EUROPEAN COMISSION

DG ENVIRONMENT

LIFE15 NAT/ES/000802

LIFE RICOTI

Conservation of the Dupont's lark (*Chersophilus duponti*) and its habitat in Soria (Spain)

Entregable 25: Caracterización de las poblaciones de alondra ricotí y sus hábitats en las ZEPAs Altos de Barahona y Páramo de Layna

Información del proyecto

Número del *Grant agreement*: LIFE15 NAT/ES/000802 LIFE RICOTÍ

Título del proyecto: Conservation of the Dupont's lark (*Chersophilus duponti*) and its habitats in Soria (Spain)

Acrónimo: LIFE RICOTÍ

Beneficiario Coordinador: Universidad Autónoma de Madrid. Grupo de Ecología Terrestre (España)

Beneficiarios Asociados: Junta de Castilla y León (España); Fundación Patrimonio Natural de Castilla y León (España); Diputación Provincial de Soria (España); Mancomunidad de Obras y Servicios de Corpes (España); Actividades, Estudios y Proyectos en el Medio Ambiente S.L AEPMA (España); Artesa Estudios Ambientales S.L. (España); Innomaker Innovación y Desarrollo S.L. (España)

Fecha de inicio del proyecto: 15/09/2016

Fecha de final de proyecto: 28/02/2021

Información del entregable

Título del entregable: Caracterización de las poblaciones de alondra ricotí y sus hábitats en las ZEPAs Altos de Barahona y Páramo de Layna

Fecha límite de entrega: 30/09/2017

Nombre de la organización del beneficiario responsable del entregable: Grupo de Ecología Terrestre de la Universidad Autónoma de Madrid (TEG-UAM)

Otros beneficiarios involucrados en este entregable: -

Autor/es: Adrián Barrero, Julia Gómez-Catasús, Inmaculada Abril, Cristian Pérez-Granados, Daniel Bustillo, Juan Traba

Participante/s:

Acciones a las que contribuye este entregable: A2

Versión: 3

Número total de páginas: 37

Título del entregable: Caracterización de las poblaciones de alondra ricotí y sus hábitats en las ZEPAs Altos de Barahona y Páramo de Layna.

Histórico del documento

Versión	Fecha	Descripción de la versión	Revisores	Fecha de aprobación	Nombre de fichero
1	30/09/2017	Entrega inicial	J. Traba		Deliverable25_v1
2	18/10/2017	Segunda versión	J. Traba		Deliverable25_v2
3	21/11/2017	Tercera versión	J. Traba	12/12/2017	Entregable 25_Caracterización de las poblaciones de alondra ricotí y sus hábitats_JT

DECLARACIÓN DE DERECHOS DE PROPIEDAD

Este documento contiene información que es propiedad del Consorcio del proyecto LIFE RICOTÍ.

Ni este documento ni la información contenida en el presente documento serán utilizados, duplicados o comunicados por cualquier medio a terceros, en su totalidad o en partes, excepto con el consentimiento previo por escrito del Beneficiario Coordinador del proyecto LIFE RICOTÍ.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN 6

BLOQUE A. CARACTERIZACIÓN DE LAS POBLACIONES DE ALONDRA RICOTÍ 7

A.1. INTRODUCCIÓN 7
A.2. MATERIAL Y MÉTODOS 7
A.3. RESULTADOS 9
A.4. DISCUSIÓN 11
A.5. REFERENCIAS 11

BLOQUE B. CARACTERIZACIÓN DEL HÁBITAT DE LA ALONDRA RICOTÍ 13

B.1. INTRODUCCIÓN 13
B.2. MATERIAL Y MÉTODOS 13
B.3. RESULTADOS 19
B.4. DISCUSIÓN 22
B.5. REFERENCIAS 23

2. CONCLUSIONES GENERALES 24

3. ANEXOS 23

Resumen

En este entregable, incluido en la Acción A2 (Estudios previos: estado de las poblaciones de aves, hábitats y artrópodos), se presentan los resultados obtenidos de la caracterización de las poblaciones de alondra ricotí y sus hábitats en las ZEPAs Altos de Barahona y Páramo de Layna.

Con un mínimo de 786 machos territoriales en 2017 para el total del área de estudio, la subpoblación de mayor tamaño poblacional fue Retortillo-Barcones-Barahona (520), seguido por Layna (192) y Alcubilla de las Peñas y Mezquetillas (74). Las densidades más elevadas se encontraron en Retortillo – Barcones – Barahona (1.04 machos/10ha), seguido por Layna (0.83 machos/10ha) y Alcubilla de las Peñas y Mezquetillas (0.80 machos/10ha).

La estructura de la vegetación mostró diferencias entre periodos, hábitats y localidades de estudio, siendo más acusadas entre localidades que entre tipos de hábitats. Asimismo, se han encontrado diferencias en la disponibilidad de alimento entre los diferentes hábitats y periodos, siendo los coprófagos un grupo importante en el periodo invernal y los artrópodos epigeos en el reproductor. Los factores que explicaron la intensidad de uso del espacio por la alondra ricotí fueron el tipo de hábitat, la presencia de herbívoros y la biomasa de artrópodos epígeos. Según estos resultados, el hábitat óptimo para la alondra ricotí está constituido por formaciones de matorral en el que la presencia de ganado modela la estructura y la altura de la vegetación, aumentando además la disponibilidad de alimento.

Summary

In this deliverable, included in Action A2 (Previous studies: bird populations, habitats and arthropods), results obtained from the characterization of the populations of Dupont's lark and its habitats in the Altos de Barahona and Páramo de Layna SPAs are presented.

With a minimum of 786 territorial males found in 2017 for the total study area, the largest subpopulations were Retortillo-Barcones-Barahona (520), Layna (192) and Alcubilla de las Peñas y Mezquetillas (74). The highest densities were found in Retortillo – Barcones – Barahona (1.04 males/10ha), Layna (0.83 males/10ha) and Alcubilla de las Peñas y Mezquetillas (0.80 males/10ha).

The structure of vegetation showed differences between periods, localities and habitats within the study area, being these differences more pronounced between localities than between habitat types. We also found differences in food availability between different habitats and periods, with coprophagous being an important group during the winter season and epigeous arthropods during the breeding one. Factors explaining the intensity of use of space by Dupont's lark were habitat type, presence of herbivorous, and biomass of epigeous arthropods. According to these results, optimal

habitat for Dupont's lark seems to be constituted by scrub formations in which the presence of cattle shapes the structure and height of vegetation, increasing food availability.

1. INTRODUCCIÓN

En este documento se presenta la caracterización de las poblaciones de alondra ricotí y sus hábitats en las ZEPAs Altos de Barahona y Páramo de Layna (Soria). Este resultado se enmarca dentro de la acción A2 "Estudios previos: estado de las poblaciones de aves, hábitats y artrópodos", cuyo principal objetivo es evaluar la situación actual de la alondra ricotí y su hábitat y establecer la situación inicial de referencia para las acciones de seguimiento D1, D2 y D3 siguiendo un diseño BACI (*Before-After-Control-Impact*).

El documento se estructura en dos bloques: a) caracterización de las poblaciones de alondra ricotí; y b) caracterización del hábitat de la alondra ricotí, además de un apartado final con las conclusiones generales.

BLOQUE A. CARACTERIZACIÓN DE LAS POBLACIONES DE ALONDRA RICOTÍ

A.1. INTRODUCCIÓN

La franja sur de la provincia de Soria constituye la zona más importante para la alondra ricotí en España. Las ZEPAs Altos de Barahona y Páramo de Layna son dos de los sectores más importantes que conforman la denominada en el II Censo Nacional población de 'Soria Sur y Altos de Alcolea del Pinar', donde se concentra entorno al 13-16% de la población española y europea (Suárez, 2010). Los últimos datos poblacionales de la alondra ricotí en sendas ZEPAs corresponden al II Censo Nacional (2004 – 2006), descrito con detalle en Suárez (2010), y a datos propios no publicados del equipo investigador (TEG-UAM). El objetivo de este bloque es actualizar los datos existentes y definir la situación actual de la especie en dos sectores clave de la principal población del continente europeo.

A.2. MATERIAL Y MÉTODOS

La metodología de censo fue la empleada en el II Censo Nacional (Garza et al., 2010). En primer lugar, a partir de la cartografía del hábitat de la alondra ricotí en las ZEPAs Altos de Barahona y Páramo de Layna (ver entregable 12), se planificaron transectos que atravesaran las manchas de hábitat potencial por su parte central. Los transectos no coincidieron exactamente con los utilizados en el II Censo Nacional. En unos casos se localizaron nuevos transectos en zonas con hábitat potencial no identificadas anteriormente y, en otros casos, se acortó su longitud para evitar falsas ausencias. La longitud media de los transectos fue de 1.8 km (0.8 km – 2.8 km).

