

Fenología de la migración e invernada de las poblaciones occidentales europeas de Cigüeña blanca (*Ciconia ciconia*) en Vertederos de Residuos Sólidos (VRSU) de la Comunidad de Madrid (1998- 2001)

Autor: David Porras Higuera. davicinho_1988@hotmail.com

Tutor: José Ignacio Aguirre.

Resumen

Con el fin de determinar si se está produciendo una modificación de la fenología de migración prenupcial y post-nupcial, si existe un efecto del origen geográfico sobre dicha fenología y si está aumentando el número de individuos invernantes europeos en los vertederos de residuos sólidos (VRSU) se estudió la fenología de migración y la invernada de las cigüeñas occidentales europeas en 3 VRSU de la Comunidad de Madrid entre los años 1998 y 2001. Los datos se obtuvieron mediante la identificación de anillas de lectura a distancia distinguiéndose un total de 770 individuos diferentes de 5 países europeos distintos a lo largo de 197 visitas. Los resultados mostraron que las cigüeñas europeas están retrasando la llegada de la migración post-nupcial a nuestros vertederos en los cuatro años estudiados, y una ausencia del patrón geográfico de llegadas descrito en otros trabajos. Además tampoco se pudo observar ninguna modificación en la fenología ni ningún efecto del origen geográfico durante la migración prenupcial. Este trabajo tampoco muestra un incremento significativo de en el número de individuos que utilizan los VRSU en los cuatro años estudiados, aunque si se puede observar un mayor uso del vertedero por parte de individuos franceses y holandeses comparados con otros orígenes. Por último, se trató de introducir la idea de incluir a los vertederos como Áreas Importantes para las Aves debido a la gran influencia que estos han tenido en la recuperación y mantenimiento de esta y otras muchas especies al ofrecerles recursos alimenticios regulares y en gran cantidad.

Palabras clave: Cigüeña blanca, Vertederos, Fenología, migración, IBA.

Introducción

La Fenología es el estudio de los ciclos de los eventos biológicos a lo largo del año, eventos como la floración, fructificación, migración de las aves o la reproducción de los animales. Además trata de examinar como varían las fechas en las que ocurren dichos fenómenos naturales, que se repiten año tras año y que están muy influenciados por las condiciones meteorológicas (Bradley et al., 1999; Menzel, 2002; Knudsen et al., 2007).

Estos estudios fenológicos tienen un papel fundamental en la comprensión de los efectos de distintas variables sobre los diferentes eventos de la naturaleza. Así, las observaciones fenológicas de las llegadas y salidas durante las migraciones prenupciales y post-nupciales de las aves (especialmente las migradoras transaharianas) permiten entender los efectos del cambio climático sobre las poblaciones de aves (Bradley et al., 1999; Tryjanowski et al., 2005; Gordo et al., 2007; Jonzén et al., 2007; Knudsen et al., 2007; Sparks et al., 2008), pese a que la predicción de dichos efectos sobre las aves migradoras es tremendamente difícil (Coppack & Both, 2002).

Actualmente hay numerosa bibliografía que muestra como la fenología de estos eventos biológicos, especialmente en lo que concierne a la migración de las aves, pueden estar viéndose afectados por numerosos cambios que está sufriendo nuestro planeta (Marra et al., 2005; Gordo et al., 2007; Trøttrup et al., 2010). En el hemisferio norte se ha observado un rápido calentamiento en las últimas décadas causando efectos importantes sobre la fenología poblaciones, de manera que este aumento de las temperaturas, documentado sobre todo en invierno y primavera, unido a una llegada más temprana de la primavera podrían estar llevando a un avance generalizado de los eventos fenológicos durante esta época (Stenseth & Mysterud, 2002; Gordo & Sanz, 2006; Gordo, 2007; Jonzén et al., 2007; Knudsen et al., 2007; Møller et al., 2008; Saino et al., 2010). Por ejemplo, se ha observado un avance en la llegada de la migración prenupcial de diferentes especies de aves (primavera) en las últimas décadas, no siendo igual estas respuestas para todas las especies (Tryjanowski et al., 2005; Gordo, 2007; Sinelschikova et al., 2007; Thorup et al., 2007; Møller et al., 2008; Saino et al., 2010;).

Diferentes autores señalan que el avance de la migración prenupcial puede ser debido también a otros muchos factores, por ejemplo: una mejora de las condiciones ecológicas en los cuarteles de invierno (aumento de las lluvias) durante los últimos años. Este podría ser en parte la explicación para el aumento de las poblaciones de cigüeña blanca

(*ciconia ciconia*) que por un lado aumentaría la posibilidad de observar llegadas anteriores a las zonas de cría y también las presiones selectivas para un avance de la llegada a las zonas de reproducción, ya que habría una mayor competencia por los territorios de alta calidad (Tryjanowski et al., 2005; Gordo & Sanz, 2006; Gordo & Sanz, 2008), sin embargo esta influencia del tamaño poblacional sobre las fechas de llegada en la cigüeñas no está clara ya que hay trabajos en los que no parece existir influencia (Tryjanowski et al., 2005) y otros en los que sí, de manera estos últimos muestran se producen llegadas anteriores cuando las poblaciones de cigüeñas en las zonas de cría son mayores (Janiszewski et al., 2014).

Por el contrario la migración post-nupcial está mucho menos estudiada y no hay muchos trabajos que avalen un cambio en la fenología durante esta época (Gordo & Sanz, 2006; Gordo, 2007), pese a ello se cree que el aumento de las temperaturas primaverales y otoñales podrían estar afectando indirectamente a la fenología post-nupcial (Kosicki et al., 2004). Algunos autores exponen que la respuesta de la migración post-nupcial puede ser más variable, dándose llegadas más tardías o tempranas, o incluso sin llegar a observarse diferencias con los años (Kosicki et al., 2004; Gordo, 2007). Este desconocimiento se debe a que es difícil extraer conclusiones de lo que en realidad sucede en la migración post-nupcial debido a que durante este evento se producen en muchas especies salidas furtivas de individuos, a la presencia de individuos de diferentes edades (los individuos inmaduros tienen una migración mas errática) y sexos, además del diferente origen geográfico (Gordo, 2007), lo que dificulta la determinación un calendario exacto de llegadas de las aves durante esta época.

La cigüeña blanca presente en Europa se puede diferenciar en dos grupos en base a sus rutas migratorias. Dicha división queda marcada por la presencia del río Rin que separa las poblaciones de cigüeña blanca oriental, que migran fundamentalmente siguiendo los estrechos de Mesina y el Bósforo, y las occidentales (objeto de este estudio) que lo hacen a través del estrecho de Gibraltar (Bernis, 1991; Schaub et al., 2005). Hasta hace relativamente poco tiempo solo estaban presentes en la Península Ibérica individuos de las poblaciones españolas durante la época de reproducción e individuos de las poblaciones occidentales europeas durante la migración, sin embargo, en los últimos años existe una importante porción de las poblaciones, tanto Ibéricas como Europeas, que permanecen en nuestro territorio durante la invernada (Bernis, 1991; Tortosa et al., 1995; Fernández-Cruz & Sarasa, 1998). Las cigüeñas occidentales

europeas, en su migración hacia los cuarteles de invierno, atraviesan la Península Ibérica recorriendo principalmente las provincias mediterráneas hasta el estrecho de Gibraltar, donde cruzan hacia el continente africano (Bernis, 1991; Marchamalo & Traverso, 1995; Fernández-Cruz & Sarasa, 1998), evitando siempre las grandes extensiones de agua (Bernis, 1991), para dirigirse en dirección sur hacia sus cuarteles de invernada en África).

Esta especie, típico migrador transahariano, es interesante para el estudio de la fenología, no en vano es considerado como bioindicador perfecto debido a la gran facilidad que se tiene para obtener datos de ella ya que es una especie común en Europa y fácilmente reconocible por su forma y tamaño (Tryjanowski et al., 2005; Wuczyński, 2005; Gordo & Sanz, 2006; Gordo et al. 2007). La fenología de migración (post-nupcial y prenupcial) de la cigüeña blanca depende del origen geográfico, de manera que puede comenzar antes o después en función del punto de partida. Por ejemplo, el paso post-nupcial a través del estrecho de Gibraltar suele comenzar en torno al 15 de Julio pudiendo llegar hasta mediados de Septiembre, aunque se han llegado a ver pequeños grupos de cigüeñas atravesando el estrecho a finales de octubre (Fernández-Cruz & Sarasa, 1998), además diversos autores corroboran que parece ser que las aves europeas tienden a migrar más tarde que las españolas (Bernis, 1991; Fernández-Cruz & Sarasa, 1998). El comienzo de la migración prenupcial se produce durante los meses de enero y febrero o incluso antes, de manera que la mayoría de cigüeñas españolas a finales de enero y principio de febrero ya estarían ocupando sus nidos, mientras que las europeas lo hacen a comienzo de marzo (Bernis, 1991).

