

TRABAJO DE FIN DE GRADO EN CIENCIAS AMBIENTALES



CIENCIAS AMBIENTALES  
FACULTAD DE CIENCIAS EXPERIMENTALES

**UNIVERSITAS**  
*Miguel Hernández*

Estudio de las interacciones y patrones de actividad de ungulados silvestres mediante fototrampeo: Aplicación a las poblaciones del Parque Natural Sierras de Cazorla, Segura y Las Villas

**Autor:**

Moisés Cabanes Sánchez

**Tutores:**

Francisco Botella Robles

Roberto Pascual Rico

Departamento de Biología Aplicada

Área de Ecología

Curso académico 2019-2020



## Índice

<b>Introducción .....</b>	<b>4</b>
Ecología de poblaciones .....	4
Características generales de los ungulados.....	4
Distribución de los ungulados objeto de estudio en España .....	5
<b>Antecedentes y objetivos .....</b>	<b>7</b>
<b>Materiales y Métodos de estudio.....</b>	<b>9</b>
Área de estudio .....	9
Fototrampeo.....	10
Análisis estadístico.....	13
<b>Resultados.....</b>	<b>14</b>
Presencia de especies.....	15
Coocurrencia temporal.....	18
<b>Discusión .....</b>	<b>19</b>
<b>Conclusiones y proyección futura.....</b>	<b>22</b>
<b>Bibliografía .....</b>	<b>23</b>
<b>Anexos.....</b>	<b>29</b>
Anexo I: Tabla de resultados del test de coocurrencia .....	29
Anexo II: Resumen de censos realizados.....	29
Anexo III: Uso de los puntos de sal.....	30
Anexo IV: Estadísticas anuales de caza (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación) .....	31

## Resumen

El estudio de ungulados se ha vuelto fundamental debido a que estas especies causan un gran número de conflictos, además de la competencia interespecífica y de las enfermedades que presentan. En el presente trabajo se ha analizado el comportamiento frente al consumo de piedras de sal por parte de las distintas especies de ungulados en la Sierra de Cazorla. Para ello se han monitoreado mediante cámaras foto-trampeo distintos lugares donde se situaron las piedras de sal. El estudio principalmente refleja información sobre las proporciones de ungulados y sus características, la hora de consumo para cada especie y la coocurrencia temporal entre las distintas especies. Finalmente, gracias a los resultados obtenidos se pudo concluir una mayor presencia del muflón sobre las demás especies, distintas horas en el uso del recurso y la existencia de una coocurrencia negativa entre todas las especies, excepto para la cabra y el gamo.

**Palabras clave:** Ungulados; foto-trampeo; competencia; coexistencia; segregación espacial; segregación temporal.

## Abstract

The study of ungulates has become essential because these species cause a large number of conflicts, in addition to interspecific competition and the diseases they present. In the present work, the behavior against the consumption of salt stones by the different species of ungulates in the Sierra de Cazorla has been analyzed. For this, different places where the salt stones were placed have been monitored by means of photo-trapping cameras. The study mainly reflects information on the proportions of ungulates and their characteristics, the time of consumption for each species and the temporal co-occurrence between the different species. Finally, thanks to the results obtained, it was possible to conclude a greater presence of the mouflon over the other species, different times in the use of the resource and the existence of a negative co-occurrence among all the species, except for the goat and the fallow deer.

**Key words:** Ungulates; photo-trapping; competition; coexistence; spatial segregation; temporary segregation.

## Introducción

### **Ecología de poblaciones**

Cuando distintos organismos coexisten en el mismo medio físico se producen distintas interacciones entre ellos (Smith y Smith, 2007).

Una de las interacciones más importantes que puede producirse es la competencia, esta normalmente influye en la tasa de crecimiento poblacional (López, 2017).

La competencia puede ser de dos tipos, competencia por explotación o por interferencia. La competencia por explotación se produce cuando unos individuos usan un recurso limitado dejando de estar disponible para otros individuos. La competencia por interferencia se produce cuando los individuos interactúan entre sí en el uso de un recurso o hábitat evitando o limitando su uso a otros individuos (Smith y Smith, 2007).

La competencia por los recursos varía estacionalmente siendo mayor durante el invierno o el verano dependiendo de la latitud del lugar, esto se debe a que en estas épocas los recursos son más limitados en especial para las especies herbívoras (Langvatn *et al.*, 1996; García-González, 2008; Miranda *et al.*, 2012).

Además, la competencia puede ser intraespecífica, es decir, entre los individuos de la misma especie o interespecífica, es decir, entre los individuos de distintas especies (Malacanza, 2013). Ambos tipos dependen en gran medida de la densidad de la población, cuando esta aumenta afecta en primer lugar al crecimiento y desarrollo y más tarde a la supervivencia y reproducción individual (Smith y Smith, 2007).

Cabe añadir que la introducción de especies exóticas por el ser humano, las cuales constituyen una amenaza para muchas especies nativas está haciendo aumentar el número de interacciones que se dan entre las distintas especies (Smith y Smith, 2007).

### **Características generales de los ungulados**

Las especies que se denominan ungulados, son aquellas cuyas extremidades terminan en pezuñas. Actualmente en el mundo existen más de 250 especies de ungulados (Prothero y Foss, 2007). Los ungulados presentan un importante papel ecológico en el

medio ya que son excelentes dispersantes de semillas, sirven como alimento para distintas especies de carnívoros y son capaces de moldear y cambiar el paisaje evitando el inicio, propagación e intensidad de los incendios (Velamazán *et al.*, 2018). Además, estas especies suscitan un gran interés cinegético (Santiago y López, 2010).

Este interés cinegético es uno de los principales motivos de la introducción de ungulados exóticos, los cuales causan un continuo aumento de las interacciones entre ellos (Fandos, 1991). Cuando estas interacciones dan lugar a competencia entre las especies nativas y exóticas de ungulados normalmente suele reducirse la abundancia y riqueza de las especies nativas (Blackburn *et al.*, 2004). Las perspectivas futuras auguran un aumento de los conflictos relacionados con las poblaciones de ungulados (Apollonio *et al.*, 2010).

Debido a las consecuencias de la competencia interespecífica y las enfermedades que presentan, así como de los conflictos que generan, su estudio se hace fundamental. Dicho esto, una de las herramientas de gestión más utilizadas para el manejo de estas especies es el aporte de piedras de sal. El consumo de las piedras de sal les permite mantener la homeostasis mineral (Jones y Hanson, 1985). Con ellas complementan las deficiencias o desequilibrios dietéticos y/o evitan posibles dolores intestinales debidos al tipo de forraje del que se alimentan (Klaus y Schmid, 1998; Kreulen, 1985). Por el contrario, el uso de piedras de sal en estaciones de alimentación puede ser un foco potencial de transmisión de enfermedades debido a la elevada concentración de individuos y al uso del mismo recurso (Bowman *et al.*, 2015; Ayotte *et al.*, 2008).

### **Distribución de los ungulados objeto de estudio en España**

En cuanto a las principales especies de ungulados silvestres presentes en España encontramos al arruí (*Ammotragus lervia*), la cabra montesa (*Capra pyrenaica*), el ciervo (*Cervus elaphus*), el corzo (*Capreolus capreolus*), el gamo (*Dama dama*), el jabalí (*Sus scrofa*), el muflón (*Ovis musimon*) y el rebeco (*Rupicapra pyrenaica*), (Santiago y López, 2010). Aunque de estas solo están presentes en la Sierra de Cazorla la cabra montesa, el ciervo, el gamo, el jabalí y el muflón (Soringuer *et al.*, 2003).

