

**Master universitario de Investigación básica y aplicada en
Recursos Cinegéticos.**

Trabajo Fin de Master

Tema: Ecología y dinámica de poblaciones de especies de interés
cinegético.

**Diez años de evolución en los usos del suelo
en una ZEPA agroesteparia:
¿Cómo se refleja en su comunidad de aves?**

Alumno: **Sonia Quilón Sánchez**

Tutores: Beatriz Arroyo López y Fabián Casas Arenas.

Instituto de Investigación en Recursos Cinegéticos.

Universidad de Castilla La Mancha.

ÍNDICE

Resumen -----	2
Palabras clave -----	2
Introducción -----	3
Material y métodos -----	4
Área de estudio	
Métodos de muestreo y tratamiento de los datos obtenidos	
Hábitat	
Censos de aves	
Análisis estadístico	
Resultados -----	13
Evolución de los usos de suelo	
Evolución de las poblaciones	
Efectos de la evolución de los usos de suelo sobre las poblaciones	
Discusión -----	29
Evolución de los usos de suelo	
Tendencias en la abundancia de las aves: Interacción con los usos de suelo	
Conclusión -----	34
Bibliografía -----	35
Agradecimientos -----	38
ANEXO 1 -----	39

Resumen

La destrucción de hábitat es considerada la principal causa de la pérdida de biodiversidad en el mundo. Las aves ligadas a los medios agrarios europeos están sufriendo una disminución en sus poblaciones, relacionada por muchos estudios con las prácticas de intensificación agrícola acontecidas a finales del siglo XX. La pseudoestepa agraria esta considerada como un hábitat de especial interés para la conservación de la biodiversidad, por albergar una gran cantidad de aves. Este hábitat soporta la mayor disminución de las poblaciones de las especies de aves con prioridad de conservación en Europa. En España, las aves ligadas a los cultivos cerealistas son las que experimentan una regresión más marcada. Este estudio se lleva a cabo en una pseudoestepa situada en una zona ZEPA (Zona de Especial Protección para las Aves), y pretende evaluar si la evolución de los usos de suelo en los últimos años ha tenido un efecto en sus poblaciones de aves, en concreto de Alcaraván (*Burhinus oediconemus*), Avutarda (*Otis tarda*), Sisón Común (*Tetrax tetrax*) y Perdiz roja (*Alectoris rufa*). Mediante reconocimiento de hábitat y censos de aves llevados a cabo en el periodo comprendido entre 2002-2011, en primavera, conocemos la evolución de los usos de suelo en la zona y las tendencias de las poblaciones de estas aves. Analizamos posteriormente los efectos de los usos de suelo sobre la abundancia de las especies. Los resultados obtenidos muestran que el cambio en los usos de suelo afecta de forma directa a la abundancia de la mayoría de las especies estudiadas, aunque el efecto no es el mismo. El alcaraván aumenta de forma progresiva en la zona, pero no se ve afectado por los cambios en los usos de suelo. La avutarda también aumenta su población, y la abundancia fue mayor en años con mayor disponibilidad de barbechos y leguminosas, y menor de cereal y cultivos irrigados. La perdiz aumento su población en 2009, y su abundancia se asocia de forma positiva con el carácter heterogéneo del paisaje. Por último, el sisón muestra un descenso pronunciado de la población, y la abundancia está afectada de forma positiva por la heterogeneidad del paisaje, así como por la existencia de zonas sin cobertura vegetal en primavera, lo que probablemente este asociado a su necesidad de zonas con visibilidad para las paradas sexuales de los machos.

Palabras clave: Pseudoestepa agraria, intensificación agrícola, biodiversidad, Alcaraván (*Burhinus oediconemus*), Avutarda (*Otis tarda*), Sisón Común (*Tetrax tetrax*) y Perdiz roja (*Alectoris rufa*).

Introducción.

La destrucción del hábitat y su pérdida de calidad, en algunos casos debido a la homogeneización del mismo, son consideradas como las principales causas del descenso de la biodiversidad en el mundo (Tucker y Evans 1997, Donald 2001). La actividad humana se refleja de forma directa en el uso del suelo y en el cambio de la cubierta vegetal (Stellmes, et al 2013). Una de las causas que dan inicio al proceso de transformación del paisaje europeo llevado a cabo por el hombre es la deforestación de ciertas zonas para obtener zonas abiertas y convertirlas en tierras de cultivo, dando lugar a nuevos hábitats y contribuyendo, así, al aumento de la biodiversidad de especies vinculadas a medios abiertos (Donald 2002). Más tarde el proceso se convierte en una amenaza para la biodiversidad mediante la intensificación de la agricultura (aparición de maquinaria, fertilizantes, pesticidas, técnicas mejoradas de riego y abandono de tierras en zonas poco productivas) y el fenómeno de la construcción (urbanización de zonas naturales para asumir el crecimiento de población humana en las grandes ciudades o por la construcción de zonas turísticas o de ocio) (Stellmes, et al 2013, Sokos 2013, Donald 2002).

La intensificación de la agricultura comenzó a mediados del siglo XX, debido a un aumento en las necesidades de producción (Green et al 2005). Muchos estudios relacionan estas prácticas con la disminución de las poblaciones de muchas especies de aves ligadas a medios agrícolas en toda Europa a finales del siglo XX (por ejemplo Donald 2002). Además, estas prácticas son a menudo consecuencia de las políticas europeas, nacionales y locales (Stellmes, et al. 2013, Donald 2002). La cuenca mediterránea europea se ve afectada por esta situación y los cambios que ocurren en las tierras españolas resultan representativos de toda esta cuenca (Stellmes, et al. 2013). En el contexto general de declive de las aves ligadas a medios agrarios en España, las ligadas a los cultivos cerealistas son las que experimentan la regresión más marcada (Morales et al. 2013).

Ante esta situación la Unión Europea intenta proteger estos hábitats importantes para la conservación de la biodiversidad mediante directivas (Sokos et al. 2013, Donald 2002), pero en muchos casos la información sobre cómo protegerlos es escasa o inexistente. Por tanto, es determinante conocer los requerimientos de hábitat de estas

especies y conocer los factores que influyen de forma positiva o negativa en las tendencias de sus poblaciones.

Nuestro estudio se centra en la pseudoestepa agraria (áreas abiertas destinadas principalmente a la agricultura de secano). Este hábitat ocupa un alto porcentaje de la superficie de Europa, por lo que es de vital importancia para la conservación de la biodiversidad europea (Casas 2008, Concepción y Díaz 2010). También se ha visto afectado por la intensificación de la agricultura, modificando la calidad y la cantidad de hábitat disponible y perjudicando la viabilidad de las especies que alberga (Casas2008, Donald et al 2001). La pseudoestepa agraria soporta la mayor disminución de las poblaciones de las especies de aves con prioridad de conservación en Europa, y los principales factores que explican la disminución de estas especies podrían ser la disminución de alimento y de los hábitats de nidificación, debido a la eliminación de las zonas no productivas en paisajes agrícolas (Butler et al, 2007; Concepción y Díaz 2010).

En concreto el estudio se lleva a cabo en una zona ZEPA (Zona de Especial Protección para las Aves), para evaluar si la evolución de los usos de suelo en los últimos años ha tenido un efecto en las poblaciones de aves, en concreto de Alcaraván (*Burhinus oedicnemus*), Avutarda (*Otis tarda*), Sisón Común (*Tetrax tetrax*) y Perdiz Roja (*Alectoris rufa*). Estas especies se pueden ver afectadas cuando sus recursos son modificados mediante prácticas que originan cambios en los tipos de cultivo disminuyendo los recursos y que contribuyen a la homogeneización del hábitat, cambios en los tiempos de siembra y cosecha, la pérdida de rastrojos en invierno, la aplicación de fertilizantes, la pérdida de vegetación natural y el abandono de tierras (Donald 2002). Puesto que las aves tienen un papel fundamental como indicadores de los efectos de la intensificación agrícola en la diversidad biológica (Donald 2001), el estudio de los factores que influyen en sus tendencias poblaciones es un paso importante para la gestión y conservación de la biodiversidad.

Material y Métodos

Área de estudio

El estudio se llevó a cabo en un área de 54,66km², situada en la ZEPA Área esteparia de Campo de Calatrava (centro de España, 38 ° 80 'N, 3 ° 80' W, 610 m snm), dentro del término municipal de Miguelturra y Ciudad Real (Figura 1).

El clima de la zona es Mediterráneo – Continental que se caracteriza por presentar veranos con altas temperaturas y bajas precipitaciones, inviernos con bajas temperaturas y primaveras y otoños lluviosos.

La zona presenta el típico paisaje en mosaico con predominio de los cultivos de secano, principalmente cereal, y algunas parcelas de leguminosas intercaladas con olivares, viñedos y en menor medida, parcelas pequeñas destinadas al regadío. La vegetación natural es muy escasa, destacando la vegetación de ribera que acompaña al cauce del Río Jabalón y algunas zonas de pastizal, normalmente situadas en las cimas de los pequeños montes. Debido a la cercanía con Ciudad Real, se pueden encontrar algunas casas de campo aisladas.

En este hábitat son comunes aves esteparias como el Alcaraván, la Avutarda, la Ganga Ibérica (*Pterocles alchata*), la Ganga Ortega (*Pterocles orientalis*), el Sisón Común, la Calandria (*Melanocorypha calandra*), la Cogujada Común (*Galerida cristata*) y el Aguilucho Cenizo (*Circus pygargus*), junto con otras especies también predominantes en ambientes esteparios, pero que a su vez despiertan gran interés cinegético, como la Perdiz Roja y la Codorniz (*Coturnix coturnix*).



Figura 1. Localización del área de estudio en la Península Ibérica.

Métodos de muestreo y tratamiento de los datos obtenidos

Hábitat

En primer lugar se delimitó el área de estudio y cada una de las parcelas presentes dentro del límite. Para ello se emplearon los Sistemas de Información Geográfica (SIG) y una fotografía aérea de la zona de estudio (año 2002). Este mapa georeferenciado con los caminos y todas las parcelas presentes en el área de estudio se utilizó para realizar la revisión anual de hábitat.

El reconocimiento de hábitat se llevó a cabo in situ, durante el mes de abril entre los años 2002 y 2011 (el año 2007 no se incluye en el estudio por que no hay datos suficientes). Se anotó en el mapa el hábitat que correspondía a cada parcela en el momento del muestreo (ver tabla 1 para una descripción de los hábitats presentes en la zona de estudio). Una vez finalizada la revisión de hábitat cada primavera, los datos se pasaron a SIG (Quantum GIS), creando una capa vectorial formada por una tabla, donde las filas se referían a cada parcela estudiada y las columnas a los atributos de cada parcela (número de parcela y datos de hábitat para cada año). Adicionalmente se calculó el área y el perímetro para cada parcela utilizando la calculadora de campos de SIG, y se añadió a la capa como atributo. Tras una revisión visual del mapa decidimos dividir el área de estudio en dos subzonas en función del tamaño de las parcelas que la forman: Zona 1, compuesta por parcelas más pequeñas ($1,98 \pm 0,06 \text{ km}^2$) y la Zona 2 con parcelas de mayor tamaño ($5,65 \pm 0,48 \text{ km}^2$).

Por último añadimos la división de la zona como atributo a la capa vectorial, lo que nos permite realizar un análisis descriptivo sobre la evolución de los usos de suelo en cada zona, en los años estudiados (Tablas 2 y 3)

Debido a la similitud entre algunos tipos de hábitats y para reducir el número de variables, algunas de las categorías de uso de suelo inicialmente seleccionadas y muestreadas (tabla1) se unificaron, quedándonos con 11 categorías finales: Leguminosas (alfalfa y leguminosas de secano), Barbecho con vegetación (Barbecho rastrojo y Barbecho viejo), Cereal (Cereal, Cereal/Leguminosa y Cereal/Maíz), Cultivos Anuales Irrigados (Maíz y Remolacha, Olivar, Pastizal, Urbanizado, Vid en espaldera y Vid tradicional. Además, se describieron las categorías Arable, Otros y Vegetación de ribera; estas tres últimas categorías, no se incluyeron en el análisis por ser poco abundantes (vegetación de ribera) o poco explícitas (otros o arable). Estas 11 categorías se utilizaron en el análisis estadístico como variables de uso de suelo.

Tabla 1. Descripción de los hábitats presentes en el área de estudio. Categorías utilizadas en el reconocimiento de hábitat.