Los censos se realizaron durante el periodo reproductor de la especie, desde principios de abril hasta mediados de junio. El comportamiento esquivo y huidizo de la alondra ricotí la convierte en una especie difícil de censar, registrándose su presencia a través del canto a primera hora de la madrugada cuando la actividad de canto es mayor. Los transectos se recorrieron a pie y se georreferenciaron mediante GPS (error ± 5 m) todas las aves detectadas, que fueron machos emitiendo cantos o reclamos. La hora de inicio se fue adelantando a medida que avanzaba la temporada (aproximadamente a las 5:00 h solares a principios de abril y en torno a las 3:00 h a mediados de junio), siendo la duración del censo variable en función de la actividad de canto de las aves (20 – 45 minutos).

A partir de los censos de alondra ricotí se creó la cartografía en formato .pdf y shape (.shp) con las observaciones de alondra ricotí georreferenciadas (entregable 24). Dado que cada transecto se recorrió una única vez, el número de observaciones de alondra ricotí se considera una estima del número mínimo de machos o de territorios.

Adicionalmente, se calculó la densidad de machos por cada 10 hectáreas de hábitat óptimo. Para ello, se obtuvo la superficie de hábitat óptimo (i.e. matorral o pastizal con pendiente inferior al 15%; Garza *et al*., 2005) a partir de la cartografía del hábitat de la alondra ricotí (ver entregable 12).

El número mínimo de machos y la densidad por cada 10 hectáreas de hábitat óptimo se obtuvo para cada localidad, subpoblación y población, entendidas como:

- **Localidad:** Todas aquellas manchas de hábitat separadas menos de 1 km se consideran pertenecientes a la misma localidad. Distancia inferior a 1 km se considera insuficiente para establecer una clara separación entre localidades, ya que los machos pueden mantenerse en contacto permanente a través del canto o de vuelos de baja duración (ver Suárez, 2010; Vögeli et al., 2010).
- **Subpoblación:** todos aquellos territorios de alondra ricotí separados menos de 5 km se consideraron pertenecientes a la misma subpoblación. Esta distancia garantiza la consideración de diferentes subpoblaciones a aquellas con baja o nula comunicación de adultos de acuerdo a la información disponible sobre movimientos (Vögeli et al., 2010; datos propios sin publicar) y de bioacústica (Laiolo, 2008).
- **Población:** todas aquellas subpoblaciones separadas menos de 20 km se consideraron pertenecientes a la misma población, de acuerdo a umbrales de diferenciación genética (Méndez et al., 2014).

Debe mencionarse que las distancias referidas se fundamentan en el conocimiento científico existente hasta la fecha de elaboración de este documento (se sugiere consultar Suárez, 2010; Laiolo, 2008; Vögeli et al., 2010; Méndez et al., 2014; García-Antón et al., 2015; Bota et al., 2016; además de datos propios sin publicar). Esto no obsta para que según se incremente la información sobre la biología y la ecología de la especie, pudiera ser necesario definir nuevos umbrales. De forma resumida, se considera que los machos adultos son residentes y muestran alta fidelidad intra e interanual a los territorios de primavera. No obstante, movimientos de machos adultos inferiores a 1 km pueden ser considerados sucesos de alta probabilidad, y de hecho la comunicación intra e intersexual a esa distancia debe ser un fenómeno común. Movimientos de machos adultos de distancias inferiores a 5km son considerados sucesos de baja-media probabilidad, mientras que movimientos de distancia 5-20 km se consideran sucesos de baja probabilidad. Movimientos de machos adultos superiores a 20 km deben ser considerados eventos muy improbables. En el caso de los jóvenes, presumiblemente la fracción dispersante de la población, se considera que los jóvenes deben recorrer distancias inferiores a 5 km con muy alta probabilidad; entre 5 y 20 km, con alta probabilidad; y entre 20 y 100 km, con baja probabilidad. Movimientos de juveniles a distancias superiores a 100 km deben ser considerados eventos de muy baja probabilidad.

A.3. RESULTADOS

El número mínimo de machos para el conjunto de las dos ZEPAs censados en 2017 fue de 786 machos, 594 (75.6%) en Altos de Barahona y 192 (24.4%) en Páramo de Layna (**Tabla 1**). Con los resultados del censo y la localización de los territorios, y siguiendo la definición de poblaciones y subpoblaciones descrita en el apartado anterior, las ZEPAS Páramo de Layna y Altos de Barahona pertenecen a una única población denominada Soria Sur y Altos de Alcolea del Pinar (**Tabla 1**). En Páramo de Layna se definió una única subpoblación denominada Layna. En Altos de Barahona se definieron dos subpoblaciones denominadas Alcubilla de las Peñas y Mezquetillas y Retortillo-Barcones-Barahona. La subpoblación con mayor número de machos fue Retortillo-Barcones-Barahona (520), seguido por Layna (192) y Alcubilla de las Peñas y Mezquetillas (74) (**Tabla 1**).

Tabla 1. Número mínimo estimado de machos por población, ZEPA, subpoblación y localidad, censados en el año 2017. Se muestra también la densidad de machos/10 ha en 2017 obtenida a partir de los números mínimos censados.

Población	ZEPAS	Subpoblación	Localidad	Número mínimo de machos 2017	Densidad de machos 2017 (machos/10 ha)
Soria Sur y Altos de Alcolea del Pinar	Altos de Barahona	Alcubilla de las Peñas y Mezquetillas	Alcubilla de las Peñas	7	0.35
			Mezquetillas	67	1.02
			Romanillos - Depósito	0	0.00
			Total Alcubilla de las Peñas y Mezquetillas	74	0.80
		Retortillo - Barcones - Barahona	Alpanseque	0	0.00
			Arenillas y la Riba de Escalote	25	0.83
			Barahona - Rello	139	1.35
			Barahona - Torrecilla	3	0.91
			Barahona - El Caballo Oeste	4	0.45
			Barcones - Marazovel	134	1.21
			Barcones - La Atalaya	4	0.47
			Barcones - La Lastrilla	1	0.10
			Barcones - Valdeliendre y Beatrias	24	0.49
			Arenillas-Las Sielvas	1	0.33
			Lumias-Los Llanillos	9	0.70
			Retortillo Los Bachos	78	1.16
			Retortillo La Lastra	98	1.04
			Total Retortillo - Barcones - Barahona	520	1.04
			TOTAL ZEPA Altos de Barahona	**594**	**1.00**
	Páramo de Layna	Layna	Layna	192	0.83
			TOTAL ZEPA Páramo de Layna	**192**	**0.83**
			TOTAL ZEPAS	786	0.96

La densidad de machos fue de 0.96 machos/10ha en 2017, superior en la ZEPA Altos de Barahona (1.00 machos/10ha) que en la ZEPA Páramo de Layna (0.83 machos/10ha). La subpoblación con mayor densidad de machos fue Retortillo – Barcones – Barahona (1.04 machos/10ha), seguido por Layna (0.83 machos/10ha) y Alcubilla de las Peñas y Mezquetillas (0.80 machos/10ha).

A.4. DISCUSIÓN

Los resultados expuestos muestran que las poblaciones de alondra ricotí de las ZEPAs Altos de Barahona y Páramo de Layna constituyen dos de los núcleos poblacionales más importantes en España y Europa (Suárez, 2010), con un mínimo de 786 machos territoriales en 2017 en su conjunto. La subpoblación de mayor tamaño poblacional fue Retortillo-Barcones-Barahona (520), seguido por Layna (192) y Alcubilla de las Peñas y Mezquetillas (74). La subpoblación de mayor densidad de machos fue Retortillo – Barcones – Barahona (1.04 machos/10ha), seguido por Layna (0.83 machos/10ha) y Alcubilla de las Peñas y Mezquetillas (0.80 machos/10ha). Tanto por su tamaño (podrían suponer alrededor del 20% del total nacional) y densidad, como por su ubicación geográfica, estas poblaciones resultan cruciales para la conservación de la alondra ricotí a escala regional y nacional.

A.5. REFERENCIAS

Bota, D., Giralt, D. & Guixé, D. (2016). *La alondra ricotí en Cataluña: evolución histórica de una población en el límite del área de distribución*. II Workshop Grupo de Expertos en la Alondra ricotí. UAM-Madrid.

García-Antón, A., Garza, V. & Traba, J. (2015). Dispersión de más de 30 km en un macho de primer año de Alondra ricotí (*Chersophilus duponti*) en el Sistema Ibérico. I Workshop Nacional de la Alondra ricotí. Estación Ornitológica de Padul, Padul, Granada.

