

# TENDENCIA RECIENTE Y VIABILIDAD FUTURA DE LAS POBLACIONES DE SISÓN COMÚN (*Tetrax tetrax*) EN LA COMUNIDAD DE MADRID

Manuel B. MORALES  
Eladio L. GARCÍA DE  
LA MORENA  
María Paula DELGADO  
Juan TRABA

Departamento de Ecología  
Grupo de Ecología Terrestre  
Facultad de Ciencias  
Universidad Autónoma de  
Madrid  
28049 Madrid  
manuel.morales@uam.es

## RESUMEN

Se comparó el censo de machos reproductores de nueve núcleos de sisón común en la Comunidad de Madrid correspondiente a la primavera de 2007 con el obtenido para esos mismos núcleos por los autores en 2000 y 2001. Ocho núcleos se encuentran en la ZEPA n.º 139 (Estepas Cerealistas de los Ríos Jarama y Henares) y el noveno se localiza en la IBA n.º 075 (Alcarrias de Alcalá). Además, se evaluó mediante un análisis de viabilidad poblacional la tendencia futura de dichas poblaciones. Durante el periodo de estudio, los ocho núcleos

## INTRODUCCIÓN

El sisón común (*Tetrax tetrax*) es un ave esteparia paleártica en declive en buena parte de su distribución mundial (Collar 1996; García de la Morena *et al.* 2006) que presenta sus mejores densidades en las pseudo-estepas cerealistas y pastizales mediterráneos extensivos de la península Ibérica (Cramp y Simmons 1980; Collar 1996; García de la Morena *et al.* 2004). La especie está clasificada como “Casi Amenazada” a nivel mundial (BirdLife Internacional 2000) y “Vulnerable” en Europa (BirdLife Internacional 2004), donde ha experimentado una marcada reducción de sus poblaciones y rango de distribución atribuible, fundamentalmente, a la intensificación agraria (Wolff *et al.* 2001; Jolivet y Bretagnolle 2002; Morales *et al.* 2005a; García de la Morena *et al.* 2006). Las estimas actuales más groseras indican que entre el 70% y el 80% de los efectivos europeos se concentra en España, con una población reproductora de entre 43.000-71.000 individuos, según el primer censo nacional de la especie (García de la Morena *et al.* 2006), por lo que el estado de conservación de las poblaciones españolas de sisón común constituye un determinante fundamental de su tendencia global. Los resultados de este censo nacional rebajan notablemente las estimas poblacionales previas (p. ej. De Juana y Martínez 1996) y confirman la categoría UICN de “Vulnerable” que ya se asignó al sisón en el Libro Rojo de las Aves de España (García de la Morena *et al.* 2004).

Las estimas de la población de sisón común en la Comunidad de Madrid realizadas en los últimos años osci-

lan entre los 600 y los 2.000 machos reproductores (García de la Morena *et al.* 2004, 2006), aunque la segunda cantidad probablemente constituye una sobrestima generada por el procedimiento de extrapolación empleado en la misma (García de la Morena *et al.* 2006). Existen, igualmente, estimas del contingente invernante en la región, las cuales varían en un rango mucho más estrecho de 980 a 1.050 individuos (García de la Morena *et al.* 2006, 2007), constituyendo, posiblemente, la aproximación más realista al tamaño de la población reproductora de sisón en la Comunidad de Madrid (véase discusión en García de la Morena *et al.* 2006).

Los principales núcleos de la especie en Madrid se localizan en distintos puntos de la campiña cerealista de secano que se extiende por el este y sur de la región, estando entre los de mayor entidad los situados en la IBA (*Important Bird Area*) n.º 075 “Alcarrias de Alcalá” (centrada en la localidad de Campo Real) y en la ZEPA (Zona de Especial Protección para las Aves) n.º 139 “Estepas Cerealistas de los Ríos Jarama y Henares” (Díaz *et al.* 1994; De Juana y Martínez 1996; García de la Morena *et al.* 2001a, b). La población reproductora de sisón en las “Estepas Cerealistas de los Ríos Jarama y Henares” fue censada por García de la Morena *et al.* (2001b) en 232 machos reproductores, mientras que el censo de Campo Real está en torno a los 50 machos (Morales *et al.* 2001), lo que en total podría representar hasta un 47% del total de machos reproductores de la Comunidad, según las estimas regionales arriba citadas.

El objetivo del presente artículo es valorar la tendencia de las poblaciones de sisón en las dos zonas mencionadas basándose en los últimos censos exhaustivos de machos reproductores (García de la Morena *et al.* 2001b; Morales *et al.* 2001). Para ello se compararán los censos mencionados con los realizados en las mismas zonas en la primavera de 2007. Así mismo, se evalúan las perspectivas de supervivencia futura de los distintos núcleos implicados mediante un análisis de viabilidad poblacional (AVP). En definitiva, se pretende mejorar el conocimiento del estado de conservación y tendencias en la Comunidad de Madrid de esta especie amenazada en España y Europa, y cuyo primer censo nacional ha permitido constatar su declive generalizado en el conjunto del país (García de la Morena *et al.* 2006).

de la ZEPA n.º 139 se redujeron en un promedio del 61%, mientras que el principal núcleo sisonero de las Alcarrias de Alcalá incrementó sus efectivos en un 24%. La viabilidad pronosticada para todos los núcleos estudiados es baja, posiblemente debido a su deficiente demografía y, en el caso de los núcleos de la ZEPA, a su reducido tamaño poblacional, parámetro que parece por sí mismo un buen indicador de la viabilidad futura de las poblaciones de sisón, por lo que la conservación y buena gestión de los núcleos de mayor tamaño resulta prioritaria para evitar la extinción del sisón común en la Comunidad de Madrid.