Cabe diferenciar que la cabra montesa es una especie de bóvido endémica de la Península Ibérica (Figura 1.1) (Saenz y Carranza, 2008). En cambio, el muflón es una especie de bóvido alóctono introducido en la Península Ibérica a mediados del siglo XX (Figura 1.2) (Santiago *et al.*, 2004). Esta introducción tuvo lugar en 1953 en las sierras de Cuenca y Cazorla, estos procedían de poblaciones en Córcega (Rodríguez *et al.*, 2002). En cuanto al ciervo, es una especie de cérvido autóctono de la Península Ibérica (Figura 1.3) (Nores, 2007a). Mientras que el gamo es una especie de cérvido que al igual que el muflón también fue introducido en la Península Ibérica (Figura 1.4). Aunque se desconoce el motivo y fecha de su introducción se tiene constancia de su presencia a finales del siglo XIX en Sierra Morena, Cuenca del Tejo y Montes de Toledo (Nores, 2007b).

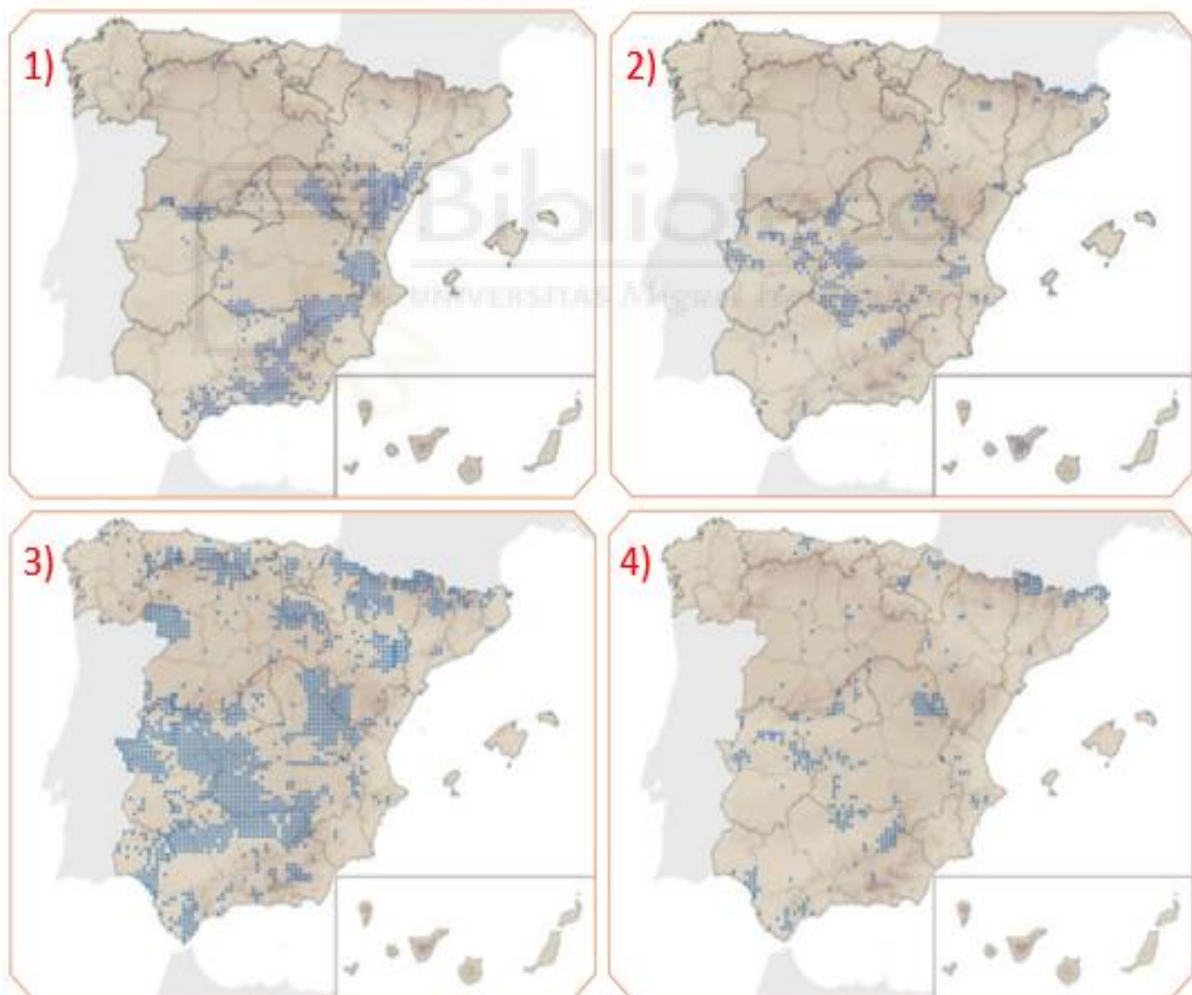


Figura 1. Distribución actual de los ungulados objeto de estudio en España (Fuente: Palomo *et al.*, 2007).

## Antecedentes y objetivos

En el 1960 se creó en la Sierra de Cazorla el Coto Nacional de Cazorla y Segura (Junta de Andalucía, 2017). Anteriormente durante los años comprendidos entre el 1952 y 1961 y debido a la baja densidad de ciertos ungulados se reintrodujeron con fines cinegéticos especies autóctonas como el ciervo y el jabalí y otras foráneas como el gamo y el muflón (Crespo, 2003).

En 1983 este lugar se declaró Reserva de la Biosfera por la UNESCO y en 1986 el antiguo Coto Nacional de Cazorla y Segura se declaró Parque Natural, cuya gestión pasó a estar enfocada en la protección de los ecosistemas (Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio, 2017).

En 1987 se produjo una epidemia de sarna sarcóptica (*Sarcoptes scabiei*), reduciendo las poblaciones de ungulados de la sierra (León-Vizcaíno, 1999). La especie más castigada fue la cabra montesa, cuyas poblaciones ya habían disminuido como consecuencia de la competencia con las otras especies de ungulados y cuyo índice de mortalidad fue del 95-99%, quedando reducida a 150 ejemplares cuatro años más tarde (Fandos, 1991). En la actualidad la epidemia aún sigue estando presente dentro del parque (Cassinello y Acevedo, 2007).

Por lo tanto, como hemos podido observar a lo largo de la historia el conocimiento y estudio de las interacciones y relaciones interespecíficas entre ungulados es de gran importancia para llevar a cabo una correcta gestión. Gracias a ello, es posible detectar a tiempo y evitar posibles enfermedades o evitar el declive poblacional e incluso desaparición de alguna de las especies.

Gracias al seguimiento de las poblaciones de ungulados realizado por el departamento del Área de ecología de la UMH durante los últimos años, disponemos de abundante material fotográfico con el cual hacer posible la realización de este trabajo.

Se han planteado para este trabajo los siguientes objetivos:

- Evaluar el consumo de un recurso limitado como es la sal por parte de la comunidad de ungulados de la Sierra de Cazorla.
- Evaluar la posible existencia de interacciones de competencia en la explotación del recurso.
- Explorar la existencia de mecanismos de segregación temporal en el uso del recurso a través del análisis de los patrones de uso diario de cada especie.





