

FACTORES QUE AFECTAN A LA VARIABILIDAD INTERANUAL EN LAS BOLSAS DE CAZA DE CONEJO Y PERDIZ: ANÁLISIS DE 20 AÑOS EN UN COTO EN EL SURESTE IBÉRICO

2013-2014

Máster en Investigación Básica y Aplicada en Recursos Cinegéticos

Tutores

Beatriz Arroyo López¹

José Antonio Sánchez Zapata²

Alumno

Roberto Pascual Rico

1. Instituto de Investigación en Recursos Cinegéticos (IREC, CSIC-UCLM-JCCM), Ronda de Toledo s/n, E-13071 Ciudad Real.

2. Área de Ecología; Dpto. Biología Aplicada. Universidad Miguel Hernández. Av. De la Universidad s/n. Elche, Alicante.



Índice

Resumen.....	4
Introducción.....	6
Material y métodos.....	9
Área de estudio.....	9
Periodos y modalidades de caza en el coto de estudio.....	9
Recogida de datos.....	10
Tratamiento estadístico.....	11
Resultados.....	15
Perdiz con reclamo.....	15
Conejo en descaste.....	16
Conejo en periodo hábil de caza general.....	17
Perdiz en periodo hábil de caza general.....	18
Discusión.....	20
Factores que afectan a las bolsas de caza en Torremendo.....	20
Implicaciones para la gestión.....	25
Limitaciones del estudio.....	27
Bibliografía.....	29
Agradecimientos.....	34
Anexo 1. Selección de modelos por pasos “hacia atrás”.....	35
Anexo 2. Capturas registradas.....	38

Resumen

Los estudios en ecología basados en largas series temporales son de gran utilidad por la información que proporcionan, sobre todo en especies como el conejo (*Oryctolagus cuniculus*) y la perdiz roja (*Alectoris rufa*), especies que en las últimas décadas presentan un declive poblacional. A partir de las bolsas de caza registradas en un coto de Alicante durante los últimos 20 años, exploramos los modelos que mejor explican las variaciones interanuales en las bolsas de caza en las modalidades de reclamo, descaste y periodo hábil de caza general mediante GzLM, utilizando variables explicativas asociadas al esfuerzo de caza, climáticas e índices de abundancia. Según los modelos resultantes, la perdiz capturada en el reclamo está positivamente asociada al número de jornadas, al número de cazadores por jornada, a las capturas por cazador durante la primera jornada y a la precipitación otoñal; la perdiz capturada durante el periodo general de caza aumenta con el número de jornadas, las capturas medias por cazador la primera jornada y la precipitación primaveral; el número de conejos cazados en descaste es función del número de cazadores por jornada, el número de jornadas, y la interacción positiva entre estas dos variables, aumenta con las capturas medias por cazador la primera jornada, la precipitación primaveral y las capturas registradas en el otoño anterior, pero es menor cuanto mayor es la bolsa del descaste anterior; y el número de conejos capturados en el periodo general de caza está relacionado positivamente con las capturas medias por cazador la primera jornada, las capturas en descaste, el número de cazadores por jornada y el número de jornadas, siendo la interacción entre estas dos últimas negativa; así mismo, la precipitación otoñal y el conejo abatido el año anterior están negativamente asociados con los conejos capturados en este periodo. Discutimos que, para una correcta gestión cinegética, debe regularse el esfuerzo de caza en función de la abundancia (para lo que deberían realizarse estimas fiables), regular el esfuerzo considerando simultáneamente el número de jornadas, de cazadores por día y los cupos, y considerarse las capturas anteriores, al menos en el caso del conejo, para lo que es necesario tener buenos registros de la actividad cinegética.

Palabras clave: bolsa de caza, conejo, perdiz, reclamo, descaste, gestión cinegética, esfuerzo de caza.

Introducción

En el campo de la ecología disponer de largas series temporales de una población objeto de estudio permite evaluar el papel de factores extrínsecos (clima) e intrínsecos (densidad, tasas de mortalidad) sobre las fluctuaciones de abundancia o las tendencias observadas en su dinámica poblacional. Son por tanto, de gran utilidad, pudiendo extraerse de ellas gran cantidad de información. No obstante, este tipo de datos no son habituales debido a las dificultades logísticas y económicas que presenta su obtención.