Las poblaciones reproductoras de cigüeña blanca experimentaron un continuado descenso en su número desde 1900 hasta 1980 causado principalmente por la pérdida de hábitat adecuado tanto en la zona de cría como en la zona de invernada, a las importantes sequías sufridas en la región oeste del Sahel africano, las numerosas obras hidráulicas en los ríos Senegal y Níger y probablemente a los programas de control de la langosta (Máñez et al., 1994; Tortosa et al., 2002). A finales de los 80 las poblaciones de cigüeñas se estabilizaron o incluso experimentaron leves mejoras (Snow & Perrins, 1998). En España, los numerosos trabajos realizados avalan este incremento poblacional observándose no solo un incremento en el número de individuos reproductores, sino una serie de cambios en su biología como el incremento de individuos invernantes en la Península Ibérica, los cuales pasan el invierno en la Península Ibérica en vez de

descender a sus cuarteles de invernada históricos (Máñez et al., 1994; Blanco, 1996; Medina, et al., 1998; Peris, 2003; Vergara et al., 2007; Aguirre, 2012) Según estos trabajos éste incremento se debe fundamentalmente al uso que hacen, sobre todo durante la época de invernada, de los VRSU (Traverso & Machamalo, 1992; Máñez et al., 1994; Medina et al., 1998; Peris, 2003; Vergara et al., 2003), que obedece a la gran cantidad y regularidad de alimentos disponible para ellas, y al modo en que se han gestionado dichos residuos en España, de modo que un número no pequeño de individuos depende casi exclusivamente de estos recursos, llegando incluso a desplazarse a grandes distancias para obtenerlos. Además cabe destacar que existen grandes diferencias en función de la edad ya que se ha observado con mayor frecuencia a jóvenes alimentándose en ellos, los cuales ven reducida su tasa de mortalidad al no viajar hacia África, de manera que también podría explicar este aumento de las poblaciones de cigüeñas nacionales e invernantes (Traverso & Marchamalo, 1992; Blanco, 1996; Medina et al., 1998; Tortosa et al., 2002; Peris, 2003; Vergara et al., 2003).

En España antes de 1984, la basura era tratada en cada ciudad o pueblo mediante su acumulación en vertederos y eran continuamente quemados, y por lo tanto no constituían una fuente de alimento para las especies de aves. Sin embargo a mediados de los 80 se introdujeron los vertederos de residuos abiertos, donde la basura se extendía sobre grandes extensiones de terreno y continuamente acumulada. Este nuevo método de almacenamiento de basura comenzó a proporcionar gran cantidad de alimento de forma regular a las diferentes especies de aves que visitaban los vertederos. Sin embargo a partir de 1994, se generalizó el tratamiento de estos residuos sólidos mediante su compactación previa al almacenamiento, de manera que aunque seguía siendo una fuente importante, la disponibilidad para las aves era menor ya que con este método no se dejan los residuos en campo abierto, sino que constantemente la basura es recogida y posteriormente compactada y almacenada (Tortosa et al., 2002).

En la actualidad se encuentra en marcha el Plan Nacional Integrado de Residuos para el periodo 2008-2015 (BOE-A-2009-3243) que incluye el tratamiento de entre otros los residuos domésticos y similares. Además dentro de este Plan Nacional destaca la Estrategia de Reducción de Vertido de Residuos Biodegradables que permitiría alargar la vida de los vertederos y disminuir su impacto sobre el entorno. Entre los objetivos de este Plan en tratar de reducir la producción de residuos sólidos urbanos,

disminuir el vertido de residuos, fomentar la prevención y reutilización de la fracción reciclable así como el desarrollo de formas de valorización de la fracción no reciclable, así como crear infraestructuras de tratamiento y mejorar el funcionamiento de las instalaciones existentes. La razón por la que se plantea la relación entre la gestión de residuos sólidos en los VRSU (concretamente la fracción orgánica), y su impacto sobre la fauna, es que en primer lugar muchas especies de aves (entre ellas la cigüeña blanca) acuden de manera regular a alimentarse en ellos aves (Fernández-Cordeiro, 1990; Pablo & Pons, 1998; Cardenal & Barrio, 2006; Soguero, 2011; Peris, 2003), y un modelo u otro de gestión podría suponer una diferencia grande en la lucha por la conservación de determinadas especies, en segundo lugar por la importancia que han tenido en los últimos años en el aumento de las poblaciones de esta especie y el cambio de comportamiento experimentado en relación a la invernada (BOE-A-2009-3243).

En el caso de esta especie también se está observando un cambio en la fenología de la migración que puede ser atribuido al aumento del tamaño de población, mejoras en las condiciones ecológicas en las zonas de invernada y el clima (predictor más importante en las fechas de llegada durante la migración prenupcial), además de la importancia que los vertederos parecen haber tenido (Gordo et al., 2007; Vergara et al., 2007; Janiszewski, 2014. Por último existe una gran variabilidad en el tiempo de llegada y de salida debido a que es una especie con una amplísima distribución lo que dificulta el estudio de su fenología (Gordo et al., 2007).

Debido a este desconocimiento de la fenología de la migración de la cigüeña blanca en y de otros aspectos como la invernada, el presente trabajo se plantea los siguientes objetivos:

- 1) Determinar si se están produciendo cambios en la fenología de llegada de las cigüeñas occidentales europeas en los diferentes años
- 2) si la fenología de llegada de estas cigüeñas a los vertederos de residuos sólidos es diferente dependiendo origen geográfico de las aves,
- 3) y si los vertederos se han convertido en destino final para un número cada vez mayor de individuos durante la invernada y existen diferencias en el número de individuos presentes en los VRSU en función del origen geográfico.

Materiales y métodos

Nuestra zona de estudio comprende los vertederos de residuos sólidos (VRSU) más grandes de la Comunidad de Madrid: el antiguo vertedero de Valdemingomez, clausurado en el año 2000, en adelante VD (40° 28' N 3° 41' O), el de Las Dehesas (LD) que entró en funcionamiento a partir del cierre del vertedero de Valdemingomez en su misma localización y el de Colmenar Viejo, en adelante CV (40° 39' N 3° 44' O), que reciben un total de 1460000 toneladas/año y 25000 toneladas/año respectivamente. Los dos primeros se localizan en el sur de la Comunidad de Madrid, mientras que el tercero está emplazado en la Sierra de Guadarrama. Tradicionalmente los VRSU son utilizados por individuos extranjeros durante su estancia en la Península ibérica en sus migraciones tanto hacia los cuarteles de invernada como hacia las zonas de cría razón por la que se escogió estos emplazamientos en este estudio (Blanco, 1996; Vergara et al., 2003).

Los datos utilizados en este trabajo provienen de 197 visitas a los VRSU anteriormente citados, comprendidas entre septiembre de 1998 hasta diciembre del 2001 (desde el periodo de migración prenupcial de 1998 hasta la invernada de 2001), con una periodicidad de 7 días. En el VRSU de CV se obtuvieron un total de 146 observaciones, mientras que en el de LD un total de 923, y en el de VD fueron 458 observaciones, de manera que en los cuatro años de muestreo se consiguió un total de 1527 observaciones de 770 individuos distintos con anillas de los siguientes remites: Alsacia (Francia), Arnhem (Holanda), Bruselas (Bélgica), Denmark (Dinamarca), Helgoland (Alemania), Hiddensee (Alemania), Lisboa (Portugal), Ozzano (Italia), Paris (Francia), Radolfzel (Alemania), Sempach (Suiza) y Estrasburgo (Francia). Para facilitar el trabajo se agruparon los diferentes remites por países, y se decidió utilizar los individuos de Alemania (ALE), Bélgica (BEL), Francia (FRA), Holanda (HOL) y Suiza (SUI) que eran los que presentaban los tamaños muestrales adecuados.

El reconocimiento en el campo de los diferentes individuos, así como su lugar de procedencia se llevó a cabo mediante la identificación de anillas de lectura a distancia, tanto de metal como de PVC, que los animales presentaban en sus patas. Los 770 individuos fueron incluidos en una tabla Excel donde se identificaron con su correspondiente anilla, su remite, país y la fecha (posteriormente transformadas al

calendario Juliano) en que fueron vistos. Se determinó, la presencia (1) o ausencia (0) de cada individuo en cada una de las visitas realizadas.

Se dividió cada año en cuatro periodos: *periodo reproductor* que incluye los meses de marzo, abril, mayo y junio; *periodo de migración post-nupcial* entre los meses julio, agosto; *invernada* entre los meses septiembre, octubre, noviembre e incluso hasta diciembre y por último el *periodo de migración prenupcial*, donde las cigüeñas se dirigen de nuevo a las zonas de cría que va desde enero y febrero. Estos periodos y su duración fueron fijados, en base al trabajo de Bernis en 1991, de un modo orientativo ya que las fechas de inicio de las migraciones y las llegadas a los cuarteles de invierno y zonas de cría varían en función del origen geográfico. Por ejemplo, para algunas poblaciones de cigüeñas de Europa los meses de Enero y febrero corresponden a meses de invernada y para otras son el comienzo de la migración hacia los lugares de cría. Estos periodos se establecieron para tratar de delimitar bien todos aquellos fenómenos que se quieren estudiar en este trabajo para facilitar los análisis y la interpretación de los mismos.