## Materiales y Métodos de estudio

### Área de estudio

El estudio se llevó a cabo en el Parque Natural Sierras de Cazorla, Segura y Las Villas (Figura 2) de Andalucía. La Sierra de Cazorla se encuentra al SE de la Península Ibérica (38° 5' N; 2° 45' O) y presenta una extensión total de 209.934 hectáreas, convirtiéndose en el mayor espacio natural protegido de España y en el segundo de Europa. La Sierra de Cazorla pertenece al Sistema Prebético, presentando así una orografía y topografía abrupta y escarpada propia del mismo. La altitud máxima es de 2107 m.s.n.m (pico Empanada) y la mínima de 600 m.s.n.m. Los pisos bioclimáticos correspondientes al lugar son el mesomediterráneo seco y subhúmedo, con temperaturas que oscilan entre los 6 °C y los 27 °C de media y con precipitaciones medias anuales de 700 mm (Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio, 2017).

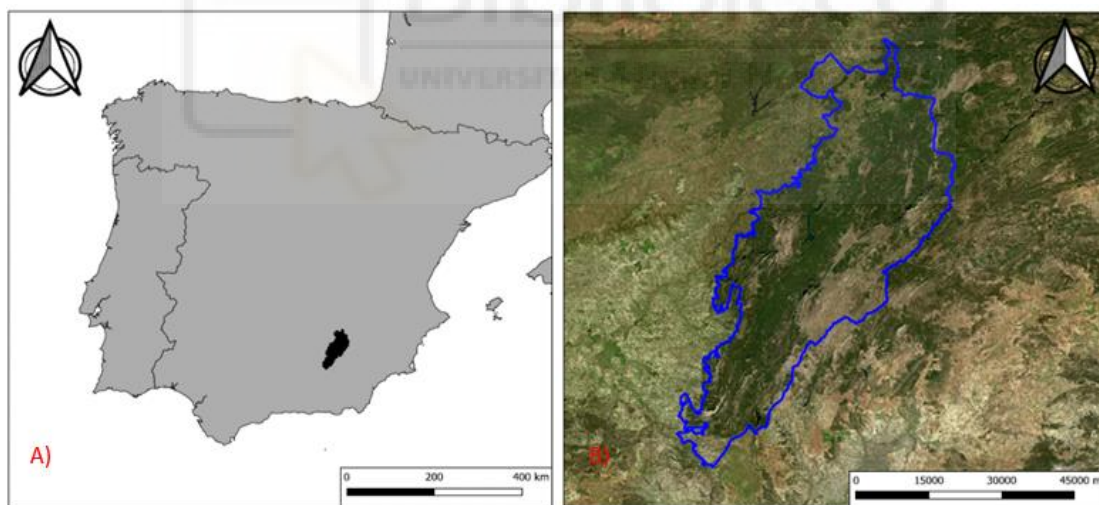


Figura 2. Ubicación del Parque Natural Sierras de Cazorla, Segura y Las Villas en Andalucía.

Presenta una vegetación potencial formada principalmente por pinares, encinares y quejigales en los lugares con una mayor humedad (Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio, 2017).

## Fototrampeo

Para este estudio se utilizaron 4 cámaras de foto-trampeo y se ubicaron en zonas en las que los gestores del parque colocaban piedras de sal para los ungulados silvestres (Tabla 1) (Figura 3). Las piedras de sal suponen un recurso limitado por el que compiten, utilizado como suplemento alimenticio ante la falta de sales minerales en su entorno (Álvarez, 2001).

Tabla 1. Coordenadas UTM de los puntos donde se situaron las cámaras.

Lugar	X	Y
Los Tejos	502215	4186422
Lancha de la Víbora	503102	4186861
Juan Fría	502105	4187337
Prado de la Nava	500931	4186148

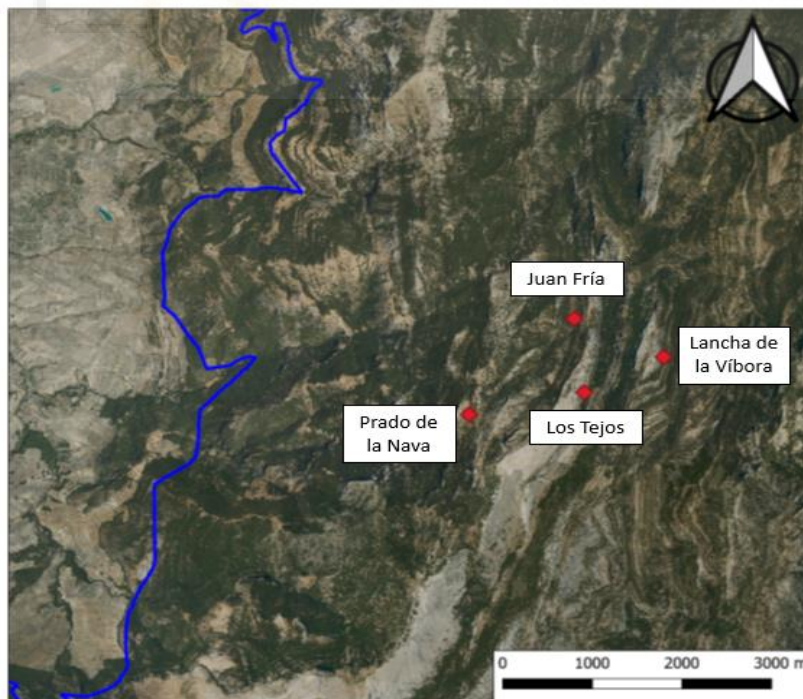


Figura 3. Ubicación de los puntos donde se situaron las cámaras.

Las cámaras foto-trampeo estuvieron colocadas desde el 16/12/2018 al 29/1/2019. Este periodo de tiempo corresponde con la época en la que los recursos son más limitados (invierno).

Las cámaras se programaron para funcionar durante las 24 horas del día, tomando una fotografía cada minuto tras detectar movimiento.

Cada imagen registró la fecha, la hora, la especie o especies fotografiadas, y el número de individuos que consumían la sal en los lugares donde se colocaron las cámaras. Siempre que fuese posible, se identificaba también la edad y el sexo de cada individuo que aparecía en la imagen. Cabe indicar que la toma de datos se llevó a cabo cada vez que transcurrían 10 minutos o que se producía un cambio de especie, por lo que del total de fotos realizadas por las cámaras se acabó utilizando para el inventario un número de fotos mucho menor.

Para identificar las distintas edades y sexos se tuvieron en cuenta los siguientes criterios:

El dimorfismo sexual de la cabra montesa reside en que los machos a diferencia de las hembras son más corpulentos y presentan un mayor diámetro y longitud de cuerno (Granados *et al.*, 2002). La distinción de edades recae en el número de medrones (Saenz y Carranza, 2008) (Figura 3.1).

En cuanto al dimorfismo sexual de los muflones reside principalmente en la presencia de cuernos en machos y ausencia en hembras. Mientras que la edad se establece según la longitud de sus cuernos (Rodríguez *et al.*, 2007) (Figura 3.2).

Por otro lado, los ciervos presentan un dimorfismo sexual acentuado que distingue al macho por un mayor tamaño y presencia de cuernas o astas a diferencia de las hembras (Nores, 2007a). Mientras que las clases de edades se diferencian por el tamaño y forma corporal, presencia de cuerna o presencia de cuerna con dos únicas varas (varetos) (Carranza, 2017) (Figura 3.3).