Categoría	Descripción
Alfalfa	Alfalfa (<i>Medicago sativa</i>). Es una especie herbácea perteneciente a la familia de las leguminosas que se utiliza normalmente como pasto.
Arable	Identifica parcelas para cultivos anuales de las que, o bien no existe información disponible para alguno de los años del estudio, o bien no se podía confirmar si estaba cultivada o en barbecho.
Barbecho labrado	Parcelas labradas, con el objetivo de eliminar la vegetación, para su posterior siembra.
Barbecho en rastrojo	Son parcelas cultivadas el año anterior, y que no han sido labradas desde la cosecha anterior.
Barbecho viejo	Este termino se utiliza para parcelas en barbecho con vegetación que no han sido cultivadas el año anterior.
Cereal	Campos de cultivo de cereales secos (cebada, trigo o avena).
Cultivos mixtos de cereal y leguminosa	Se define con esta categoría parcelas en las que se siembra de forma conjunta veza y cereal.
Cultivos mixtos de cereal y maíz	Esta categoría está formada por parcelas en la que se siembra cereal, que se cosecha pronto, para inmediatamente después cultivar maíz.
Frutales	Parcelas con almendros.
Leguminosas de secano	Normalmente guisantes, en ocasiones veza.
Maíz	Es una gramínea de fácil desarrollo y de producción anual. Su cultivo es de regadío y su siembra en España se lleva a cabo en los meses de verano para recogerlo en otoño.
Olivar	Parcelas plantadas de olivos (<i>Olea europaea</i>). Arbol perennifolio, de fácil cultivo y normalmente de secano, del que se obtiene el aceite de oliva.
Otros	Otros usos del suelo como majanos, arboles, matorral, que al no ser muy frecuentes se incluyeron en la misma categoría.
Pastizal natural	Prados y pastos permanentes y de matorral bajo.
Remolacha	Cultivo anual, normalmente de regadío, para la obtención de azúcar.
Urbanizado	Principalmente casas de campo.

Tabla 2. Datos obtenidos en el análisis de usos de suelo. Superficie (km²) ocupada en cada año por los distintos hábitats en la Zona 1.

ZONA 1 (Superficie en km2 por año)									
Uso de suelo/Año	2002	2003	2004	2005	2006	2008	2009	2010	2011
Barbecho labrado	8,28	6,98	0,24	7,44	6,19	5,27	6,17	5,57	6,75
Barbecho con vegetación	2,53	1,43	0,56	1,54	1,65	0,70	1,47	2,45	2,33
Cereal	12,81	15,27	15,58	14,57	15,70	17,36	14,44	12,34	11,01
Frutales	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,09	0,09	0,09	0,09
Irrigados	0,22	0,11	0,09	0,04	0,00	0,18	0,00	0,00	0,00
Leguminosas	0,08	0,35	0,22	0,36	0,10	0,17	0,35	0,73	1,18
Olivar	1,74	1,72	1,73	1,85	1,85	1,95	2,00	2,06	2,08
Pastizal natural	0,34	0,33	0,30	0,30	0,30	0,24	0,23	0,23	0,23
Urbanizado	1,08	1,09	1,21	1,31	1,52	1,64	1,64	1,64	1,64
Vid en espaldera	0,61	0,58	0,61	0,63	0,67	0,67	0,68	0,65	0,66
Vid tradicional	1,36	1,18	1,07	1,00	0,91	0,79	0,69	0,47	0,47

Tabla 3. Datos obtenidos en el análisis de usos de suelo. Superficie (km²) ocupada en cada año por los distintos hábitats en la Zona 1.

ZONA 2 (Superficie en Km2 por año)									
Uso de suelo/Año	2002	2003	2004	2005	2006	2008	2009	2010	2011
Barbecho labrado	7,26	5,05	5,38	3,50	3,65	2,68	3,55	3,88	2,71
Barbecho con vegetación	0,94	0,52	0,69	0,43	2,72	0,66	1,13	0,99	1,08
Cereal	10,71	13,72	13,79	16,13	13,65	16,60	15,12	14,94	16,34
Frutales	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Irrigados	0,14	0,04	0,32	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Leguminosas	0,01	0,00	0,00	0,02	0,00	0,20	0,13	0,60	1,86
Olivar	0,23	0,23	0,23	0,28	0,28	0,38	0,62	0,62	0,62
Pastizal natural	4,21	3,93	2,84	2,83	2,84	2,61	2,61	2,61	1,08
Urbanizado	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,19	0,19	0,19	0,19
Vid en espaldera	0,70	0,72	0,95	1,07	1,07	1,09	1,09	0,50	0,50
Vid tradicional	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,02	0,02	0,02

Censos de aves

El método que se utilizó para realizar los censos fue un muestreo en puntos fijos de conteo. El conteo por puntos fijos es utilizado para obtener datos de distribución y abundancia de aves (Bibby et al. 1992), y permite estudiar cambios anuales o espaciales en las poblaciones.

Los puntos fijos de conteo se seleccionaron preferentemente en zonas altas desde las que la superficie de terreno observado era mayor, separados entre 500-700 metros,

teniendo en cuenta además la facilidad del acceso por los caminos públicos de la zona. En total se censaron 120 puntos, 72 en la Zona 1 y 48 en la Zona 2 (Figura 2).



Figura 2. Situación de los puntos de conteo en el área de estudio. Los puntos de color negro son los situados en la zona 1 (●) y los de color blanco en la zona 2 (○).

Todos los años se utilizaban los mismos puntos para el conteo de aves (aunque el número total censado podía variar por problemas logísticos), por lo que el índice de detectabilidad de las especies no se tiene en cuenta y se asume que es siempre el mismo al repetirse en la misma zona. Los censos se realizaron generalmente por una o dos personas con experiencia en la identificación y conteo de las especies y conocimiento de la zona. El traslado de un punto a otro se realizó en coche, parando en cada punto durante unos 10 minutos, para realizar una prospección visual (con prismáticos 10x40, y telescopio 20-60x) y auditiva, para identificar (Alcaraván, Avutarda, Perdiz o Sisón), y contar las aves observadas. Para censar los machos de sisón se utilizó un reproductor que emitía el reclamo de un macho (en la época reproductiva), durante 3 minutos. En el

mapa se anotaba la zona aproximada donde se encontraban las aves (para evitar dobles conteos entre puntos de observación cercanos).

Los censos se realizaron entre los meses de abril y mayo, en plena temporada de reproducción, en las tres primeras horas de la mañana (desde el amanecer) y las tres últimas horas de la tarde.

Con este método de censo calculamos un índice de abundancia expresado en **n° de aves/ n° de puntos de conteo en cada zona**. Los datos de abundancia (Tabla 4) se han dividido por el número de puntos de conteo, para obtener datos comparables entre años (no todos los puntos pudieron censarse todos los años por acceso restringido, en algunos casos por obras en la zona, o caminos cortados por la lluvia o el propietario) y entre zonas (las dos zonas no tiene exactamente el mismo número de puntos de conteo; Figura 2). Este índice permite observar la tendencia en las poblaciones del área de estudio a lo largo de los años (los datos de abundancia para el año 2007 no se han tenido en cuenta en los análisis estadísticos ya que no estaban disponibles los datos de hábitat).

Tabla 4. Datos de abundancia obtenidos en el área de estudio mediante el muestreo con puntos de censo.

Especie	Zona	2002	2003	2004	2005	2006	2008	2009	2010	2011
Alcaraván	1	0,056	0,148	0,300	0,366	0,328	0,549	0,338	0,909	0,453
	2	0,132	0,250	0,478	0,159	0,727	1,023	0,800	0,381	0,585
Avutarda	1	0,000	0,000	0,014	0,127	0,119	0,028	0,029	1,076	0,641
	2	0,132	0,136	0,304	0,409	0,522	0,511	0,213	0,295	0,116
Perdiz	1	0,509	0,951	0,643	0,535	0,806	0,648	2,074	2,136	2,250
	2	1,132	0,386	0,457	0,386	0,543	0,556	0,489	0,591	0,581
Sisón	1	1,925	2,443	2,143	1,732	1,940	0,718	1,706	1,333	0,844
	2	2,553	1,909	1,022	1,955	2,283	0,711	1,043	1,227	0,721

Análisis estadístico

Los análisis se realizaron con el programa SPSS. Las 11 variables obtenidas para uso de suelo están potencialmente correlacionadas entre sí, ya que al tratarse de una superficie fija, el aumento de una implica necesariamente el descenso de otra. Además, el número total de variables de hábitat era muy elevado comparado con el número total de datos para los análisis ($n = 18$, nueve años y dos zonas). Por tanto, realizamos un análisis de componentes principales (PCA), que busca la combinación lineal de las variables originales que representan mejor la varianza de la componente. A continuación busca la segunda con el mismo criterio, pero con la condición adicional de

que sea independiente de la primera. Este proceso se repite hasta encontrar tantas componentes, todas independientes entre sí, como variables originales. Normalmente las primeras componentes explican gran parte de la varianza total, lo que permite simplificar las variables iniciales en muchas menos. Utilizamos este tipo de análisis porque no se parte de una hipótesis previa y es un método descriptivo que nos da una representación de nuestras variables originales en una nueva dimensión con las variables nuevas que obtenemos.

Para analizar el efecto de los cambios en los usos del suelo y la zona en la abundancia de las especies estudiadas utilizamos Modelos Lineales Generales (MLG). Se trata de un modelo de análisis de la varianza que sirve para evaluar el efecto individual y conjunto de uno o más factores (variables independientes categóricas o continuas, o sus interacciones) sobre una variable dependiente cuantitativa. El método que utilizamos fue la suma de cuadrados de Tipo III que permite evaluar el efecto de cada variable, una vez tenido en cuenta el efecto de todas las demás incluidas en el modelo, independientemente del orden en que estén establecidas. Además de contrastar hipótesis, el MLG genera estimaciones de los parámetros que nos facilitan información sobre la naturaleza del efecto entre variables del modelo.

Realizamos un MLG para cada una de las especies consideradas, con la variable abundancia de cada especie como variable dependiente. Este análisis nos permite estudiar si la abundancia de cada una de las especies estudiadas se ve afectada por los usos de suelo, y también si cambia en las dos zonas consideradas (Zona 1 y 2).

Puesto que las variables que se incluyen en este análisis de varianza deben seguir una distribución normal sometimos los datos a un análisis de normalidad. Los datos de abundancia para el alcaraván y el sisón tenían una distribución normal, mientras que los datos de la perdiz y la avutarda no. Estos últimos fueron transformados logarítmicamente para normalizarlos, pero este ajuste tampoco resultó significativo (aunque mejoró la distribución de la variable respuesta). Por tanto, en los modelos de perdiz y avutarda se testó la distribución de los residuos, para comprobar si estos tenían una distribución normal y por tanto, si la elección de un MLG para analizar estos datos nos permitía inferir su variabilidad con respecto a las variables independientes seleccionados, de manera precisa.

El modelo inicial considerado incluía las tres variables de uso de suelo (cada uno de los tres factores del PCA seleccionados, ver resultados), la zona, y las interacciones entre los factores del PCA y la zona. La selección de modelos se hizo por pasos hacia

atrás, eliminando del modelo las variables independientes no significativas una a una (empezando por las interacciones), hasta conseguir un modelo final en el que no se pudieran eliminar más variables.

Resultados

Evolución de los usos de suelo

Los datos recogidos en el estudio de los usos de suelo nos permiten describir la diversidad, distribución, superficie y evolución de los hábitats presentes en nuestra área de estudio durante el periodo estudiado (2002-2011).

La superficie media cultivada dentro de nuestro periodo de estudio fue el 79% un superficie total (Figura 3). Esta superficie está ocupada por cultivos herbáceos (61,2%), barbechos (29%) y cultivos leñosos (viñedo tradicional y en espaldera, olivar y frutales 10,1%). El resto de la superficie corresponde a un 10% de pastizal natural y un 11% de terreno urbanizado (Figura 3). Entre los cultivos herbáceos destaca los cereales de secano que ocupan el 60%, frente al cultivo de leguminosas con sólo el 1%, y los cultivos herbáceos de regadío el 0,2%. Las superficies en barbecho (barbecho labrado y barbecho con vegetación) cubren el 29% y los cultivos leñosos el 10% (Figura 4).