**PALABRAS CLAVE:** análisis de viabilidad poblacional, estado de conservación, IBA 075, población reproductora, tamaño poblacional, ZEPA 139.

## MATERIAL Y MÉTODOS

### Ámbito geográfico

Los censos de sisón común con los que se compararon los resultados de 2007 fueron realizados en la ZEPA n.º 139 “Estepas Cerealistas de los Ríos Jarama y Henares” en el año 2000 y en el sector central de la IBA n.º 075 “Alcarrias de Alcalá” en 2001 (García de la Morena *et al.* 2001a, b; Morales *et al.* 2001). Descripciones generales de la geografía física de estas zonas de la Comunidad de Madrid pueden encontrarse en Díaz *et al.* (1994) y Del Moral *et al.* (2002). Ambas están dominadas por un relieve llano o suavemente ondulado y un paisaje agrario cerealista con niveles variables de intensificación, cuyas características concretas han sido descritas en distintos trabajos sobre el sisón y otras aves esteparias (p. ej. Lane *et al.* 2001; García de la Morena *et al.* 2001a; Morales *et al.* 2005a). La ZEPA n.º 139 incluye algunas de las 250 áreas más importantes para las aves esteparias en España (Traba *et al.* 2007).

En el año 2000 se censó la ZEPA n.º 139 cubriendo la totalidad de la superficie con hábitat potencialmente utilizable por el sisón común en época reproductora, dividiendo ésta en 16 sectores que fueron cubiertos con homogeneidad de esfuerzo (García de la Morena *et al.* 2001b). En 2007 el censo se restringió, por razones logísticas, a ocho de estos sectores siguiendo el principal eje norte-sur de la ZEPA (figura 1b). Estos ocho sectores ocupan un total de 10.000 ha e incluyen núcleos que en 2000 arrojaron censos que variaron entre los 5 y los 33 machos reproductores. Respecto a la IBA n.º 075, se comparó el censo obtenido en 2001 en el sector central de la misma (Morales *et al.* 2001), que comprende una superficie de 1.600 ha entre los términos de Campo Real y Valdilecha, con el obtenido en 2007 para ese mismo sector (figura 1c).

### Método de censo

Los censos de machos reproductores de 2007 siguieron la misma metodología que los realizados en 2000 y 2001 (García de la Morena *et al.* 2001b; Morales *et al.* 2001). Las fechas también coincidieron con las de aquéllos, correspondiendo con la segunda mitad de abril y la primera de mayo, periodo de máxi-