Por último, el gamo al igual que las demás especies de cérvidos presenta un acentuado dimorfismo sexual marcado por la presencia de cuernas y mayor constitución corporal en machos que en hembras (Braza, 2011). En cuanto a las clases de edades, se clasifican

dependiendo de la ausencia o presencia de cuernas, anchura de las paletas en las cuernas o tamaño y forma corporal (Braza, 2002) (Figura 3.4).



*Figura 3. Macho (izquierda) y hembra (derecha) de las especies de ungulados objeto de estudio.*

### **Análisis estadístico**

Finalmente, analizamos si la presencia de las distintas especies de ungulados que consumieron las piedras de sal se produjo más o menos igual a lo esperado por azar. Para ello, utilizamos “coocur” paquete en R (Griffith *et al.*, 2016) el cual utiliza el modelo probabilístico de coocurrencia de especies (Veech, 2013). Con esto, estudiamos la coocurrencia de las especies tanto temporalmente (es decir, especies que coinciden al mismo tiempo en el mismo lugar) como espacialmente (es decir, especies que coinciden en el mismo lugar).



## Resultados

Se revisaron un total de 12270 fotos de las cuales 1715 fueron utilizadas en nuestro inventario, las fotos se encuentran repartidas entre los distintos lugares y especies objeto de estudio (Tabla 2).

Tabla 2. Número total de fotos por especie en cada lugar.

Lugares	Cabra montesa	Ciervo	Gamo	Muflón
Juan Fría	2	36	35	95
Lancha de la Víbora	45	9	54	224
Prado de la Nava	11	84	29	586
Los Tejos	50	98	19	338
<b>TOTAL= 1715</b>	<b>108</b>	<b>227</b>	<b>137</b>	<b>1243</b>

Cabe añadir que además de los ungulados objetos de estudio también se observó la presencia de otro ungulado como es el jabalí (*Sus scrofa*). En cuanto a las especies de no ungulados, se observaron algunas especies de aves passeriformes entre las que destacan el arrendajo (*Garrulus glandarius*) y el pinzón vulgar (*Fringilla coelebs*) y especies carnívoras como el zorro (*Vulpes vulpes*).

En algunos casos se constató la presencia de alguna enfermedad epidérmica como por ejemplo la sarna sarcóptica (*Sarcoptes scabiei*) en ciertos especímenes (Figura 4). El número total de fotos observadas con algún individuo con síntomas de sarna sarcóptica fue de 14 fotos.



Figura 4. Síntomas de sarna sarcóptica en hembra de cabra montesa.

## Presencia de especies

### Proporción de fotos de cada especie para cada zona

En todos los lugares la especie que apareció con mayor frecuencia fue el muflón. Esta especie presenta su máximo en Prado de la Nava, en la cual apareció en el 82% de las fotos de ese lugar. En cuanto a la especie y el lugar que menor porcentaje de fotos presento fue la cabra montesa en Juan Fría con un 1% respecto del total de imágenes. También cabe destacar que el lugar donde menor presencia hubo de cabra montesa y muflón fue en el que se detectó una mayor presencia por las cámaras de ciervo y gamo (Figura 5).

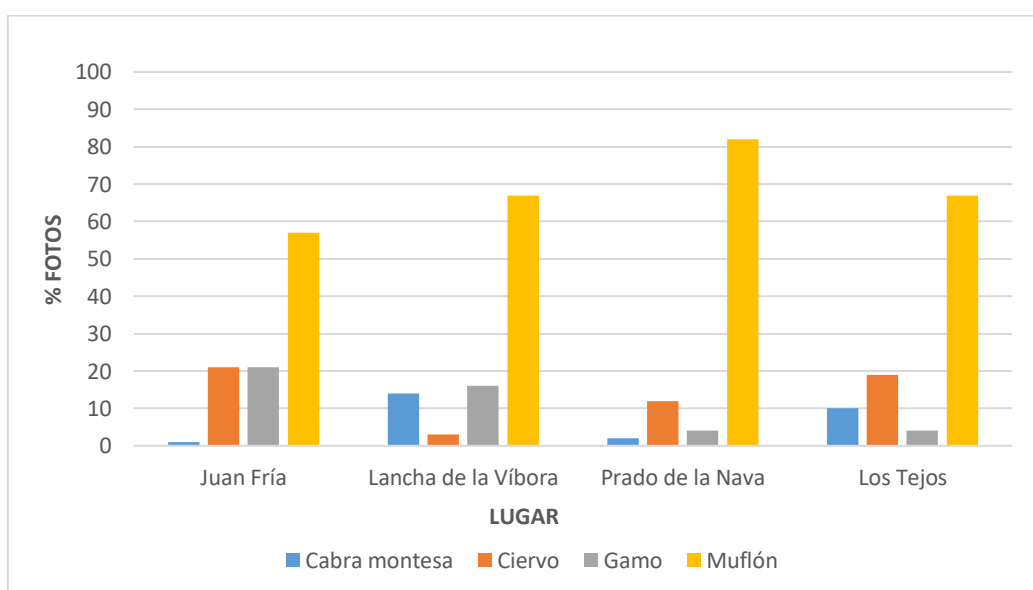


Figura 5. Porcentaje de fotos por especie en cada lugar.

### Proporción de fotos de cada especie para cada hora del día

Se observó una presencia continua del muflón a lo largo de todo el día. Las demás especies estuvieron presentes de forma más variable, excepto la cabra montesa que prácticamente solo se observó durante el día.

También se observó que el mayor número de fotos de muflón tuvo lugar sobre las 00:00. Por otro lado, el mayor número de fotos de ciervo tuvo lugar a 23:00. En cuanto al gamo, tuvo lugar alrededor de las 15:00 siendo este el mayor porcentaje de fotos registrado de todas las especies. Por último, la cabra montesa fue mayormente fotografiada sobre las 10:00 (Figura 6).

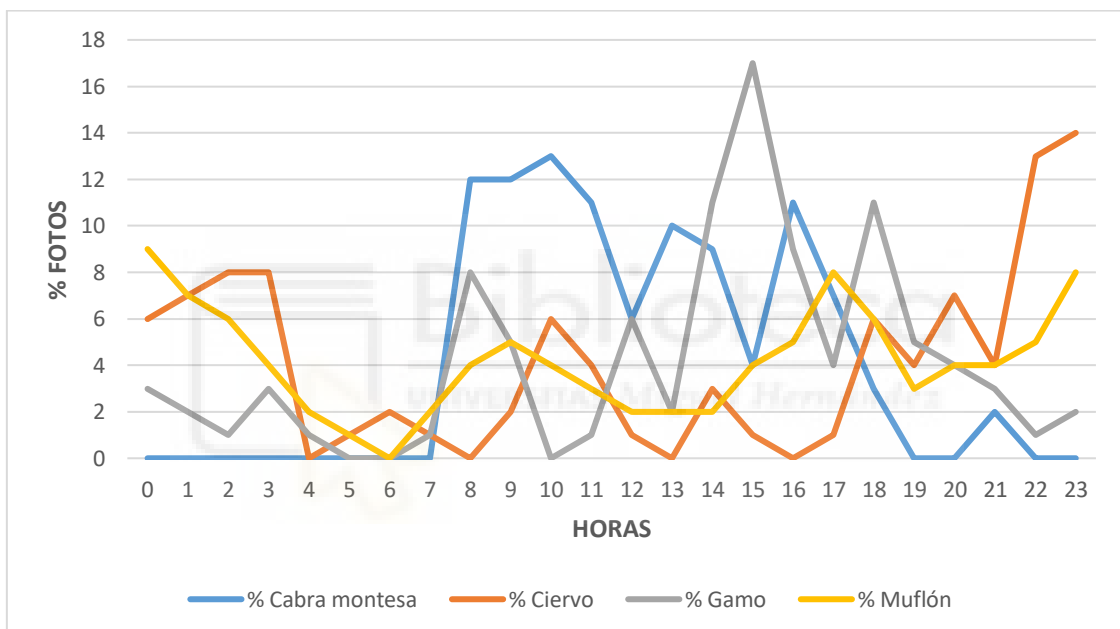


Figura 6. Porcentaje de fotos de cada especie a lo largo del día.