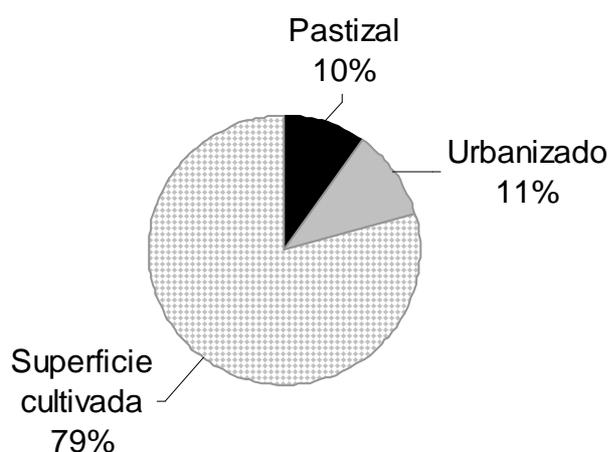


Figura 3. Porcentaje de ocupación media de las parcelas cultivadas, pastizal natural y urbanizado.

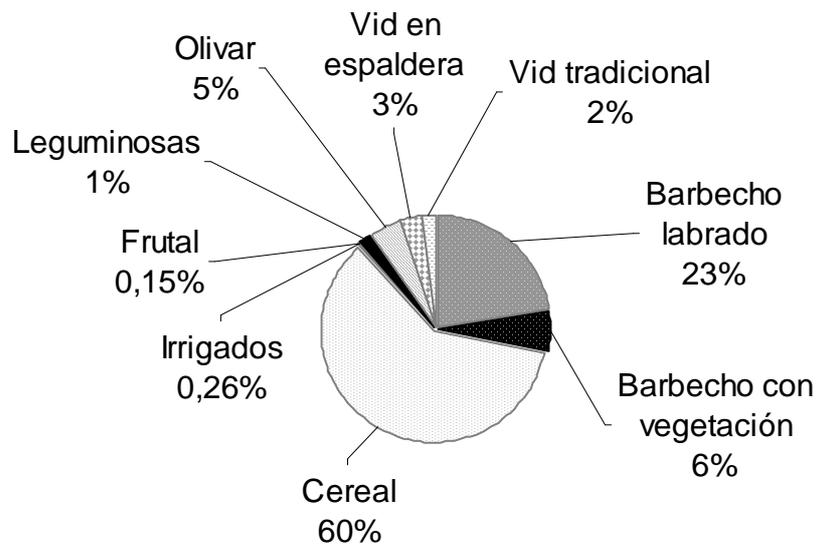


Figura 4. Porcentaje de ocupación medio de los distintos hábitats cultivados presentes en la zona de estudio.

Las dos zonas en las que se divide el estudio muestran un patrón similar en cuanto a la superficie de cultivos herbáceos y barbechos (Figuras 5 y 6). Sin embargo, difieren en cuanto a la superficie ocupada por cultivos leñosos, pastizal natural y terreno urbanizado (Figuras 5 y 6). En la zona 1 el olivar ocupa un 7% frente al 2% de la zona 2. En cuanto al viñedo, en la zona 1 existe un 5 % con predominio del viñedo tradicional (3%) sobre el viñedo en espaldera (2%), mientras que en la zona 2 el viñedo en espaldera supone un 3% y el viñedo tradicional no llega al 1% (Figuras 5 y 6). Las zonas de pastizal natural en la zona 1 son muy escasas ocupando un 1% a diferencia del 12% perteneciente a la zona 2. Y por último, la mayor superficie ocupada por terreno urbanizado se encuentra en la zona 1 con un 5% que supera el 1% correspondiente a la zona 1 (Figuras 5 y 6).

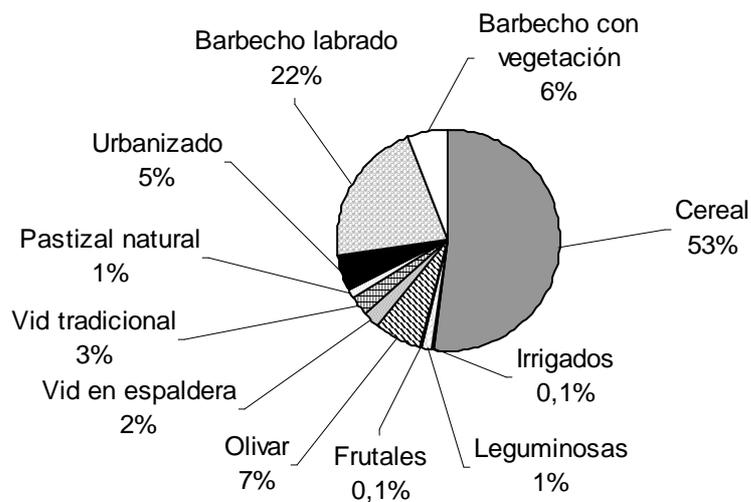


Figura 5. Porcentaje de ocupación medio de los distintos usos de suelo presentes en la Zona 1.

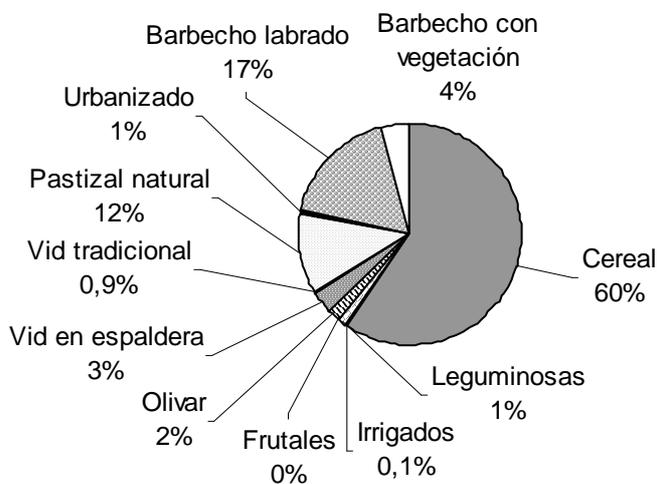


Figura 6. Porcentaje de ocupación medio de los distintos usos de suelo presentes en la Zona 2.

El análisis de la evolución de los usos de suelo desde el 2002-2011 también refleja estas diferencias y similitudes entre zonas (Figuras 7 y 8).

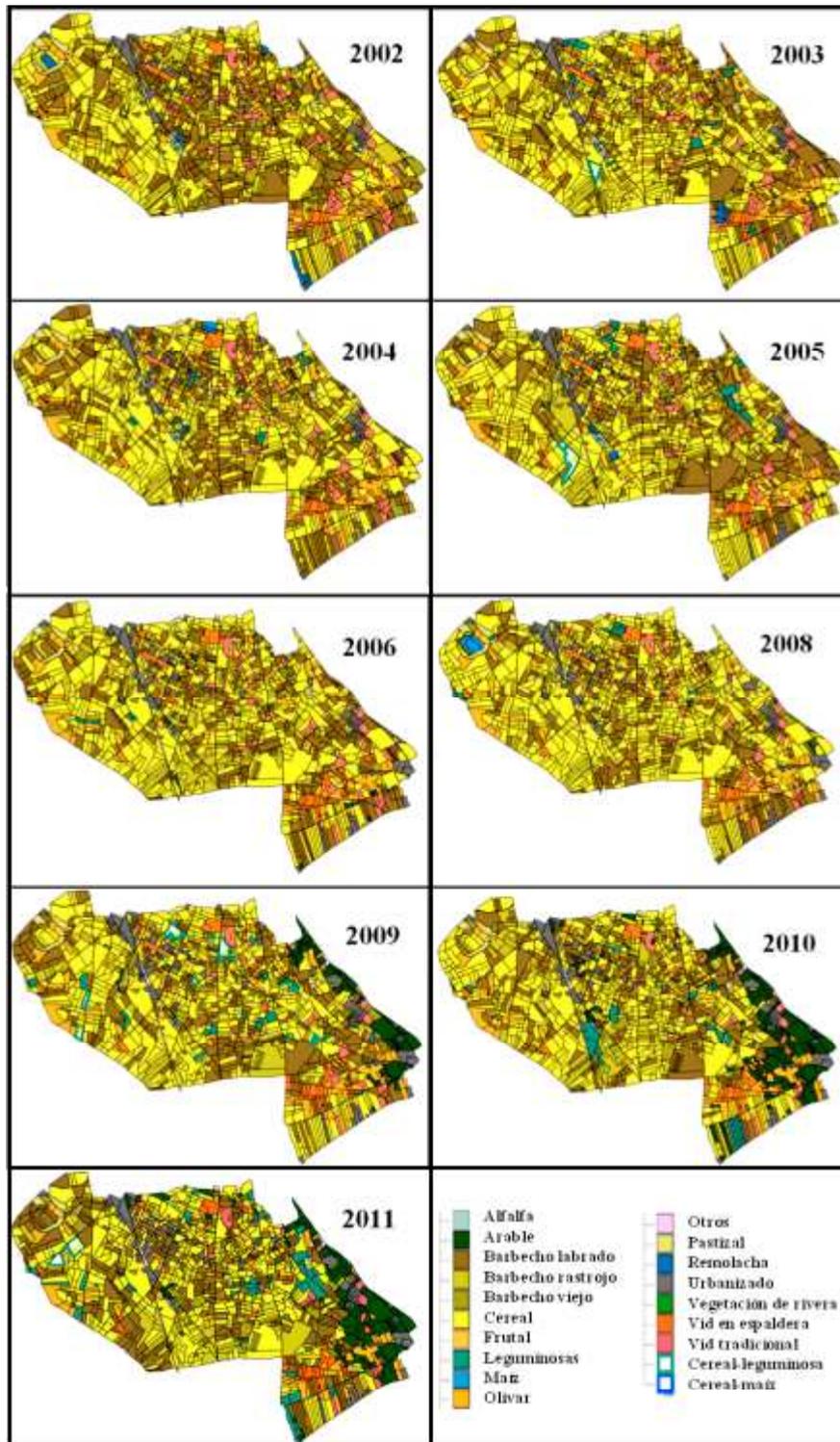


Figura 7. Mapas obtenidos en QGIS, con el uso de suelo correspondiente a cada parcela de la zona 1.

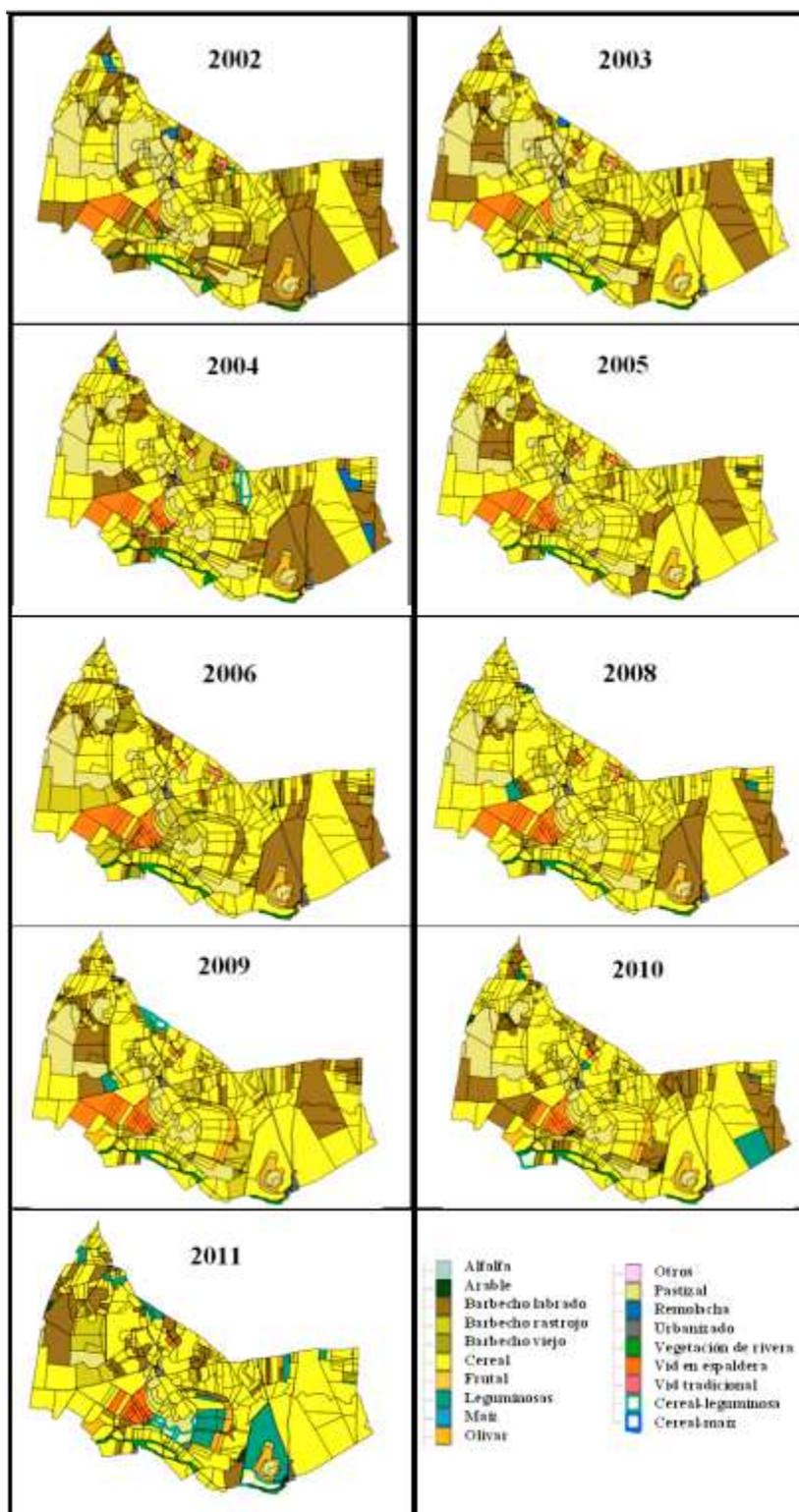


Figura 8. Mapas obtenidos en QGIS, con el uso de suelo correspondiente a cada parcela de la zona 2.