Un tipo de información que permite trabajar con series temporales largas son las bolsas de caza, es decir, el registro de piezas cobradas en una zona determinada a lo largo de los años, que puede interpretarse como un índice de abundancia relativa ya que, en general, se asume que se capturan más individuos cuando hay más. Este tipo de información se ha utilizado en estudios científicos como indicador de abundancia poblacional [1], permitiendo realizar análisis sobre factores que afectan a las dinámicas poblacionales. No obstante, emplear este método puede presentar ciertos sesgos, ya que las bolsas de caza pueden variar no sólo en relación con la abundancia, sino también con el esfuerzo de caza, y además pueden encontrarse falta de datos, dispersión de éstos o falta de homogeneidad en el registro, problemas más evidentes al aumentar la escala espacial de estudio [2]. A nivel europeo se pretende establecer un protocolo común para el registro de estos datos, ya que son muy útiles para establecer criterios de manejo cinegético así como la elaboración de trabajos científicos.

En la península ibérica, los seguimientos poblacionales a largo plazo de fauna silvestre son relativamente escasos [3-7], excepto en el caso de rapaces[8-13]. La SEO coordina censos de aves comunes desde finales de los 1990, pero la metodología empleada es más adecuada para ciertas especies que para otras, y es más adecuada para evaluar tendencias regionales que locales. A nivel nacional existe información sobre bolsas de caza, tanto a nivel nacional como local, que puede ser útil para evaluar aspectos poblacionales de ciertas especies, como ya se han empleado en algunos estudios [14-15].

En España, las especies más cotizadas en caza menor son el conejo y la perdiz roja, y son también las más cazadas en número. No obstante, parece que estas especies se hallan desde las últimas décadas en un declive poblacional por diversos motivos.

El conejo (*Oryctolagus cuniculus*) es una especie clave en el funcionamiento de los ecosistemas [16]. Desde una perspectiva ecológica, la especie es la base alimenticia para numerosos depredadores tanto mamíferos como aves. Entre ellos destacan especies de alto interés para la conservación como el lince ibérico (*Linx pardinus*) o el águila imperial ibérica (*Aquila adalberti*). Además de su papel como presa, asume una función de ingeniero ecosistémico influyendo en la distribución y composición de las comunidades vegetales actuando como dispersante de semillas y determinando la estructura de la vegetación a través del impacto diferencial sobre las plantas que le sirven de alimento. Su actividad excavadora para la construcción y mantenimiento de las huras proporciona hábitat de calidad para muchas especies de vertebrados como lagartijas, culebras, anfibios e incluso mamíferos como el tejón o el lince. También destaca el uso de letrinas, lo que afecta positivamente al suelo, al crecimiento vegetal y la actividad microbiana gracias a los nutrientes aportados por los excrementos.

No obstante, las poblaciones de conejo han sufrido importantes variaciones como consecuencia de la aparición de la mixomatosis (años 50) y la enfermedad hemorrágica del conejo (NHV, 1988). La irrupción de estos virus provocó el descenso poblacional de la especie, incluyendo extinciones locales. A pesar de todo, en los últimos años la recurrencia de brotes víricos ha aumentado la resistencia del conejo a las citadas enfermedades, y aunque su abundancia no se ha restablecido en la mayor parte de la Península, algunas poblaciones se han recuperado [17], lo cual ha llevado en ocasiones a la aparición de daños en la agricultura, llegando incluso a considerarlos plaga en algunas zonas [17].

Con respecto a la perdiz roja (*Alectoris rufa*) en España, tanto desde un punto de vista ecológico como cinegético es también de gran importancia. Al igual que el conejo, la especie ha sufrido un declive poblacional en nuestro país

en las últimas décadas, debido principalmente a una excesiva presión cinegética y a cambios o remodelizaciones en los usos del suelo como la concentración parcelaria o el abandono de actividades tradicionales en zonas rurales [18-19].

Dado el interés cinegético y ecológico de estas especies, y sus recientes cambios poblacionales, se aplican actualmente en muchas zonas medidas de gestión encaminadas bien a aumentar sus poblaciones (por intereses cinegéticos o de conservación [20-22]) o a reducirlas (en el caso del conejo, en aquellas zonas donde las poblaciones se consideran demasiado abundantes y crean daños agrícolas [23-26]).