### Proporción de fotos de cada especie en función del tamaño de los grupos

La información de las cámaras refleja que para todas las especies en la gran mayoría de las fotos tan solo aparece un individuo. Aunque cabe destacar la proporción del muflón con respecto de las demás especies, el cual aparece en grupos de 5 o más individuos en el 18% de las fotos, mientras que especies como la cabra o el ciervo solo aparecen grupos de 5 o más en el 1% y 3% de las fotos (Tabla 3).



Tabla 3. Porcentaje de fotos dependiendo del tamaño de grupo para cada especie.

% Tamaño de grupo	Cabra montesa	Ciervo	Gamo	Muflón
1	60%	46%	49%	39%
2	19%	32%	28%	22%
3	15%	13%	16%	11%
4	5%	6%	1%	10%
5 o más	1%	3%	6%	18%

### **Proporción de fotos de cada especie en función de la edad y el sexo**

Del total de fotos revisadas, se obtuvo que de todas las fotos en la que aparecía cabras montesas el macho fue el que más apareció, apareciendo en el 49% de las fotos. En cuanto al ciervo, la hembra fue la que más fotos presentó, apareciendo en el 53% de las fotos. En cuanto al gamo, el macho fue el que más apareció, estando presente en el 58% de las fotos. Por último, en el caso del muflón el mayor número de fotos corresponde a la hembra, la cual apareció en el 54% de las fotos. Cabe destacar el porcentaje de imágenes en las que aparecen ciervos juveniles, los cuales presentan un 21% con respecto al total de fotos de ciervo (Tabla 4).

Cabe indicar también el ratio hembra:macho para cada especie, el cual es del 0.67 para la cabra montesa, del 10.6 para el ciervo, del 0.58 para el gamo y del 1.2 para el muflón.

Tabla 4. Porcentaje de fotos de las distintas edades y sexos para cada especie.

% Edades y Sexos	Cabra montesa	Ciervo	Gamo	Muflón
Macho adulto	49%	5%	58%	45%
Hembra adulta	33%	53%	34%	54%
Juvenil	18%	21%	12%	8%

### Coocurrencia temporal

El análisis de los resultados llevado a cabo mediante el test de coocurrencia temporal muestra una asociación negativa significativa de todas las especies ( $p < 0.05$ ), excepto en la cabra montesa y el gamo. Estas dos especies presentan una asociación aleatoria (Anexo I).

De las 1715 fotos utilizadas en el inventario, se observó que el mayor número de veces en el que coincidieron dos especies distintas fue en el caso del muflón y el gamo con 32 fotos y el muflón y el ciervo con 31 fotos. Cabe destacar que estos valores y los de las demás especies son muy bajos, ya que no llegan ni a alcanzar el 2% del total de las fotos (Tabla 5)

Tabla 5. N.º de fotos en las que coinciden dos especies.

Coocurrencia temporal	Cabra montesa	Ciervo	Gamo	Muflón
Cabra montesa		0	3	8
Ciervo	0		1	31
Gamo	3	1		32
Muflón	8	31	32	

## Discusión

Los resultados de este trabajo han permitido establecer la existencia de segregación temporal en el uso de un recurso limitante (sal) en la comunidad de ungulados del Parque Natural de las Sierras de Segura, Cazorla y las Villas. Los análisis de coocurrencia temporal muestran que, con la excepción del par específico cabra montés y gamo, las diferentes especies tienden a evitar coincidir temporalmente en el punto de consumo del recurso. Demostrando por tanto una estrategia de evitación que apunta a la existencia de interacciones de competencia.

Actualmente se conoce muy poco sobre la competencia entre ungulados en biomas templados como el nuestro (Ferretti y Mori, 2019). Varios trabajos realizados en comunidades de ungulados en la sabana africana revelan que están formadas por hasta una decena de especies y que las diferencias de tamaño corporal son las responsables de los desplazamientos competitivos tanto por explotación como por interferencia ((Berger y Cunningham, 1988).

En climas templados las diferencias en el tamaño corporal entre las distintas especies de ungulados son menores que en climas cálidos. Las pequeñas diferencias en el tamaño corporal sugieren un bajo potencial de competencia interespecífica, aun siendo estos lugares menos productivos para los ungulados que los lugares con climas tropicales (Cao y Woodward, 1998; LeBauer y Treseder, 2008). En estos sistemas sería de esperar la existencia de interacciones competitivas ante la disponibilidad limitante de algunos recursos esenciales. Nuestro trabajo demuestra la existencia al menos de patrones de uso diferencial del recurso que de alguna forma rebaja la competencia y permite la coexistencia.

Cabe indicar que en los datos del último censo realizado en 2017 en la zona de Los Tejos y Lancha de la Víbora que ha sido facilitado por los Agentes medioambientales, se muestran datos muy similares a los obtenidos por las cámaras foto-trampeo de nuestro estudio en la misma zona. De manera que la proporción de cabras montesas avistadas fue del 17%, para los ciervos del 17%, para los gamos del 14% y para los muflones del 52%. En cuanto al último censo realizado en la zona de Juan Fría y Prado de la Nava tuvo lugar en 2015, en él se muestra una proporción para las cabras montesas del 5%, para los ciervos del 5%, para los gamos del 14% y de 75% para los muflones (Anexo II).

Por lo tanto, en estos censos también se observan valores similares a los de la proporción de especies de nuestro estudio, lo que demuestra una dominancia del muflón sobre las demás especies.

En cuanto al tamaño de grupo fue diferente para cada especie, esto se debe a que hay diferencias en las estrategias sociales de las distintas especies. El muflón presentó un mayor tamaño de grupo con respecto a las demás especies, esto se reflejó con la aparición de grupos de 5 o más individuos en el 18% de las fotos, este valor es considerablemente elevado comparado con el resto de ungulados como la cabra montesa (1%) o el ciervo (3%) (Tabla 3). Esto es debido en gran parte a que los muflones son los ungulados más sociales y gregarios (Rodríguez *et al.*, 2007).