Garza, V., Suárez, F. & Carriles, E. (2010) El censo actual: diseño y métodos de muestreo y estima de las poblaciones. *La alondra ricotí (Chersophilus duponti)* (ed F. Suárez), pp. 175–194. Dirección General para la Biodiversidad. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, Madrid, Spain.

Garza, V., Suárez, F., Herranz, J., Traba, J., García de la Morena, E.L., Morales, M.B., González, R. & Castañeda, M. (2005). Home range, territoriality and habitat selection of the endangered Dupont´s Lark (*Chersophilus duponti*). The breeding and postbreeding periods. *Ardeola,* 52: 133-146.

Laiolo, P. (2008). Characterizing the spatial structure of songbird cultures. *Ecological Applications*, 18: 1774-1780.

Méndez, M., Vögeli, M., Tella, J. L. & Godoy, J. A. (2014). Joint effects of population size and isolation on genetic erosion in fragmented populations: finding fragmentation thresholds for management. *Evolutionary applications*, 7: 506-518.

Suárez, F. (2010) *La Alondra Ricotí (Chersophilus Duponti)*. Dirección General para la Biodiversidad. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino Medio Rural y Marino, Madrid, España.

Vögeli, M., Serrano, D., Pacios, F. & Tella, J. L. (2010). The relative importance of patch habitat quality and landscape attributes on a declining steppe-bird metapopulation. *Biological Conservation*, 143: 1057-1067.

BLOQUE B. CARACTERIZACIÓN DEL HÁBITAT DE LA ALONDRA RICOTÍ

B.1. INTRODUCCIÓN

En este apartado se evalúa la importancia relativa de factores ambientales descriptores de la calidad del hábitat medidos a escala de parche de hábitat (macroescala) y de microhábitat (las características estructurales de la vegetación o el alimento percibidas realmente por el organismo) en la intensidad de uso del espacio por la alondra ricotí en las ZEPAs Altos de Barahona y Páramo de Layna, Soria. El estudio de estos procesos ecológicos permitirá elucidar los factores ambientales que determinan el uso del espacio por la especie, aspecto esencial para dirigir correctamente las estrategias de gestión.

Los objetivos concretos de este apartado son:

1) Determinar diferencias en la estructura de la vegetación y composición florística en los diferentes hábitats de la zona de estudio.

2) Determinar diferencias en la disponibilidad de alimento en los diferentes hábitats en la zona de estudio.

3) Evaluar los factores que influyen en la intensidad de uso del espacio por la alondra ricotí en el área de estudio.

B.2. MATERIAL Y MÉTODOS

<u>Área de estudio.</u>

A partir de la información procedente del II Censo Nacional (Suárez 2010) acerca de uso del espacio, se han definido 7 zonas de estudio (localidades), que recogen 4 hábitats diferentes (pinar, encinar, pastizal y matorral), dentro de las ZEPAs Altos de Barahona y Páramo de Layna (provincia de Soria). Estas zonas debían recoger un gradiente de intensidad de uso del espacio por parte de la alondra ricotí, desde la ausencia hasta la alta densidad. Los resultados de los censos realizados en la primavera de 2017 (ver Tabla 1) han corroborado este gradiente.

Las diferencias entre los hábitats de estudio y el gradiente de intensidad de uso por la alondra ricotí facilitan su comparación. Por ello, se consideraron estas zonas como sitios adecuados para estudiar si el gradiente en la intensidad de uso está relacionado con la estructura y composición florística de la vegetación y con la disponibilidad de alimento de cada zona.

Método de muestreo.

En los meses de febrero, abril, mayo, junio, julio y octubre de 2017, una vez por mes, se localizaron 115 estaciones de muestreo (57 en matorral, 20 en pastizal, 20 en pinar y 18 en encinar), distribuidas en las 7 localidades mencionadas anteriormente (Tabla 2). Las estaciones estaban separadas un mínimo de 250 metros entre sí, cuando se encontraban ubicadas en una misma zona de estudio. Las zonas de estudio a su vez estaban separadas a una distancia mínima de 2,2 km y una distancia máxima de 18 km entre zonas contiguas.

Tabla 2. Distribución del número de estaciones de muestreo por localidades y hábitats.

Localidad	Pit-falls por hábitat
Alcubilla de las Peñas	14 matorral
Mezquetillas	1 matorral - 10 pastizal - 4 pinar
Romanillos - Depósito	5 matorral
Barahona - Rello	10 matorral - 8 encinar
Alpanseque	5 matorral
Barcones - Marazovel	12 matorral - 10 pastizal - 10 pinar - 10 encinar
Layna	10 matorral + 6 pinar

Cada estación de muestreo constaba de un total de tres puntos, separados 5 m, donde se midieron variables descriptoras de la calidad del hábitat a escala de microhábitat: la estructura y composición florística de la vegetación, la disponibilidad de alimento, la abundancia de herbívoros y la intensidad del uso del espacio (obtenida de los censos) (Fig. 1).

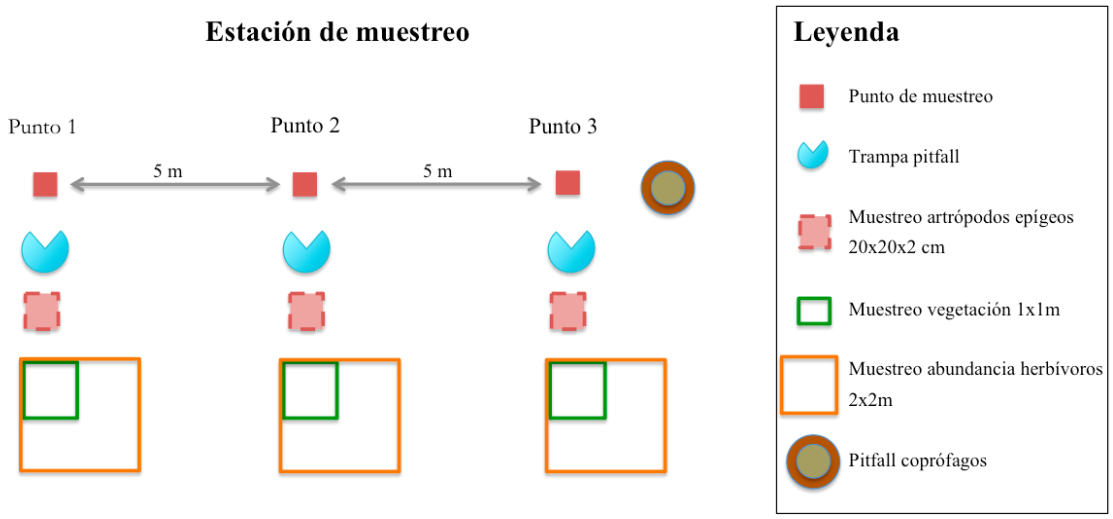

Figura 1. Esquema de la estación de muestreo

Estructura y composición florística de la vegetación.

La estructura y composición florística de la vegetación se evaluó en 1 cuadrado de 1x1m ubicado en cada uno de los tres puntos de cada estación de muestreo (Fig. 1). Para determinar la complejidad vertical de la vegetación, en cada cuadrado se anotó la altura máxima modal y la distribución vertical de los contactos de vegetación a las alturas de 0-5 cm, 5-10 cm, 10-30 cm y a más de 30 cm. Adicionalmente se midieron diversas variables descriptoras de la estructura horizontal de la vegetación: (1) cobertura total en porcentaje de vegetación, (2) cobertura de suelo desnudo, (3) cobertura de roca, (4) cobertura de matorral, (5) cobertura de herbáceas perennes, (6) cobertura de herbáceas anuales y (7) cobertura de detritus. Por último, para evaluar el papel de la composición florística se estimó la cobertura individual de las especies de leñosas presentes. En todos los casos en los análisis se ha utilizado el valor promedio entre los tres cuadrados.

Abundancia de herbívoros

Para determinar la abundancia relativa de herbívoros se llevó a cabo un muestreo indirecto de herbívoros domésticos y silvestres mediante conteo de excrementos. En cada uno de los tres puntos localizados en cada estación de muestreo se establecieron cuadrados de 2 x 2m (Fig. 1), donde se contaron e identificaron a nivel de especie los excrementos observados, utilizándose en los análisis el valor promedio entre los tres cuadrados.

Disponibilidad de alimento

Para evaluar el papel de la disponibilidad de alimento en la intensidad de uso por la alondra ricotí, se estimó la biomasa de artrópodos mediante trampas de caída de invertebrados (*pit-falls*), mangueos y trampas de coprófagos.

