negativo, no se sabe el calibre del problema, de manera que se sugiere una investigación a fondo en la mayor brevedad posible.

Respecto al halcón, aún no tenemos noticias de que sus colonias de crías estén sufriendo efectos, pero es de esperar, que en un futuro, al disminuir la cantidad de migrantes transaharianos puedan resultar afectados, por ejemplo, viéndose obligados a dedicar más energía a la captura de presas de calidad. Teniendo en cuenta que cada pareja de halcones consume cuatro paseriformes pequeños al día durante la temporada de cría (Mayol, 1976), contando que ésta dura alrededor de tres meses, y en el archipiélago canario hay 200 parejas, estaríamos hablando de aproximadamente 108.000 presas. Tal cantidad de presas solo en los 3 meses de cría, suponen un 5,4% (solo en canarias) de la totalidad de las aves que migran cada año entre Europa y África.

Los efectos que pueda sufrir el halcón de Eleonora son solo un ejemplo puntual, la disparidad de hábitas ocupado por las aves migratorias se hace muy difícil extrapolar un resultado al conjunto de migratorias.

5.2.2 Nidificantes sedentarias: *Bucanetes githagineus*

Para este apartado hemos elegido el camachuelo trompetero porque podría representar a la mayoría de las aves que habitan en zonas áridas, pedregosas, laderas, incluso en áreas de malpaís y jables arenosos, además es una especie que lleva a cabo desplazamientos muy marcados, incluso interinsulares. Está localizado especialmente en las islas orientales (Lanzarote y Fuerteventura), en Gran Canaria queda relegado sobre todo a la mitad meridional, siendo común en localidades tales como Arinaga, Castillo del Romeral, Barranco de Tirajana, entre otras zonas (Martí & Lorenzo, 2001). Entre 1997 y 2003 hay como mínimo siete lugares seguros donde se ha visto y abundantes citas posibles (Lorenzo, 2007). En Tenerife ocupa áreas costeras de la mitad meridional como el Porís de Bona, San Isidro, El Médano entre otras. Su abundancia es bastante escasa comparada con la de la primera mitad de la década de los ochenta. En la Gomera hoy en día sus efectivos son escasos, observándose sólo pequeños grupos o parejas aisladas en las cercanías de San Sebastián, Playa Santiago, Barranco de Erese, la Cantera, La Rajita y Valle Gran Rey (Martí & Lorenzo, 2001). Entre 1997 y 2003 se ha localizado en solo dos zonas. En ese mismo periodo en La Palma no hay ninguna cita y en el Hierro tres zonas donde posiblemente se haya visto (Lorenzo, 2007).

Es un ave que se puede encontrar en ambientes gregarios, especialmente cuando se desplaza, tras criar, ciclo que se produce, mínimo, dos veces al año con una media de entre 4 y 5 huevos (Martí & Lorenzo, 2001).

En los últimos años ha habido algunas opiniones contrariadas respecto a los flujos de dispersión que han seguido los camachuelos, específicamente entre las poblaciones del noroeste de África y las poblaciones de las Islas Canarias y el sudeste de la Península Ibérica. Se debate si la población del noroeste de África proviene de las poblaciones de Canarias o viceversa.

En un estudio realizado en 2009, se intentó esclarecer el debate mencionado, y los resultados parecían indicar que un pequeño grupo de colonizadores pasaron desde el continente africano, causando un efecto fundador de las poblaciones en las islas Canarias (Barrientos *et al.*, 2009). Además este último escenario coincide con el patrón general de colonización en dichas islas, de la misma forma en que llegó el pinzón común (*Fringilla coelebs*) (Marshall & Baker, 1999). De todos modos, en la conclusión de dicho estudio se aclara que no se puede afirmar que las poblaciones de Canarias procedan de las poblaciones del noroeste de África ya que el análisis genético mostró que las aves de Canarias son diferentes a las del norte de África. De manera que no se puede rechazar la hipótesis que las islas Canarias funcionaran como fuente a partir de la cual se extendieran hacia el este y colonizaran el continente Africano (Barrientos

et al., 2009). Se cita el ejemplo del herrerillo, en el cual se ha producido una retrocolonización desde las islas Canarias hacia África y la Península Ibérica.

Todos estos movimientos colonizadores pueden verse favorecidos por cambios en la dirección de los vientos, y se ha sugerido que la propagación del camachuelo trompetero en la Península Ibérica (en la región mediterránea) puede haber sido favorecido por el cambio climático (Carrillo *et al.*, 2007). Teniendo en cuenta el aumento de la temperatura y el pronóstico de la disminución de precipitación para el Mediterráneo (Solomon *et al.*, 2007), la propagación del camachuelo trompetero a través de la Península Ibérica, podría ser favorecida aún más en un futuro cercano (Barrientos *et al.*, 2009)

En un trabajo realizado entre 2004 y 2005, se estudió si las variables climáticas (precipitación y temperatura), podían ser parámetros que influenciaran la cría del camachuelo trompetero. Dicho estudio también aporta alguna idea del efecto del cambio climático sobre esta especie. Se hizo comparando el clima de dos años consecutivos (2004 y 2005) en el desierto de Tabernas (sudeste de España) (Barrientos, *et al.*, 2007)

Con el fin de asegurar el éxito reproductivo las aves se reproducen sólo cuando las condiciones son adecuadas para sacar adelante la descendencia (Wallen & Schneider, 1999), por esa misma razón, sobre todo en aves granívoras, sus épocas de cría están ajustadas al fotoperiodo de las plantas de las que se alimentan (Wingfield & Farner 1980; Dawson *et al.*, 2001)

En la zona de Tabernas la vegetación predominante está compuesta por gramíneas perennes como *Stipa tenacissima*, *Lygeum spartum*, *Salsola genistoides*, *Artemisa barrelieri*, *Launaea arborescens*, *Limonium tabernense* y como especie importante para el camachuelo *Diplotaxis spp.* Se comparó las temperaturas y precipitaciones mínimas diarias de los dos años y se descubrió que la temperatura y no las precipitaciones (como se pensaba anteriormente), influyen en el momento de cría del camachuelo. Las bajas temperaturas provocaron un retraso de unos 40 días en el comienzo de cría en el año 2005 a diferencia de 2004. Se conocía tal efecto en aves de climas fríos (Lack, 1968; Dunn, 2004), pero hasta la publicación de este estudio no en aves de climas áridos.