Con respecto al ratio hembra:macho de cada especie, se observan valores superiores a 1 en el ciervo y el muflón, los cuales presentan una proporción de machos inferior a la de hembras. Esto muestra un desequilibrio poblacional en la población de ciervos y muflones. Este supuesto desequilibrio poblacional en las poblaciones de ciervo y muflón posiblemente se deba a una incorrecta gestión cinegética, en la que se haya producido una excesiva explotación de muflones y sobre todo ciervos, dando prioridad a los machos sobre las hembras. En ocasiones el macho de ciervo presenta una mayor presión por la caza de trofeos durante la berrea, por lo que es muy importante llevar a cabo una gestión cualitativa para evitar posibles desequilibrios poblacionales (Markina y Telletxea, 2013). Otro posible motivo de estos resultados puede deberse al sometimiento de una mayor presión cinegética sobre los machos de estas especies, lo cual ha favorecido comportamientos evasivos para evitar ser cazados (Vetter *et al.*, 2016). Según los datos del Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación, durante la temporada 2017/2018 Andalucía fue la segunda comunidad que más capturas de ungulados realizó con un total de 112.186 capturas y además el ciervo se situó como la segunda especie más capturada con un total de 144.134 capturas, solo por detrás del jabalí (Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación, 2005-2018) (Anexo IV). Todo esto puede haber producido un desequilibrio poblacional, por lo que se propone realizar censos durante el celo para comprobar si de verdad existe desequilibrio poblacional o bien los machos evitan las zonas expuestas (como los puntos de sal) y así confirmar este sesgo.

El patrón de actividad diaria en el uso de las piedras de sal fue totalmente distinto entre el muflón y el ciervo, esto podría ser indicador de procesos de segregación debido a la competencia, a su vez esto se debe a que el solapamiento temporal no era muy elevado (De Boer y Prins, 1990). En el caso del gamo y la cabra montesa no se observó prácticamente superposición temporal, lo cual puede deberse a que ya esté actuando la segregación espacial como mecanismo para permitir la coexistencia (Pascual-Rico *et al.*, 2020).

Cabe indicar que el uso de la sal conlleva a que lo utilicen una alta proporción de especies del lugar y a que las distintas especies de ungulados compartan el mismo espacio, ya que se trata de un recurso tan importante y limitado que apenas se encuentra disponible en otros lugares. Lo que por otro lado puede ser negativo, ya que aumenta el riesgo de expansión de enfermedades (Bowman *et al.*, 2015; Ayotte *et al.*, 2008). Por ejemplo, enfermedades epidérmicas como la sarna sarcóptica (*Sarcoptes scabiei*), presente en algunos ejemplares observados.

Por otro lado, se refleja una asociación negativa en el test de coocurrencia temporal y de igual forma se observa un bajo número de fotos en las cuales coincidan dos especies distintas. Esto indica que las distintas especies compiten potencialmente por el uso de un mismo recurso, produciéndose una segregación temporal como mecanismo de coexistencia a largo plazo (Pascual-Rico *et al.*, 2020). Sin embargo, cabe destacar que no se observó esta segregación entre la cabra montesa y el gamo, esto puede deberse a que son las dos especies con menor número de fotografías y por lo tanto falte un tamaño muestral mayor para detectar la segregación temporal entre la cabra montesa y el gamo.

Nuestros resultados están de acuerdo con estudios como los de Francesco Ferretti y Emiliano Mori en los cuales se observa que la explotación de los recursos en lugar de la interferencia en el espacio es el mecanismo principal para la competencia interespecífica (Ferretti y Mori, 2019).

## Conclusiones y proyección futura

Las conclusiones que se extraen de este trabajo son las siguientes:

- 1. Las cuatro especies de ungulados usaban los recursos en todas las zonas estudiadas, con una mayor presencia del muflón en todas ellas.
- 2. Las horas en las que más fotos de cada especie se detectó son distintas para cada especie.
- 3. La proporción de machos adultos, hembras adultas y juveniles varía entre las distintas especies.
- 4. Existe una coocurrencia negativa entre todas las especies, excepto entre el gamo y la cabra que no se detectó.

La gestión de la fauna es importante en un panorama de cambio global como el que se está dando de expansión de ungulados silvestres (Apollonio *et al.*, 2010). Su crecimiento y expansión se deben principalmente al abandono del campo, éxodo rural y disminución de depredadores (Marco *et al.*, 2011).

Es cierto que las poblaciones de ungulados presentan ciertos beneficios para el turismo, la caza y el medio ambiente, pero su exceso también presenta conflictos y problemas, como daños en cultivos y accidentes de tráfico, los cuales van a seguir aumentando si continua esta tendencia de crecimiento y expansión (Valente, et al, 2013; Marco et al., 2011). Por lo tanto, hay que aprender a explotar los servicios ecosistémicos y para ello se debe obtener información sobre el uso del hábitat de los mamíferos, abundancia de las especies y/o tendencias de las poblaciones (Prado et al., 2014; Anadón et al., 2009).

Cabe indicar que una de las alternativas para llevar a cabo una gestión novedosa de la sobreabundancia de ungulados y además generar impactos económicos, ambientales y sociales positivos, es la creación de una cadena de suministros de carne de caza como ya existe en otros países (Gaviglio et al., 2017).

## Bibliografía

Álvarez, C. (2001). Buenas prácticas cinegéticas. Fundación para la Gestión y Protección del Medio Ambiente. Ediciones Mundi-Prensa.

Anadón, J.D., Giménez, A., Ballestar, R. and Pérez, I. (2009). Evaluation of local ecological knowledge as a method for collecting extensive data on animal abundance. *Conserv. Biol.* 23, 617–625.

Apollonio M., Andersen R. and Putman R. (2010). European ungulates and their management in the 21st century. Cambridge University Press, Cambridge.

Ayotte, J.B., Parker, K.I. and Gillingham, M.P. (2008). Use of natural licks by four species of ungulates in Northern British Columbia. *Journal of Mammalogy*, 89(4):1041-1050.

Berger J. y Cunningham C. (1988). Size-related effects on search times in North American grassland female ungulates. *Ecology*. 69:177-183.

Blackburn, T.M., Cassey, P., Duncan, R.P., Evans, K.L. and Gaston, K.J. (2004). Avian extinction and mammalian introductions on oceanic islands. *Science* 305:1955-1958.

Bowman, B., Belant, J.L., Beyer, D.E. Jr. and Martel, D. (2015). Characterizing non target species use at bait sites for white-tailed deer. *Hum Wildl Interact* 9:110-118.

Braza, F. (2002). Dama dama (Linnaeus, 1758). Pp. 314-317. En: Palomo, L. J., Gisbert, J. (Eds.). Atlas de los mamíferos terrestres de España. Dirección General de Conservación de la Naturaleza-SECEM-SECEMU, Madrid.

Braza, F. (2011). Gamo - Dama dama. En: Enciclopedia Virtual de los Vertebrados Españoles. Salvador, A., Cassinello, J. (Eds.). Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid.

Cao, M. y Woodward, F.I. (1998). Net primary and ecosystem production and carbon stocks of terrestrial ecosystems and their responses to climate change. *Glob Chang Biol.* 4:185-198.

Carranza, J. (2017). Ciervo - *Cervus elaphus*. En: Enciclopedia Virtual de los Vertebrados Españoles. Salvador, A., Barja, I. (Eds.). Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid.

Cassinello, J. y Acevedo, P. (2007). *Capra pyrenaica* Schinz, 1838. Pp. 369-370. En: Palomo, L. J., Gisbert, J., Blanco, J. C. (Eds.). Atlas y libro rojo de los mamíferos de España. Dirección General para la Biodiversidad-SECEM -SECEMU, Madrid. 586 pp.

Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio (2017). Decreto 191/2017, de 28 de noviembre, por el que se declara la zona especial de conservación Sierras de Cazorla, Segura y Las Villas (ES0000035) y se aprueban el Plan de Ordenación de los Recursos Naturales y el Plan Rector de Uso y Gestión del Parque Natural Sierras de Cazorla, Segura y Las Villas. BOJA núm. 246.