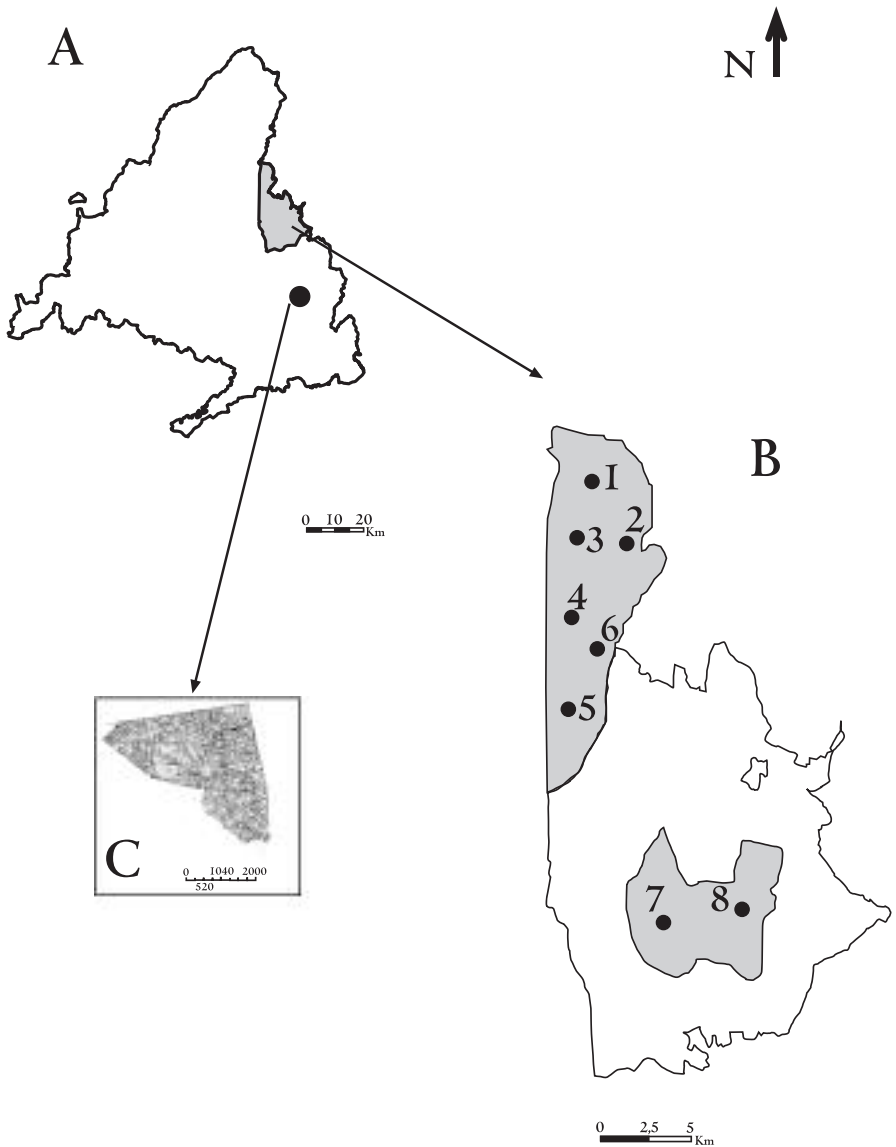


Figura 1. A. Límites de la Comunidad de Madrid mostrando el ámbito geográfico del estudio. B. Límites de la ZEPA n.º 139 con el territorio (área sombreada) censado en 2007. 1: Valdepiélagos; 2: El Casar; 3: Talamanca; 4: Valdetorres; 5: Fuente El Saz de Jarama; 6: Carretera de El Casar; 7: Daganzo; 8: Camarma. C. Área censada en Campo Real.

ma actividad reproductora de la especie en la Comunidad de Madrid (véase, por ejemplo, Traba *et al.* en prensa).

Cada sector fue recorrido en vehículo según itinerarios establecidos previamente sobre cartografía digital a escala 1:25.000. Los itinerarios recorrieron la totalidad de los caminos de cada sector, de modo que la cobertura del mismo fuese lo más completa y homogénea posible. A lo largo de los itinerarios se realizaron estaciones de escucha y observación de 5 minutos de duración cada 500-1.000 m, con el objeto de maximizar el número de individuos detectados. Los recorridos no fueron lineales en ningún caso y la distancia entre caminos rara vez superó los 1.000 m, por lo que no se utilizó una banda fija de observación y se registró la totalidad de las aves vistas u oídas, independientemente de la distancia al observador, poniendo especial atención en no duplicar individuos entre paradas y sectores adyacentes censados simultáneamente. Este método de censo es una modificación del “método del mapeo” (Tellería 1986; Bibby 2000), siendo el recomendado para los estudios intensivos de sisón común en época reproductora (Bota *et al.* 2002; Bota y Ponjoan 2006; García de la Morena *et al.* 2006; Traba *et al.* en prensa). Los censos se realizaron durante las tres primeras horas después del amanecer y las tres precedentes al ocaso, periodo en el que la actividad de los sisonos es máxima (Cramp y Simmons 1980; Schultz 1985), y en condiciones meteorológicas favorables. Se emplearon prismáticos de 8x y 10x y telescopios de 20-60x.

### Tratamiento y análisis de los datos

Se utilizaron los resultados de los censos de 2000 y 2001 (en el caso de la IBA n.º 075) para calcular el porcentaje de cambio en el número de machos reproductores con respecto al censo de 2007. Se exploró la posible influencia del número de machos inicial en ese porcentaje de cambio mediante un análisis de correlación de Pearson.

Por otra parte, se llevó a cabo un análisis de viabilidad poblacional (AVP) de los distintos núcleos considerados mediante el empleo del programa de simulación de riesgos de extinción *Vortex 9.6* (Lacy 2005). Aunque no pueden considerarse poblaciones aisladas y cerradas, los núcleos de sisón

común estudiados presentan una configuración espacial y una dinámica poblacional que permite tratarlos, a los efectos de simulación, como núcleos poblacionales relativamente independientes. Esta afirmación se basa en las siguientes consideraciones. Primero, los machos de sisón común forman agregaciones reproductivas de tipo *lek* disperso, alrededor de las cuales tienden a localizarse también las hembras y sus nidos (Jiguet *et al.* 2000; Morales *et al.* 2001; Traba *et al.* en prensa). Esta distribución espacial hace que los *leks* y las hembras en sus inmediaciones funcionen reproductivamente de manera semejante a una colonia que queda espacialmente separada de otras agregaciones por espacios de hábitat no ocupados por la especie (Jiguet *et al.* 2000; véase revisión general en Höglund y Alatalo 1995). Segundo, tanto en la ZEPA n.º 139 como en la IBA n.º 075 se detecta este patrón de distribución espacial (García de la Morena *et al.* 2001b; Traba *et al.* en prensa). Y, tercero, el radioseguimiento de sisonos durante seis años en las zonas estudiadas muestra que el intercambio de individuos entre núcleos dentro de una misma estación es reducido y que, además, la proporción de sisonos radiomarcados que cambian de núcleo entre años es también baja (datos propios en preparación). No obstante, sí se conoce un cierto intercambio dentro y entre años, quizás fundamentalmente de hembras, por lo que el conjunto de los núcleos estudiados (especialmente los más cercanos entre sí), podría estar funcionando como una metapoblación.