Con el fin de ver si se producen modificaciones en la fenología de llegada a los vertederos en los diferentes años y si hay diferencias en la fecha de llegada de los diferentes individuos en función de su origen geográfico, se elaboró una segunda base de datos, donde se representó a cada individuo con su correspondiente ID (que identificaba a cada uno de los individuos), país, el año (1998-2001) y la fecha (en calendario Juliano) en la que se les vio por primera vez en cada una de las temporadas en las que se visitaron los vertederos. Para facilitar la interpretación de los resultados y en base a la división en cuatro periodos de cada año se tuvo en cuenta el 1 de Marzo como el día “1” en el calendario Juliano, de modo que los cuatro periodos corresponderían a las siguientes fechas: *Periodo reproductor* (se corresponde con los días del 1 al 122 del calendario juliano), *periodo de migración post-reproductor* (días del 123 al 184), *invernada* (días del 185 al 306) y *periodo de migración prenupcial* (días 307 al 365).

En el estudio del primer objetivo se tuvo en cuenta todos aquellos individuos vistos más de una vez, ya que se pretende comparar las fechas de llegada de los diferentes años y ver si se está produciendo un cambio de tendencia. Se evaluó la fenología de llegada de dos eventos por separado: la migración post-nupcial y la migración

prenupcial. Para ello en el programa Statistica 7 se acotaron los diferentes fenómenos filtrándolos con sus correspondientes fechas, de manera que para estudiar la fenología de la migración post-nupcial se incluyeron las fechas correspondientes a los meses de julio, agosto y los de la época de invernada (septiembre, octubre, noviembre y diciembre), debido a que durante estos meses todavía existe un gran número de individuos que siguen llegando de las zonas de cría; mientras que para estudiar la fenología de migración prenupcial tan solo se tuvo en cuenta los meses de enero y febrero, ya que la bibliografía consultada mostraba que ya a principios de marzo las cigüeñas se encontraban ya en las zonas de cría independientemente del origen geográfico. Mientras que para el segundo objetivo se utilizaron todos aquellos individuos vistos, independientemente del número de veces, ya que lo que nos interesa es conocer si efectivamente los individuos situados más al este llegan a la Península Ibérica más tarde que los que se encuentran más cerca. Del mismo modo que en el apartado anterior se estudió la fenología de la migración prenupcial y post-nupcial.

En el estudio de la fenología de llegada de los individuos puede medirse no solo por el primer día en que se ve cada individuo (First arrival date, FAD), recurso que es muy utilizado en gran parte de los estudios fenológicos; sino que hay otras medidas que podrían servir, como por ejemplo la fecha media de llegada de los individuos o la fecha de llegada del tercer individuo (TAD). En estudios previos se llegó a la conclusión que era necesario realizar más estudios para determinar el valor real de la medida FAD sobre la fenología de migración de la población, pero en el caso de la cigüeña blanca indican que debido a las características de esta especie es un buen predictor y su uso es muy común (Ptaszyk et al. 2003; Wuczyński, 2005; Gordo et al., 2007; Tryjanowski & Sparks, 2008), razón por la cual es usado en este estudio.

Además, a parte de los análisis anteriores se decidió realizar un nuevo GLM para comparar las fechas de llegada de aquellas cigüeñas que utilizan los VRSU como zona de paso en su migración, es decir, que año tras año son vistas solo una vez (a estas se les asigno el valor de 1) y aquellas que han sido vistas más de dos veces algún año, de manera que estas son consideradas aves que no viajan a los cuarteles de invernada (valor 0). Para ello se incluyó una variable categórica CODIGO con estos dos niveles 0 y 1.

Por último, para examinar si las cigüeñas procedentes de Europa occidental, que utilizan la Península Ibérica como zona de paso en su migración a África, están acortando su migración y usando los vertederos de la Comunidad de Madrid como cuarteles de invernada se creó la Tabla 1, donde se representan el número de individuos de cada país vistos en cada uno de los años en los que se centra el estudio durante la migración postnupcial e invernada (1998, 1999, 2000 y 2001), el número de individuos vistos 1, 2, 3 o 4 años para cada país durante estos periodos (v1 año, v2 años, v3 años v4 años), además del total de individuos que se observaron de cada país. Con estos datos se podrá conocer si efectivamente hay una tendencia de crecimiento de las poblaciones de cigüeñas en nuestros vertederos durante los años estudiados.

PAIS	1998	1999	2000	2001	v1 año	v2 años	v3 años	v4 años	TOTAL vistos
FRANCIA	18	83	155	102	274	30	5	2	311
ALEMANIA	4	8	10	8	30	0	0	0	30
HOLANDA	7	68	107	70	205	12	8	0	225
BÉLGICA	0	3	15	8	25	1	0	0	26
SUIZA	0	1	7	7	13	1	0	0	14
Total	29	163	294	195	547	44	13	2	606

Tabla 1. Número de individuos vistos cada uno de los años (1998, 1999, 2000, 2001), número de individuos vistos 1, 2, 3 o 4 veces, así como el número total de individuos vistos.

Análisis estadísticos

Se realizaron una serie de Modelos Generales Lineales (GLMs) acompañados de otros análisis complementarios como el test de comparaciones múltiple de Tukey (Honestly-significant-difference). Permite comparar las medias de los t niveles de un factor después de haber rechazado la Hipótesis nula de igualdad de medias mediante la técnica ANOVA.

Para estudiar si se están produciendo cambios en la fenología de llegada de las cigüeñas occidentales europeas entre los años 1998 y 2001 se utilizó la variable respuesta fecha y la variable independiente año. Para testar si la fenología de llegada de estas cigüeñas a los vertederos de residuos sólidos es diferente dependiendo origen geográfico de las aves diferencias en la fenología de llegada y origen geográfico se empleó la variables respuesta fecha y como variables independiente país. Por último para analizar si los vertederos se han convertido en destino final para un número cada vez mayor de individuos durante la invernada y si existen diferencias en el número de individuos

presentes en los VRSU en función del origen geográfico se emplearon la variable respuesta número de individuos y como variables independientes país y año.

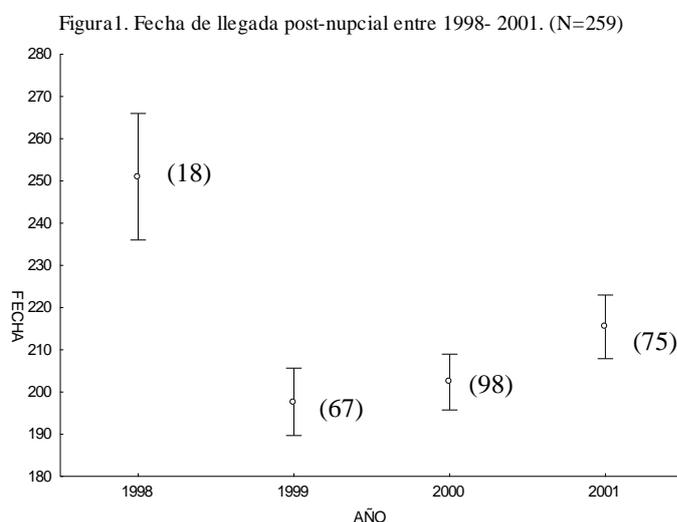
Antes de realizar los análisis pertinentes todas las variables fueron normalizadas. Los análisis estadísticos se llevaron a cabo con el software estadístico Statistica 7.

Resultados

Diferencias en la fenología de llegada entre 1998 y 2001

- Migración post-nupcial.

Los resultados arrojaron diferencias significativas en las fenología de llegada de los individuos a lo largo de los años, $F(3, 255) = 14,550$ y $p < 0,000$ (Figura 1). El Test de Tukey HSD mostró que entre en año 1998 y 1999 la fecha se adelanta significativamente 52 días ($p < 0,000$), mientras que los años posteriores se da un cambio de tendencia de manera que en el año 2000 empiezan ya a atrasar las fechas de llegada, no siendo significativo ese cambio entre 1999 y 2000 ($p = 0,800$) y si entre 2000 y 2001 ($p = 0,048$).



Por último, se estudió la posibilidad de que este efecto significativo de la variable “año” se pudiera deber a la escasez de datos del año 1998, por lo que se realizó el mismo análisis pero sin este año, sin embargo, los resultados muestran de nuevo un efecto significativo de esta variable, $F(2, 237) = 5,791$ y $p = 0,003$, de manera que el año 1998 no parece estar distorsionando los resultados.

- Migración prenupcial.