Crespo, J.M. (2003). Repercusiones sociales de los daños producidos por las repoblaciones cinegéticas de los años cincuenta en las sierras de Cazorla y Segura (Jaén). Cuad. Soc. Esp. Cien. For. 16: 303 - 308.

De Boer, W.F. and Prins, H.H.T. (1990). Large herbivores that strive mightily but eat and drink as friends. *Oecologia* 82:264-274.

Fandos, P. (1991). La cabra montés (*Capra pyrenaica*) en el Parque Natural de las Sierras de Cazorla, Segura y las Villas. Serie Técnica ICONA. Madrid: 1-171 pp.

Ferretti, F. and Mori, E. (2019). Displacement interference between wild ungulate species: does it occur? *Ethology Ecology and Evolution*.

García-González, R. (2008). La utilización de los pastos por los grandes herbívoros: principios básicos y casos de estudios.

Gaviglio, A., Demartini, E. and Marescotti, M.E. (2017). The creation of a local supply chain for large wild ungulates meat: opportunities and limitation from an Italian alpine case study. *Calitatea* 18: 215-222.

Granados, J.E., Soriguer, R.C., Pérez, J.M., Fandos, P. y García Santiago, J. (2002). Atlas de los mamíferos terrestres de España, 326-329. Dirección General de Conservación de la Naturaleza-SECEM-SECEMU. Madrid.

Griffith, D., Veech, J. and Marsh, C. (2016). Cooccur: probabilistic species co-occurrence analysis in R. *J Stat Softw* 69: 1-17.



Jones, R.L. and Hanson, H.C. (1985). Mineral licks, geophagy, and biochemistry of North American ungulates. Iowa State University.

Junta de Andalucía, Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio (2017). Boletín Oficial de la Junta de Andalucía. Número 246.

Klaus, G. and Schmid, B. (1998). Geophagy at natural licks and mammal ecology: a review. *Mammalia* 62:481-497.

Kreulen, D.A. (1985). Lick use by large herbivores: a review of benefits and banes of soil consumption. *Mammal Review* 15:107-123.

LeBauer, D.S. and Treseder, K.K. (2008). Nitrogen limitation of net primary productivity in terrestrial ecosystems is globally distributed. *Ecology*. 89:371-379.

León-Vizcaíno, L., Ruíz de Ibáñez, M. R., Cubero, M. J., Ortiz, J. M., Espinosa, J., Pérez, L. and Alonso, F. (1999). Sarcoptic mange in Spanish ibex from Spain. *Journal of Wildlife Diseases*, 35(4), 647-659.

López, A.J. (2017). Análisis de la dinámica poblacional de los ungulados en Sierra Morena oriental: Factores influyentes e implicaciones en la gestión cinegética. Tesis Doctoral. Universidad de Jaén.

Malacanza, L. (2013). Ecología y ambiente. Capítulo IV: Las Poblaciones, 37-46. AUGM-Comité de Medio Ambiente. Nº 2.

Marco, J., Herrero, J., Escudero, M. A., Fernández-Arberas, O., Ferreres, J., García-Serrano, A. y Prada, C. (2011). Veinte años de seguimiento poblacional de ungulados silvestres de Aragón. *Pirineos*, 166, 135-153.

Markina, F.A. y Telletxea, I. (2013). Estudio sobre la situación de la caza mayor en Navarra. Propuestas de manejo y gestión. ADECANA. Departamento de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio y Vivienda.

Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación (2005-2018). Tablas resumen estadísticas anuales de caza 2005-2018.

Nores, C. (2007). *Cervus elaphus* (Linnaeus, 1758). Pp: 352-355. En: Palomo, L.J., Gisbert, J. y Blanco, J.C. (Eds.). Atlas y Libro Rojo de los Mamíferos Terrestres de España. Dirección General para la Biodiversidad -SECEM-SECEMU, Madrid.

Nores, C. (2007). Dama dama (Linnaeus, 1758). Pp: 356-358. En: Palomo, L.J., Gisbert, J. y Blanco, J.C. (Eds.). Atlas y Libro Rojo de los Mamíferos Terrestres de España. Dirección General para la Biodiversidad -SECEM-SECEMU, Madrid.

Palomo, L.J., Gisbert, J. y Blanco, J.C. (2007). Atlas y Libro Rojo de los Mamíferos Terrestres de España. Dirección General para la Biodiversidad-SECEM-SECEMU, Madrid, 588 pp.

Pascual-Rico, R., Sánchez-Zapata, J.A., Navarro, J., Eguía, S., Anadón, J.D. y Botella, F. (2020). "Ecological niche overlap between co-occurring native and exotic ungulates: insights for a conservation conflict". Biol Invasions.

Prado, H.M., Murrieta, R.S.S., Adams, C. and Brondizio, E.S. (2014). Local and scientific knowledge for assessing the use of fallows and mature forest by large mammals in SE Brazil: identifying singularities in folkecology. J. Ethnobiol. Ethnomed.

Prothero, D.R. and Foss, S.E. (2007). The Evolution of Artiodactyls. Baltimore, Maryland: The Johns Hopkins University Press.

Rodríguez, J.L., Fandos, P. y Soriguer, R.C. (2002). Ovis gmelini (Pallas 1838). Atlas de los mamíferos terrestres de España, 334-337. Dirección General de Conservación de la Naturaleza-SECEM-SECEMU. Madrid.

Rodríguez, J.L., Fandos, P. y Soriguer, R.C. (2007). Ovis gmelini (Pallas 1838). Atlas y Libro Rojo de los mamíferos terrestres de España. 371-373. Ministerio de Medio Ambiente. Dirección General para la Biodiversidad. Madrid.

Saenz, M. y Carranza, J. (2008). Gestión cinegética en los ecosistemas mediterráneos. 529 pags., Chapter: 26. La cabra montesa. Manejo de sus poblaciones. Publisher: Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía, pp.496-529.

Santiago, J. y López, A. (2010). Ungulados silvestres de España: biología y tecnologías reproductivas para su conservación y aprovechamiento cinegético. (Vol. 2), Madrid, España. Monografías INIA: Serie medioambiental.

Santiago, J., Toledano, A., Gomez, A. y López, A. (2004). El muflón europeo (*Ovis orientalis musimon* (Schreber, 1782) en España: consideraciones históricas, filogenéticas y fisiología reproductiva. *Galemys*, 16 (2): 3-20. Dpto. Reproducción Animal y Conservación de Recursos Zoogenéticos. Madrid.

Smith T.M. y Smith R.L. (2007). *Ecología*. 6ª edición. Pearson Educación, S.A. Madrid.

Soringuer R.C., Fandos P., Serrano, E. y Castillo, A. (2003). Herbívoría por ungulados silvestres en el piso mesomediterráneo de las sierras de Cazorla, Segura y las Villas. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Jaén, pp.479-503.

Valente, A. M., Acevedo, P., Figueiredo, A. M., Fonseca, C. and Torres, R. T. (2013). Overabundant wild ungulate populations in Europe: management with consideration of socio-ecological consequences. *Mammal Review*.

Veech, J.A. (2013). A probabilistic model for analysing species cooccurrence. *Glob Ecol Biogeogr* 22:252-260.