La biomasa de artrópodos se muestreó en 5 ocasiones, distribuidas en tres periodos con el propósito de abarcar la mayoría de la variabilidad en la comunidad de artrópodos a lo largo del ciclo anual de la alondra ricotí: febrero (periodo de invierno), abril, mayo y junio (periodo primaveral y reproductor) y julio de 2017 (periodo estival). En octubre de 2017 se ha realizado el muestreo correspondiente a otoño, aunque en este documento sólo se incluyen los datos de febrero, abril y mayo, debido a que el resto de datos de la época reproductora, estival y otoñal están siendo aún procesados en el laboratorio. Para muestrear toda la comunidad de artrópodos descrita hasta la fecha en la dieta de la alondra ricotí, se realizaron tres tipos de muestreos, dirigidos a artrópodos epígeos, hipógeos y voladores.

Muestreo de artrópodos epigeos: Se colocaron tres trampas de caída o *pit-fall* por estación de muestreo, separadas cada una de las trampas 5 metros (Fig. 1). Las trampas consistieron en vasos transparentes de plástico de 230 ml de capacidad, 7 cm de diámetro y una profundidad de 10 cm, con pequeños agujeros en la parte superior para favorecer el drenaje ante precipitaciones intensas. Los vasos de plástico se enterraron a ras del suelo protegidos por un tubo de PVC para evitar el colapso de la trampa. En cada trampa se añadieron 150 ml de solución conservante de etilenglicol con agua al 40% y una gota de jabón para disminuir la tensión superficial. En cada ocasión, las trampas permanecieron activas durante una semana. Transcurrido ese lapso de tiempo, los artrópodos capturados se traspasaron a duquesas con etanol al 70%.

Muestreo de artrópodos voladores: En el momento de recoger las trampas pit-fall y junto a cada una de ellas, se realizó un mangueo con manga entomológica en un transecto de 20 x 5 m, que incluía las tres pitfalls situadas en cada estación. Este mangueo se realizó con el objeto de recolectar posibles individuos que estuviesen en la vegetación.

El valor de biomasa (ver más abajo acerca de la forma de cálculo) por periodo de estudio y por estación de muestreo se expresó como el promedio de las trampas *pit-fall* que permanecieron activas durante el periodo de 7 días completos. El valor de biomasa total por estación de muestreo se expresó como la biomasa acumulada en los tres periodos de estudio, febrero, abril y mayo. La biomasa total y la de cada orden taxonómico fueron las variables utilizadas en los análisis realizados posteriormente.

Biomasa de larvas hipógeas

En cada uno de los tres puntos de muestreo por estación (Fig. 1) se extrajo una muestra de suelo de 20x20cm y 2 cm de profundidad, que se cribaron inmediatamente después de su recolección con una serie de tamices de luz consecutivamente menor: 1mm, 2mm y 4mm con objeto de determinar los invertebrados presentes en cada muestra de suelo. Los ejemplares o restos encontrados se identificaron hasta el nivel del orden con ayuda de claves entomológicas, calculando el valor de biomasa con las ecuaciones específicas de Hódar (1996), de igual manera que para el resto de muestras (ver más abajo).

Biomasa de artrópodos coprófagos

Debido a la importancia que se ha atribuido a los coprófagos en la dieta del aláudido (Talabante *et al*., 2015), se realizó un muestreo específico para estimar la biomasa de este grupo de artrópodos. En cada fecha y estación de muestreo (explicadas anteriormente) se localizó una trampa de caída, utilizando como cebo atrayente 200 gr de excremento fresco de oveja proporcionado por ganaderos de la zona (Fig. 2). Las trampas permanecieron activas durante 24h y los artrópodos coprófagos capturados se almacenaron en duquesas con etanol al 70%. De forma equivalente, el valor de biomasa total de coprófagos por estación de muestreo se expresó como la biomasa en el periodo invernal (febrero) y en el periodo reproductor (abril y mayo).

Figura 2. Trampa de caída utilizada en el muestreo de artrópodos coprófagos utilizando excremento de oveja como cebo atrayente.

Todas las muestras fueron identificadas en el laboratorio con ayuda de claves entomológicas hasta al menos el nivel de orden. Se midió la longitud corporal de los ejemplares excluyendo patas, antenas y otros apéndices, para obtener el valor de biomasa de artrópodos aplicando las ecuaciones específicas de Hódar (1996):

$$W = \alpha \cdot BL^b$$

donde W es la biomasa en miligramos del taxón objeto y BL es la longitud del cuerpo. Los parámetros α y b se especifican en Hódar (1996) para cada nivel taxonómico. La biomasa total, así como la obtenida para cada orden fueron las variables utilizadas en los análisis posteriores.

Intensidad de uso del espacio.

Para la determinación de la intensidad de uso del espacio por la alondra ricotí se utilizó la base de datos de observaciones obtenida a partir de los censos realizados durante la primavera (Tabla 1; ver también entregable 24). A partir de los territorios censados, se elaboró un mapa de intensidad de uso del espacio (equivalente a la probabilidad de encontrar un territorio) de alondra ricotí, estimada mediante la función de densidad Kernel para todo el área de estudio. La función o estimador de densidad Kernel se utiliza para describir la intensidad de uso del espacio, mediante una representación bidimensional de la distribución de frecuencias relativas de un patrón espacial de puntos (Worton, 1989). En nuestro caso, el patrón de puntos corresponde con las ubicaciones de los territorios de las aves (Van Winkle, 1975). La función de densidad Kernel asigna un mayor valor de probabilidad a aquellas zonas donde se acumula un mayor número de puntos, realizando un ajuste dependiente del valor asignado al parámetro de suavizado del estimador (Worton, 1989). El estimador Kernel se calculó con un factor de suavizado de 750 y tamaño de celda de 15 x 15 metros (realizado con *ArcGIS*® software, Esri).

<u>Análisis estadísticos</u>.

En primer lugar, todas las variables fueron transformadas logarítmicamente para cumplir con los requisitos de normalidad y homocedasticidad (Siegel y Morgan 1996). En segundo lugar, debido al alto grado de correlación existente entre las variables predictoras y para resumir la multidimensionalidad en un número de componentes independientes entre sí e interpretables desde el punto de vista ecológico, se realizaron sendos Análisis de Componentes Principales (ACP) para las variables relacionadas con: (1) la estructura horizontal de la vegetación; (2) la estructura vertical de la vegetación; y (3) la composición florística de la vegetación. Para el ACP de composición florística se eliminaron las especies que estuvieron presentes en menos del 10% de las muestras (i.e. en menos de 11 estaciones de muestreo), al tratarse de especies raras que introducen una alta variabilidad en los análisis y dificultan la obtención de componentes explicativos. Se empleó una matriz de covarianza cuando las unidades de medida de los predictores fueron las mismas (estructura horizontal y composición florística) y una matriz de correlación cuando fueron distintas (estructura vertical) En cada ACP se retuvieron los componentes cuyos *eigenvalues* estuvieron por encima de 1.

A continuación, con los ejes obtenidos en los ACPs se realizaron sendos Modelos Lineales Generales Multivariantes (MLGm) para determinar diferencias entre

localidades y tipos de hábitat (factores fijos) en la estructura horizontal de la vegetación, la estructura vertical de la vegetación y la composición florística de la vegetación, incluyendo los ejes de los ACP respectivos como variables respuesta.

Posteriormente, para evaluar diferencias en la abundancia de herbívoros entre hábitats y entre localidades, se realizó un MLG con el número total de excrementos de herbívoros encontrados en las estaciones de muestreo como variable respuesta, y como explicativas las anteriormente mencionadas.

Además, para determinar la existencia de diferencias en la disponibilidad de alimento entre las localidades y los hábitats estudiados se realizaron sendos MLG para: 1) la biomasa total y de los distintos órdenes de artrópodos; 2) la biomasa de artrópodos coprófagos; y 3) la biomasa de larvas hipogeas; todos ellos realizados en función de los dos factores fijos utilizados anteriormente, y en las dos épocas diferentes analizadas (periodo invernal y periodo reproductor). En todos los casos, con aquellos factores que resultaron significativos se realizó el test *a posteriori* de Bonferroni para analizar las diferencias entre los distintos niveles de los factores.

En cuanto a la biomasa de artrópodos, únicamente se incorporó a los análisis la biomasa de los taxones con una contribución promedio superior al 4% en la biomasa total registrada por estación de muestreo. Debido a la alta proporción de hormigas encontradas en las muestras, el orden *Hymenoptera* se subdividió en *Formicidae* y no *Formicidae*.

Además, se realizó un MLG para determinar si existían diferencias significativas en la intensidad de uso del espacio de la alondra ricotí (Kernel) entre hábitats y localidades (factores fijos). En todos los casos, con aquellos factores que resultaron significativos se realizó el test *a posteriori* de Bonferroni para analizar las diferencias entre los distintos niveles de los factores.