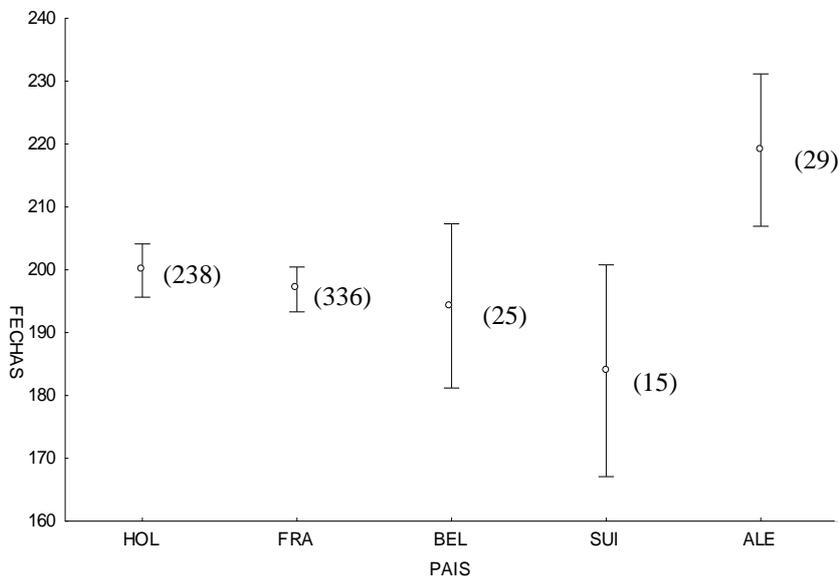
Los resultados de este análisis no mostraron diferencias significativas en los diferentes años, $F(2, 72) = 1,960$ y $p = 0,148$, por lo que no podemos decir que las cigüeñas estén modificando las fechas de llegada en el periodo estudiado.

Diferencias en fenología de llegada y origen geográfico

- Fenología Post-nupcial

Los análisis de la migración post-nupcial arrojaron los resultados que se observan en la Figura 2; en ellos se ve que las cigüeñas suizas, belgas y francesas llegan a los vertederos estudiados antes que las holandesas y alemanas, siendo estas últimas las que más tarde lo hacen. Existen por tanto diferencias significativas, $F(4, 638) = 3,891$ y $p = 0,004$, en cuanto a la fecha de llegada de las cigüeñas en función a su origen geográfico.

Figura 2. Fechas de llegada de la migración post-nupcial entre los años 1998-2001 en los países estudiados. (N= 643)



Tras un análisis post-hoc Test Tukey HSD se obtuvo una $p < 0,050$, que se debía a la existencia de diferencias significativas de las fechas de llegada de las cigüeñas alemanas con todas las demás, apareciendo las mayores diferencias entre los individuos

alemanes y los franceses seguidos de los suizos. Mientras que no existen diferencias significativas en las fechas de llegada entre los individuos de Holanda, Francia, Bélgica y Suiza (todas presentaban $p > 0,373$).

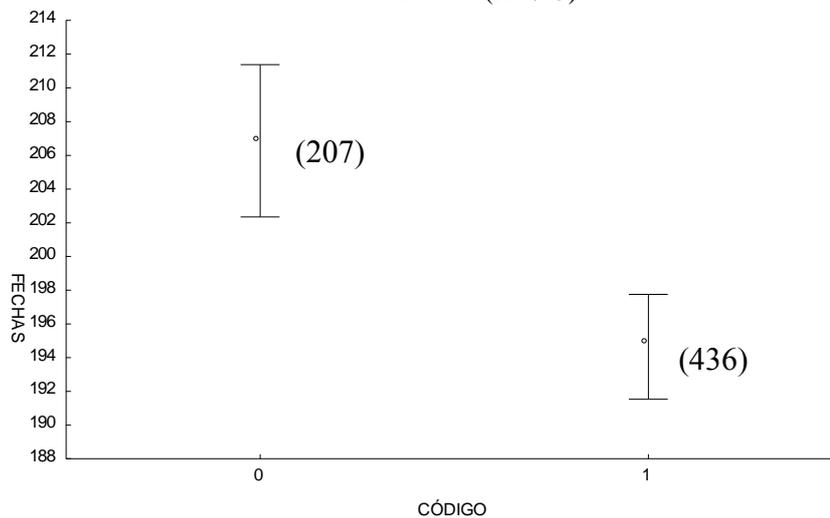
- Fenología Prenupcial:

En este caso los análisis realizados no mostraron diferencias significativas en la fenología de llegada, por lo que no podemos afirmar en base a los resultados de este estudio, que el origen geográfico de las cigüeñas determine un orden de llegada a los vertederos durante esta época, $F(4,139) = 1,080$ y $p = 0,364$.

Diferencias en las fechas de llegada a los VRSU entre invernantes y migradoras

Los resultados de este análisis arrojaron diferencias significativas en las fechas de llegada entre ambos grupos, $F(1, 641) = 19,140$ y $p < 0,000$ (Figura 3), de manera que las aves que están de paso hacia África son observados significativamente antes (en torno al día 194) que las invernantes en España (día 206).

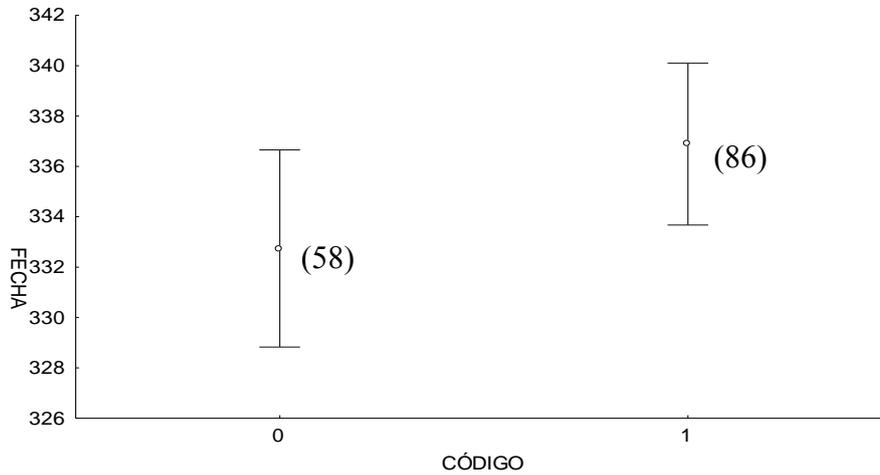
Figura 3. Fechas de llegada durante la migración postnupcial y Código (1, individuos que migran y 0, individuos que invernán en España). (N=643)



En la época prenupcial no se observaron diferencias significativas en las fechas de llegada entre ambos grupos, $F(1, 142) = 2,617$ y $p = 0,108$ (Figura 4), esto es debido a la gran cantidad de individuos que invernán en los basureros y por lo tanto cuando

comienzan a llegar las primeras cigüeñas de África todavía podemos encontrar individuos invernantes.

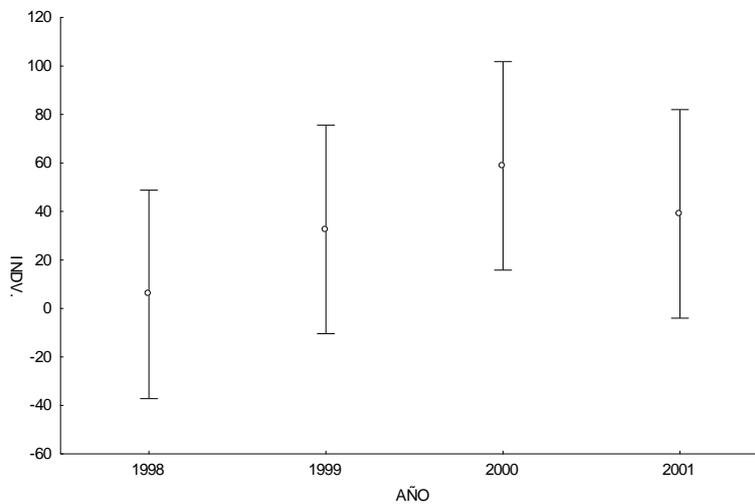
Figura 4. Fecha de llegada durante la migración prenupcial y código (1, individuos migrantes y 0 individuos que invernaron en España) (N= 144)



Vertederos como destino final de invernada.

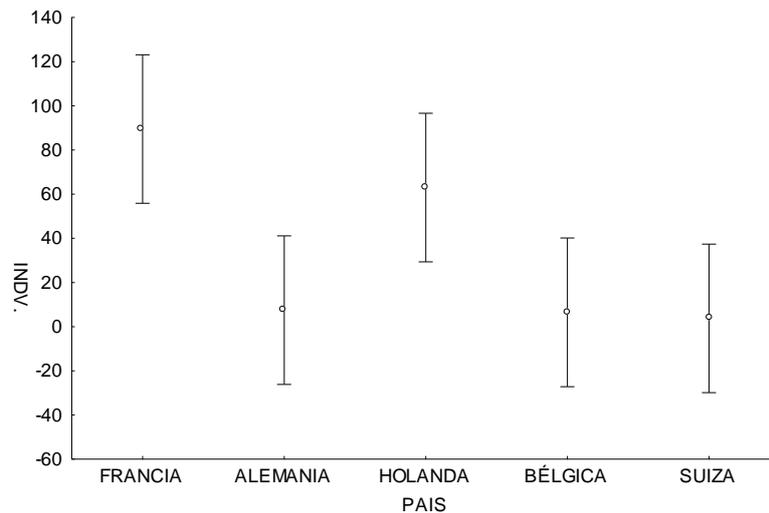
Los resultados de este análisis permiten ver que no existen diferencias significativas en el número de individuos que pasan la invernada en los VRSU utilizados para este estudio, $F(3,16) = 1,163$ y $p = 0,354$, por lo tanto, no se puede afirmar que se esté dando un aumento de individuos con los años, es más ya en el año 2001 los individuos parecen disminuir, aunque tampoco fue significativa.