Una de las explicaciones dadas para justificar los efectos causados por la variación de la temperatura en la época reproductiva del camachuelo, es su relación con la abundancia de alimentos (Lack, 1968; Dunn, 2004). *Diplotaxis spp.* es una de las principales fuentes de alimentos durante la temporada de reproducción, tanto para adultos como para las crías (Valera *et al.*, 2005).

En el año 2005 las temperaturas por debajo de las mínimas (15°C) hizo que las crucíferáceas (elemento también muy importante en la alimentación del camachuelo) tuvieran tasas bajas de germinación (Pérez, *et al.*, 1995). Por lo tanto, las bajas temperaturas durante el principio de la primavera, pueden reducir la disponibilidad de alimento (semillas) hasta que *Diplotaxis spp* germina (en un momento posterior a la germinación de las crucíferáceas), crece y produce frutos. Como resultado, las aves se ven obligadas a retrasar el comienzo de cría para garantizar suficientes alimentos para el desarrollo de los pollos (Murphy, 1986; Meijer, *et al.*, 1999).

Finalmente, se ha sugerido que los cambios en la sincronización de la reproducción de las aves está relacionada con el aumento de la temperatura debido al cambio climático (Brown *et al.*, 1999).

5.2.3. Nuevas nidificantes *Spilopelia senegalensis*

La tórtola senegalesa es uno de los mejores ejemplos para ilustrar este apartado ya que se ha documentado casi a la perfección su proceso de colonización desde el noroeste de África (Snow and Perrins, 1998; Bergier *et al.*, 1999), saltando a las islas orientales y de estas hacia las occidentales.

Inicialmente se sospechó que la colonización del archipiélago, era debido a la cría en cautividad y posteriores escapes dado que solo se tenían referencias antiguas y dudosas (Martín & Lorenzo, 2001). Pero posteriormente se fue viendo que su llegada y proceso de colonización parece estar relacionado con el proceso de expansión natural que experimenta la especie a lo largo del noroeste de África (Snow & Perrinis, 1998).

A partir de todas las citas registradas por el comité de rarezas de la sociedad española de ornitología, y publicadas anualmente en dos volúmenes en la revista *Ardeola* vamos a describir el proceso de expansión que se ha producido por todo el archipiélago.

La colonización de Fuerteventura y Lanzarote se fue produciendo de forma bastante paralela, pero el primer dato que se tiene noticia se produce en enero de 1998 en Fuerteventura. El 21 de agosto de 2000 se produce la primera cita de 3 aves, en el área de Haría, Lanzarote (Rodríguez, 2002). Poco después, en 2002, se obtiene el primer registro de cría para esta isla (Lanzarote), concretamente en la cercana localidad de Máguez. En Fuerteventura desde el primer avistamiento en 1998 hasta 2003, se tiene constancia de al menos 12 citas (Palacios & Castilla; Palacios & Palacios) repartidas por Morro Jable, La Lajita, Parque Holandés, Corralejo y Costa Calma. En 2002 hubo indicios de cría, se avistaron cuatro ejemplares en La Lajita, al menos dos de ellos en cortejo (Olioso, 2004), aunque cabe destacar que en 1998 se

había identificado un ejemplar juvenil en las inmediaciones del parque Holandés, lo que hace pensar que llegaron un poco antes.

Varias observaciones en Lanzarote durante todo el 2002, en el campo de golf de Tegui, el 14 de julio, en Yaiza, el 8 de septiembre, en Arrecife, en la urbanización Playa Caribe el 26 de octubre y el 8 de diciembre (García, 2005). En esa publicación de 2002 de *Ardeola* se hace mención de que el próximo año sería el último en que se consideraran las citas sobre esta especie en las Canarias, donde ya parecía establecida en Lanzarote y Fuerteventura. Las tórtolas continuaron colonizando zonas y criando. En Lanzarote en diciembre de 2004, un ejemplar incubaba una puesta de dos huevos en un nido ubicado en un jardín de Mala, y cerca de allí unos días antes se observaron dos adultos en compañía juvenil. Se detectan individuos en Ye, Guinate, Haría, Tabayesco, Mala, Guatiza, tegui, Costa Tegui, Tinajo, Arrecife, Matagorda, Puerto del Carmen, Uga y Yaiza (Martín & Lorenzo, 2001). En Fuerteventura se continúan produciendo citas. El 12 de enero de 2007 en Tesejerague, Tuineje, se observó un adulto (Ramos & Trujillo, 2012). Pueden verse tórtolas senegalesas en muchas localidades de la vertiente oriental: Corralejo, Parque Holandés, Puerto del Rosario, Caleta de Fuste, desembocadura del barranco de la Torre, Gran Tarajal, La Lajita, Costa Calma y Morro Jable (Martín, A. and Lorenzo, J.A. 2001).

En 2004 *Ardeola* señala: “*Dado que en 2003 y 2004 se han producido nuevas observaciones que hacen creer que la especie se encuentra ya firmemente establecida como reproductora en Fuerteventura y Lanzarote, el Comité de Rarezas ha considerado conveniente retirarla de la lista de rarezas para Canarias, de forma que no se considerarán las citas relativas a estas islas que tengan fechas posteriores al 1 de enero de 2005*” de manera que dejan de ser rarezas en las islas orientales.

Con las tórtolas establecidas y nidificando en las islas orientales ahora vamos a ver qué ha pasado con dicha colonización en Tenerife y Gran Canaria.

En Gran Canaria la primera cita se produce el 11 de marzo de 2001, en San Bartolomé de Tirajana, junto al Castillo del Romeral; se trata de un ave atropellada en la carretera (Barone & Verde, 2003). A partir de ese momento aparecen citas regulares. En las inmediaciones de la Charca de Maspalomas, San Bartolomé de Tirajana; dos individuos el 8 de octubre y el 12 de noviembre de 2005, así como un mínimo de cuatro aves el 7 de enero y una pareja los días 18 y 21 de febrero de 2006, acentuándose que en todas las fechas las aves han presentado estado de cortejo (Suárez, 2006). Se siguen produciendo citas en *Ardeola* para Gran Canaria, como el 24 de marzo de 2007, y el 14 de julio del mismo año en la charca de Maspalomas, San Bartolomé de Tirajana, donde se cita hasta tres machos arrullando y en cortejo. También un

adulto acompañado de un juvenil, delatando su nidificación en la zona, hasta el momento sin pruebas concluyentes (Suárez, 2007)

En Tenerife se conocen algunas citas antiguas en comparación con la tónica de colonización que va siguiendo la tórtola. En la Punta del Hidalgo, en 1980 se citan dos aves realizando vuelos de cortejo (Coath, *in litt*), aún más antigua es la cita de 1893, situada en Santa Úrsula y La Victoria (Cabrera, 1893). Cabe destacar que hasta principios de la década de 2000 se vendían individuos de esta especie en tiendas de Icod de los Vinos y Santa Cruz de Tenerife, así que dicha información debe tomarse con precaución.