Se simuló el comportamiento de las nueve poblaciones consideradas sobre un periodo de siete años partiendo de la situación encontrada en 2007. Para ello fue necesario, en primer lugar, estimar los tamaños poblacionales totales a partir del número de machos reproductores, lo cual se hizo asumiendo para todas ellas una proporción de sexos de 0,6 machos sobre el total de individuos, valor basado en el promedio de las razones de sexo estimadas para los sectores de Valdetorres (ZEPA n.º 139) y Campo Real (IBA n.º 075) en 2005 y 2006 a partir de muestreos de hembras (Delgado *et al.* en prep.). El resto de parámetros poblacionales necesarios se obtuvieron de los utilizados en simulaciones parecidas realizadas para poblaciones francesas de sisón común por Morales *et al.* (2005b; véase tabla I). Nótese que la mortalidad de las hembras se considera globalmente superior a la de

Parámetro	Valor	Fuente
Mortalidad de aves < 1 año (machos y hembras)	75%	Morales <i>et al.</i> 2005b
Mortalidad de hembras adultas	35%	Estimada, datos propios
Mortalidad machos > 1 año	30%	Estimada, datos propios
Machos que se reproducen	10%	Jiguet 2001
Hembras con 0 pollos > 30 días	50%	Wolff 2001
Hembras con 1 pollo > 30 días	20%	Wolff 2001
Hembras con 2 pollos > 30 días	15%	Wolff 2001
Hembras con 3 pollos > 30 días	10%	Wolff 2001
Hembras con 4 pollos > 30 días	5%	Wolff 2001
Capacidad de carga del medio	$1,5 \cdot N_0$	Asumida

Tabla 1. Parámetros demográficos utilizados en Vortex para simular la dinámica de las poblaciones de sisón común ( $N_0$  = tamaño inicial). Basado en Morales *et al.* (2005b).

los machos. Se ha escogido este escenario debido a la razón de sexos, claramente sesgada hacia los machos, encontrada en los sectores de Valdetorres y Campo Real durante dos años consecutivos de censo de hembras (Delgado *et al.* en prep.), y por ser el patrón más frecuente en aves (Donald 2007). Las simulaciones no consideraron conexión entre los núcleos. El objeto concreto de las simulaciones fue la estima del tiempo medio de extinción de cada núcleo y su tamaño al cabo de siete años. Se optó por estos resultados por su utilidad práctica en conservación y por ser independientes del tiempo total sobre el que se lleva a cabo la proyección. La simulación se repitió para Valdetorres y Campo Real utilizando valores de éxito reproductor obtenidos en muestreos de productividad realizados en ambos sectores (tabla 2), por lo que se trata de un segundo escenario más realista para estos núcleos. Los análisis estadísticos se realizaron en SPSS 14.0 (SPSS 2006).

	$N_{2007}$	K	% 0 pollos	% 1 pollo	% 2 pollos	% 3 pollos	% 4 pollos	Productividad
Valdetorres	13	20	69	26	5	0	0	0,4
Campo Real	52	78	80	10	7	3	0	0,3

Tabla 2. Parámetros demográficos basados en datos propios utilizados en el escenario realista de simulación para Valdetorres y Campo Real.  $N_{2007}$ : tamaño poblacional inicial en 2007. K: capacidad de carga del medio en cada población ( $1,5 \cdot N_{2007}$ ). Los porcentajes indican la proporción de familias de cada categoría de tamaño observadas en el campo. La productividad se mide como el número medio de pollos por hembra y año.

## RESULTADOS

### Comparación entre los censos del 2000 y 2007

La figura 2 muestra el número de machos censados en 2007 con respecto a los contabilizados en 2000 para cada uno de los sectores considerados, así como el porcentaje de reducción o incremento correspondiente. En todos los núcleos de la ZEPA n.º 139 considerados se ha reducido sensiblemente el número de machos con respecto a 2000. Por el contrario, en la IBA n.º 075 el número de machos se ha incrementado en un 24%. La reducción promedio en la ZEPA fue de un 61%, variando desde el 30% de Daganzo, hasta el 100% de Valdepiélagos, sector en el que no se encontraron machos en 2007. Cinco de estos ocho núcleos se han visto reducidos en más de un 50%. El porcentaje de cambio de 2000 a 2007 tendió a estar negativamente correlacionado con el número de machos inicial, aunque esta tendencia no alcanzó la significación estadística ( $r = -0,63$ ;  $p = 0,071$ ;  $n = 9$ ).