Figura 5. Individuos presentes durante la invernada en los VRSU en los cuatro años de estudio. (N=20)



Sin embargo, sí existen diferencias significativas en el número de individuos de cada país que visitan nuestros vertederos, $F(4, 15) = 6,321$ y $p = 0,003$, siendo significativamente los individuos franceses y holandeses los más abundantes (89 y 63 individuos respectivamente), mientras que los demás individuos no existe diferencias significativas entre ellos.

Figura 6. Número de individuos que invernaban en los VRSU estudiados por países. (N=20)



Discusión

Fenología de migración

La fenología de la migración ha sido muy estudiada en las últimas décadas debido a su importancia. Los resultados obtenidos en este trabajo apuntan a patrones diferentes de migración prenupcial y post-nupcial, y en algunos casos muy diferentes a los resultados vistos en otros estudios.

Fenología post-nupcial

Los individuos analizados en nuestro estudio llegan a los VRSU del centro de la Península en la época de invernada, en su mayoría en septiembre, y no durante la época que se estableció como migración post-nupcial (Julio y agosto). No se puede afirmar que se está atrasando las fechas de llegada ya que está muy documentado que las fechas

de paso de las cigüeñas puede extenderse incluso hasta septiembre u octubre (Bernis, 1991; Fernández-Cruz & Sarasa, 1998).

En la migración post-nupcial se observaron diferencias significativas en las fechas de llegada a lo largo de los años. Como se puede ver en la Figura 1 entre los años 1998 y 1999 hay un adelantamiento en la fecha de llegada en torno a 50 días, el cual puede ser explicado por el bajo número de individuos observados en el año 1998 o, aunque no se ha contrastado en este trabajo, pudo ser el posible por el efecto global del *Fenómeno del Niño* ocurrido entre los años 1997- 1998. Éste es un fenómeno meteorológico que no solo tiene impactos importantes en Sudamérica sino que afecta a escala global y en múltiples fenómenos como puede ser la migración de las aves (Marra et al., 2005). El niño ocurrido en el año 1997-1998, considerado como uno de los más potentes que se han podido registrar, produjo un aumento de casi 2,5 ° C de la temperatura del mar (National Oceanic and Atmospheric Administration, 2009), lo que pudo afectar a las poblaciones de cigüeñas invernantes tanto a nivel poblacional como en sus migraciones. Sin embargo, a partir de 1999 se produce un retraso de las fechas de llegada de las cigüeñas a los VRSU estudiados durante esta época como indica la Figura 1. Estos resultados obtenidos no coinciden con otros trabajos estudiados, aunque es importante decir que los estudios sobre la fenología durante esta época muestran unas respuestas a menudo contradictorio pudiéndose dar retrasos o llegadas más tempranas, o incluso que no se estén modificando (Kosicki et al., 2004; Gordo, 2007). Un ejemplo de ello es el caso del trabajo realizado por Fernández-Cruz & Sarasa (1998) donde no pudieron observar una modificación en las fechas de llegada de las cigüeñas europeas occidentales para los años estudiados o, en el caso de Gordo & Sanz (2006), donde para las tres especies estudiadas en esta época (incluida la cigüeña blanca) se vio un avance en las fechas de salida de las cigüeñas Ibéricas hacia las zonas de invernada. De manera que cabe la posibilidad que las cigüeñas europeas también pudieran estar adelantando su llegada.

En relación a la influencia del origen geográfico sobre las fechas de llegada, en un principio la significación de estos análisis parecía indicar un claro efecto de esta variable, de manera que la llegada sería más tardía conforme el origen geográfico de los individuos fuera más alejado de España como se puede ver en la Figura 2. Pese a esto, tras realizar el Test de Tukey HSD se observó que esta significación se debía únicamente a las diferencias existentes entre las cigüeñas alemanas con el resto, por lo

que en base a los resultados del presente trabajo no se puede afirmar la existencia de un patrón de llegadas en función al origen geográfico, sino más bien un patrón general que englobaría a las poblaciones de centro Europa y las más occidentales de Alemania. Sobre este tema ya Bernis (1991), mantenía que existía un claro gradiente geográfico en función del origen de partida, de modo que primero llegaban a los cuarteles de invierno las cigüeñas argelinas y marroquíes, seguidas de las españolas y por último las europeas. En este sentido en el estudio realizado por Vergara et al., 2003 se observó un claro gradiente geográfico respecto a la llegada de los individuos a los mismos vertederos de la Comunidad de Madrid, siendo las cigüeñas francesas las primeras en llegar, seguidas de las Holandesas, y en el mismo sentido Fernández- Cruz & Sarasa (1998) mostró que las primeras observaciones de individuos por el estrecho de Gibraltar pertenecían a individuos españoles y después comenzaban a verse individuos europeos, lo que es un reflejo de este gradiente geográfico que se observa en la época prenupcial. Quizás la ausencia de este patrón geográfico en las fechas de llegada de esta especie pueda deberse a la escasez de datos para algunas poblaciones (Alemania 29 individuos, Bélgica 25 individuos y suiza 15 individuos), o a la presencia de individuos de diferentes edades, de modo que los individuos jóvenes que tienen una migración más errática, pueden estar distorsionando los resultados (Bernis, 1991).

Fenología Prenupcial

Los análisis realizados para la migración prenupcial no arrojaron diferencias significativas en ningún caso, por lo que no se puede afirmar que el origen geográfico de los diferentes individuos afecte a las fechas de llegada de las cigüeñas a los VRSU estudiados durante esta época, como tampoco se puede decir que se esté dando una modificación de las fechas de llegada con los años.

-La ausencia de un cambio en las fechas de llegada en los cuatro años estudiados es totalmente contraria a lo que realmente está ocurriendo para gran cantidad de especies migradoras, incluida la cigüeña blanca, donde se está produciendo un avance en las fenologías de llegada en las últimas décadas (Coppack & Both 2002; Stenseth & Mysterud, 2002; Tryjanowski et al., 2004; Tryjanowski et al., 2005; Gordo & Sanz, 2006; Gordo & Sanz, 2008; Møller et al., 2008; Saino et al., 2010). Esto puede deberse a varias razones, no excluyentes entre sí:

En este trabajo se ha estudiado la fenología de la migración de las cigüeñas europeas en los VRSU que son una escala intermedia de sus migraciones (Fernández-Cruz & Sarasa, 1998; Gordo, 2007) y no en las zonas de cría en Europa que es el destino final, esto unido a una creciente presencia de cigüeñas que pasan el invierno en España alimentándose en nuestros basureros (Máñez et al., 1994; Vergara et al., 2003; Gordo & Sanz, 2006; Gordo, 2007; Vergara et al., 2007) hace que cuando los primeros individuos europeos que llegan de África en su viaje prenupcial aparecen en nuestros VRSU todavía hay ejemplares europeos presentes, por lo que es tremendamente difícil determinar si aquellos que viajaron están modificando su comportamiento (Gordo, 2007).

El bajo número de individuos observados en estas fechas (75 individuos), lo que hace que el error sea muy alto en este análisis y no permita discriminar variación alguna.

Al igual que la mayoría de las especies migradoras de larga distancia, las cigüeñas tienen la capacidad de modificar las fechas de partida de los cuarteles de invierno en función de las condiciones climatológicas presentes en ellas, así como de reajustar tanto la velocidad del viaje como el tiempo de estancia en cada parada por la misma razón (Gordo & Sanz, 2006; Gordo, 2007; Janiszewski et al., 2014).

La ausencia de efecto significativo del origen geográfico sobre las fechas de llegada puede ser debida a varias razones, de nuevo no excluyentes entre sí:

A diferencia de la migración post-nupcial, donde los individuos muestran un creciente gregarismo, de modo que ejemplares de poblaciones vecinas se agrupan en grandes bandos antes de la partida permitiendo observar un patrón geográfico de llegadas a nuestros basureros (Gordo et al., 2007) viéndose una llegada más o menos ordenada de bandos procedentes de cada país, durante la migración prenupcial la situación es totalmente distinta. En esta época se observa en las cigüeñas, al igual que en otras especies de aves migradoras, una segregación migratoria por la edad, es decir, que independientemente del origen geográfico de las aves, los individuos adultos y maduros sexualmente parten del área de invernada significativamente antes que los jóvenes (Bernis, 1991; Tøttrup et al., 2001; Vergara et al., 2003; Thorup et al., 2007; Vergara et al., 2007; Janiszewski et al., 2014), además de esto influye la condición corporal de los individuos, de manera que los individuos con buena condición corporal llegaran antes que los de peor condición corporal (Vergara et al., 2007; Janiszewski et al., 2014). Este

comportamiento es debido a que una llegada temprana a los lugares de cría permite a los individuos encontrar mejores sitios donde anidar, mayor disponibilidad de alimentos, una puesta de los huevos anterior y un mayor éxito en la cría de los polluelos, en definitiva un mayor éxito reproductivo (Thorup et al., 2007; Tryjanowski & Sparks, 2008; Gordo, 2007; Vergara et al., 2007; Fulin et al., 2009; Janiszewski et al. 2014), de modo que los individuos adultos escogen salir antes de los lugares de cría que los jóvenes (Janiszewski et al., 2014). Esto se ha observado claramente en poblaciones de cigüeñas orientales, y aunque es previsible que ocurra igual en las occidentales sería necesario estudiarlo en ellas.