Ya en fechas más recientes, se cita en Arona, Playa de Las Américas, el 7 y el 18 de marzo de 1997 (Carlsson, 2002). El 15 de noviembre de 2008 en las proximidades de una charca de riego del barranco del Espiral, en Tejina y Valle Guerra, (La Laguna), donde se vieron con regularidad una o dos aves adultas desde dicha fecha hasta el 16 de mayo de 2009. Destacando el avistamiento de una pareja que mostraba comportamiento reproductor el 25 de febrero de 2009 (Barone, Fariña, Hernán, Rodríguez & Boehlke, 2009). En ese mismo año, el 15 de mayo de 2009, en Santo Domingo, (La Guancha) se observa un ejemplar que tras levantarse del suelo se posa encima de un muro y, a los pocos segundos, emprende el vuelo (Trujillo & Jiménez, 20011). Se siguen produciendo citas en Tenerife, en la charca de El Fraile en 2011 (Trujillo, 2011), barranco del Espinal, entre Tejina y Valle Guerra en junio del mismo año. El 16 de octubre de 2013 dos adultos en zonas colindantes a la cita anterior, con matorral y cultivos (Barone, Pérez & Cherrug, 2014). En Los Cristianos, (Arona), el 14 de marzo de 2014 fue visto un ejemplar (Díaz, 2014), mostrando que su colonización continúa a día de hoy, y a esperas de nuevas citas y pruebas concluyentes de cría en el próximo volumen de *Ardeola*, en julio de 2015.

La Gomera, El Hierro y La Palma son las islas más occidentales y por lo tanto la colonización ha sido más tardía como cabría esperar.

La Gomera, por proximidad a Tenerife, fue la primera de estas tres a la que llegó la tórtola. Fue en 2009, en Valle Gran Rey; los días 29 de marzo y 4 de abril de 2009 se observaron tres ejemplares junto al Charco del Conde, uno de ellos mostraba plumón en el dorso (Boehlke, 2009). En las inmediaciones que rodean el charco fueron vistos casi a diario entre el 6 y 18 de julio (Rodríguez, 2009). El 29 de julio del mismo año se vio un ejemplar en La Puntilla, y una pareja entre el 7 y el 16 de agosto de 2009 por la zona baja de Valle Gran Rey (García, 2009). Se siguieron viendo distintos ejemplares en la zona de Borbalán y La Puntilla, (Valle Gran Rey), en varias ocasiones entre 2010 y 2012. Destacar un ejemplar en cortejo el 27 de julio de 2012 cerca del Charco del Conde. Se estimó en ese momento que podría haber unas 20 aves

aproximadamente (Rodríguez, 2012). El 11 de octubre de 2014 se observan 4 ejemplares, entre los cuales al menos uno era un inmaduro en San Sebastián de La Gomera (Trujillo, 2014).

En La Palma la primera cita se produce en Puerto Naos, el 21 de marzo de 2011 (Bender, 2012), la segunda cita se produce en una zona ajardinada de un hotel en Puerto Naos, Los Llanos de Aridane, entre el 10 y el 24 de enero de 2014 (Schimkat, 2014). Como en Tenerife, se espera que en el volumen de la revista *Ardeola* de 2015 se sigan presentando citas que ilustren su colonización más tardía en las islas occidentales.

En el Hierro, tenemos la primera cita de un ejemplar posado en el paseo marítimo en La Restinga, El Pinar, el 17 de octubre de 2012, coincidiendo con temporal de lluvia y viento (Velasco, 2012). Los primeros datos de cría tuvieron lugar un año después, entre el 25 y 27 de julio de 2013 en Agua Nueva, Frontera, y en dicha localidad se descubre una pequeña población formada por al menos cuatro adultos, un juvenil y un pollo volandero. Posteriormente, el 30 de agosto de 2013, en el mismo enclave, se observan cinco ejemplares más (Trujillo, 2013).

La colonización de la tórtola parece relacionada directamente con el cambio climático, por lo menos parece ser una de las causas más evidentes, aunque habría que compararla con el avance que puedan estar sufriendo otras especies de hábitos parecidos al de las tórtolas senegalesas para poderlo afirmar con rotundidad.

La tórtola además de colonizar las islas Canarias está desplazándose hacia el norte. Se citó en Madeira en 2009 (Rocha, 2013). En España se citó un ejemplar en Valencia (Fabregat, 2006), pero hay citas incluso más al norte, situándose en Alemania, aunque la autoría no proviene de una fuente fiable y hay que tomar dicho dato



Figura 4: Distribución mundial de *Spilopelia senegalensis*.

con precaución. Su distribución natural ocupa gran parte de Turquía, Azerbaijan, y la India (Birdlife, 1994). Ha sido introducida recientemente en Australia (Schodde, 1997)

5.2.4 Nuevos divagantes: *Porphyrio alleni*

En este apartado hemos tratado el calamón de allen. Es un ave distribuida por África, al sur del Sáhara y Madagascar. Hay poblaciones residentes y también migratorias en función de las lluvias (Del Hoyo *et al.*, 1996). La tónica general del calamón es encontrarlo de forma accidental en el norte de África y Europa, presentándose sobre todo inmaduros en fechas invernales, especialmente en el mes de diciembre (Lewington *et al.*, 1991; Yésou, 1991). Hemos escogido esta especie porque se muestra como un nuevo colonizador en un estado menos avanzado al de la tórtola senegalesa (apartado 5.2.3). En este caso podemos apreciar que no ha llegado tan lejos, y aunque no hay constancia de que haya nidificado, en el registro bibliográfico aparecen 8 citas para el archipiélago canario.