A pesar de la importancia ecológica y socioeconómica de estas especies y de los profundos cambios que han sufrido sus poblaciones en los últimos años, son todavía insuficientes los estudios que evalúen a una escala temporal amplia los factores que determinan la tendencia de sus poblaciones, y estos apenas existen referidos al sureste peninsular.

El objetivo específico que se pretende con este trabajo es analizar, para un coto de caza de Alicante, la relación entre las bolsas de caza de conejo y perdiz y variables indicadoras del esfuerzo de caza así como de otras que puedan indicar variaciones de abundancia poblacional, para posteriormente discutir las implicaciones que estas asociaciones puedan tener para una gestión de las bolsas de caza en cotos de caza menor.

Material y métodos

Área de estudio

Los datos a partir de los cuales se ha realizado el presente trabajo provienen de un coto social gestionado por la sociedad de cazadores “La Codorniz” de la localidad de Torremendo, pedanía del Término Municipal de Orihuela situada en el sur de la provincia de Alicante.

Torremendo se encuentra rodeado de tierras de cultivo de secano, la superficie boscosa de sierra Escalona y la superficie acuática del embalse de La Pedrera. Es alrededor de este embalse donde se sitúa el citado coto, y es la Confederación Hidrográfica del Segura quién cede los terrenos a la sociedad de cazadores.

El coto se sitúa aproximadamente a 100 msnm y tiene una superficie total de 886 ha, posee un clima mediterráneo semiárido, por lo que los inviernos son suaves y los veranos pueden ser calurosos, aunque suavizados por la cercanía al mar. Las precipitaciones son escasas, sin superar los 300 mm al año y concentrándose principalmente en otoño y primavera.

La superficie que abarca el coto muestra ligeras ondulaciones, sin grandes pendientes y con vegetación en su mayoría matorral y herbácea con algunas parcelas de cultivo.

Periodos y modalidades de caza en el coto de estudio

En el coto existen tres periodos de caza al año: la perdiz con reclamo en invierno, el descaste de conejo en verano y el periodo hábil de caza general en otoño.

La modalidad de caza de perdiz con reclamo se efectúa desde mediados de enero a mitad de febrero, habiendo tres jornadas semanales y un cupo máximo de dos perdices por cazador, y consiste en emplear a un macho enjaulado como reclamo para atraer a otros individuos de la misma especie que acuden para expulsar al intruso del territorio. La práctica del reclamo está

siendo evaluada a nivel europeo, y las primeras conclusiones apoyan que no se extienda más allá del 31 de enero o 10 de febrero con el fin de reducir el impacto de esta práctica en la reproducción de la especie [27].

El periodo de descaste se da en el mes de julio, pero puede ampliarse desde junio a agosto en caso de necesidad, puesto que el objetivo principal de esta modalidad de caza es el de reducir las poblaciones de conejo para disminuir los daños agrícolas que pudiesen causar, por lo que no hay cupo de caza. Se emplea el método de “en mano” (es decir, cazar con escopeta los conejos que se encuentran los cazadores según caminan por el campo). Este periodo de caza se inició a mediados del siglo pasado con la finalidad de evitar la propagación de la mixomatosis y así aprovechar los conejos que una vez enfermos son desechados por los cazadores.

El periodo hábil de caza general se inicia a mediados de octubre y se extiende en función de las abundancias estimadas por los cazadores, por lo que el número de jornadas es variable pero nunca más allá de diciembre. Durante este periodo se permite abatir a conejo y perdiz, ésta última en unas jornadas concretas, máximo 6, en semanas alternas. Se establece un cupo máximo de tres piezas abatidas por día y cazador. También aquí se caza en mano.

Una característica a tener en consideración es que en este coto no se han realizado sueltas de ninguna de estas especies cinegéticas. Además, el coto se halla dividido en sectores, entre los cuales los grupos de cazadores van rotando a lo largo de cada periodo de caza.