Esta segregación por la edad se puede intuir en los resultados obtenidos (Figuras 3 y 4). Se puede observar que existen diferencias significativas en las fechas de llegada de los individuos europeos que migran hacia sus cuarteles de invernada en África y aquellos que invernán en nuestros basureros, de manera que aquellos que viajan hacia África son vistos antes que los segundos. Esto se debe a que aquellos que deciden quedarse en España (principalmente individuos adultos de más edad) (Vergara et al., 2003) tienen un menor recorrido que realizar que aquellos que invernán en África (individuos adultos de edades tempranas maduros sexualmente junto con un contingente de individuos jóvenes), y por tanto no tienen la necesidad de partir antes pudiéndose quedar más tiempo en las zonas de cría.

La gráfica correspondiente a la migración prenupcial (Figura 4) parece apoyar esta segregación. Es decir, la inexistencia de significación para este análisis puede ser debida a que cuando los primeros individuos procedentes de África (adultos maduros sexualmente) llegan a nuestros VRSU todavía hay presentes individuos, en su mayoría menores de uno o dos años que pasaron el invierno en nuestros basureros y que migran más tarde hacia los lugares de cría (Vergara et al., 2003). Otra posible explicación para lo que se observa en dicha gráfica es que las paradas intermedias que las cigüeñas hacen entre los cuarteles de invernada africanos y las zonas de cría se prologuen más de lo esperado y se contabilicen como invernantes (vistos más de una vez) a individuos que en realidad no lo son.

Además de esta posible segregación por la edad se está viendo un cambio en el comportamiento de las poblaciones de cigüeñas, ligado siempre a la presencia de los vertederos de residuos sólidos (Máñez et al., 1994; Tortosa et al., 1995; Fernández-Cruz

& Sarasa, 1998; Ptaszyk et al., 2003). En esta especie el instinto migrador tan solo se desarrolla completamente en individuos maduros, mientras que las aves de inmaduras muestran un comportamiento migratorio a menudo incompleto, de modo que históricamente las cigüeñas adultas migraban hacia los cuarteles de invierno en África, seguidas de las inmaduras (Bernis, 1991). Pero actualmente en ciertas clases de edad (adultos de más edad) pasan en invierno en nuestro país alimentándose fundamentalmente en los vertederos, posiblemente como estrategia para acortar su viaje en invierno de modo que ahorrándose este viaje inician la migración antes que aquellos que si invernan en África y pueden adquirir territorios mejores (Máñez et al., 1994; Vergara et al., 2003). De aquí se puede extraer que el avance en la fenología prenupcial, puede deberse no solo al cambio climático y a otros factores descritos en la introducción, sino que también puede estar influyendo notablemente este cambio en el comportamiento de las aves (Ptaszyk et al 2003; Vergara et al. 2003; Gordo & Sanz, 2006; Gordo, 2007; Vergara et al., 2007). Además las cigüeñas de menos de un año tradicionalmente migraban hacia los cuarteles de invierno en África y pasaban su primer año allí (Bernis, 1991).

En el presente trabajo no se ha podido trabajar con las edades de las cigüeñas por lo que no fue posible demostrar la hipótesis expuesta para explicar la falta de significación de la migración prenupcial, esto unido a que hay trabajos en los que se expone que los individuos presentes en los vertederos son en su mayoría los de 2 o 3 años de edad y no los de menos de uno o dos años (Tortosa et al. 1995), hace necesario un estudio más exhaustivo de este tema en futuros trabajos.

Invernada

Los análisis realizados en este sentido no mostraron un incremento significativo de individuos en los cuatro años estudiados (Figura 5), lo que contradice del todo a los resultados obtenidos en otros trabajos y a las observaciones que año tras año se realizan, ya que está perfectamente documentado un incremento de los individuos invernantes en la Península Ibérica, especialmente ligados a los VRSU (Máñez et al. 1994; Fernández-Cruz & Sarasa, 1998; Peris, 2003; Gordo & Sanz, 2006; Vergara et al. 2007). Sin embargo, lo que sí parece es que éstos son utilizados por una cierta cantidad de individuos europeos durante la invernada porque son una fuente importante de alimento (Vergara et al., 2003). Cuando se estudió esta presencia de individuos invernantes por

países (Figura 6), destacó la presencia de individuos franceses y holandeses con respecto a las demás, lo cual resulta lógico por el mayor número de individuos que presentan sus poblaciones, 914 y 528 parejas reproductoras respectivamente, frente a las 50 parejas reproductoras de Bélgica y las 198 de Suiza (Thomsen & Hötter, 2006). Es llamativo el bajo número de individuos alemanes presentes en los VRSU dado que presentan un mayor número de parejas reproductoras (4710 parejas) que el resto de países estudiados, esto es debido a que Alemania es una zona del área de distribución de esta especie donde existen poblaciones mezcladas que en su mayoría son cigüeñas que migran por la vía oriental y tan solo hay un bajo número de individuos que lo hacen por la vía occidental (Snow & Perrins, 1998; Bernis, 1991).

Vertederos como Áreas Importantes para las aves (IBA)

Desde hace tiempo se tiene pleno conocimiento del impacto que el ser humano está ejerciendo sobre la biodiversidad de nuestro planeta, siendo la pérdida, fragmentación y degradación de los hábitats naturales las principales razones de este deterioro que ha conllevado a la pérdida de gran cantidad de especies. Si a esto le unimos el impacto que el cambio climático pueda estar ejerciendo en este sentido podríamos decir que la situación es verdaderamente alarmante (Tellería, 2012). Debido a esta gran diversidad de problemas ambientales y a la escasez de recursos para poder atender a todas ellas se hace necesario el establecimiento de una serie de prioridades para optimizar los recursos disponibles (Viada, 1998), razón por la cual se crean las áreas protegidas.

El planteamiento de este punto se debe a la gran importancia que juegan estas áreas protegidas en las estrategias para la conservación de la biodiversidad de nuestro planeta. El programa de Áreas Importantes para la Conservación de las Aves (IBA) tiene como objetivos el identificar y conservar aquellos lugares prioritarios para la conservación de las aves y sus hábitats (Arcos et al., 2009), de manera que los lugares denominados como IBA deben ser aquellas zonas en las que se encuentren presentes regularmente una parte significativas de la población de una o varias especies de aves consideradas como prioritarias para BirdLife.

La estrategia de conservación de Birdlife se divide en diferentes apartados muy relacionados entre sí. En primer lugar elabora una lista oficial de aves amenazadas

mundialmente basándose en las categorías establecidas por la UICN, de modo que a partir de ellas promueve la elaboración y aplicación de planes para estas especies; también tiene en cuenta la biodiversidad de especies, especialmente en aquellos lugares con especies endémicas y por último tiene en consideración aquellas especies dispersas que no pueden ser conservada con estrategias de protección de espacios, pues su distribución es dispersa en algún momento del ciclo. Todo esto es utilizado para el establecimiento de estas áreas importantes para las aves (Viada, 1998).

Para poder incluir un espacio en la categoría de IBA es necesario que esta cumpla una serie de características (Viada, 1998; Arcos et al., 2009): Que sean lugares de importancia internacional para la conservación de las aves a escala mundial, regional (europea), o subregional (Unión Europea). Ser herramientas prácticas de conservación de la biodiversidad. Ser seleccionados con criterios objetivos y estandarizados, consensuados internacionalmente y con sentido común. Solas, o en conjunción con otras áreas vecinas, deben garantizar, siempre que sea posible, el mantenimiento de las poblaciones de aves para las que son designadas. Deben ser susceptible de gestión y destacar de las áreas circundantes por sus valores ornitológicos. Incluirán preferentemente áreas protegidas ya existentes, siempre que sea adecuado.

En la Unión Europea, el programa de IBA se ha desarrollado en paralelo a la Directivas de aves (79/409/ EEC), la cual establece la obligatoriedad de identificar Zonas de Especial protección para las aves, en el marco de la Red Natura 2000. De manera que todos aquellos espacios identificados como IBA han servido de referencia para la declaración de ZEPA (Arcos et al., 2009).

En este punto se quiere introducir la posibilidad de incluir los VRSU como IBA dada la demostrada importancia que estos tienen sobre las cigüeñas blancas. Como se citó anteriormente para poder establecer un determinado lugar como IBA es necesario que cumplan algunos criterios, de manera que a continuación se tratara argumentar que los VRSU cumplen algunos de los criterios para la especie en cuestión.