La primera cita es de Tenerife, concretamente del municipio de Granadilla de Abona, en El Médano, tratándose de un individuo inmaduro en su primer invierno, el 19 de enero de 2007 (Méndez & Hernandez-Abad, comunicado por Lorenzo, 2007). Llega exhausto, fue ingresado en el Centro de Recuperación de Fauna La Tahonilla, tras ser capturado en el interior de un centro comercial de dicha localidad.

Hasta finales de 2011 y principios de 2012 no vuelven a aparecer citas. En Lanzarote se detecta un ejemplar el 22 y 23 de diciembre de 2011 (García & Unquiles, 2013). El mismo ejemplar es visto el día 28 de dicho mes (Hernández, 2013) y el 29 (García & Hernández, 2013), así como el 4 de enero de 2012, el 5 de enero y por última vez el 9 de enero de 2012 (Sagardía, 2013).

En Fuerteventura se avistó un ejemplar adulto en la charca de Catalina García, en Tuineje, del 9 de noviembre (Cabrera, 2013) al 23 de diciembre de 2011 (Roland, 2013) con numerosas observaciones intermedias (Carlsson, 2013).

En Gran Canaria se recoge uno exhausto el 19 de diciembre de 2011, en el noroeste de la isla, en Sardina de Gáldar (Calabuig, 2013); el animal se encontraba vivo pero moribundo, muy delgado y débil, y acabó muriendo en el Centro de Recuperación de Fauna de Tafira.

El solapamiento de fechas y las observaciones de los colaboradores nos permite constatar que se trata de tres ejemplares diferentes, vistos entre noviembre de 2011 y enero de 2012 en las tres islas (Lanzarote, Fuerteventura y Gran Canaria).

El calamón no solo está empezando a colonizar el archipiélago canario, recientemente ha criado en Malta. Hay muchas citas por la zona, la primera fue en 1976, le siguieron otros años cercanos (1977 y 1979), posteriormente se volvió a citar en 1994, en 1999, y en 2010. Desde entonces hubo cinco registros en 2011 y uno en 2012. En 2013 también fueron dos registros, pero con la particularidad de que uno de ellos fue un macho que se siguió viendo meses

después (hasta 2014), el cual tiene muchas opciones de ser uno de los parentales de la primera cita de cría (Fenech, 2014).

Curiosamente el calamón de allen está colonizando toda Europa (Malta no es una excepción), siendo una de las pocas especies de subsaharianos que llega regularmente a Europa, incluso en la parte más al norte de Gran Bretaña y Finlandia (Hudson, 1974; Taylor & van Perlo 1998; Cade 2002). Hasta día de hoy el calamón ha llegado a las islas Canarias y Gran Bretaña, como se ha expuesto anteriormente, Chipre, Dinamarca, Francia, Alemania, Grecia, Italia, Madeira, Mauritania, Marruecos, Túnez y Turquía (Fenech, 20014), pero como en el caso de Tenerife y Gran Canaria, la mayoría de los ejemplares llegan exhaustos y moribundos.

El calamón ilustra muy bien como un ave subsahariana muestra los primeros intentos de colonización a muchos kilómetros al norte de su lugar de residencia dando peso a la hipótesis de que el cambio climático promueve la colonización de nuevos territorios.

6. Especies con relación positiva hacia el cambio climático

Varias especies de aves están encontrando en el archipiélago las condiciones ideales para instalarse, la mayoría de ellas de origen subtropical o ecuatorial. Entre ellas podemos destacar aves marinas de origen tropical como la pardela de Cabo Verde (*Calonectris edwardssi*) y el rabijunco etéreo (*Phaethon aetereus*), el cual, recientemente ha sido citado como reproductor en El Hierro y posiblemente en Lanzarote; también está aumentando el avistamiento de aves acuáticas de origen ecuatorial o tropical como la garceta diforma (*Egretta gularis*) y guión africano (*Crecopsis egregia*), o paseriformes de ambientes desérticos saharianos o subsaharianos, como la collalba desértica (*Oenanthe deserti*) y la curruca sahariana (*Sylvia deserti*).

Otras aves de distribución norteafricana han ido encontrando las condiciones óptimas como el tarro canelo (*Tadorna ferruginea*), con poblaciones estables en Lanzarote y Fuerteventura, y criando de forma esporádica en Tenerife y Gran Canaria. Por otro lado tenemos aves que ya encontrábamos en las islas y ahora, con el aumento de las temperaturas se encuentran mejor asentadas. Como ejemplos, podríamos decir que de forma general la garceta común y la bueyera (*Egretta garzetta* y *Bubulcus ibis*, respectivamente), tórtola turca y senegalesa

(*Streptopelia decaocto* y *Spilopelia senegalensis*) o el rabijunco común (*Phaethon aethereus*), entre otras, han aumentado sus poblaciones (Ramos, 2010).

7. Resultados

En esta revisión bibliográfica se ha intentado esclarecer o por lo menos buscar evidencias entre las poblaciones de aves del archipiélago canario con respecto al cambio climático.

Se diseñó el estudio en cinco apartados, con el fin de dividir a grosso modo las áreas o hábitats que se encuentran en el archipiélago canario y poder abarcar de una forma muy sintetizada la totalidad del conjunto.

Para el grupo de aves marinas, donde teníamos como referencia la pardela cenicienta, hemos visto que las poblaciones de Portugal han modificado sus áreas de forrajeo, cubren distancias mucho más elevadas para abastecer sus necesidades alimenticias, y los elementos de su dieta se están modificando. En Canarias no tenemos datos concluyentes de las poblaciones de peces pelágicos que componen la dieta de la pardela. Hasta el momento no hay ningún estudio que mida como han variado las rutas y/o áreas de forrajeo de éstas ni contenidos estomacales para contrastar su dieta en la actualidad con datos del pasado.

Con el primer grupo de terrestres, y en concreto con el Halcón de Eleonora, no existen datos categóricos donde se pueda afirmar que el cambio climático está afectando a sus poblaciones (por el momento). Sin embargo a destacar la afluencia de transaharianos los cuales, según últimos estudios realizados muestran un claro declive (Sanderson *et al.*, 2006).