### Simulaciones poblacionales

La tabla 3 muestra los tiempos promedio estimados de extinción a partir de 2007 de los nueve núcleos considerados en función de su tamaño poblacional en 2007. La relación entre

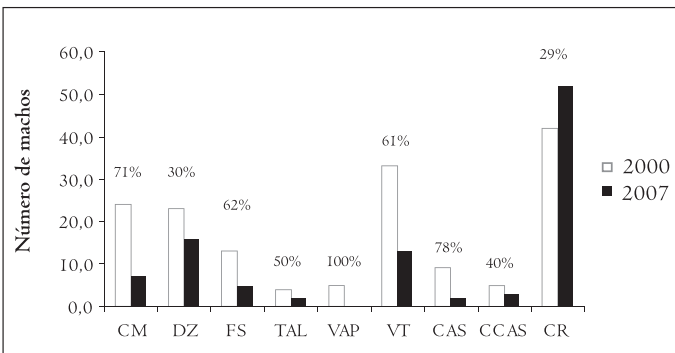


Figura 2. Número de machos reproductores censados en 2000 y 2007 en cada uno de los sectores considerados y su correspondiente porcentaje de reducción o incremento. CM: Camarma; DZ: Daganzo; FS: Fuente El Saz de Jarama; TAL: Talamanca; VAP: Valdepiélagos; VT: Valdetorres; CAS: El Casar; CCAS: Carretera de El Casar; CR: Campo Real.



estos dos parámetros se ajustó de forma muy significativa (tras transformación logarítmica de los datos) a un modelo de regresión lineal (tabla 4). Por otro lado, la figura 3 muestra el tamaño poblacional proyectado para 2014 de los nueve núcleos estudiados en relación con el tamaño estimado en 2007. Ambas relaciones son positivas, es decir, cuanto mayor es el tamaño poblacional inicial, más tardará en extinguirse la población y mayor número de efectivos quedarán en la misma al cabo del periodo de tiempo considerado. El tiempo promedio de extinción no llegó a los siete años para ningún núcleo, no superando los cinco años en cinco de ellos, todos en la ZEPA (figura 3). El tamaño poblacional proyectado para 2014 está por debajo de los 10 individuos en todas las poblaciones de la ZEPA (el núcleo de Valdepiélagos llega a desaparecer por completo) y es sólo de 11 para Campo Real. La simulación bajo el escenario realista para Valdeterres y Campo Real arrojó tamaños proyectados mucho más bajos y cercanos a la extinción (dos y cuatro individuos, respectivamente, figura 3).

Sector	Tiempo promedio de extinción (años)	Error estándar
Camarma	4,75	0,57
Daganzo	5,85	0,42
Fuente El Saz de Jarama	4,25	0,57
Talamanca	2,14	0,49
Valdepiélagos	0,00	0,00
Valdeterres	5,22	0,49
El Casar	2,17	0,53
Carretera de El Casar	3,20	0,60
Campo Real	6,83	0,15

Tabla 3. Tiempo promedio de extinción de los núcleos de sisón común proyectado para los distintos sectores considerados.

R <sup>2</sup>	F	g. l. 1	g. l. 2	P	Constante	Beta
0,87	41,21	1	6	0,001	0,142	0,56

Tabla 4. Resultados del ajuste lineal de la relación entre el tiempo medio de extinción estimado mediante simulación para cada uno de los núcleos de sisón común considerados y el tamaño inicial (en 2007) de cada población, tras transformación logarítmica de los datos.

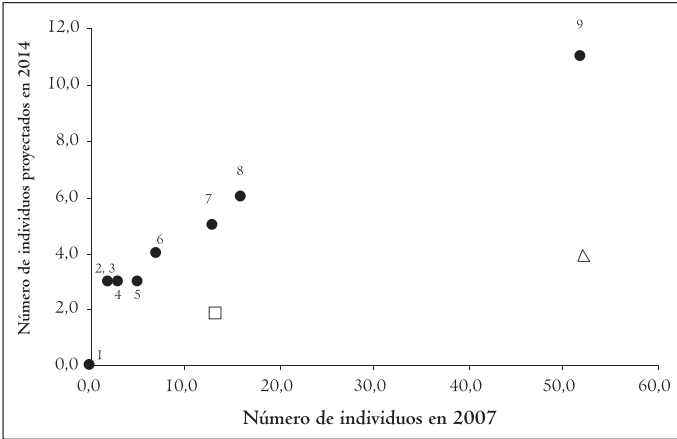


Figura 3. Tamaño poblacional proyectado para cada uno de los núcleos de sisón común considerados en función del tamaño estimado en 2007. Círculos negros: escenario con productividades ( $n^{\circ}$  de jóvenes por hembra y año) “promedio”. Símbolos blancos: escenario con productividades realistas. 1: Valdepiélagos; 2: El Casar; 3: Talamanca; 4: Carretera de El Casar; 5: Fuente El Saz de Jarama; 6: Camarma; 7: Valdeterres; 8: Daganzo; 9: Campo Real.