Que sean lugares de importancia internacional para la conservación de las aves a escala mundial, regional (europea), o subregional (Unión Europea). Como ya se sabe la cigüeña blanca es un migrante transahariano que en su viaje a los cuartetes de invernada pasa por la Península ibérica. La importancia de los vertederos de residuos sólidos durante la migración para la cigüeña blanca ha sido de sobra citada y

demostrada tanto en la introducción como a lo largo del desarrollo de este trabajo. Estos emplazamientos no son solo importantes en la migración de los individuos europeos, de manera que las aves procedentes de Europa hacen escala en ellos para alimentarse, sino que se está observando un cambio en el comportamiento de las aves de modo que cada vez más individuos pasan el invierno en ellos debido a que proporcionan una fuente importante y regular de alimento (Máñez et al., 1994; Fernández-Cruz & Sarasa, 1998; Medina et al., 1998; Peris, 2003; Vergara et al., 2003; Vergara et al., 2007). Además individuos españoles también están dejando de viajar a las zonas de invernada en África por la misma razón (Fernández-Cruz & Sarasa, 1998, Vergara et al., 2003). Pero el impacto de estos vertederos no se limita a la invernada y a la migración, sino que esta especie visita con frecuencia los vertederos durante todo el año siendo un punto importante durante la época de cría (Blanco, 1996; Fernández-Cruz & Sarasa, 1998; Tortosa et al., 2002). De modo que no se puede despreciar la influencia tan grande que estos emplazamientos tienen para esta especie, de hecho los resultados obtenidos en este trabajo muestran que una parte importante de la población post-nupcial de cigüeñas occidentales pasa la invernada ligados a estos VRSU. Ya que en el caso de Francia un 16,520% de los individuos pasan el invierno en los VRSU, para Holanda esta cifra es de 21,305%, en Bélgica es de 26% y en Suiza del 3,5%, mientras que para Alemania tan solo son observados un 0,315% de individuos. Este bajo número de individuos alemanes puede ser debido a que la población de cigüeñas de este país esté compuesta por una mayoría de individuos migradoras orientales y tan solo una pequeña parte de la población utiliza la vía de migración occidental. Estos datos se obtuvieron en base a los individuos observados en los VRSU durante la invernada del periodo estudiado respecto al número de individuos reproductores de cada país los cuales se recogieron de Thomsen & Hötter (2006)

Ser herramientas prácticas de conservación de la biodiversidad. Como ya se citó en la introducción los vertederos de residuos sólidos ejercieron un papel vital en la recuperación de las poblaciones de cigüeñas a partir de 1980 que evitaron su extinción (Traverso & Marchamalo, 1992; Máñez et al., 1994; Blanco, 1996; Medina et al., 1998; Tortosa et al., 2002; Peris, 2003; Vergara et al. 2003), por lo que su importancia como herramienta en la conservación de esta especie parece de sobra demostrado.

Ser importante para la conservación de especies amenazadas, endémica y/o dispersa. Si bien la cigüeña blanca no es un ejemplo de especie amenazada, ya que actualmente es

catalogada como preocupación menor por la UICN, y obviamente no es una especie endémica, si puede ser considerada una especie dispersiva, ya que su área de distribución durante la invernada ocupa gran parte del África tropical y no una localización concreta en ella (Bernis, 1991; Snow & Perrins, 1998; Tortosa et al., 2002; Schaub et al., 2005). Aunque actualmente se esté dando una creciente invernada de individuos en nuestros basureros donde se agrupan en torno a ellos, existe una parte importante de la población de cigüeñas occidentales que sigue migrando a África durante esta época; esto junto con que algunas de las razones por las cuales se produjo el descenso tan drástico de esta especie se produjeron en las áreas de invernada histórica (Máñez et al., 1994; Tortosa et al. 2002), hace especialmente importante los basureros. Es decir, actualmente no se conoce cuál puede ser el impacto del cambio climático sobre las especies ni sobre los hábitats que ocupan y además la imposibilidad de controlar y manejar las amplias extensiones que esta especie ocupa en África hace que la denominación de ciertos VRSU como IBAS más que razonable. Además estos vertederos también son fuente importante de alimento de otras especies de aves (Fernández-Cordeiro, 1990; Pablo & Pons, 1998; Cardenal & Barrio, 2006; Soguero, 2011).

En cuanto al resto de puntos es necesario llevar a cabo más estudios para conocer el alcance real de la capacidad de estos emplazamientos para actuar como zonas de conservación de esta y otras especies y de cómo la gestión adecuada de estos lugares podría ayudar a la recuperación o al mantenimiento de ciertas especies de aves. El estudio realizado por Tortosa et al. (2002) mostró que aquellos individuos que anidaban en las cercanías de los vertederos abiertos tenían la capacidad de sacar adelante un mayor número de crías que aquellos que lo hacía cerca de vertederos cerrados donde se llevaba a cabo la compactación de los residuos, por lo que se puede ver el efecto tan diferente de una gestión y otra sobre las poblaciones de cigüeñas. No se quiere caer en el error de pretender una ausencia total de gestión de los residuos sólidos urbanos dada la importancia del manejo de los mismos, pero si sería interesante estudiar la posibilidad de utilizar determinados lugares o vertederos como fuentes de alimentación suplementaria, ya que la clausura de este tipo de vertederos abiertos podría afectar negativamente no solo a la cigüeña blanca sino a todas las aves que depende de estos recursos y que gracias a ellos se han visto incrementadas sus

Pese a lo expuesto anteriormente aún queda mucho trabajo que realizar ya que no hay muchos estudios sobre este tema. Además no todo son ventajas puesto que los vertederos también son fuente de peligros para las aves, especialmente las aves jóvenes, que a menudo confunden desecho no orgánicos con alimentos y también porque hay gran cantidad de contaminantes en ellos que podrían afectar negativamente a las aves (Martinez, 1992; Traverso & Marchamalo, 1992), lo que hace necesario un estudio más profundo de las ventajas y desventajas de los VRSU como fuente de alimentación para las aves.

Finalmente es necesario comentar que la ausencia de determinados efectos, como el efecto del origen geográfico en la migración post-nupcial o la ausencia de un avance significativo durante la migración post-nupcial, tan claramente demostrados en otros trabajos, puede ser debida que el intervalo de tiempo estudiado (4 años) sea demasiado corto como para poder discriminar sí efectivamente se está dando un cambio en la fenología, por lo que en futuros trabajos es necesario utilizar un intervalo de tiempo mayor. Además, algunos autores afirman que las modificaciones en la fenología de migración de las aves tan solo responden a un reajuste de las fechas de migración que ocurre cada cierto tiempo (es decir que la modificación de la fenología es un fenómeno cíclico) y no a una tendencia real de avance de las fechas de migración (Gordo & Sanz, 2006), por lo que utilizando periodos de tiempo más grandes podríamos comprender mejor lo que ocurre realmente.

Bibliografía

Aguirre, J.I. 2012. Cigüeña blanca, *Ciconia ciconia*. *SEO/BirdLife: Atlas de las aves en invierno en España 2007-2010*: pp. 36-47.

Arcos, J. M.; Bécarea, J.; Rodríguez, B. y Ruiz, A. 2009. Áreas importantes para la Conservación de las Aves marinas en España. SEO/ Birdlife

Bernis, F. 1991. La migración de las cigüeñas españolas y de otras cigüeñas “occidentales”. *Ardeola*: Vol. 5, pp. 9-77.

Blanco, G. 1996. Population dynamics and communal roosting of White Stork foraging at a Spanish refuse dump. *Colonial waterbirds*: Vol. 19, pp. 273- 276.

Bradley, N. L.; Leopold, A.; C. Ross, J. y Huffaker, W. 1999. Phenological changes reflect climate change in Wisconsin. *Ecology*: Vol. 96, pp. 9701- 9704.

Boletín Oficial del Estado. 2009. Plan nacional integrado de residuos para el periodo 2008-2015. *Ministerio de medio ambiente, y medio rural y marino*: N° 49, sección 1, pp. 19893- 20014.

Cardenal, A.C. y Barrio, E.M. 2006. Evolución estacionales de las aves no paseriformes asociadas al vertedero de R.S.U. de Nájera. *Zubía*: N° 23-24, pp. 7- 22.

Coppack, T. y Both, C. 2002. Predicting life-cycle adaption of migratory birds to global climate change. *Ardea*: Vol. 90, pp. 369-378.

De Pablo, F. y Pons, J. M^a. 1998. Estatus del Milano negro *Milvus migrans* en Menorca. *Anuari Ornitològic de les Balears*: Vol. 13, pp. 31-34.

Fernández-Cordeiro, A. 1990. Influencia de los vertederos en los desplazamientos y la distribución costera de las gaviotas. *Miscellanea zoológica*: Vol. 14, pp. 187-193.

Fernández-Cruz, M. y Sarasa, C.G. 1998. Migración postnupcial de las cigüeña blanca (*C. ciconia*) en el estrecho de Gibraltar: Caracterización de las poblaciones de la Península Ibérica y de Europa. *Abnoraima*. Vol. 19, pp. 209-216.