En lo que respecta al segundo grupo de terrestres, el estudio realizado en 2009 (Barrientos *et al.*, 2009), con el camachuelo trompetero, muestra como la diferencia de temperatura entre del año 2004 y 2005 retrasa cuarenta días el inicio de cría esta especie. Con temperaturas por debajo de las mínimas (15°), los patrones de germinación de crucíferáceas disminuyen y el camachuelo retrasa su periodo de cría hasta la germinación y producción de semillas de *Diplotaxis spp.*

En el tercer grupo de terrestres tenemos la tórtola senegalesa la cual ha mostrado un claro efecto colonizador desde el norte de África hasta las islas orientales y de ahí paulatinamente ocupando todas las islas siguiendo un orden bastante claro de oriente a occidente.

El calamón de Allen se observa cada vez con mayor frecuencia en países Europeos, entre ellos podemos Chipre, Finlandia, Gran Bretaña, Francia y Alemania entre otros. Destacar la reciente cita de cría en Malta.

8. Discusión

A partir de los resultados recopilados en este trabajo podemos esclarecer algunas dudas planteadas a modo de objetivos al principio del mismo.

Generalmente, como ya hemos indicado en su apartado, los patrones o rutas de forrajeo de las pardelas en Portugal han cambiado, siendo un claro efecto causado por el cambio climático. Por ello, podemos afirmar con rotundidad la correlación positiva entre cambio climático y alteración hábitos de vida de las pardelas de Portugal. Del mismo modo es razonable pensar que pueda afectar de igual forma a las pardelas del archipiélago canario (siguiendo el principio de parsimonia), pero sin una respuesta concluyente ante la ausencia de estudios en la zona. Es preciso resaltar la importancia de un estudio inminente de las poblaciones de peces epipelágicos y contenidos estomacales de pardelas además de un seguimiento continuado de sus áreas, rutas, y tiempos de forrajeo para determinar con exactitud si los resultados presentados en Portugal son equivalentes a la situación del archipiélago.

Los resultados de la afluencia de transaharianos y su disminución podría ser el inicio de sus efectos sobre los halcones de Eleonora. Es evidente pensar que si cada año dicha afluencia disminuye, es cuestión de tiempo de que los halcones sufran una escasez de alimento repercutiendo en su éxito reproductivo. Por el momento no hay datos que demuestren dicha incidencia, y por el contrario en los últimos años la población de halcones ha aumentado sobrepasando las 200 parejas; sin embargo, eso no significa que no puedan empezar a disminuir. En ese sentido, se considera importante el control y preservación de las poblaciones de transaharianos en sus zonas de invernada como Sahel.

Los resultados en el estudio del camachuelo son bastante claros, notándose una relación directa de las temperaturas, pero no las precipitaciones, con los inicios de la cría. Además muestra una clara colonización de la cuenca mediterránea relacionada con el aumento de las temperaturas.

La colonización del archipiélago canario por la tórtola senegalesa parece uno de los ejemplos más claros y concluyentes apuntan cómo el cambio climático puede influenciar a los seres vivos. En este caso ha favorecido una nueva colonización. Las citas registradas a lo largo de su expansión, dejan sin lugar a dudas un rastro del proceso de colonización tan claro que ha experimentado.

El calamón de allen se está avistando a muchos kilómetros de su lugar de residencia, y no es una cita aislada, sino que se repite en muchos países Europeos, hecho que podría estar reflejando el efecto del cambio climático.

9. Conclusión

De los resultados obtenidos se puede concluir que algunas especies de la avifauna canaria podrían verse afectadas por el cambio climático.

En el medio marino, la pardela cenicienta puede verse afectada por el incremento de las distancias de alimentación respecto al nido. En el medio terrestre, el halcón en un futuro cercano podría ver limitada la abundancia de presas. Respecto al camachuelo con el aumento de las temperaturas, zonas de la península ibérica cada vez se asemejan más al hábitat ideal del mismo, con mayores posibilidades de expansión. La tórtola continúa su propagación por el archipiélago canario y ya se ha citado en Madeira. Para el calamón de allen todo indica que va a seguir su patrón de dispersión por las islas Canarias y hacia el norte de Europa.

Como conclusión general podemos afirmar que el cambio global que se está produciendo afecta a todos los ecosistemas, en algunos hay ejemplos más claros en otros no tanto, o simplemente aún no se han estudiado los efectos y el alcance del cambio.

Es muy importante seguir trabajando con campañas de sensibilización y concienciación dirigida a la población, desarrollando casos particulares y de ámbito local. Considero importante acercar a las personas los efectos del cambio climático en sus propias regiones y asimilar la importancia de preservar su flora y fauna.

Otro punto muy importante que hay que sopesar es si los estudios sobre el efecto del cambio climático en el archipiélago son suficientes, si están dando resultado, y si dichos resultados se están divulgando lo suficiente y de manera adecuada.

From the results it can be concluded that some species of canary birds could be affected by climate change.

In the marine environment, the shearwater can be affected by the increase in supply relative distances to the nest. In the terrestrial environment, the hawk in the near future would be impaired prey abundance. Regarding the trumpeter finch with increasing temperatures, areas of the Iberian Peninsula increasingly resemble more the ideal habitat of the same, with greater potential for expansion. The dove continues its spread by the Canaries and has already been

quoted in Madeira. For the Allen's gallinule everything indicates that it will continue its pattern of dispersal by the Canary Islands and north of Europe.

As a general conclusion we can say that global change is occurring affects all ecosystems, some more obvious examples in others less so, or simply have not yet studied the effects and extent of change.

It is very important to continue working with sensitization and awareness campaigns aimed at the population, developing individuals and local cases. I consider it important to bring people the effects of climate change in their own regions and assimilate the importance of preserving its flora and fauna.

Another very important point to ponder is whether studies on the effect of climate change on the archipelago are sufficient, if they are working, and if these results are being reported enough and properly.