Por último, para determinar los factores que contribuyen a explicar la intensidad de uso del espacio de la alondra ricotí, se realizó un Modelo Lineal General Mixto (MLGM) con selección de modelos comparados entre sí considerando igual de plausibles aquellos con valores de $\Delta AIC<2$. Se utilizó como factor fijo el hábitat y el factor localidad como factor aleatorio, introduciendo como variables predictoras los ejes de los ACPs de estructura de vegetación y de composición florística, la biomasa de artrópodos de invierno y primavera y la abundancia de excrementos de herbívoros.

B.3. RESULTADOS

Los MLGM realizados para determinar si existen diferencias en la estructura de la vegetación (horizontal y vertical) entre localidades arrojaron resultados significativos para todos los ejes de los ACPs por localidad. Sin embargo, por hábitat sólo se encontraron diferencias significativas en los ejes 1 tanto de la estructura horizontal

como de la vertical (VegHor-1 y VegVer-1; **Anexo 5**). Estos resultados sugieren que la estructura de la vegetación es más variable entre localidades que entre tipologías de hábitat. A su vez, esto parece indicar que todos los hábitats analizados presentan valores similares de cobertura de matorral y altura de la vegetación (correspondientes a los ejes 2 de los ACP de estructura horizontal y vertical, respectivamente).

En cuanto a las diferencias en la composición florística entre las zonas de muestreo, los MLGm realizados encontraron diferencias significativas en todos los ejes por localidad. Sin embargo, en el caso del factor hábitat solo se encontraron diferencias significativas en los ejes 1, 3, 4 y 5 (**Anexo 6**). No se han detectado diferencias significativas entre hábitats en la presencia de *Genista pumila* o de *Thymus mastigophorus* entre los hábitats, lo que sugiere cierta similitud en la composición florística del matorral presente en los distintos hábitats analizados.

El MLGm realizado para evaluar diferencias en la presencia de herbívoros resultó únicamente significativo para la localidad (**Anexo 7**). Este resultado parece indicar una clara diferenciación entre las zonas que a día de hoy mantienen un aprovechamiento ganadero y las que no lo mantienen.

En cuanto a la disponibilidad de alimento se dividieron los resultados en las dos épocas el año analizadas: invierno y primavera. En invierno, el MLGu realizado para la biomasa total de artrópodos epigeos (*pit-fal*l) no mostró diferencias significativas entre hábitats (**Anexo 8**), ni entre localidades (**Anexo 9**). El MLGu realizado para los artrópodos coprófagos mostró diferencias significativas tanto entre hábitats como entre localidades. El test *a posteriori* para el hábitat indicó que, durante el periodo invernal, hay una mayor disponibilidad de coprófagos en el encinar y en el pinar, sin diferencias entre estos dos hábitats, pero sí con el matorral o en pastizal **(Anexo 8)**. Esto parece señalar la idoneidad actual de estos hábitats de cara a una posible restauración de hábitat. El test *a posteriori* para la localidad mostró que Barcones - Marazovel fue la localidad con mayor disponibilidad de alimento en forma de artrópodos coprófagos, existiendo diferencias significativas con todas las localidades salvo con Romanillos - Depósito (**Anexo 9**). Por último, el MLGu para la biomasa de artrópodos hipógeos en el periodo invernal no mostró diferencias significativas entre hábitats (**Anexo 8**), ni entre localidades (**Anexo 9**).

En el periodo reproductor, el MLGu realizado para la biomasa total de artrópodos epigeos (*pit-fall*), no mostró diferencias significativas entre hábitats (**Anexo 8**), pero sí entre localidades (**Anexo 9**). El test *a posteriori* para la localidad indicó que en Barcones hubo mayor disponibilidad de alimento en el periodo reproductor que en el resto de localidades, siendo estas diferencias significativas con Alcubilla de las Peñas, Layna y Mezquetillas (**Anexo 9**). El MLGu realizado para los coprófagos del periodo reproductor no mostró diferencias significativas entre hábitats (**Anexo 8**), pero sí entre localidades (**Anexo 9**). El test *a posteriori* para las localidades mostró diferencias significativas sólo entre Barcones - Marazovel y Alcubilla de las Peñas, siendo de nuevo

Barcones - Marazovel la localidad que presentó una mayor biomasa total de artrópodos coprófagos (**Anexo 9**). Por último, el MLGu para la biomasa de artrópodos hipógeos de este periodo no mostró diferencias significativas entre hábitats (**Anexo 8**), ni entre localidades (**Anexo 9**).

El MLGM realizado para determinar diferencias en la intensidad de uso del espacio de la alondra ricotí fue muy explicativo (78,3% de la varianza). Los factores que explicaron la intensidad de uso del espacio por la alondra ricotí fueron, de manera positiva, el tipo de hábitat, la biomasa de artrópodos epígeos en el periodo reproductor y la abundancia de excrementos de herbívoros (**Anexo 10**). El modelo con menor AIC (-948.1) mostró diferencias significativas entre los cuatro tipos de hábitats, siendo el matorral el que presentó valores más altos de intensidad de uso del espacio (Fig. 3) (**Anexo 8, Anexo 10**). Por lo tanto, la intensidad de uso del espacio se incrementa en el matorral, y también a medida que aumenta la biomasa de artrópodos epigeos (Fig. 4) y la abundancia de excrementos de herbívoros (Fig. 5).

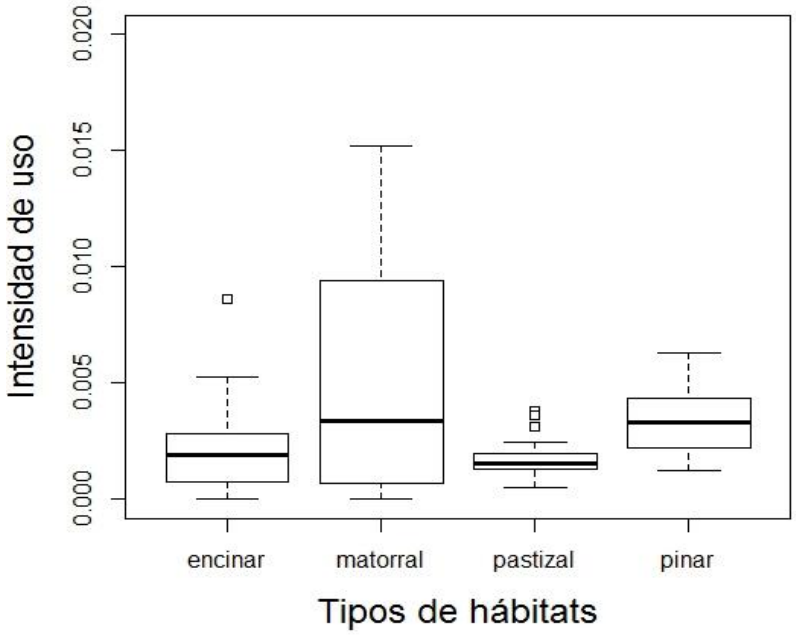

Figura 3. Intensidad de uso del espacio (Kernel) de la alondra ricotí en función de los diferentes tipos de hábitats de la zona de estudio.

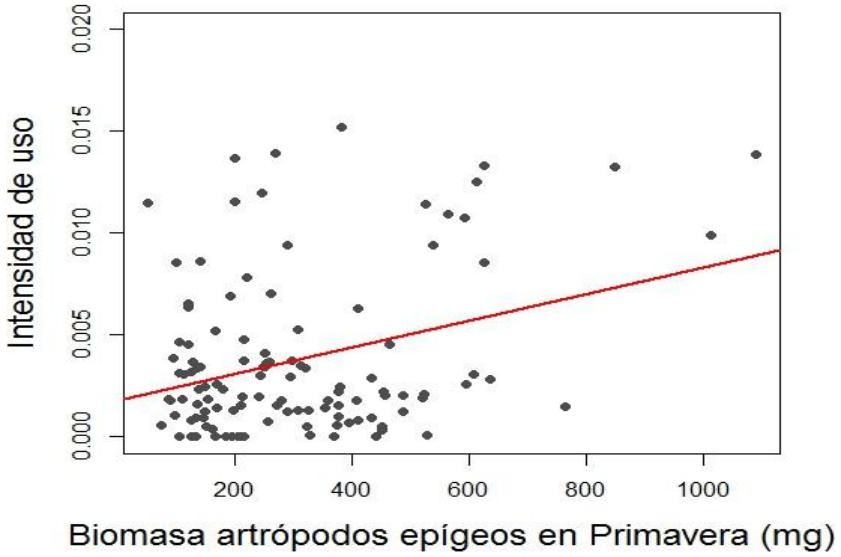

Figura 4. Distribución de la abundancia de alimento (biomasa de artrópodos epigeos) en función de la intensidad de uso del espacio (Kernel) de la alondra ricotí.