Observamos una tendencia creciente en los cultivos herbáceos como el cereal de secano y las leguminosas, estas últimas destacan por un notable incremento de 30% y 65% en la zona 1 y zona 2 respectivamente entre los años 2008-2011. Sin embargo la superficie destinada al cultivo del cereal disminuye en la zona 1 desde 2009 aproximadamente un 2% anual. (Figura 9).

Los barbechos labrados y con vegetación presentan tendencias ligeramente decrecientes en ambas zonas, aunque con ligeras diferencias. Se aprecia un descenso del 13% en la superficie de barbecho labrado en la zona 2 frente al 2% de la zona 1. En este caso cabe destacar, un descenso puntual en 2004 del 13% en la zona 1, que coincide con un descenso del barbecho con vegetación. También destaca en la zona 2 un aumento del 24% en 2006 del barbecho con vegetación (Figura 10).

En las tendencias de los cultivos leñosos es donde encontramos las mayores diferencias entre zonas. El olivar aumenta en la zona 2 de forma más acusada con un incremento del 11% desde 2002 a 2011. Este aumento de la superficie de olivar en la zona 2 contrasta con la tendencia decreciente de los viñedos, sobre todo del viñedo tradicional en ambas zonas. En la zona 1 desaparece el 11% y en la zona 2 casi desaparece por completo. El viñedo en espaldera a partir de 2003 incrementa su superficie hasta 2010, cuando se produce un descenso del 1% en la zona 1 y del 7% en la zona 2 (Figura 11).

Por último también encontramos diferencias notables en las tendencias del pastizal natural y el terreno urbanizado entre zonas. En cuanto a la superficie de pastizal natural, en la zona 1 pierde un 6% frente al 13% perdido en la zona 2 que presenta dos descensos acusados en 2004 y 2011. La superficie urbanizada en la zona 1 se incrementó un 5% desde 2002-2008, mientras que en el mismo periodo el incremento en la zona 2 es del 1% (Figura 12).

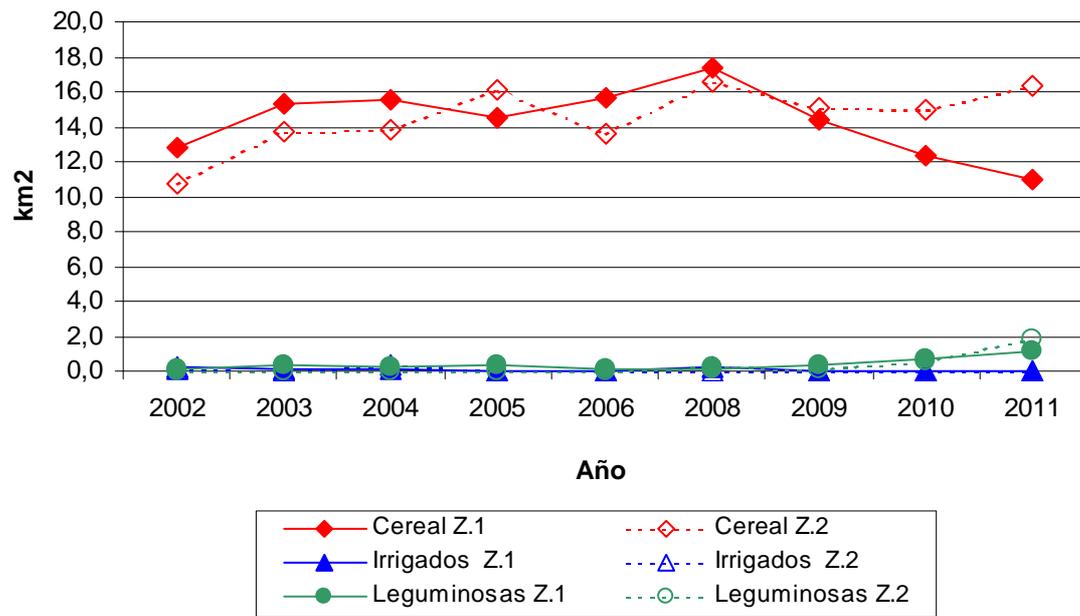


Figura 9. Evolución durante el periodo estudiado (2002-2011) de la superficie (km2) de cultivos herbáceos en la Zona 1 (Z.1) y Zona 2 (Z.2).

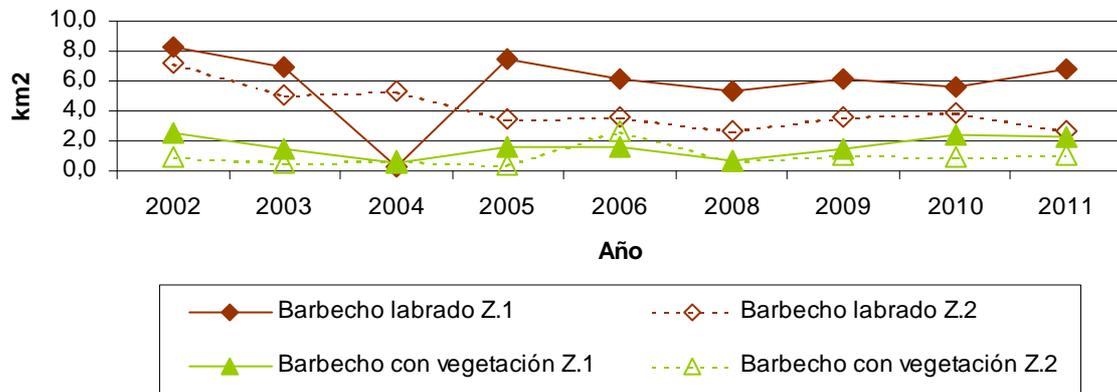


Figura 10. Evolución de la superficie de barbecho con vegetación y barbecho labrado en la Zona 1 (Z.1) y Zona 2 (Z.2).

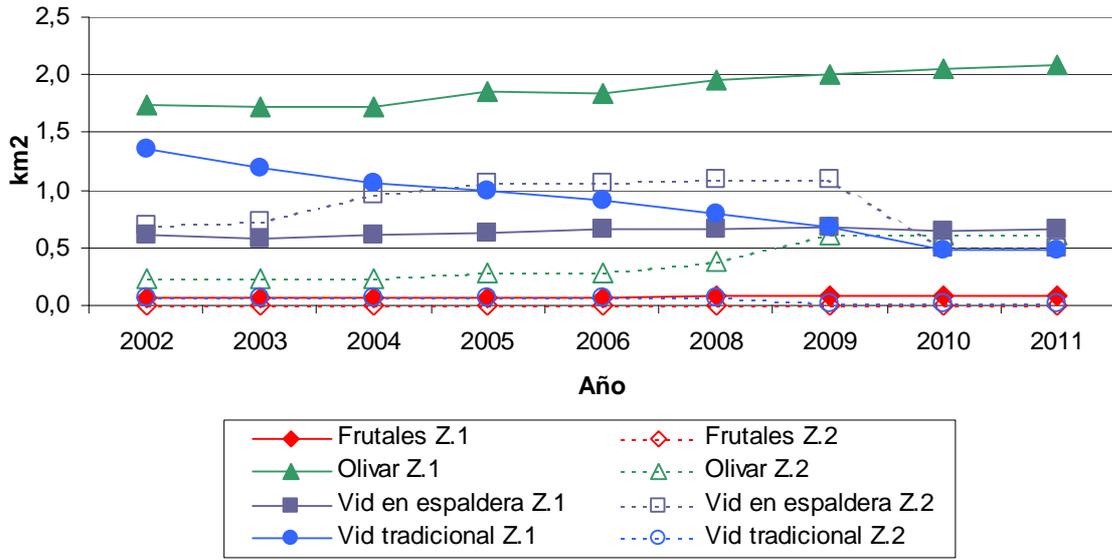


Figura 11. Evolución de la superficie de cultivos leñosos en la Zona 1 (Z.1) y Zona 2 (Z.2).

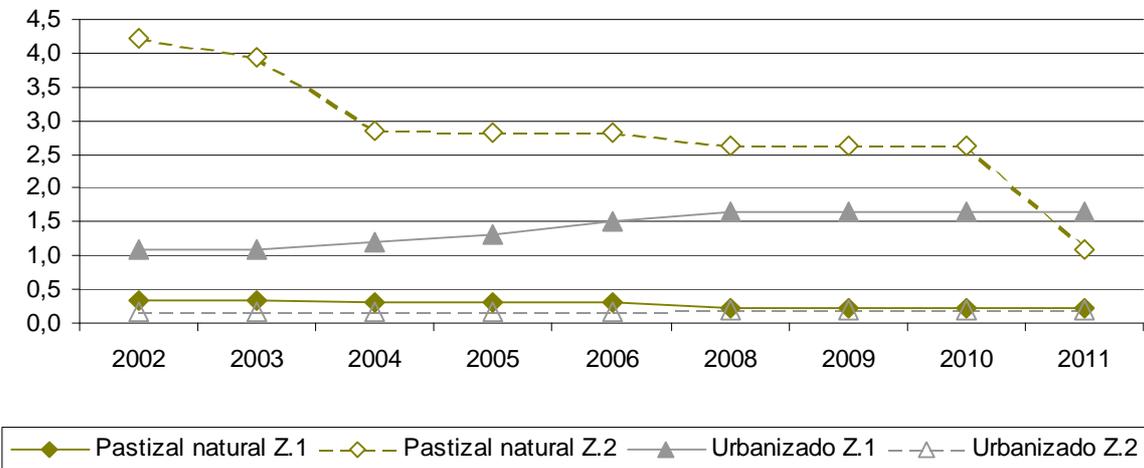


Figura 12. Evolución de la superficie de parcelas no cultivadas en la Zona 1 (Z.1) y Zona 2 (Z.2).

Evolución de las poblaciones

Con el análisis descriptivo de los datos de abundancia obtenemos información de las tendencias que han seguido las poblaciones de las especies analizadas. Observamos que el alcaraván y el sisón han tenido una tendencia similar pero opuesta en ambas zonas (Figura 13 y 14). El alcaraván ha aumentado a lo largo del periodo de estudio mostrando un incremento de 0,07 individuos por punto de censo al año, mientras que el sisón ha experimentado un descenso progresivo de su población con un ritmo de 0,18 individuos menos por punto de censo al año. Este descenso hace que en 2011 existan en la zona 1,45 individuos por puntos de censo menos que en 2002.