10 Bibliografía

- Barone, R. 2009. Tórtola Senegalesa *Streptopelia senegalensis*. Noticiario ornitológico. *Ardeola*. 56. (2): 222.
- Barone, R. 2014. Tórtola Senegalesa *Streptopelia senegalensis*. Noticiario ornitológico. *Ardeola*. 61. (1): 361
- Barone, R & D. Verde. 2003. Tórtola Senegalesa *Streptopelia senegalensis*. Observaciones de aves raras en España. *Ardeola* 50 (1): 141
- Barone, R. & G. Delgado, 2009. *Lista de especies silvestres de Canarias. Hongos plantas y animales terrestres. Gobierno de Canarias.*
- Barrientos, R., A. Barbosa, F. Valera & E. Moreno. 2007. Temperature but not rainfall influences timing of breeding in a desert bird, the trumpeter finch (*Bucanetes githagineus*). *Journal Ornithol.* 148: 311-416.
- Barrientos, R., L. Kvist, A. Barbosa, F. Valera, G. M. López-Iborra & E. Moreno. 2009. Colonization patterns and genetic structure of peripheral populations of the trumpeter finch (*Bucanetes githagineus*) from Northwest Africa, the Canary Islands and the Iberian Peninsula. *Journal of Biogeography*. 36: 210-219.
- Bender, A. 2012. Tórtola Senegalesa *Streptopelia senegalensis*. Noticiario ornitológico. *Ardeola*. 59. (1): 187.
- Bergier, P., J. Franchimont & M. Thévelot. 1999. Implantation et expansion géographique de deux espèces de Columbidae au Maroc: la Tourterelle turque *Streptopelia decaocto* et la Tourterelle maillée *Streptopelia senegalensis*. *Ardeola* 67:23-36
- Birdlife international. 2004. *Birds in Europe: population estimates, trends and conservation status*. BirdLife Conservation Series. BirdLife international 12. Cambridge, U.K. 374pp.
- Bodkin, J & R. Jameson. 1991. *Patterns of seabird and marine mammal carcass deposition along the central California coast, 1980-1986*. Canadian Journal of Zoology. 1149pp.
- Boehlke, V. 2009. Tórtola Senegalesa *Streptopelia senegalensis*. Noticiario ornitológico. *Ardeola*. 56. (2): 361.
- Both, C. & M. E. Visser. 2001. Adjustment to climate change is constrained by arrival date in a long-distance migrant bird. *Nature* 411: 296-298.
- Both, C. & M. E. Visser. 2005. The effect of climate change on the correlation between avian life-history traits. *Global Change Biology*. The Netherlands 11: 1606-1613.
- Brown J. L., S-H, Li & N. Bhagabati. 1999. Long-term trend toward earlier breeding in an American bird: a response to global warming? *Thw National Academy of Science USA*. 5569-5569.
- Cabrera, A. 1893. *Catálogo de las aves del archipiélago canario. Anales de la Sociedad Española de Historia Natural*. 22: 1-70.
- Cabrera, M., G. L. Roland, B. Carlsson, B. Hans & J. Sagardía. 2013. *Calamoncillo africano Porphyrio alleni*. Comité de rarezas de la sociedad española de ornitología. *Ardeola* 60. (2): 460.
- Cacho, I., J. O. Grimalt, C. Pelejero, M. Canals, F. J. Sierro, J. A. Flores & N. Shackleton. 1999. Dansgaard-Oeschger and Heinrich event imprints in Alboran Sea paleotemperatures. *Paleoceanography* 14: 698-705.
- Cade, M. 2002. The Allen's Gallinule in Dorset. *Birding World* 15: 58-59.

- Calabuig, P. 2013. Calamoncillo africano *Porphyrio alleni*. Comité de rarezas de la sociedad española de ornitología. *Ardeola* 60. (2): 460.
- Cambridge conservation initiative. 2011. Land Use Change and Migrant Birds in the Sahel. *Research Brief 3, Migrant Birds and Environmental Change in the Sahel*.
- Carlsson, C. I. 2002. *Tórtola Senegalesa Streptopelia senegalensis*. Observaciones de aves raras en España. *Ardeola*. 49 (1): 160-161
- Cherrug, S. 2014. *Tórtola Senegalesa Streptopelia senegalensis*. Noticiario ornitológico. *Ardeola* .61. (1): 361.
- Carrillo, C. M., A. Barbosa, F. Valera, R. Barrientos & E. Moreno. 2007. Northward expansion of a desert bird: effects of climate. *Ibis*. 149: 166-169.
- Crick, H. Q. P. 2004. The impact of climate change on birds. *Ibis* (2004). 146. 48–56.
- Dawson A, V. M. King, G. E. Bentley & G. F. Ball. 2001. Photoperiodic control of seasonality in birds. *Journal of Biological Rhythms*. 16:365–380.
- De Castro, M., J. Martín-Vide & S. Alonso. 2007. *Evaluación Preliminar de los Impactos en España por Efecto del Cambio Climático*.
- De Castro, M., J. Martín-Vide, & S., Alonso. 2009. *El clima de España: pasado, presente y escenarios de clima para el siglo XXI*.
- De León, L., B. Rodríguez & A. Martín. 2007. Status, distribution and diet of eleonora's falcon (*Falco eleonoreae*) in the Canary Islands. *Journal.Raptor Research*. 41(4):331-336.
- Del Hoyo, J., A. Elliott & J. Sargatal. 1992. *Handbook of the Birds of the World*. Vol. 1. Lynx Edicions, Barcelona. 696pp.
- Del Hoyo, J., A. Elliott & J. Sargatal. 1996. *Handbook of the Birds of the World*. Vol. 3. Lynx Edicions, Barcelona. 821pp.
- Díaz, R. J. 2014. *Tórtola Senegalesa Streptopelia senegalensis*. Noticiario ornitológico. *Ardeola* .61. (1): 361.
- Dunn, P. 2004. Breeding dates and reproductive performance. *Advances in Ecological Research*. 35:69–87
- Durant, J. M., N. C. Stenseth, T. Anker-Nilssen, M. P. Harris, P. M. Thompson & S. Wanless. 2005. Marine birds and climate fluctuation in the north atlantic. *Oxford University Press*, New York. 95-105.
- Erikstad, K., P. Fauchald, T. Tveraa, & H. Steen. 1998. On the cost of reproduction in long-lived birds: the influence of environment variability. *Ecology*, 79, 1781pp.
- Fariña, B. 2009. *Tórtola Senegalesa Streptopelia senegalensis*. Noticiario ornitológico. *Ardeola*. 56. (2): 361.
- Fenech, N. 2014. Allen's Gallinule breeding in Malta in July 2014. *Dutch Birding* 36. 327-330.
- García, G. 2009. *Tórtola Senegalesa Streptopelia senegalensis*. Noticiario ornitológico. *Ardeola* 56 (2): 361.
- García Vargas, F. J. 2005. *Tórtola Senegalesa Streptopelia senegalensis*. Observaciones de aves raras en España. *Ardeola*. 52. (1): 201
- García Vargas, F. J., E. Hernández, J. Sagardía & A. Unquiles Cobos. 2013. Calamoncillo africano *Porphyrio alleni*. Comité de rarezas de la sociedad española de ornitología. *Ardeola* 60. (2): 460.
- Geyer, J., I. Kiefer, S. Kreft, V. Chavez, N. Salafsky, F. Jeltsch & P. L. Ibsch. 2011. Classification of climate change-induced stresses on biological diversity. *Conservation Biology*. 25: 708-715.
- Hahn, S., S. Bauer & F. Liechti. 2009. The natural link between Europe and Africa – 2.1 billion birds on migration, *Oikos*. 118, 624-626.
- Harley C. D., A. Randall Hughes, K. M. Hultgren, B. G. Miner, C. J. Sorte, C. S. Thornber, L. F. Rodriguez, L. Tomanek & S. L. Williams. 2006. The impact of climate change in coastal marine systems. *Ecology*. 9: 228-241.
- Harris, M. & S. Wanless. 1996. Differential responses of Guillemots (*Uria aalge*) and Shag (*Phalacrocorax aristotelis*) to a late winter wreck. *Bird Study*, 43, 220–30.
- Hernán, G. 2009. *Tórtola Senegalesa Streptopelia senegalensis*. Noticiario ornitológico. *Ardeola*. 56. (2): 361
- Hobson K.A. & R. G. Clark. 1992a. Assessing avian diets using stable isotopes. I. turnover of ¹³C in tissues. *Condor*. 94: 181–188.
- Hobson K.A. & R. G. Clark. 1992b. Assessing avian diets using stable isotopes. II. Factors influencing diet-tissue fractionation. *Condor*. 94: 189–197.
- Hudson, R 1974. Allen's Gallinule in Britain and the Palearctic. *British Birds* 67: 405-413
- Huntley B., Y. C. Collingham, S. G. Willis & R. E. Green. 2008. Potential Impacts of Climatic Change on European Breeding birds. *Plos ONE*.
- Jozén, N., A. Hedenström & P. Lundberg. 2007. Climate change and the optimal arrival of migratory birds. *Proceeding of the royal society*.UK.
- Lack, D. 1968. Ecological adaptation for breeding in birds. London, Methuen. *Barnes and Noble*, New York. 409 pp.
- Lewington, I., P. Alströ, & P. Colston, 1991. A Field Guide to the Rare Birds of Britain and Europe. *Harper Collins Publishers*. 448pp.
- Lorenzo, J. A. 2007. Atlas de las aves nidificantes en el archipiélago canario (1997-2003). Dirección General de la Conservación de la Naturaleza-Sociedad Española de Ornitología. Madrid. 520pp.