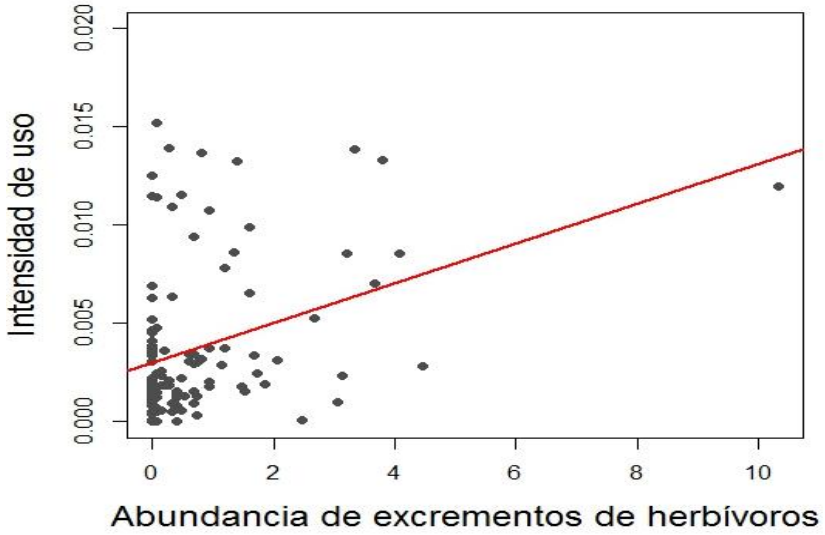

Figura 5. Distribución de la presencia de herbívoros (excrementos) en función de la intensidad de uso del espacio (Kernel) de la alondra ricotí.

B.4. DISCUSIÓN

Los resultados muestran que existen diferencias en la vegetación de la zona de estudio, siendo éstas más patentes entre localidades que entre los tipos de hábitats. Más allá de las diferencias obvias referidas a la especie dominante fisonómicamente

(pinar, encinar, matorral, pastizal), los resultados sugieren que existe una composición florística subyacente a la especie dominante similar en los diferentes hábitats, formada por una matriz básica de matorral. Hay que tener en cuenta que el análisis del microhábitat no tienen en cuenta a las especies mayoritarias mencionadas como son la encina (*Quercus ilex*) en el encinar o el pino (*Pinus sp*.) en el pinar, y que sin embargo son fuertes limitantes a la presencia de alondra ricotí (Suárez, 2010). Sin embargo, estos resultados permiten identificar la similitud que presentan estos hábitats a microescala, tanto en composición florística como en estructura de la vegetación, lo que puede ser muy útil de cara a una posible restauración hacia un hábitat óptimo para la alondra ricotí.

La abundancia de herbívoros difirió entre localidades en un entorno donde la carga ganadera está en decadencia (Entregable 17). Esto podría deberse a diferencias en la carga ganadera entre localidades y al uso de los terrenos para pastos, lo que podría estar influyendo finalmente en la estructura de la vegetación y en la presencia de artrópodos coprófagos, es decir, hábitat y alimento para la alondra ricotí.

Además, también aparecen reflejadas diferencias en la disponibilidad de alimento entre los diferentes hábitats. En el periodo invernal únicamente se han encontrado diferencias en la presencia de artrópodos coprófagos, con una mayor presencia en el encinar y pinar de Barcones - Marazovel. Esta zona podría ser utilizada durante el invierno por el ganado, encontrando refugio ante las bajas temperaturas o las precipitaciones bajo el arbolado. En el periodo reproductor, esta diferencia aparece también en los artrópodos epígeos, dando como resultado una mayor presencia de artrópodos y por lo tanto de alimento en Barcones - Marazovel, que es la localidad donde más disponibilidad de alimento aparece durante todo el año.

Por último, los factores que explican la intensidad de uso del espacio de la alondra ricotí serían el tipo de hábitat, la presencia de herbívoros y la biomasa de artrópodos epígeos. Este resultado sugiere que un hábitat formado por matorral, donde haya presencia de ganado que controle la estructura y la altura de la vegetación, y contribuya a proporcionar mayor alimento en forma de artrópodos estaría definiendo el hábitat óptimo para la alondra ricotí.

B.5. REFERENCIAS

Hódar, J.A. (1996). The use of regression equations for estimation of arthropod biomass in ecological studies. *Acta oecologica*, 17(5), 421-433.

Siegel, A. F. y Morgan, C. J. 1996. *Statistics and data analysis, 2nd edn*. Wiley. New York.

Suárez, F. (2010) *La Alondra Ricotí (Chersophilus Duponti)*. Dirección General para la Biodiversidad. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino Medio Rural y Marino, Madrid, España.

Van Winkle, W. (1975). Comparison of several probabilistic home-range models. *The Journal of Wildlife Management*, 118-123.

Worton, B.J. (1989). Kernel Methods for Estimating the Utilization Distribution in Home-Range Studies. *Ecology* 70: 164-168.

2. CONCLUSIONES GENERALES

En este documento se presenta la caracterización de las poblaciones de alondra ricotí y sus hábitats en las ZEPAs Altos de Barahona y Páramo de Layna (Soria). Ambas ZEPAs constituyen uno de los núcleos poblacionales más importantes en España y Europa (Suárez, 2010), y resultan cruciales para la conservación de la alondra ricotí a escala regional y nacional.

La situación de las poblaciones de alondra ricotí es de un número mínimo de 786 machos territoriales en 2017. La subpoblación de mayor tamaño poblacional fue Retortillo-Barcones-Barahona (520), seguido por Layna (192) y Alcubilla de las Peñas y Mezquetillas (74). La subpoblación de mayor densidad de machos fue Retortillo – Barcones – Barahona (1.04 machos/10ha), seguido por Layna (0.83 machos/10ha) y Alcubilla de las Peñas y Mezquetillas (0.80 machos/10ha).

La estructura de la vegetación muestra diferencias en la zona de estudio, siendo más patentes entre localidades que entre tipos de hábitats, permitiendo identificar la similitud que presentan estos hábitats a microescala, tanto en composición florística como en estructura de la vegetación, lo que puede ser muy útil de cara a una posible restauración hacia un hábitat óptimo para la alondra ricotí. También se han encontrado diferencias en la disponibilidad de alimento en los diferentes hábitats y en distintos periodos, siendo los coprófagos un factor importante en el periodo invernal y los artrópodos epigeos un factor importante en el periodo reproductor. Los factores que explican la intensidad de uso del espacio de la alondra ricotí son el tipo de hábitat, la presencia de herbívoros y la biomasa de artrópodos epígeos. Este resultado sugiere que un hábitat formado por matorral, donde haya presencia de ganado que controle la estructura y la altura de la vegetación, y contribuya a proporcionar mayor alimento en forma de artrópodos estaría definiendo el hábitat óptimo para la alondra ricotí.

Estos resultados son de gran relevancia para la identificación de zonas prioritarias de actuación (A6), para desarrollar correctamente las acciones de conservación dirigidas a la restauración y mejora de los hábitats (C1 y C4), así como para establecer la situación inicial de referencia para las acciones de seguimiento D1, D2 y D3.

3. ANEXOS

Anexo 1. Resultados Análisis de Componentes Principales.

El ACP para las variables descriptoras de la **estructura horizontal** de la vegetación extrajo 2 componentes que explicaron el 72,3% de la varianza en conjunto (**Anexo 2**), el primer componente explicó el 39,16% de la varianza, y el segundo un 33,14%. El primer eje (VegHor-1) se relacionó positivamente con la cobertura total matorral (**Anexo 2**). El segundo eje (VegHor-2) se relacionó negativamente con la cobertura total de vegetación y positivamente con la cobertura de suelo desnudo.

En cuanto a la **estructura vertical** de la vegetación, el ACP extrajo dos componentes que en conjunto explicaron el 68,65% de la varianza total, el primer componente explicó un 44,96% y el segundo un 23,69% (**Anexo 3**). El componente o eje 1 (VegVer-1) se relacionó positivamente con el número de contactos de 5 a 10cm, así como con el número de contactos de 10 a 30cm y con la altura máxima modal. El componente 2 (VegVer-2) se relacionó positivamente con el número de contactos de 0 a 5cm y con los contactos por encima de 30cm (**Anexo 3**).