## DISCUSIÓN

### Tendencia en las “Estepas Cerealistas de los Ríos Jarama y Henares”

De los resultados obtenidos se desprende que los núcleos poblacionales de sisón común de la ZEPA de las “Estepas Cerealistas de los Ríos Jarama y Henares” censados en 2007 han experimentado una reducción muy significativa en el número de machos reproductores con respecto a los obtenidos en 2000. Si aceptamos que todos estos núcleos presentan una razón de sexos similar a la encontrada en Valdeterres de Jarama a lo largo del periodo considerado, es fácil concluir que la reducción ha afectado en la misma medida a la totalidad de cada población, conclusión que se mantiene aunque asumamos una razón de sexos equilibrada. Por otro lado, tampoco el número de hembras estimado en las poblaciones mejor conocidas (aquí y en otras zonas de estudio, G. Bota y A. Ponjoan com. pers.; véase también Morales *et al.* 2005b), permite esperar razones de sexo sesgadas hacia las hembras, lo que, por lo demás, se ajusta al patrón mayorita-

rio descrito en aves (Donald 2007). Hay que tener presente, además, que razones de sexo superiores a 0,55 machos sobre el total de la población produce caídas significativas en la viabilidad de poblaciones de sisón (Morales *et al.* 2005b), lo que podría haber contribuido a las fuertes reducciones observadas en la ZEPA y sin duda influye en los malos resultados pronosticados en nuestro AVP.

Otros parámetros demográficos deficientes que pueden estar contribuyendo a estas reducciones en la ZEPA son la productividad (número de jóvenes sacados adelante por hembra y año) y la supervivencia de las hembras (Morales *et al.* 2005b), este último claramente correlacionado con la razón de sexos. Se trata de parámetros muy dependientes de las condiciones ambientales que determinan la adecuación del medio cada año, tanto en términos de producción de alimento para hembras y pollos, como en términos de cobertura de los mismos frente a depredadores, relacionadas ambas con la meteorología y la gestión agraria (p. ej. Wolff 2001; Morales *et al.* 2002). La magnitud de las reducciones sugiere, además, que tales condiciones adversas pueden haberse dado a lo largo de varias temporadas.

Un estudio plurianual previo realizado entre 1997 y 2000 mostró cómo las abundancias de machos de sisón común en la misma ZEPA podían variar significativamente entre años y sectores en función de la rotación de cultivos (Morales *et al.* 2005a). Aunque no puede descartarse que este tipo de oscilaciones haya contribuido a las diferencias observadas entre 2000 y 2007, tanto el seguimiento año a año del sector de Valdetorres, que no ha mostrado un patrón oscilante desde 2000 (Delgado *et al.* en prep.), como la evolución del hábitat estepario en sectores de la ZEPA no censados en 2007, sugieren claramente que los sectores no censados no han podido acoger los efectivos perdidos en los sectores prospectados en este estudio. El AVP pronostica claramente que, de mantenerse las condiciones actuales, esa reducción continuará en los próximos años, pudiendo llevar a la extinción a los núcleos estudiados en un plazo muy breve, tanto más, cuanto menor sea la población implicada. Además, el escenario realista proyectado para Valdetorres (y Campo Real) indica que este proceso puede ser aún más rápido que el esperado en condiciones demográficas promedio.

## Tendencia en Campo Real

Campo Real, por su parte, ha incrementado sus efectivos en un 24% entre 2000 y 2007. La productividad en este núcleo en 2005 y 2006 ha sido superior a la encontrada en Valdetorres, donde no se detectó ninguna familia en 2006 (datos propios inéditos), aunque no puede descartarse que el incremento observado en este núcleo obedezca en parte a la inmigración de individuos procedentes de otras zonas, tanto de áreas relativamente cercanas del sureste de la Comunidad de Madrid, tal como sugieren algunos datos de radioseguimiento (datos propios inéditos), como, incluso de la ZEPA n.º 139, que viene conteniendo hasta ahora los núcleos importantes más cercanos a Campo Real (García de la Morena *et al.* 2001b).

El hábitat pseudo-estepario en el sector de Campo Real no ha experimentado grandes cambios entre 2001 y 2007, manteniendo un paisaje agrario mucho menos intensificado y afectado por el urbanismo que otras zonas de la campiña cerealista madrileña, como es el caso de la propia ZEPA n.º 139 (datos propios inéditos), por lo que, al menos en lo que respecta a la estructura del paisaje, sigue conservando buenas condiciones para el sisón. En cualquier caso, tanto el escenario de simulación realista, como el promedio, también pronostican para este núcleo una fuerte reducción del tamaño poblacional en 2014.

## Consideraciones sobre el AVP

Los resultados del AVP para el conjunto de los núcleos estudiados apuntan al tamaño poblacional por sí mismo como indicador fiable de la viabilidad futura de los núcleos de sisón, lo que corrobora el buen ajuste encontrado en los modelos de regresión. Este efecto del tamaño inicial de la población ya ha sido descrito en otras poblaciones de la especie (Morales *et al.* 2005b), así como en especies cercanas, como la avutarda común (Pinto *et al.* 2005). Se trata de un efecto que otros estudios de viabilidad de poblaciones de sisón común han demostrado que puede ser compensado por un buen comportamiento de otros parámetros clave, como la productividad (aunque altos tamaños de población no compensan una productividad reducida; véase Morales *et al.* 2005b), lo que sugiere, por otra parte, que la productividad en las poblaciones de sisón común necesaria para

compensar el declive pronosticado, ha de ser superior incluso a los valores empleados en las simulaciones aquí presentadas.