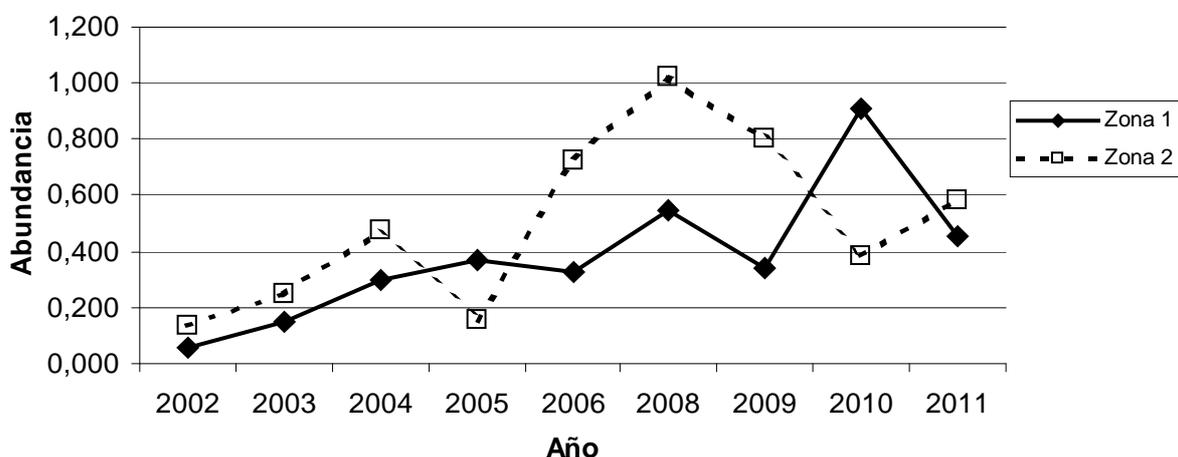


Figura 13. Evolución de la abundancia de Alcaraván.

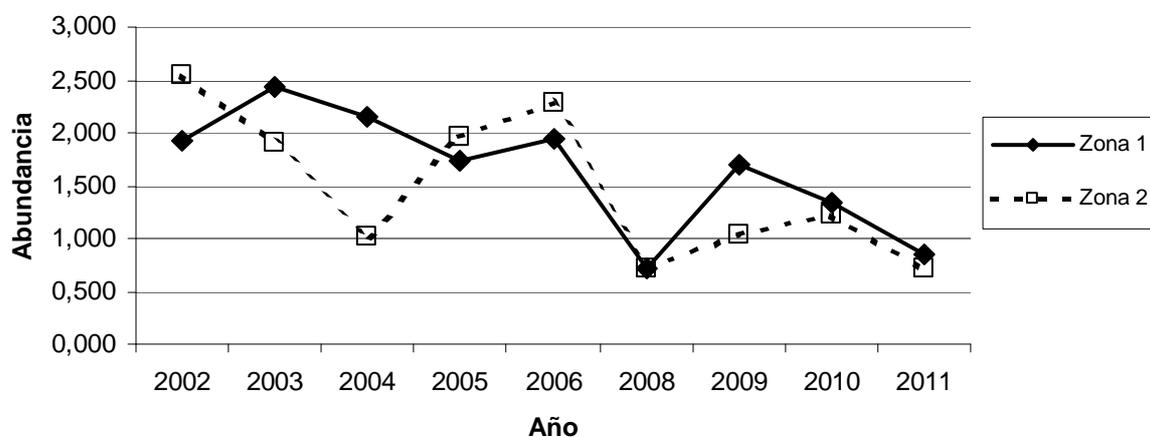


Figura 14. Evolución de la abundancia de Sisón.

Para la avutarda y la perdiz encontramos diferencias entre zonas en la tendencia de las poblaciones (Figura 15 y 16). La avutarda en la zona 2 fue más abundante en el periodo 2002–2009 (Figura 15). En 2008 comienza a descender la población en la zona 2 con un promedio de 0,29 individuos por punto de censo, que continúa hasta 2011, con una media de 0.13 individuos por punto de censo al año. Sin embargo, en la zona 1 observamos un gran aumento en 2010 de 1.04 individuos por punto de censo, situándose por encima de la abundancia en la zona 2. En 2011 la población de avutarda sigue siendo más abundante en la zona 1, pero desciende un poco con respecto al año anterior. En el caso de la perdiz sólo se observa un cambio brusco en uno de las zonas (Figura 16). En la zona 1 su abundancia se mantuvo constante desde 2002 hasta 2008. En 2009 incrementa notablemente su abundancia en 1,42 individuos por punto de censo y se mantiene después esa tendencia ascendente más ligera, mientras que en la zona 2 se mantiene constante desde 2002-2011 con un ligero incremento.

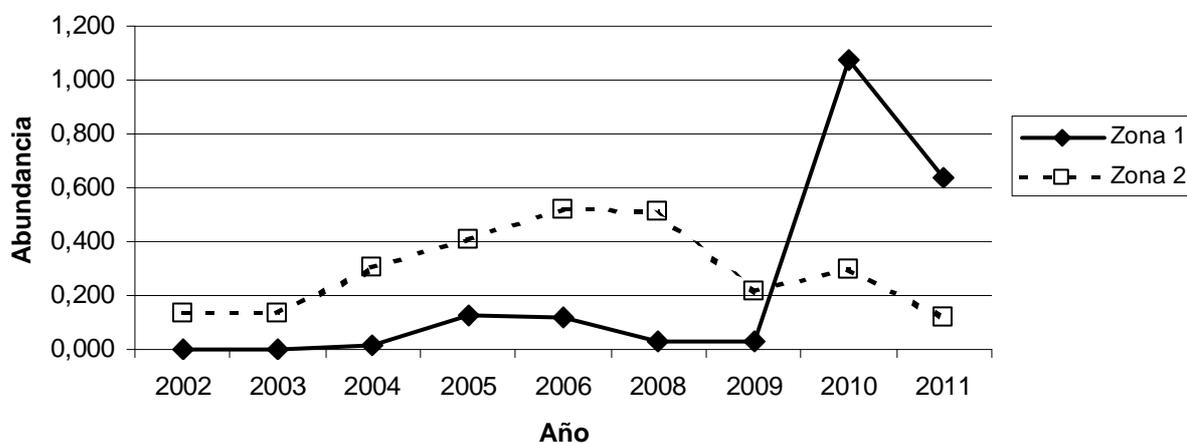


Figura 15. Evolución de la abundancia de Avutarda.

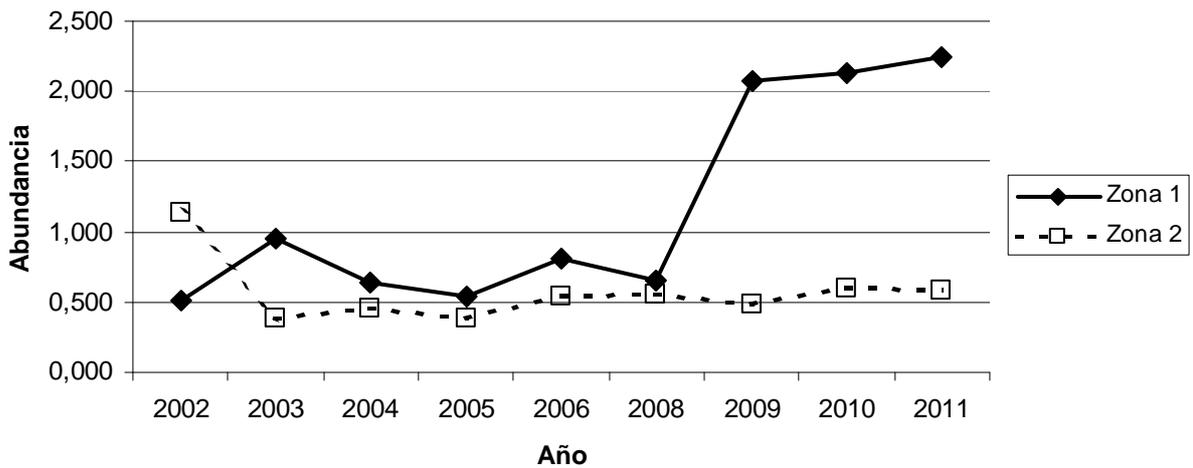


Figura 16. Evolución de la abundancia de Perdiz.

Efectos de la evolución de los usos de suelo sobre las poblaciones

El análisis de componentes principales de las variables de uso de suelo nos proporciona tres ejes principales, que juntos explican el 79,7% de la varianza (Factor 1, Factor 2 y Factor 3 que explican el 48,7%, 16,9% y 14% de la varianza, respectivamente; tabla 5).

Tabla 5. Matriz de componentes principales que resulta del PCA realizado con las variables de usos de suelo.

Uso de suelo	Componentes		
	1	2	3
Barbecho labrado	,505	,702	-,089
Barbecho con vegetación	,538	,345	<u>-,532</u>
Cereal	-,151	<u>-,744</u>	,535
Frutales	,955	-,040	,089
Irrigados	,048	,550	,564
Leguminosas	,254	<u>-,503</u>	<u>-,656</u>
Olivar	,978	-,121	,070
Pastizal	<u>-,919</u>	,314	-,076
Urbanizado	,950	-,072	,094
Vid en espaldera	<u>-,641</u>	,139	,158
Vid tradicional	,841	,061	,405

El Factor 1 representa las diferencias existentes entre la zona 1 y la zona 2 del estudio. Separa el típico paisaje de cultivo en mosaico con barbecho labrado, barbecho con vegetación, frutales, olivares, vid tradicional y algunas parcelas urbanizadas que coincide con la descripción de la zona 1, frente a una zona más próxima a la definición de un monocultivo (cereal), donde además prevalecen otros hábitats continuos, distribuidos en parcelas de gran tamaño (vid en espaldera y pastizal natural).

El Factor 2 separa parcelas con escasa o ninguna vegetación en primavera, generalmente asociado a cultivos irrigados de verano (que en primavera aún no han crecido) o a parcelas sin cultivar que permanecen en reposo hasta la próxima cosecha y que han sido labradas recientemente (barbechos labrados), frente a los cultivos herbáceos con cobertura en primavera como el cereal y las leguminosas que se cosechan a finales de primavera principios de verano.

Por último, el Factor 3 separa una agricultura más intensiva, representada por los monocultivos de cereales de secano y cultivos irrigados, de una agricultura más tradicional, basada en sistemas de rotación de cultivo con barbechos con vegetación y leguminosas que se utiliza para recuperar los suelos, alternados con cereal-barbecho o cereal-leguminosas.

Tabla 6. Resultados significativos obtenidos en el MLG realizado para comprobar el efecto en la abundancia de cada especie de los Factores 1, 2 y 3 y la Zona.

Variables	Especies											
	Avutarda (gl=18)				Perdiz (gl=18)				Sisón (gl=18)			
	F	P	B	E	F	P	B	E	F	P	B	E
Intersección	46,724	0,000	0,112	0,021	15,327	0,002	0,016	0,937	194,84	0,000	-1,010	0,758
Zona	7,054	0,004	-	-	15,969	0,002	-	-	11,373	0,006	-	-
Zona 1	-	-	-0,024	0,029	-	-	-1,570	0,002	-	-	4,995	1,481
Zona 2	-	-	0 ^a	-	-	-	0 ^a	-	-	-	0 ^a	-
Factor 1	-	-	-	-	22,345	0,000	0,302	0,161	10,817	0,006	-2,455	0,746
Factor 2	-	-	-	-	8,865	0,012	0,059	0,202	15,234	0,002	0,472	0,121
Factor 3	3,629	0,078	0,020	0,026	-	-	-	-	7,384	0,019	-0,976	0,291
Zona * Factor 1	-	-	-	-	10,553	0,007	-	-	-	-	-	-
Zona 1	-	-	-	-	-	-	1,328	0,007	-	-	-	-
Zona 2	-	-	-	-	-	-	0 ^a	-	-	-	-	-
Zona * Factor 2	-	-	-	-	16,312	0,002	-	-	-	-	-	-
Zona 1	-	-	-	-	-	-	-0,452	0,002	-	-	-	-
Zona 2	-	-	-	-	-	-	0 ^a	-	-	-	-	-
Zona * Factor 3	9,898	0,007	-	-	-	-	-	-	10,730	0,007	-	-
Zona 1	-	-	-0,101	0,032	-	-	-	-	-	-	0,889	0,271
Zona 2	-	-	0 ^a	-	-	-	-	-	-	-	0 ^a	-

a. Al parámetro se le ha asignado el valor cero porque es redundante

Los resultados del MLG para la abundancia de Alcaraván no muestran efectos significativos de ninguna de las variables independientes analizadas sobre la abundancia.

Para la Avutarda (Tabla 6) encontramos diferencias en la abundancia en relación con el factor 3, aunque esta relación varió entre zonas (según se ve por la interacción significativa), con mayor abundancia cuanto menor es el grado de intensificación en la zona 1; por el contrario, en la zona 2 no existe una marcada relación entre intensificación o abundancia, o incluso se observa una tendencia a una mayor abundancia en los años en que el paisaje está más intensificado (Figura 17).