El ACP para la **composición florística** extrajo 6 ejes que explicaron el 73,2% de la varianza: 19,18%, 17,20%, 13,00%, 9,22%, 7,77% y 6,84% respectivamente (**Anexo 4**). El primer eje (Comp-1) se relacionó positivamente con la cobertura de *Thymus vulgaris* y negativamente con la cobertura de *Satureja intricata* y *Festuca hystrix*. El segundo eje (Comp-2) se relacionó positivamente con la cobertura de *Genista pumila*. El tercer eje (Comp-3) se relacionó negativamente con la cobertura total de *Salvia lavandulifolia*. El cuarto eje (Comp-4) se relacionó positivamente con la cobertura de *Stipa clausa*. El quinto eje (Comp-5) se relacionó negativamente con la cobertura de *Aegilops neglecta*. El sexto eje (Comp-6) se relacionó positivamente con la cobertura total de *Thymus mastigophorus* (**Anexo 4**).

Anexo 2. Resultados del Análisis de Componentes Principales construido para las variables descriptoras de la estructura horizontal de la vegetación. Se resaltan en negrita aquellas variables con mayor correlación con los Componentes Principales extraídos.

Variable	VegHor-1	VegHor-2
Cobertura total (%)	,532	**,784**
Cobertura de suelo desnudo	-,256	**-,843**
Cobertura de roca	-,206	-,049
Cobertura de matorral	**,986**	-,142
Cobertura de herbáceas perennes	-,464	,677
Cobertura herbáceas anuales	-,342	,407
Cobertura de detritos	,028	-,125
Cobertura musgo	-,255	,387
Varianza explicada	39,162%	33,141%
Varianza explicada acumulada	39,162%	72,303%

Anexo 3. Resultados del Análisis de Componentes Principales construido para las variables descriptoras de la estructura vertical de la vegetación. Se resaltan en negrita aquellas variables con mayor correlación con los Componentes Principales extraídos.

Variable	VegVer-1	VegVer-2
Contactos a menos de 5 cm	-,176	**,756**
Contactos de 5 a 10 cm	**,820**	,128
Contactos de 10 a 30 cm	**,838**	-,019
Contactos a más de 30 cm	,075	**,771**
Altura media máxima modal (cm)	**,915**	-,015
Varianza explicada	44,96%	23,69%
Varianza explicada acumulada	44,96%	68,65%

Anexo 4. Resultados del Análisis de Componentes Principales construido para las variables descriptoras de la composición florística. Se resaltan en negrita aquellas variables con mayor correlación con los Componentes Principales extraídos.

Variable	Comp-1	Comp-2	Comp-3	Comp-4	Comp-5	Comp-6
Achillea_odorata	,267	-,126	,011	-,045	,101	-,011
Aegilops_neglecta	,406	-,233	,164	,344	**-,755**	-,210
Allium_sphaerocephalon	-,019	,397	-,006	,044	,023	-,019
Alyssum_alyssoides	,030	,161	-,063	,136	,094	,101
Androsace_maxima	,027	,164	-,005	,097	,008	,096
Anthyllis_vulneraria	,078	,241	,064	-,027	,081	,156
Aphyllanthes_monspeliensis	-,274	,022	-,160	,028	-,005	-,201
Arenaria_leptoclados	,183	,099	,061	-,061	,136	-,067
Arenaria_obtusiflora	-,110	,176	,159	-,017	,037	-,118
Argyrolobium_zanonii	-,121	-,054	-,079	-,069	-,051	,063
Asperula_aristata	-,405	-,168	-,083	-,240	-,181	,203
Asterolinon_linum-stellatum	-,245	,004	,108	,097	,079	-,081
Avenula_bromoides	,115	,031	,122	-,194	-,051	-,004
Bombycilaena_erecta	,184	,006	-,080	,204	,167	,064
Brachypodium_distachyon	,052	-,185	-,028	,169	-,295	-,017
Bromus_erectus	-,185	,182	-,087	-,142	,015	-,072
Bromus_squarrosus	,266	-,119	,019	,035	,205	-,070
Bufonia_tenuifolia	,088	-,055	-,192	-,050	,080	-,046
Bupleurum_baldense	,056	,096	-,041	,192	,006	-,009
Carduncellus_monspelliensium	,202	-,002	,053	-,080	,075	,063
Carduus_nigrescens	,167	,052	-,009	-,004	,140	,024
Cerastium_pumilum	,013	,363	,125	-,027	,098	-,076
Convolvulus_lineatus	,183	,080	,029	,213	,027	,075

Crepis_vesicaria	,238	,147	-,086	,042	,163	,216
Crucianella_angustifolia	,178	-,238	,006	,216	-,296	-,156
Crupina_vulgaris	,177	,262	-,069	,142	,073	,150
Cuscuta_epithymum	-,255	-,150	,076	-,002	,054	-,126
Dianthus_pungens	,135	,049	-,006	,088	,121	,151
Echinaria_capitata	,389	-,073	-,015	,134	,184	,046
Erodium_cicutarium	,289	,050	,047	,037	,129	-,015
Eryngium_campestre	,191	-,058	-,014	-,028	-,037	,086
Euphorbia_nicaeensis	,032	-,122	-,025	-,206	,006	,119
Euphorbia_sulcata	-,043	,056	-,025	,150	,087	,040
Festuca_marginata	,208	-,093	,005	-,057	,257	-,091
Festuca_hystrix	**-,633**	-,173	-,004	,045	-,029	-,154
Fumana_procumbens	-,386	-,124	-,023	-,120	-,155	,196
Galium_parisiense	,137	-,180	,166	-,039	,072	-,010
Genista_pumila	,074	**,904**	,226	-,255	-,118	-,184
Genista_scorpius	-,207	-,327	,181	-,388	,041	,243
Helianthemum_apenninum	,059	-,101	-,014	-,046	-,263	-,086
Helianthemum_cinereum	-,208	-,236	,030	-,035	-,150	,162
Helianthemum_hirtum	,078	-,018	-,012	,055	,094	,119
Helianthemum_salicifolium	,263	,033	,077	,147	,177	,029
Hornungia_petraea	-,036	,080	-,022	-,085	-,001	-,034
Koeleria_vallesiana	,133	-,102	-,168	,122	,149	,008
Lavandula_latifolia	-,114	-,231	-,124	-,524	,003	,152
Linaria_simplex	,128	,203	,015	-,007	,055	,025
Macrosyringion_longiflorum	-,291	-,072	-,046	-,293	-,050	-,001
Marrubium_supinum	,091	,246	-,050	,058	,086	,004
Medicago_minima	,386	-,021	,023	,216	,098	,031
Medicago_sativa	,311	-,121	,043	,027	,124	,034

Micropyrum_tenellum	,331	-,048	,004	,163	,177	,048
Neatostema_apulum	,066	-,086	,142	,283	-,406	-,017
Ononis_minutissima	-,148	-,100	-,109	-,193	,042	,048
Petrorhagia_prolifera	,257	,228	,034	-,012	,079	-,064
Phlomis_lychnitis	,496	,017	,034	,164	,067	,155
Pilosella_tardans	,006	-,233	,117	-,443	-,116	,397
Poa_ligulata	,093	,044	,066	-,080	,017	-,066
Polygala_monspeliaca	,237	-,111	,062	,130	-,145	,181
Potentilla_neumanniana	-,155	-,014	,051	-,182	-,174	,399
Rhaponticum_coniferum	,037	,100	,046	-,067	,048	,104
Salvia_lavandulifolia	-,375	-,093	**-,800**	-,086	-,095	-,377
Sanguisorba_verrucosa	,220	,072	,025	,139	-,363	,007
Satureja_intricata	**-,696**	-,141	,549	,285	,149	-,230
Scandix_australis	,402	-,054	-,010	,300	-,042	,132
Sedum_sediforme	,054	,304	,072	-,108	,034	-,070
Senecio_minutus	,363	-,112	,043	,115	,143	-,029
Seseli_montanum	,086	-,058	,030	-,040	,014	-,031
Sideritis_hirsuta	,122	,091	-,097	,195	,058	,132
Silene_legionensis	,076	,037	-,015	,101	,075	,063
Stipa_clausa	,106	,495	-,316	**,593**	,102	,369
Teucrium_chamaedrys	-,021	,014	-,005	-,092	-,094	,013
Teucrium_expansum	-,296	-,070	-,253	,061	-,077	-,081
Thrincia_hispida	,326	,020	,082	,213	,094	,020
Thymus_mastigophorus	-,487	-,189	,145	-,312	-,433	**,517**
Thymus_vulgaris	-,062	,008	,153	-,350	,003	,129
Thymus_zygis	**,743**	-,383	,189	-,169	,189	-,139
Velezia_rigida	,377	-,064	,005	,223	,040	,080
Xeranthemum_inapertum	,397	-,027	,029	,238	,157	,059

Varianza explicada	19,18%	17,20%	13,00%	9,22%	7,77%	6,84%
Varianza acumulada	19,18%	36,37%	49,38%	58,6%	66,38%	73,2%

Anexo 5. Resultados de los Modelos Lineales Generales Multivalentes para testar las diferencias entre hábitats y localidades de los ejes de estructura de la vegetación representados con los grados de libertad (gl), F de Fisher (F) y su significación (p-valor). Se resaltan en negrita los valores de significación de p< 0,05.