Otro parámetro importante en la persistencia de las poblaciones de ésta y otras especies es la conexión o intercambio de individuos con otras poblaciones. Aunque los AVP aquí realizados no la han considerado debido a la insuficiencia de datos al respecto, es razonable esperar que la persistencia de algunos núcleos sea superior a la proyectada por acoger individuos procedentes de otras poblaciones (p. ej. Morales *et al.* 2005b, para poblaciones francesas). En este sentido, tanto el tiempo medio de extinción de algunos núcleos, como el tamaño final proyectado, puede estar subestimado. Nótese, sin embargo que, aún asumiendo que entre 2000 y 2007 no haya dejado de haber un cierto flujo de individuos hacia alguno de los núcleos considerados, ninguna de las ocho poblaciones de la ZEPA n.º I39 se ha salvado de la reducción. Parece más razonable suponer, por tanto, que a dicha reducción haya contribuido la emigración de sisonos a otros núcleos. Como ya se ha comentado, Campo Real podría haber crecido, en parte, gracias a ese flujo.

## CONCLUSIONES

Los ocho núcleos poblacionales de sisón común en la ZEPA n.º I39 estudiados se han reducido notablemente entre 2000 y 2007, lo que sugiere claramente un declive importante de la especie en ese espacio protegido que se venía considerando como uno de los principales refugios de la especie en la Comunidad de Madrid (García de la Morena *et al.* 2001a, b). Por otro lado, el principal núcleo sisonero de las Alcarrias de Alcalá (IBA n.º 075), situado en Campo Real, ha incrementado sus efectivos, lo que podría obedecer a sus mejores condiciones de hábitat a escala de paisaje, las cuales, además de propiciar una demografía algo más favorable, permitirían el asentamiento de aves inmigrantes. En cualquier caso, la viabilidad pronosticada para este núcleo, como para los anteriores, es baja. Respecto a los núcleos de la ZEPA, su viabilidad parece comprometida, principalmente, por su reducido tamaño poblacional. Este último parámetro parece un buen indicador de la viabilidad futura de las poblaciones de sisón, a falta de información demográfica más costosa de obtener como la productivi-

dad o las tasas de supervivencia. Parece prioritaria, por tanto, una gestión de los núcleos de mayor tamaño centrada en medidas de gestión del hábitat que favorezcan la productividad de las poblaciones si se quieren mantener los últimos núcleos de sisón común en la Comunidad de Madrid.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo es una contribución al proyecto CGL2004-06147-C02-02 del MEC y al Programa de I + D de la CAM REMEDINAL. Agradecemos a Jesús T. García sus comentarios como revisor.



## BIBLIOGRAFÍA

- ✍ Bibby, C. J.; Burgess, N. D.; Hill, D. A. y Mustoe, S. 2000. *Bird Census Techniques*. Academic Press. Londres.
- ✍ BirdLife International 2000. *Threatened Birds of the World*. Lynx Edicions. Barcelona.
- ✍ BirdLife International 2004. *Birds in Europe II*. BirdLife International. Cambridge.
- ✍ Bota G.; García de la Morena, E.; Giralt, D.; De Juana, E.; Mañosa, S.; Morales M. B.; Moreira, F. y Viñuela, J. 2002. *Metodología de censo del sisón común (Tetrax tetrax)*. Informe inédito de SEO/BirdLife para el Ministerio de Medio Ambiente. Madrid.
- ✍ Bota, G. y Ponjoan, A. 2006. *Proyecto Tetrax. Memoria 2006*. Informe inédito CTFC-REGSEGA-DMAiH.
- ✍ Collar, N. J. 1996. Otididae (Bustards). En: Del Hoyo, J.; Elliot, A. y Sargatal, J. (ed.). *Handbook of the Birds of the World. Vol. 3. Hoatzin to Auks*: 240-275. Lynx Editions. Barcelona.
- ✍ Cramp, S. y Simmons, K. E. L. (ed.) 1980. *Handbook of the Birds of Europe, the Middle East and North Africa. Vol. II. Hawks to Bustards*. Oxford University Press. Oxford.
- ✍ De Juana, E. y Martínez, C. 1996. Distribution and conservation status of the Little Bustard *Tetrax tetrax* in the Iberian Peninsula. *Ardeola*, 43: 157-167.