- Marshall, H. D. & A. J. Baker. 1999. Colonization history of Atlantic island common chaffinches (*Fringilla coelebs*) revealed by mitochondrial DNA. *Molecular Phylogenetics and Evolution*. 11: 201–212.
- Martin, A & J.A. Lorenzo. 2001. Aves del archipiélago canario. *Francisco Lemus Editor*, La Laguna. 787pp.
- Mayol, J. 1976. Estudios sobre el Halcón de Eleonor *Falco eleonora* en las islas Baleares. *Ardeola* 23:103-136.
- Meijer, T. & R. Drent. 1999. Re-examination of the capital and income dichotomy in breeding birds. *Ibis*, 141, 399-414.
- Meijer, T., U. Nienaber, U. Langer & F. Trillmich. 1999. Temperature and timing of egg-laying of European Starlings. *Condor* 101:124-132
- Méndez, C. & J. Hernandez-Abad. 2009. Calamoncillo africano *Porphyrio alleni*. Observaciones de aves raras en España. *Ardeola* 56 (2): 321.
- Moreno, J. M. 2005. *Evaluación Preliminar de los Impactos en España por Efecto del Cambio Climático*.
- Murphy, M. T. 1986. Temporal components of reproductive variability in Eastern Kingbirds (*Tyrannus tyrannus*). *Ecology*. 67:1483-1492
- Mustin, K., W. J. Sutherland, & J. A. Gill. 2007. The complexity of predicting climate-induced ecological impacts. *Climate Research*. 35: 165–175.
- Olioso, G. 2004. Tórtola Senegalesa *Streptopelia senegalensis*. Observaciones de aves raras en España. *Ardeola* 51. (2):532.
- Øyan, H. & T. Anker-Nilssen, 1996. Allocation of growth in food-stressed Atlantic Puffin chicks. *The Auk*, USA. 841pp.
- Pachauri, R. K & A. Reisinger. 2007. IPCC 2007. Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. IPCC: Geneva, Switzerland. 104 pp
- Paiva, V. H., P. Geraldés, V. Marques, R. Rodríguez, S. Garthe & J. A. Ramos. 2013. Effects of environmental variability on different trophic levels of the North Atlantic food web. *Marine ecology progress series*. 477: 15-28.
- Palacios, C. J. & E. Castilla. 2002. Tórtola Senegalesa *Streptopelia senegalensis*. Observaciones de aves raras en España. *Ardeola* 49. (2): 150.
- Palacios, C.J. & A. Palacios. 2002. Tórtola Senegalesa *Streptopelia senegalensis*. Observaciones de aves raras en España. *Ardeola* 49. (2): 150.
- Palacios, J. 2008. El polen fósil de La Laguna. *Makaronesia* vol 10: 73.
- Pérez, B. 2014. Tórtola Senegalesa *Streptopelia senegalensis*. Noticiario ornitológico. *Ardeola* 61. (1): 361.
- Pérez, F., J. M. Iriondo & J. B. Martínez. 1995. Germination behavior in seeds of *Diplotaxis eruroides* and *D. virgata*. *Weed Res.* 35:495–502
- Piatt, J., & T. van Pelt. 1997. Mass-mortality of Guillemots (*Uria aalge*) in the Gulf of Alaska in 1993. *Marine Pollution Bulletin*, 34, 656–62.
- Pons, A & M. Reille. 1988. The Holocene and Upper Pleistocene pollen record from padul (Granda, Spain): a new study. *Paleography, Paleoclimatology, Paleoecology*, 66: 243-262.
- Ramos, J. J. & P. González del Campo (2014). *Cambio climático y migración de aves en la región de Souss Massa Drâa e Islas Canarias*. Instituto Tecnológico de Canarias (ITC). 82 pp.
- Ramos, J. J & D. Trujillo, 2012. Tórtola Senegalesa *Streptopelia senegalensis*. Observaciones de aves raras en España. *Ardeola* 59. (2), 442.
- Rochas, R. 2013. Laughing Dove *Spilopelia senegalensis* (Columbiformes: Columbidae): First record for the Madeira Archipelago, Portugal. *Check list*. 9 (2):432-433.
- Rodríguez, B. 2001. Tórtola Senegalesa *Streptopelia senegalensis*. Observaciones de aves raras en España. *Ardeola*. 49 (1): 160-161.
- Rodríguez, B. 2009. Tórtola Senegalesa *Streptopelia senegalensis*. Noticiario ornitológico. *Ardeola*. 56. (2): 361
- Rodríguez, J. L. 2012. Tórtola Senegalesa *Streptopelia senegalensis*. Noticiario ornitológico. *Ardeola* 59. (2): 442
- Sanderson, F. J., P. F. Donald, D. J. Pain, I. J. Burfield & F. P. J. van Bommel. 2006. Long-term population declines in Afro-Palaearctic migrant birds. *Biological Conservation* 131: 93-105.
- Schimkat, J. 2014. Tórtola Senegalesa *Streptopelia senegalensis*. Noticiario ornitológico. *Ardeola*. 61. (1): 222.
- Schwartz, M. D., R. Ahas, & A. Aasa, 2006. Onset of spring starting earlier across the Northern Hemisphere. *Glob. Change Biol.* 12: 343–351.
- SEO/BirdLife. 2013. Lista de las aves de España.
- Snow, D. W. & C. M. Perrins. 1998. The birds of the Western Palearctic. *Concise Edition. Volumes, 1 & 2. Oxford University Press*. Oxford. 1.697 pp.
- Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K. B. Averyt, M. Tignor & H. L. Miller. IPCC (2007) Climate change 2007: the physical science basis. *Cambridge University Press, Cambridge*. 996pp.
- Suárez, M. A. 2006. Tórtola Senegalesa *Streptopelia senegalensis*. Noticiario ornitológico. *Ardeola*. 53. (1): 206.