Variable dependiente	Factor	gl	F	p-valor
VegHor-1 ***+Cob. Matorral***	Localidad	6	3,263	**,006**
	Hábitat	3	4,614	**,005**
VegHor-2 ***+Cob. Total –Cob. Suelo desnudo***	Localidad	6	6,404	**,000**
	Hábitat	3	2,107	,104
VegVert-1 ***+C5_10 +C10_30 +Alt. máxima***	Localidad	6	2,267	**,043**
	Hábitat	3	4,081	**,009**
VegVert-2 ***+C0_5 +C>30***	Localidad	6	2,464	**,029**
	Hábitat	3	2,075	,108

** Para facilitar la interpretación, en cada caso se indican las especies correlacionadas positiva y negativamente con cada eje del ACP.*

Anexo 6. Resultados de los Modelos Lineales Generales Multivalentes para testar las diferencias entre hábitats y localidades de los ejes de estructura de la vegetación representados con los grados de libertad (gl), F de Fisher (F) y su significación (p-valor). Se resaltan en negrita los valores de significación de p< 0,05.

Variable dependiente	Factor	gl	F	p-valor
Comp-1 ***+ Thymus vulgaris -Satureja intricata - Festuca hystrix***	Localidad	6	2,189	**,05**
	Hábitat	3	4,866	**,003**
Comp-2 ***+ Genista pumila***	Localidad	6	12,259	**,000**
	Hábitat	3	0,710	,548
Comp-3 ***- Salvia lavandulifolia***	Localidad	6	13,304	**,000**
	Hábitat	3	6,372	**,001**
Comp-4 ***+Stipa clausa***	Localidad	6	5,084	**,000**
	Hábitat	3	11,524	**,000**
Comp-5 ***-Aegilops neglecta***	Localidad	6	5,747	**,000**
	Hábitat	3	5,005	**,003**
Comp-6 ***+Tymus mastigophorus***	Localidad	6	8,248	**,000**
	Hábitat	3	0,919	,435

** Para facilitar la interpretación, en cada caso se indican las especies correlacionadas positiva y negativamente con cada eje del ACP.*

Anexo 7. Resultados de los Modelos Lineales Generales Multivalentes para testar las diferencias entre hábitats y localidades del número de excrementos promedio de herbívoros encontrados, representados con los grados de libertad (gl), F de Fisher (F) y su significación (p-valor). Se resaltan en negrita los valores de significación de p< 0,05.

Factor	Variable dependiente	gl	F	p-valor
Localidad	Excrementos	6	2,616	**,0213**
Hábitat	Excrementos	3	1,177	,322

Anexo 8. Resultados del modelo GLM para testar las diferencias entre hábitats en biomasa total de artrópodos epigeos (Pitfal), biomasa total de artrópodos coprófagos y biomasa total de artrópodos hipógeos en las dos estaciones además de la intensidad de uso del espacio (Kernel). Se indican valores de la media ± desviación típica, F de Fisher (F) y su significación (p-valor). Los distintos superíndices (a, b) indican diferencias significativas en el test a posteriori de Bonferroni. Se resaltan en negrita los valores de significación de p< 0,05.

	Encinar	Matorral	Pastizal	Pinar	F	p-valor
Pitfall Febrero	53,29 ± 40,95	36,92 ± 27,57	52,86 ± 50,63	46,44 ± 32,19	1,57	0,2
Coprófagos febrero	18,25 ± 18,45[a]	2,03 ± 3,29[b]	3,51 ± 6,34[b]	21,75 ± 26,74[a]	7,45	**0,000**
Hipógeos febrero	16,43 ± 22,64	17,05 ± 42,61	10,31 ± 11,59	13,98 ± 26,73	0,06	0,98
Pitfall reproductor	356,25 ± 152,1	289,17 ± 225,86	316,92 ± 159,5	293,6 ± 159,95	0,19	0,9
Coprófagos reproductor	569,7 ± 918,5	440,64 ± 569,47	416,91 ± 381,33	350,37 ± 284,46	1,59	0,19
Hipógeos reproductor	2,69 ± 4,69	7,02 ± 11,69	6,91 ± 11,68	5,83 ± 5,98	1,66	0,18
Kernel	0,002 ± 0,002[a]	0,005 ± 0,005[b]	0,001 ± 0,001[a]	0,003 ± 0,001[a]	25,5	**0,000**

Anexo 9. Resultados del modelo GLM para testar las diferencias entre localidades en biomasa total de artrópodos epigeos (Pitfal), biomasa total de artrópodos coprófagos y biomasa total de artrópodos hipógeos en las dos estaciones de muestreo además de la intensidad de uso del espacio (Kernel). Se indican valores de la media ± desviación típica, F de Fisher (F) y su significación (p-valor). Los distintos superíndices (a, b, c, d) indican diferencias significativas en el test a posteriori de Bonferroni. Se resaltan en negrita los valores de significación de p< 0,05.

	Pitfall febrero	Coprófagos febrero	Hipógeos febrero	Pitfal reproductor	Coprófagos reproductor	Hipógeos reproductor	Kernel
Alcubilla de las Peñas	43,25 ± 26,7	1,2 ± 3,47^{a}	29,9 ± 44,42	173,6 ± 97,5^{a}	60,05 ± 51,06^{a}	5,89 ±5,09	0,001 ± 0,000^{a}
Alpanseque	35,18 ± 16,6	0,00 ± 0,00^{a}	9,85 ± 11,36	273,7 ± 164,6^{ba}	80,27 ± 55,5^{ab}	4,45 ± 5,11	0,004 ± 0,000^{abc}
Barcones - Marazovel	50,18 ± 43,1	18,2 ± 22,6^{b}	17,25 ± 45,1	432,12 ± 218,7^{b}	745,1 ± 804,3^{b}	7,63 ± 14,32	0,004 ± 0,004^{bd}
Romanillos - Depósito	16,03 ± 3,31	3,84 ± 4,21^{ab}	0,31 ± 0,7	188,3 ± 108,7^{ab}	634,1 ± 213,2^{ab}	3,19 ± 3,07	0,0 ± 0,0^{a}
Layna	56,71 ± 40,4	1,53 ± 5,9^{a}	11,95 ± 10.98	207,96 ± 79,4^{a}	334,6 ± 292,4^{ab}	5,64 ± 5,49	0,003 ± 0,001^{ad}
Mezquetillas	44,96 ± 32,81	1,62 ± 2,62^{a}	10,08 ± 10,6	223,3 ± 112,3^{a}	330,6 ± 298,5^{ab}	3,75 ± 6,99	0,003 ± 0,001^{ad}
Barahona - Rello	29,3 ± 24,7	6,34 ± 5,61^{a}	11,98 ± 22,48	307,3 ± 176,8^{ab}	296,5 ± 254,4^{ab}	6,43 ± 8,76	0,008 ± 0,005^{c}
F	1,84	5,365	0,68	6,83	5,55	0,82	21,89
p-valor	0,09	**0,000**	0,67	**0,000**	**0,000**	0,56	**0,000**

Anexo 10. Resultado del Modelo Lineal General Mixto para la intensidad de uso del espacio (Kernel). Se resaltan en negrita los valores de significación de p< 0,05.

	Estimate	Std. Error	Df	T value	p-valor
Intercept	$3.043e^{-03}$	$1.421e^{-03}$	$9.530e^{00}$	2.141	0.059277
Matorral	$6.619e^{-03}$	$7.025e^{-04}$	$1.056e0^{2}$	9.422	**$1.11e^{-15}$**
Pastizal	$9.406e-^{-04}$	$8.756e^{-04}$	$1.060e^{02}$	1.074	0.285165
Pinar	$3.874e^{-03}$	$8.375e^{-04}$	$1.047e^{02}$	4.625	**$1.07e^{-05}$**
Excrementos	$6.176e^{-04}$	$1.759e^{-04}$	$1.049e^{02}$	3.511	**0.000659**
Biomasa artrópodos epigeos reproductor	$4.230e^{-06}$	$1.323e^{-06}$	$1.052e^{02}$	3.197	**0.001836**