En cuanto a la abundancia de perdiz, encontramos que ésta se ve afectada por los Factores 1 y 2, aunque esta relación no es igual en ambas zonas (Tabla 6). En relación con el Factor 1 encontramos una mayor abundancia en hábitats más heterogéneos en ambas zonas, aunque con un efecto más fuerte en la zona 1 (Figura 18). Con respecto al Factor 2, la perdiz era más abundante cuando hay más superficie de cultivos irrigados y barbechos labrados en la zona 2, mientras que esta relación no se encuentra en la zona 1 o la tendencia es ligeramente inversa (Figura 19).

Por último la abundancia de sisón (Tabla 6) también se ve afectada por los Factores 1 y 2 pero en este caso no se encuentra diferencias entre zonas. El Factor 1 relaciona una mayor abundancia de sisón en los años en que el hábitat es más heterogéneo, y el Factor 2 relaciona una mayor abundancia de sisón en años en que la superficie sin cobertura vegetal en primavera es mayor. También el Factor 3 se relaciona con la abundancia del sisón, pero este presenta variación entre zonas, asociando una mayor abundancia a una agricultura más intensiva en la zona 1 y en la zona 2 por el contrario el aumento de la abundancia lo asocia a una agricultura tradicional (Figura 20).

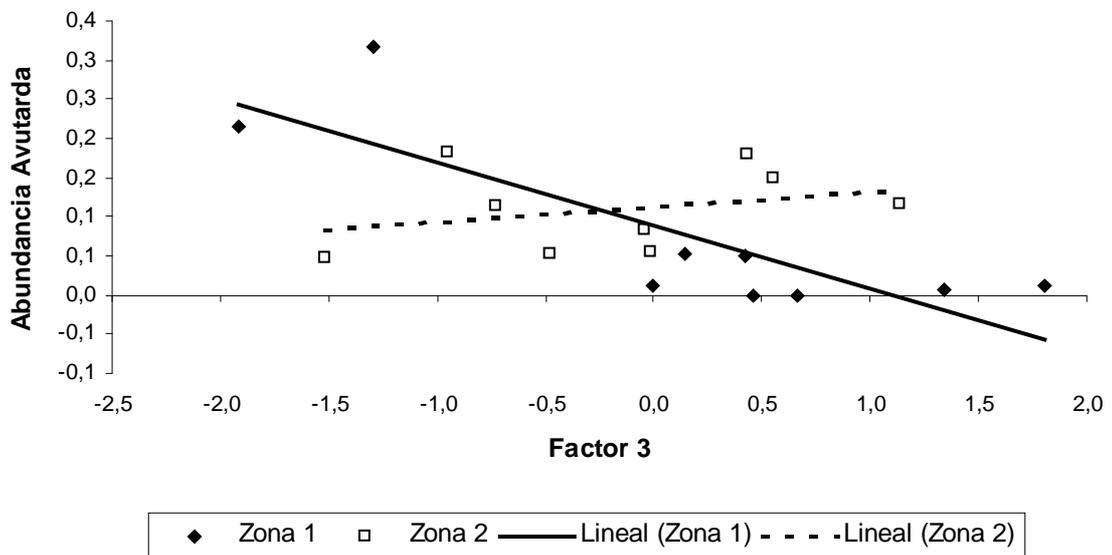


Figura 17. Relación entre la abundancia de Avutarda y la interacción del Factor 3 y la Zona.

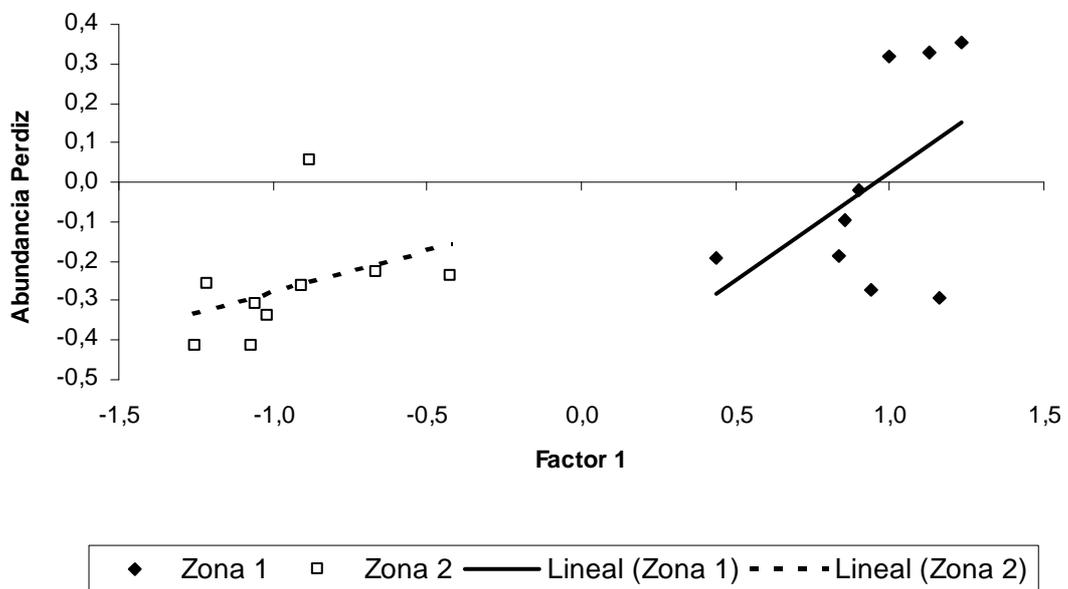


Figura 18. Relación entre la abundancia de Perdiz y la interacción del Factor 1 y la Zona.

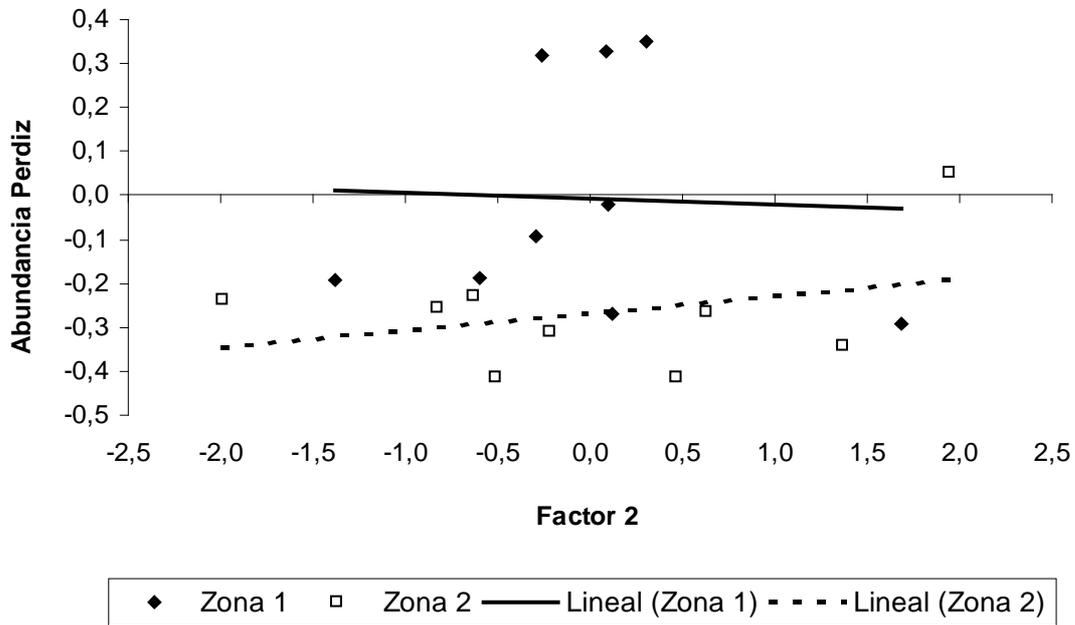


Figura 19. Relación entre la abundancia de Perdiz y la interacción del Factor 2 y la Zona.

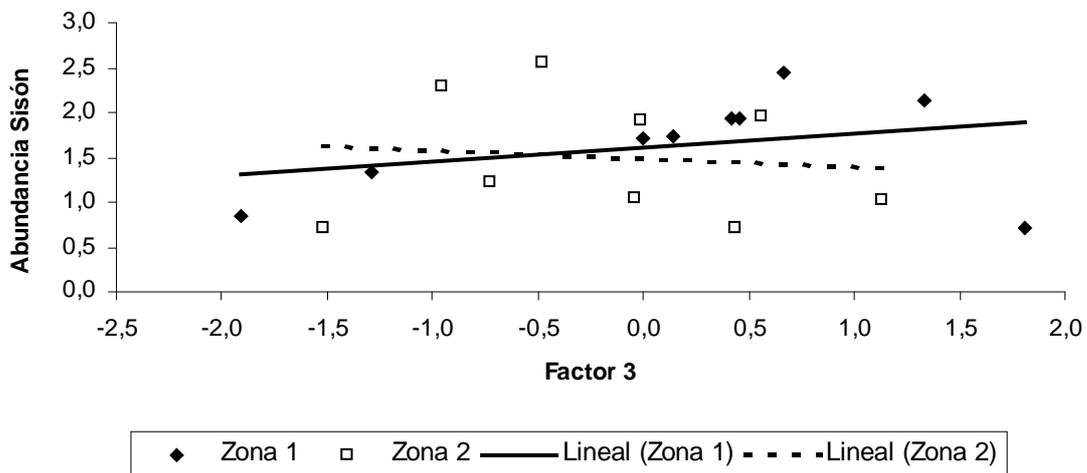


Figura 20. Relación entre la abundancia de Sisón y la interacción del Factor 3 y la Zona.

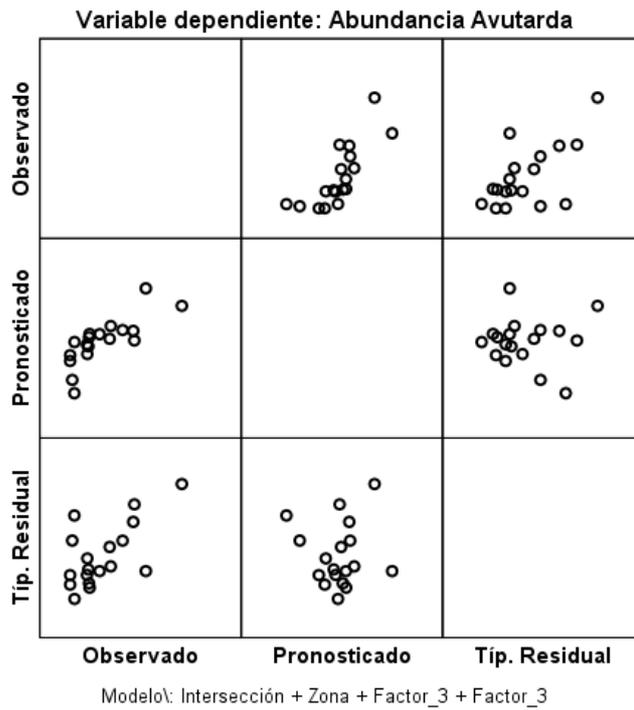


Figura 21. Distribución de los residuos para el MLG de la Avutarda.

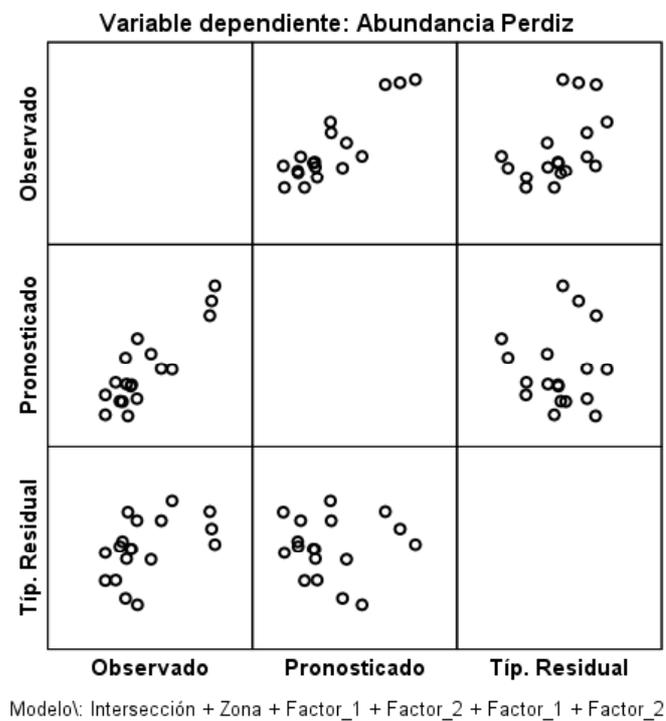


Figura 22. Distribución de los residuos para el MLG de la Perdiz.