- Suárez, M. A. 2007. Tórtola Senegalesa *Streptopelia senegalensis*. Noticiario ornitológico. *Ardeola*. 54. (2): 389-403.
- Taylor, B & van Perlo, B 1998. Rails: a guide to the rails, crakes, gallinules and coots of the world. *Mountfield. Yale University Press New Haven and London*. 593pp
- Tracy L. Benning., Dennis LaPointe., Carter T. Atkinson. & Peter M. Vitousek. 2002 Interactions of climate change with biological invasions and land use in the Hawaiian Islands: Modeling the fate of endemic birds using a geographic information system. *Pnas* 29. 1446-1449.
- Trujillo, D & J. J. Jiménez, 2011. Tórtola Senegalesa *Streptopelia senegalensis*. Noticiario ornitológico. *Ardeola*. 58 (1):212.
- Trujillo, D. 2013. Tórtola Senegalesa *Streptopelia senegalensis*. Noticiario ornitológico. *Ardeola*. 60. (2): 533.
- Trujillo, D. 2014. Tórtola Senegalesa *Streptopelia senegalensis*. Observaciones de aves raras en España. *Ardeola*. 61. (2): 458.
- Trujillo, N. 2011. Tórtola Senegalesa *Streptopelia senegalensis*. Observaciones de aves raras en España. *Ardeola*. 58. (2): 504.
- Valera F., R. H. Wagner, M. Romero-Pujante, J. E. Gutiérrez & P. J. Rey. 2005. Dietary specialization on high protein seeds by adult and nestling serins. *Condor*. 107:29-40
- Vanderklift M.A. & S. Ponsard. 2003. Sources of variation in consumer-diet $\delta^{15}N$ enrichment: a meta-analysis. *Oecologia* 136: 169-182
- Vázquez, M. 2015. El cambio climático en canarias. *Gran enciclopedia virtual islas Canarias*.
- Velasco, M. Gil. 2012. Tórtola Senegalesa *Streptopelia senegalensis*. Noticiario ornitológico. *Ardeola*. 59. (2):442.
- Visser, M. E., A. J. van Noordwijk, J. M. Tinbergen, & C. M. Lessels. 1998. Warmer springs lead to mistimed reproduction in great tits (*Parus major*). *Philosophical Transaction of the Royal Society London*. B 265: 1867-1870.
- Walther, G. R. 2010. Community and ecosystem responses to recent climate change. *Philosophical Transaction of the Royal Society B*. 365: 2019-2024.
- Wallen K & J. E. Schneider. 1999. Reproduction in context: social and environmental influences on reproduction. *MIT Press, Cambridge, Mass*. 534pp.
- Weimerskirch, H. & Y. Cherel. 1998. Feeding ecology of short-tailed shearwaters: breeding in Tasmania and foraging in the Antarctic? *Marine Ecology Progress Series*, 167: 261-74.
- Weimerskirch, H. 2002. Biology of marine birds. Seabird demography and its relationship with the marine environment. *Biology of Marine Birds. CRC Press*, 115-135. Boca Raton.
- Wingfield J. C. & D. S. Farner. 1980. Control for seasonal reproduction in temperate-zone birds. *Prog Reprod Biol* 5:62-101
- Yésou, P. 1991. Une Talève d'Allen *Porphyryla alleni* en Vendée. Notes et faits Divers. *L'Oiseau et R. F. O*. 61 (3): 245-257.
- <http://www.acanmet.org/portal/pages/climatologia/canarias/biblioteca-canaria/el-cambio-climatico-en-canarias.php> (07/07/15)
- <http://blog.birdingcanarias.com/search/label/cambio%20clim%C3%A1tico> (02/07/15)
- http://www.gevic.net/info/contenidos/mostrar_contenidos.php?idcat=22&idcap=97&idcon=546 (10/06/15)



**“It is not the strongest of the species that survives, nor the most intelligent,
but the one most responsive to *change*.”**

–Charles Darwin, 1809