Fulin, M.; Jerzak, L.; Sparks, T.H. y Tryjanowski, P. 2009. Relationship between arrival date, hatching date and breeding success of the white stork (*Ciconia ciconia*) in Slovakia. *Biología*: Vol. 64, pp. 361- 364.

Gordo, O. y Sanz, J.J. 2006. Climate change and bird phenology: a long-term study in the Iberian Peninsula. *Global Change Biology*: Vol. 12, pp. 1993–2004.

Gordo, O. y Sanz, J.J. 2008. The relative importance of conditions in wintering and passage areas on spring arrival dates: the case of long-distance Iberian migrants. *Journal of Ornithology*: Vol. 149, pp. 199- 210.

Gordo, O.; Sanz, J.J. y Lobo, J.M. 2007. Spatial patterns of white stork (*Ciconia ciconia*) migratory phenology in the Iberian Peninsula. *Journal of Ornithology*: Vol. 148, pp. 293- 308.

Gordo, O. 2007. Why are bird migration dates shifting? A review of weather and climate effects on avian migratory phenology. *Climate research*: Vol. 35, pp. 37–58.

- Janiszewski, T.; Minias, P. y Wojciechowski, Z. 2014. Timing of arrival at breeding grounds determines spatial patterns of productivity within the population of white stork (*Ciconia ciconia*). *The Society of Population Ecology*: Vol. 56, pp. 217–225.
- Jonzén, N.; Hedenström, A. y Lundberg, P. 2007. Climate change and the optimal arrival of migratory birds. *Proceedings of the Royal Society B Biological Sciences*: Vol. 274, pp. 269- 274.
- Knudsen, E.; Lindén, A.; Ergon, T.; Jonzén, N.; Vik, J. O.; Knape, J.; Røer, J. E. y Stenseth, N. Chr. 2007. Characterizing bird migration phenology using data from standardized monitoring at bird observatories. *Climate research*: Vol. 35, pp. 59-77.
- Kosicki, J.; Sparks, T. y Tryjanowski, P. 2004. Does arrival date influence autumn departure of the White Stork *Ciconia ciconia*?. *Ornis Fennica*: Vol. 81, pp. 91- 95.
- Máñez, M.; Tortosa, F.S.; Barcell, M y Garrido, H. 1994. La invernada de la Cigüeña blanca en el Suroeste de España. *Quercus*: Vol. 105, pp.10- 12.
- Marchamalo de Blas, J. y Traverso, J.M. 1995. Migración de la cigüeña Blanca en la Península Ibérica. en Biber, O.; Enggist, P. ; Martí, C. y Salathé, T. *Proceedings of Th International Symposium on the White Stork (Western Poulation)*: pp, 73- 76, Basel.
- Marra, P.P.; Francis, C. M.; Mulvhill, R.S. y Moore, F.R. 2005. The influence of climate on the timing and rate of spring bird migration. *Oecologia*: Vol. 142, pp. 307- 315.
- Martinez, E. 1992. Peligros que inciden sobre la población de la cigüeña blanca en España. *Panda*:Vol. 37, pp. 17-18.
- Medina, F.J.; Avilés, J.M y Sanchez, A. 1998. Diferencias intraespecíficas en el uso de un vertedero por parte de la Cigüeña blanca *Ciconia ciconia* en el Oeste de la Península Ibérica. *Bulletí del Grup Catalá d'Anellament*: Vol 15, pp. 9-14.
- Menzel, A. 2002. Phenology: its importance to the global change community. *Climatic Change*: Vol. 54, pp. 379–385.
- Møller, A.P.; Rubolini, D. y Lehikoinen, E. 2008. Populations of migratory bird species that did not show a phenological response to climate change are declining. *PNAS*: Vol. 105, nº. 42, pp. 16195–16200.

Peris, S.J. 2003. Feeding in urban refuse dumps: ingestion of plastic objects by the white stork (*Ciconia ciconia*). *Ardeola*: Vol. 50, pp. 81-84.

Ptaszyk, J.; Kosicki, J.; Sparks, T.H. y Tryjanowski, P. 2003. Changes in the timing and pattern of arrival of the White Stork (*Ciconia ciconia*) in western Poland. *Journal für Ornithologie*: Vol. 144, pp. 323-329.

Saino, N.; Ambrosini, R.; Rubolini, D.; Von Hardenberg, J.; Provenzale, A.; Hüppop, K.; Hüppop, O.; Lehikoinen, A.; Lehikoinen, E.; Rainio, K.; Romano, M. y Sokolov, L. 2010. Climate warming, ecological mismatch at arrival and population decline in migratory birds. *Proceedings of the Royal Society B Biological Sciences*: Vol. 278, pp. 835- 842.

Schaub, M.; Kania, W. y Köppen, U. 2005. Variation of primary production during winter induces synchrony in survival rates in migratory white storks *Ciconia ciconia*. *Journal of Animal Ecology*: Vol. 74, pp. 656- 666.

Sinelschikova, A.; Kosarev, V.; Panov, I. y Baushev, A. N. 2007. The influence of wind conditions in Europe on the advance in timing of the spring migration of the song thrush (*Turdus philomelos*) in the south-east Baltic region. *International Journal of Biometeorology*: Vol. 51, pp. 431–440.

Snow, D.W. y Perrins, C.M. 1998. *Ciconia ciconia*, White Stork. *The journal of Birds of the western Palearctic*: Vol. 2, pp. 69- 105.

Soguero, A.2011. Estudio de las aves de un estercolero de Calamocha (Teruel). *Xiloca*: Vol. 39, pp. 169-196.

Sparks, T.H.; Huber, K. y Tryjanowski, P. 2008. Something for the weekend? Examining the bias in avian phenological recording. *The International Journal of Biometeorology*: Vol. 52, pp. 505- 510.

Stenseth, N. Chr. y Mysterud, A. 2002. Climate, changing phenology, and other life history traits: Nonlinearity and match–mismatch to the environment. *PNAS*: Vol. 99, pp. 13379 –13381.

Tellería, J.L. 2012. Introducción a la conservación de las especies. Tundra Ediciones, Valencia.

- Thomsen, K. y Hötcker, H. 2006. The sixth International White Stork Census: 2004-2005. *Waterbirds around the world*; pp. 493-495.
- Thorup, K.; Tøttrup, A. P. y Rahbek, C. 2007. Patterns of phenological changes in migratory birds. *Oecologia*; Vol. 151, pp. 697–703.
- Tøttrup, A. P.; Rainio, K.; Coppack, T.; Lehikoinen, E.; Rahbek, C. y Thorup, K. 2010. Local Temperature Fine-Tunes the Timing of Spring Migration in Birds. *Integrative and Comparative Biology*: pp. 1.12.
- Tortosa, F.S.; Mañez, M. y Barcell, M. 1995. Wintering White Stork (*Ciconia ciconia*) in South West Spaism in the years 1991 and 1992. *Die Vogelwarte*: Vol. 38, pp. 41-45.
- Tortosa, F.S.; Caballero, J.M. y Reyes- Lopez, J. 2002. Effect of the rubbish dumps on breeding success in the White Stork in Southern Spain. *Water- birds*: Vol. 25, pp. 39-43.
- Traverso, J.M. y Marchamalo, J. 1992. Evolución de la cigüeña blanca (*Ciconia ciconia*) en la Comunidad de Madrid. *Panda*: Vol. 37, pp 14- 16.
- Tryjanowski, P.; Kuźniak, S. y Sparks, T.H. 2005. What affects the magnitude of change in first arrival dates of migrant birds?. *Journal of Ornithology*: Vol. 146, pp. 200- 205.
- Tryjanowski, P. y Sparks, T.H. 2008. The relationship between phenological traits and brood size of the white stork *Ciconia ciconia* in western Poland. *Acta oecologica*; Vol. 33, pp. 203–206.
- Tryjanowski, P. y Sparks, T.H.; Ptaszyk, J. y Kosicki. 2004. Do White Storks *Ciconia ciconia* always profit from an early return to their breeding grounds?. *Bird Study*: Vol. 51, pp. 222–227
- Vergara, P.; Aguirre, J.I. y Fernandez-Cruz, M. 2003. Fidelidad a los sitios y fenología en la invernada de la cigüeña blanca (*Ciconia ciconia*) en la Comunidad de Madrid (1998-2002). *Anuario ornitológico de Madrid*: pp. 1-13.
- Vergara, P.; Aguirre, J.I. y Fernández- Cruz, M. 2007. Arrival date, age and breeding success in white stork *Ciconia ciconia*. *Journal of Avian Biology*: Vol. 38, pp. 573- 579.

Viada, C. 1998. Áreas importantes para las Aves en España. 2ª edición revisada y ampliada. Monografía nº5. SEO/Birdlife.

Wuczyński, A. 2005. The turnover of White Storks *Ciconia ciconia* on nests during spring migration. *Acta Ornithologica*: Vol. 40, pp 83- 85.

Bibliografía complementaria:

www.noaa.gov