Discusión

Evolución de los usos de suelo

Nuestros resultados muestran un proceso generalizado de intensificación de la agricultura en la zona, marcado por una disminución del pastizal natural y la sustitución del viñedo tradicional por viñedo en espaldera que aumenta la presencia del hombre en la zona y que se acompaña con un sistema de regadío. Otro indicador de la intensificación agrícola en la zona es el aumento del cultivo de cereal, que aumentó progresivamente hasta el año 2008, cuando alcanzó valores de superficie máximos en la zona a lo largo de todo el periodo de estudio, y sin embargo mínimos de barbecho con vegetación y barbecho labrado. Esto nos indica que se pasa de una práctica agrícola con rotación de cultivos cada dos o tres años a una práctica sin rotación, o con una rotación menos frecuente. No obstante, en los siguientes años se observa un ligero aumento en las superficies destinadas al barbecho con vegetación, y el aumento de la superficie destinada al cultivo de leguminosas (guisantes), lo que parece disminuir el carácter intensivo en la agricultura de los años anteriores al 2008 al aumentar la rotación de cultivos y por tanto la heterogeneidad del paisaje. Todos estos cambios pueden deberse a los cambios llevados a cabo en las políticas agrarias dentro del periodo estudiado, por ejemplo el cambio que elimina las ayudas por producción e introduce el pago único (no importa el volumen de producción ni el tipo de cultivo para cobrarlo), que se implanta en España en 2006.

El proceso de intensificación descrito anteriormente es mucho más intenso en la zona 2, ya que sufre una gran disminución del pastizal natural, que se da sobre todo en los años 2004 y 2011, y que se labra para uso agrícola. Además, el viñedo en espaldera sustituye al viñedo tradicional y a otros usos de suelo ocupando gran parte de la superficie desde el 2004 hasta el 2009. Por otro lado, que el cultivo de cereal aumente con los años refleja también la intensificación de la zona. Todo esto confiere un aspecto relativamente homogéneo al paisaje, propiciado también por el mayor tamaño de las parcelas, ya que al tratarse del mismo propietario la superficie ocupada por el mismo tipo de cultivo es mayor. En la zona 1, sin embargo, el proceso de intensificación se ve amortiguado quizá por el pequeño tamaño de sus parcelas, que le confieren un carácter más heterogéneo al tener más superficie en lindes y poder albergar distintos tipos de cultivos en una superficie menor. Hasta el año 2008 en esta zona también aumenta la

superficie cultivada de cereal y disminuye el barbecho con vegetación (probablemente por la implantación del pago único), sin embargo a partir de este año aumenta el cultivo de leguminosas y la superficie en barbecho sin labrar, propiciando la heterogeneidad en la zona. Además, encontramos una superficie mayor de viñedo tradicional, aunque decrece progresivamente con los años por sustitución con el viñedo en espaldera. Por último, la superficie de olivar aumenta ligeramente en la zona con los años. Todos estos cambios repercuten directamente en la heterogeneidad del paisaje.

Tendencias en la abundancia de las aves: Interacción con los usos de suelo

La tendencia poblacional de las especies estudiadas en la zona a lo largo del periodo estudiado fue creciente, salvo para el sisón, cuya población ha disminuido considerablemente a lo largo del periodo estudiado. Estas tendencias pueden reflejar tendencias globales a mayor escala, o responder a los cambios de uso de suelo observados en la zona de estudio, o a una combinación de ambas cosas. Discutimos caso por caso a continuación.

El Alcaraván ha aumentado su abundancia a nivel nacional (SEO/BirdLife 2012) al igual que ocurre en nuestra área de estudio, donde se observan grandes fluctuaciones en los distintos años, pero un aumento general del número de individuos. En cuanto a los requerimientos de hábitat, algunos estudios indican que el alcaraván requiere una altura determinada en la vegetación que le permita observar la presencia de depredadores mientras está en el suelo incubando los huevos (Thompson 2004). El tipo de sustrato también parece ser importante a la hora de hacer la puesta para aumentar el mimetismo, y en cuanto a su alimentación, se ve beneficiado por la existencia de pastoreo que aumenta la abundancia de coleópteros presentes en su dieta (Green et al. 2000). Basándonos en esto, podríamos esperar que la reducción de la superficie de pastizal en la zona de estudio pudiese afectarlo negativamente, o bien que el aumento de los viñedos en espaldera que le pueden facilitar el sustrato idóneo para nidificar tuviese un efecto positivo. Sin embargo, no obtuvimos resultados que relacionen su abundancia con los usos de suelo o con la diferenciación entre zonas. Los resultados, por tanto, no sugieren que la tendencia observada esté relacionada con la gestión agrícola llevada a cabo en la zona. Además, el hecho de que su tendencia en la zona siga la tendencia descrita para la población de esta especie en España, sugiere que esta especie se vea afectada sobre todo por factores a escala regional o nacional. Nuestros resultados

sugieren que el alcaraván es una especie de carácter generalista, ya que ha aumentado su abundancia por igual en las dos zonas, sin verse afectado a escala local por la evolución de los usos de suelo, lo que se corresponde con lo descrito para esta especie en otros estudios que indican por ejemplo que se adapta mejor que otras aves esteparias a los procesos de intensificación de la agricultura (De Juana et al. 2004).

No podemos decir lo mismo del sisón que presenta en la zona de estudio una tendencia decreciente, lo que también se corresponde con la tendencia descrita para las poblaciones nacionales de esta especie (SEO/BirdLife 2012). La fuerte y rápida disminución en la abundancia de sisón a lo largo del periodo estudiado fue similar en las dos zonas en las que se divide el área estudiada. Esta fuerte tendencia a nivel local en nuestra área de estudio también es similar a la apuntada por otros estudios locales (Delgado et al. 2009; Inchausti y Badenhauer 2011). Podemos pensar que el sisón no se está adaptando a las tendencias generales en los usos de suelo marcadas por una intensificación de la agricultura en tierras productivas y un abandono de tierra no productivas que incrementa zonas de vegetación cerrada. Nuestros resultados relacionan de forma positiva la abundancia del sisón y la disponibilidad de barbecho con vegetación, puesto que en el año 2006 en la zona 2 se registran los valores más altos de superficie de este uso de suelo y en el mismo año aumenta la abundancia del sisón en esta zona. De la misma forma podemos relacionar el pastizal natural, si tenemos en cuenta la disminución en 2004 experimentada por la superficie de pastizal natural en la zona 2 y su coincidencia con la disminución de la abundancia de esta especie en este año. La estructura de la vegetación y en especial la altura de las plantas herbáceas (entre 20 y 30 cm), son dos de los factores más importantes para los machos de esta especie (Martínez 2011). Los resultados del MLG relacionan una mayor abundancia con la disponibilidad de hábitats heterogéneos, lo que se explica porque el sisón selecciona los hábitats en mosaico con mayor diversidad, decantándose por zonas abiertas, llanas, con cobertura de herbáceas y con escasez de árboles y matorrales (Martínez 1994); en general, su presencia está asociada a la disponibilidad de recursos como la riqueza de plantas arvenses (Morales et al. 2013). Por tanto, el aumento de la superficie de olivar, viñedos en espaldera, cultivos irrigados y la disminución de superficie de pastizal natural y barbechos con vegetación han podido ser las principales causas de la disminución del sisón en la zona (Delgado y Moreira 2000; García et al. 2007; Delgado y Moreira 2010). Los cultivos irrigados y los viñedos en espaldera se relacionan con el aumento de presencia humana en la zona debido a los distintos cuidados que estos

necesitan. En especies sensibles y poco tolerantes a la presencia humana, estas molestias podrían afectar su distribución y comportamiento (Casas et al. 2009). La disminución de hábitats con una cobertura de vegetación adecuada influye negativamente en la reproducción, limitando su productividad por la falta de alimento, principalmente por la reducción de artrópodos (Bretagnolle et al. 2011) y disminuyendo el número de lugares idóneos para instalar el nido (Morales et al. 2013). La superficie de barbechos con vegetación y cultivos de leguminosas asociados con los ambientes agrícolas tradicionales parecen no ser suficientemente abundantes actualmente, lo que parece más evidente en la zona más intensificada (zona 2). Los barbechos con vegetación y las leguminosas se han descrito como usos de suelo seleccionados por el sisón, ya que le aportan tanto visibilidad para las hembras, como protección frente a depredadores aéreos; así, son un lugar idóneo para llevar a cabo la puesta, tanto por la cobertura vegetal como por su abundancia en nutrientes (Delgado y Moreira 2010; Martínez 2011). La disminución del barbecho con vegetación es considerada como indicador de prácticas agrícolas intensivas y, junto a la disminución del pastizal natural, se relaciona de forma directa con la disminución de la presencia de sisón. (Delgado et al. 2000; García et al. 2007). Sin embargo, nuestros resultados relacionan un aumento en la abundancia de sisón con la disponibilidad de cultivos más intensivos (cereal o cultivos irrigados) en la zona 1. Esto podría explicarse por el alto grado de heterogeneidad del paisaje, lo que se traduce en una disponibilidad mas reducida de cereal (cultivo importante para el sisón) en la zona. Por el contrario, en la zona 2 ocurre lo contrario: esta zona es muy homogénea, y la abundancia del sisón aumenta con la disponibilidad de cultivos heterogéneos tradicionales. Además, los resultados también asocian una mayor abundancia de sisón a nivel general con la disponibilidad de zonas con menos cobertura vegetal en primavera, lo que se explicaría por la necesidad de esta especie de disponer de zonas abiertas con mucha visibilidad (necesario para las paradas sexuales de los machos).

La abundancia de avutarda presenta diferencias entre zonas; en la zona 1 ha aumentado en los últimos tres años estudiados (lo que se corresponde con la tendencia registrada en la zona centro de España, SEO/BirdLife 2012), mientras que en la zona 2 ha iniciado un ligero descenso en ese mismo periodo. Esto sugiere un cambio en la distribución espacial de la especie dentro de la zona de estudio. Nuestros resultados indican que el aumento en la zona 1 a partir del 2008 podría estar relacionado con el aumento en la superficie de barbecho con vegetación y leguminosas, que observamos en

la zona desde 2008. En la zona 2 la avutarda ha disminuido en los últimos años, a pesar de tener los datos de abundancia mayores en los primeros años; esta tendencia podría ser debida en parte a las obras del aeropuerto, que aumentó la presencia humana y el abandono de tierras de cultivo (López-Jamar et al. 2011, dentro del periodo estudiado). En general, la presencia de avutarda está asociada a hábitats agrarios en mosaico situados en zonas llanas (Alonso y Palacín 2009). Su alimentación depende de la época del año. En primavera, aparte de hierbas verdes consumen abundantes artrópodos (Alonso y Palacín 2009). El nido se sitúa en una pequeña depresión en el suelo normalmente en las siembras que en esa época tienen la altura adecuada para poder evitar los depredadores (Alonso y Palacín 2009). También, se la relaciona con los barbechos por los recursos alimenticios proporcionados, con las parcelas de leguminosas y de cereal; y evitan las zonas de barbecho labrado menos ricas en artrópodos y en general los hábitats en los que no existen cultivos y las zonas con elevada presencia humana. (López-Jamar et al. 2011). Estas características ocurren en la zona 1, donde los resultados indican que la abundancia de avutarda es mayor en los años en que la disponibilidad de hábitats menos intensificados (mayor superficie de barbecho y leguminosas) es mayor. Por el contrario, en la zona 2 no se aprecia esta relación, o incluso se ve la tendencia opuesta. Aunque este último resultado es sorprendente, es importante recordar que en los últimos años las avutardas se han concentrado en la zona 1 (menos intensiva) que tiene menos presencia humana y con menor abandono del uso agrícola (López-Jamar 2011). La disminución de avutardas en la zona 2 en los últimos años podría deberse por tanto, al aumento de la presencia humana y a la baja adecuación del hábitat, no sólo por la construcción del aeropuerto si no también al aumento de la superficie de parcelas de vid en espaldera que van asociadas a mayor presencia humana.