- Del Moral, J. C.; Molina, B.; De la Puente, J. y Pérez-Tris, J. 2002. *Atlas de las aves invernantes de la Comunidad de Madrid*. SEO-Monticola y Comunidad de Madrid. Madrid.
- Delgado, M. P.; Traba, J.; García de la Morena, E. y Morales, M. B. (en prep.). Medium-term population trends of Little Bustard populations in central Spain: assessing the effect of climate and land-use management.
- Díaz, M.; Martí, R.; Gómez-Manzaneque, Á. y Sánchez, A. (ed.) 1994. *Atlas de las aves nidificantes en Madrid*. Agencia de Medio Ambiente y SEO/BirdLife. Madrid.
- Donald, P. F. 2007. Adult sex ratios in wild bird populations. *Ibis*, en prensa.
- García de la Morena, E. L.; Morales, M. B.; De Juana, E. y Suárez, F. 2007. Surveys of wintering Little Bustards *Tetrax tetrax* in central Spain: distribution and population estimates at regional scale. *Bird Conservation International*, 17: 23-34.
- García de la Morena, E. L.; Bota, G.; Ponjoan, A. y Morales, M. B. 2006. *El sisón común en España. I Censo Nacional (2005)*. SEO/BirdLife. Madrid.
- García de la Morena, E. L.; De Juana, E.; Martínez, C.; Morales, M. B. y Suárez, F. 2004. Sisón común *Tetrax tetrax*. En: Madroño, A.; González, C. y Atienza, J. C. (ed.). *Libro Rojo de las Aves de España: 202-207*. Dirección General para la Biodiversidad y SEO/BirdLife. Madrid.
- García de la Morena, E. L.; Morales, M. B. y García, J. T. 2001a. *Análisis de la importancia de la ZEPA n.º 139 "Estepas cerealistas de los ríos Jarama y Henares" para el sisón común, en el conjunto de su población en la Comunidad de Madrid*. Informe inédito. SEO/BirdLife. Madrid.
- García de la Morena, E. L.; Morales, M. B. y García, J. T. 2001b. Distribución y densidad de machos reproductores de sisón común (*Tetrax tetrax*) en la ZEPA "Estepas Cerealistas de los Ríos Jarama y Henares" durante la primavera de 2000. *Anuario Ornitológico de Madrid 2000*: 38-47.
- Höglund, J. y Alatalo, R. V. 1995. *Leks*. Chicago University Press. Chicago.
- Jiguet, F. 2001. *Défense des ressources, choix du partenaire et mécanismes de formation des leks chez l'outarde canepetière*. Tesis doctoral. Universidad de París. París.
- Jiguet, F.; Arroyo B. y Bretagnolle V. 2000. Lek mating systems: a case study in the Little Bustard *Tetrax tetrax*. *Behavioural Processes*, 51: 63-82.
- Jolivet, C. y Bretagnolle, V. 2002. L'outarde canepetière en France: évolution récente des populations, bilan des mesures de sauvegarde et perspectives d'avenir. *Alauda*, 70: 93-96.
- Lacy, R. C. 2005. *Vortex 9.6. A Stochastic Simulation of the Extinction Process*. Chicago Zoological Society. Chicago.
- Lane, S. J.; Alonso, J. C. y Martín, C. A. 2001. Habitat preferences of

Great Bustard *Otis tarda* flocks in the arable steppes of central Spain: are potentially suitable areas unoccupied? *Journal of Applied Ecology*, 38: 193-203.

✄ Morales, M. B.; García, J. T. y Arroyo, B. E. 2005a. Can landscape composition changes predict spatial and annual variation of Little Bustard male abundance? *Animal Conservation*, 8: 167-174.

✄ Morales, M. B.; Bretagnolle, V. y Arroyo, B. E. 2005b. Viability of the endangered Little Bustard *Tetrax tetrax* population of western France. *Biodiversity and Conservation*, 14: 3135-3150.

✄ Morales, M. B.; Jiguet, F. y Arroyo, B. 2001. Exploded leks: what Bustards can teach us. *Ardola*, 48: 85-98.

✄ Morales, M. B.; Alonso, J. C. y Alonso, J. A. 2002. Productivity and female individual breeding success in a Great Bustard *Otis tarda* population. *Ibis*, 144: 293-300.

✄ Morales, M. B.; García de la Morena, E. L.; Traba, J. y Ramírez, A. 2001. *Estudio ornitológico del emplazamiento seleccionado para el aeropuerto de Campo Real, con énfasis en las aves esteparias*. Informe inédito. INECO. Madrid.

✄ Pinto, M.; Rocha, P. y Moreira, F. 2005. Long-term trends of Great Bustard (*Otis tarda*) populations in Portugal suggest concentration in single high quality area. *Biological Conservation*, 124: 415-423.

✄ Schultz, H. 1985. *Grundlagenforschung zur Biologie de Zwergtrappe Tetrax tetrax*. Braunschweig.

✄ SPSS. 2006. *SPSS for Windows v. 14.0*. SPSS Inc. Chicago.

✄ Tellería, J. L. 1986. *Manual para el Censo de los Vertebrados Terrestres*. Editorial Raíces. Madrid.

✄ Traba, J.; García de la Morena, E. L.; Morales, M. B. y Suárez, F. 2007. Determining high value areas for steppe birds in Spain: hot spots, complementarity and the efficiency of protected areas. *Biodiversity and Conservation*, 16: 3255-3275.

✄ Traba, J.; Morales, M. B.; García de la Morena, E. L. y Delgado, M. P. (en prensa). Selection of breeding territory by Little Bustard (*Tetrax tetrax*) males in Central Spain: the role of arthropod availability. *Ecological Research* DOI 10.1007/s11284-007-0418-4.

✄ Wolf, A. 2001. *Changements agricoles et conservation de la grande avifaune de plaine: Etude des relations espèce-habitats à différentes échelles chez l'Outarde canepetière*. Tesis doctoral. Universidad de Montpellier II. Montpellier.

✄ Wolff, A.; Paul, J. F.; Martin, J. L. y Bretagnolle, V. 2001. The benefits of extensive agriculture to birds: the case of the Little Bustard. *Journal of Applied Ecology*, 38: 963-975.

(Recibido 8.10.2007; Aceptado 1.12.2007)