Velamazán, M., San Miguel, A., Escribano, R. and Perea, R. (2018). Use of firebreaks and artificial supply points by wild ungulates: Effects on fuel load and woody vegetation along a distance gradient. *Forest Ecology and Management* Volume 427, pp. 114-123.

Vetter, S. G., Brandstätter, C., Macheiner, M., Suchentrunk, F., Gerritsmann, H. and Bieber, C. (2016). Shy is sometimes better: personality and juvenile body mass affect adult reproductive success in wild boars, *Sus scrofa*. *Animal Behaviour*, 115, 193-205.

## Agradecimientos

La elaboración de este trabajo no podría haber sido posible sin la ayuda de mis tutores Francisco Botella y Roberto Pascual. A ellos les quiero agradecer el compromiso, paciencia y profesionalidad que han mostrado conmigo.

También quiero agradecer a mis padres, Manolo y Virtudes, todo el apoyo recibido durante los momentos difíciles, así como haberme brindado la oportunidad de recibir una buena educación enfocada a aquello que siempre me ha apasionado, el medio ambiente.

A mis amigos y compañeros, sin los cuales esta etapa no habría sido lo mismo.

Por último, agradecer la formación recibida por parte de todo el personal docente de la facultad de ciencias experimentales, ya que gracias a ellos puedo decir con orgullo que finalicé mis estudios en la Universidad Miguel Hernández.



## Anexos

### Anexo I: Tabla de resultados del test de coocurrencia

Tabla 6. Resultados del test de coocurrencia temporal.

sp1	sp2	Fotos_sp1	Fotos_sp2	Coocurrencia observada	Probabilidad de coocurrencia	p
cabra	muflón	108	1320	8	0.048	<0.001
cabra	ciervo	108	227	0	0.008	<0.001
cabra	gamo	108	137	5	0.005	0.124
muflón	ciervo	1320	227	31	0.101	<0.001
muflón	gamo	1320	137	32	0.061	<0.001
ciervo	gamo	227	137	1	0.01	<0.001

### Anexo II: Resumen de censos realizados

Tabla 7. Resumen de censos realizados por los Agentes medioambientales en los últimos años.

AÑO	CÓDIGO	ZONA	MONTE	CABRA MONTESA	CIERVO	GAMO	MUFLÓN
2015	JTS-7	juan fría - prado nava	poyo de santo domingo	2	2	5	27
2017	JTS-10	tejos-lancha víbora	Poyo de Santo Domingo	7	7	6	22

### Anexo III: Uso de los puntos de sal

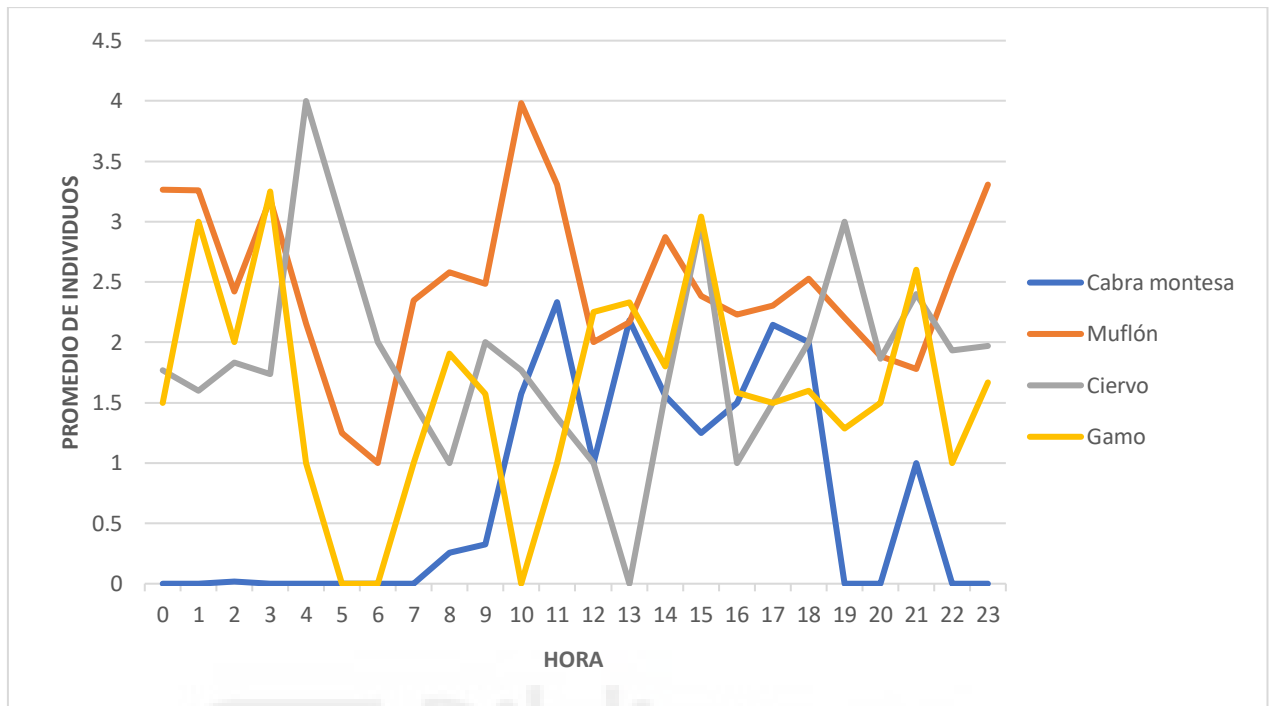
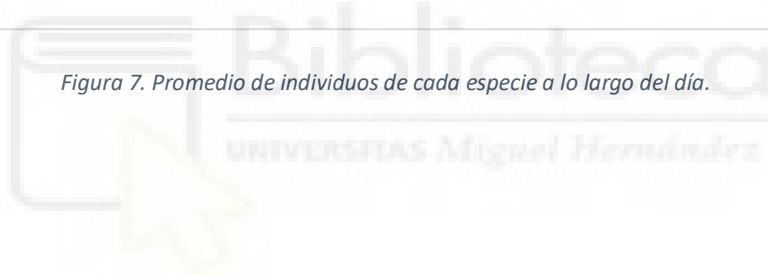


Figura 7. Promedio de individuos de cada especie a lo largo del día.



## Anexo IV: Estadísticas anuales de caza (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación)

Tabla 8. Resumen del total de capturas de caza mayor en las distintas comunidades autónomas (2017/2018)

Comunidades autónomas	Total caza mayor
ANDALUCÍA	112.186
ARAGÓN	70.949
CANARIAS	
CANTABRIA	
CASTILLA-LA MANCHA	118.726
CASTILLA Y LEÓN	74.129
CATALUÑA	76.679
COMUNIDAD DE MADRID	11.178
COMUNIDAD FORAL DE NAVARRA	12.675
C. VALENCIANA	34.296
EXTREMADURA	67.922
GALICIA	19.673
ISLAS BALEARES	5.642
LA RIOJA	4.833
PAÍS VASCO	9.378
P. DE ASTURIAS	13.313
R. DE MURCIA	8.329
<b>TOTAL</b>	<b>639.908</b>

Tabla 9. Resumen del total de capturas de cada especie de caza mayor en España (2017/2018)

Especie	Número de capturas
<b>Caza mayor</b>	
Arruí	530
Cabra asilvestrada	5.642
Cabra Montés	10.498
Ciervo	144.134
Corzo	66.737
Gamo	24.337
Jabalí	373.225
Muflón	13.026
Rebeco	1.779