Igual que observamos en la avutarda, la perdiz también presenta tendencias distintas entre zonas. En la zona 1 ha aumentado considerablemente sobre todo desde el 2009, siguiendo la tendencia observada en esta especie en el sur de España (SEO/BirdLife 2012), en la zona 2 observamos una tendencia estable de la población. Lo que ocurre en la zona 1 puede deberse a la evolución de los usos de suelo en esta zona,. El aumento registrado en 2009 de su abundancia en la zona 1 coincide con el aumento de la superficie de barbechos con vegetación y la disminución de la superficie de cereal, que aumentan la heterogeneidad de la zona. El MLG también indica que la heterogeneidad del hábitat en nuestro estudio se asocia de forma positiva con la

abundancia de perdiz en la zona 1, y aparece una ligera relación negativa con las parcelas sin cobertura vegetal en primavera. Esto se relaciona con la preferencia descrita en esta especie por los hábitats en mosaico por su alta heterogeneidad y abundancia de lindes, que alberguen cultivos con cobertura vegetal en la época de reproducción, necesaria para la nidificación y la obtención de alimento (Buenestado et al. 2009; Casas y Viñuela 2010). Por otro lado, la abundancia de la perdiz se ve condicionada por la intensificación de la agricultura (Borrallho 2000). En la zona 2, la agricultura es globalmente más intensiva, lo que puede explicar su menor abundancia en los últimos años. Sin embargo, no se puede descartar la influencia de otros factores como la gestión cinegética (Díaz-Fernández et al. 2013). En la zona 2 existen cotos de caza intensivos (Casas, observaciones personales), lo que puede influir directamente a la abundancia de perdiz. En esta zona, aunque la abundancia de perdiz también esta condicionada por la heterogeneidad del paisaje, existe una relación de la abundancia positiva con las zonas con menor cobertura vegetal en primavera a diferencia de lo descrito por otros estudios. Esto puede deberse a que la zona tiene alta presión cinegética y existen chozas, en parcelas no labradas, construidas por el hombre con la intención de proporcionar cobijo a esta especie de interés cinegético. Sería importante en el futuro poder evaluar simultáneamente el efecto de los usos de suelo y de la gestión cinegética para ver la importancia relativa de ambas formas de gestión en la abundancia de esta especie.

Conclusión

Los resultados confirman que la evolución de los usos de suelo afecta de forma directa a las poblaciones de las especies estudiadas (excepto el alcavarán), por lo que consideramos que las prácticas agrícolas deben regularse para conseguir que estas poblaciones no se vean afectadas. Además, estos cambios en los usos de suelo no afectan del mismo modo a todas las especies, por lo que las regulaciones sobre las prácticas agrícolas deben realizarse a nivel local y en función de las especies que se distribuyan en esa zona.

Concluimos que deben evitarse prácticas que aumenten la presencia humana en las zonas de avutardas y sisón, como por ejemplo el viñedo en espaldera o la construcción de infraestructuras como carreteras, aeropuertos, etc. Además, para favorecer al sisón debe evitarse la modificación del paisaje de zonas abiertas con

cultivos leñosos como el olivo y fomentar la rotación de cultivos para aumentar la heterogeneidad del hábitat, que también favorece a las poblaciones de perdiz.

Las medidas de pago único establecidas en la reforma de la PAC en 2003 se aplican en España a partir de 2006 y, aunque podemos advertir un ligero aumento de las buenas prácticas agrícolas, los resultados obtenidos en el estudio sugieren que no es suficiente para paliar el deterioro causado por las prácticas agrícolas. En la próxima negociación de la PAC 2014-2020 se deberían mejorar estas medidas de gestión agrícola, para que los resultados se reflejen en un aumento de la calidad del hábitat para las aves asociadas a sistemas agrarios.

Bibliografía

- Alonso, J. C., Palacín, C. (2009). Avutarda – *Otis tarda*. En: Enciclopedia Virtual de los Vertebrados Españoles. Salvador, A., Bautista, L. M. (Eds.). Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid.
- Bibby CJ, Burgess ND, Hill DA (1992) Bird Census Techniques. London: Academic Press 302 p.
- Bretagnolle, V.; Villers, A.; Denonfoux, L.; Cornulier, T.; Inchausti, P. & Badenhassner, I. 2011. Rapid recovery of a depleted population of Little Bustards *Tetrax tetrax* following provision of alfalfa through an agri-environment scheme. *Ibis* 153, 4-13
- Buenestado, F.J.; Ferreras, P.; Blanco-Aguiar, J.A.; Tortosa, F.S. & Villafuerte, R. 2009 Survival and causes of mortality among wild Red-legged Partridges *Alectoris rufa* in southern Spain: implications for conservation. *Ibis* 151, 720-730
- Butler, S. J. Vickery, J. A. and Norris, K. 2007. Farmland Biodiversity and the Footprint of Agriculture. *Science* 315 381-383
- Borralho, R.; Stoate, C. y Araújo, M. 2000. Factors affecting the distribution of Red-legged Partridges *Alectoris rufa* in an agricultural landscape of southern Portugal. *Bird Study* 47, 304-310
- Casas, F. 2008. Gestión Agraria y Cinegética: efectos sobre la perdiz roja (*Alectoris rufa*) y aves esteparias protegidas. Tesis doctoral. 2008

- Casas, F., Mougeot, F., Viñuela, J., Bretagnolle, V. (2009). Effects of hunting on the behaviour and spatial distribution of farmland birds: importance of hunting-free refuges in agricultural areas. *Animal Conservation*, 12: 346-354.
- Casas, F. y Viñuela, J. 2010. Agricultural practices or game management: which is the key to improve red-legged partridge nesting success in agricultural landscapes? *Environmental Conservation* 37 (2): 177-186. Foundation for Environmental Conservation
- Concepción, E. D. y Díaz, M. 2010. Relative effects of field- and landscape-scale intensification on farmland bird diversity in Mediterranean dry cereal croplands. *Aspects of Applied Biology* 100
- Concepción, E. D. y Díaz, M. 2011. Field, landscape and regional effects of farmland management on specialist open-land birds: Does body size matter? *Agriculture, Ecosystems and Environment* 142 303-310
- De Juana et al. 2004. Alcaraván, A. Madroño, C. González & J.C. Atienza (Eds.) 2004. Libro rojo de las Aves de España. Dirección General para la Biodiversidad-SEO/BirdLife. Madrid.
- Delgado, A. y Moreira, F. 2000. Bird assemblages of an Iberian cereal steppe. *AGRICULTURE ECOSYSTEMS & ENVIRONMENT* Volume: 78 65-76
- Delgado, M. P.; Morales M. B.; Traba, J. & García de la Morena, E. L. 2009. Determining the effects of habitat management and climate on the population trends of a declining steppe bird. *Ibis* 151, 440-451
- Delgado, A. y Moreira, F. 2010. Between-year variations in Little Bustard *Tetrax tetrax* population densities are influenced by agricultural intensification and rainfall. *Ibis* 152, 633-64
- Díaz-Fernández, S., Arroyo, B., Casas, F., Martínez-Haro, M. & Viñuela, J. 2013. Effect of game management on wild red-legged partridge abundance. *Plos One* 8(6): e66671.
- Donald, P. F.; Green, R. E. y Heath, M. F. 2001. Agricultural intensification and the collapse of Europe's farmland bird populations. The Royal Society.
- Donald, P. F.; Pisano, G.; Rayment, M.D.; et al. 2002. The Common Agricultural Policy, EU enlargement and the conservation of Europe's farmland birds. *AGRICULTURE ECOSYSTEMS & ENVIRONMENT* 89 (3) 167-182

- García, J.; Suárez-Seoane, S.; Miguél, d.; Osborne, P. E.; Zumala, C. 2007. Spatial analysis of habitat quality in a fragmented population of little bustard (*Tetrax tetrax*): Implications for conservation. *Biological conservation* 173 45-56
- Green, R. E.; Tyler, G. A. y Bowden, C. G. R. J. 2000. Habitat selection, ranging behaviour and diet of the stone curlew (*Burhinus oediconemus*) in southern England *Zool., Lond.* 250 161-183
- Green, R.E., Cornell, S.J., Scharlemann, J.P.W., Balmford, A., 2005. Farming and the fate of wild nature. *Science* 307, 550–555.
- Heat, M. 1994. Stone Curlew *Burbinus oediconemus*. En G.M.Tucker y M.F.Heath: *Birds in Europe. Their conservation status.* pp. 244-245 Bird Life International. *Birdlife Conservation Series N°.* 3. Cambridge.
- López-Jamar, J.; Casas, F.; Díaz, M. y Morales, M. B. 2011. Local differences in habitat selection by Great Bustards *Otis tarda* in changing agricultural landscapes: implications for farmland bird conservation. *Bird Conservation International* 21 328-341.
- Martín, B.; Alonso, J. C.; Martín, C. A.; et al. 2012. Influence of spatial heterogeneity and temporal variability in habitat selection: A case study on a great bustard metapopulation. *ECOLOGICAL MODELLING* 228 39-48
- Martína, B.; Alonso, J. C.; Martína, C. A.; Palacín, C.; Magaña, M.; Alonso, J. 2012. Influence of spatial heterogeneity and temporal variability in habitat selection: A case study on a great bustard metapopulation. *Ecological Modelling* 228 39-48
- Martínez, C. (1994). Habitat selection by the little bustard *Tetrax tetrax* in cultivated areas of Central Spain. *Biological Conservation*, 67: 125-128.
- Martínez, C. 2011. Sisón común – *Tetrax tetrax*. En: *Enciclopedia Virtual de los Vertebrados Españoles*. Salvador, A., Morales, M. (Eds.). Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid.
- Morales, B. M.; Guerrero, I y Oñate, J.J. 2013. Efectos de la gestión agraria en las aves de los cultivos cerealistas: un proceso multiescalar. *Ecosistemas* 22 (1) 25-29
- Nipkiw, M. 1997. *Burbinus oediconemus* Stone Curlew. En, E.J.M. Hagemeyer & M. J. Blair (Eds.):*The EBBC Atlas of European Breeding Birds: Their Distribution and Abundance*, pp.252-253 T& AD Poiser.
- Sokos, C. K.; Mamolosa, A. P.; Kalburtji, K.L. y Birtsas P. K. 2013. Farming and wildlife in Mediterranean agroecosystems. *Journal for Nature Conservation*

- Stellmes, M.; Roeder, A.; Udelhoven, T.; et al. 2013. Mapping syndromes of land change in Spain with remote sensing time series, demographic and climatic data
Source: LAND USE POLICY 30 (1) 685-702
- Thompson, S.; Hazel, A.; Bailey, N.; Bayliss, J.; Lee, J. T. 2004. Identifying potential breeding sites for the stone curlew (*Burhinus oedicanus*) in the UK. Journal for Nature Conservation 12 229-23
- Tucker, G.M. & Evans, M.I. 1997. Habitats for birds in Europe: a conservation strategy for the wider environment. Birdlife International.

Agradecimientos

En primer lugar le agradezco a mis padres su apoyo en todas las decisiones importantes que he tomado en mi vida. En especial, le agradezco a mi padre el amor que me ha inculcado por la naturaleza y a él le dedico este trabajo. A mis hermanos les agradezco ser quienes son. También le agradezco a mi marido Armando el estar siempre ahí y el intentar ayudarme en todo.

En cuanto a mis tutores del Trabajo Fin de Master, les agradezco su compromiso y su ayuda con el trabajo, así como la cantidad de conocimientos que me han aportado. Por último también agradezco el trabajo que realizaron todas las personas que colaboraron en la recogida de datos, tanto de hábitat como en los censos de aves, ya que sin su esfuerzo no hubiese sido posible hacer este estudio.

ANEXO 1.

Dña. Sonia Quilón Sánchez, con DNI 03900279-P, alumno del Máster de Investigación básica y aplicada en los recursos cinegéticos, curso 2012-2013, con el Trabajo de Fin de Máster, título: **Diez años de evolución en los usos del suelo en una ZEPA agroesteparia: ¿Cómo se refleja en su comunidad de aves?**

MANIFIESTA

Que la copia informática del TFM puede hacerse pública por los responsables del Máster en los medios académicos oportunos.

Que en caso de publicación parcial o completa del mencionado TFM reconozco la coautoría de mi director de TFM, Dra. Beatriz Arroyo López y de los siguientes investigadores (en su caso): Fabián Casas Arenas.

Ciudad Real, 5 de julio de 2013

Sr. Coordinador del Máster de Investigación Básica y Aplicada en Recursos Cinegéticos.