Recogida de datos

Los datos de los que disponemos fueron facilitados por la Sociedad de Cazadores La Codorniz al área de Ecología del Departamento de Biología Aplicada de la Universidad Miguel Hernández de Elche. Dichos datos muestran el registro llevado a cabo de piezas abatidas tanto de conejo como de perdiz en el coto social en el que participan desde 1990 hasta 2013, incluyendo también el número de cazadores participantes en cada una de las jornadas de caza, de

cada uno de los periodos de caza: reclamo (desde 1990 a 1993 y de 1996 a 2013), descaste y periodo hábil de caza general (desde 1994 a 2013 para ambos periodos). Todo ello se transfirió a una base informática (Excel) para su manejo y posterior tratamiento estadístico. Con esta información, se calcularon las variables indicadas en la Tabla 1.

Por otro lado, la Confederación Hidrográfica del Segura proporcionó los registros pluviométricos de todo el periodo indicado, datos provenientes de la estación meteorológica existente en el embalse de La Pedrera, muy próxima a la zona de estudio. Estos datos incluyen la precipitación diaria caída en la zona de estudio desde el año 1990.

Tratamiento estadístico

Realizamos modelos lineales generalizados (GzLMs; McCullagh y Nelder, 1989) para evaluar factores que influyen en el número de piezas cazadas para cada modalidad de caza y especie, es decir, realizamos un modelo para el conejo en descaste, otro para conejo durante el periodo general de caza, otro para perdiz en reclamo y otro para perdiz durante el periodo general de caza. Las variables respuesta (número de piezas cazadas) se ajustaron a una distribución Poisson, y se utilizó una función de vínculo log. Empleamos el programa R (<http://www.r-project.org/> R) para realizar los análisis estadísticos.

Inicialmente en cada modelo se añadían todas aquellas variables que en principio tenían un sentido biológico para explicar las variaciones en bolsas de caza registradas. Las variables independientes se pueden agrupar en:

1. Variables asociadas al esfuerzo de caza: número de jornadas de caza, número de cazadores por jornada y las capturas realizadas en eventos de caza anteriores (asumiendo que, si la mortalidad por caza es aditiva frente a otras fuentes de mortalidad, puede haber un efecto negativo de la mortalidad por caza en las poblaciones: si un año se caza mucho, puede que el año siguiente las poblaciones sean más bajas).

Tabla 1. Variables empleadas para la selección de modelos

Variables	Significado
Perdiz en reclamo	número total de perdices abatidas cada año durante el reclamo
Conejo en descaste	número total de conejos abatidos cada año durante el descaste
Conejo en otoño	número total de conejos abatidos cada año durante el periodo hábil de caza general
Perdiz en otoño	número total de perdices abatidas cada año durante el periodo hábil de caza general
Perdiz en reclamo anterior	número total de perdices abatidas cada año durante el reclamo el año anterior
Conejo en descaste anterior	número total de conejos abatidos cada año durante el descaste el año anterior
Conejo en otoño anterior	número total de conejos abatidos cada año durante el periodo hábil de caza general el año anterior
Perdiz en otoño anterior	número total de perdices abatidas cada año durante el periodo hábil de caza general el año anterior
Total conejo año anterior	número total de conejos cazados el año anterior. Incluye los abatidos durante el descaste y el periodo hábil de caza general
Cazadores por jornada en reclamo	número de cazadores que participaron durante el reclamo
Jornadas en reclamo	número de jornadas que hay caza durante el reclamo
Capturas 1ª jornada de reclamo	número de piezas abatidas la primera jornada del reclamo entre el número de cazadores de la primera jornada del reclamo. (Índice de abundancia relativa)
Precipitación primavera	precipitación caída desde el mes de marzo a junio
Precipitación otoño	precipitación caída desde septiembre a diciembre
Precipitación otoño anterior	precipitación caída desde septiembre a diciembre el año anterior
Precipitación año anterior	precipitación total caída durante el año anterior
Cazadores por jornada en descaste	número de cazadores que participaron durante el descaste
Jornadas en descaste	número de jornadas que hay caza durante el descaste
Capturas 1ª jornada de descaste	número de piezas abatidas la primera jornada del descaste entre el número de cazadores de la primera jornada del descaste. (Índice de abundancia relativa)
Cazadores por jornada de conejo en otoño	número de cazadores que participaron durante el periodo hábil de caza general
Jornadas en otoño (conejo)	número de jornadas que hay caza durante el periodo hábil de caza general
Capturas 1ª jornada de conejo en otoño	número de conejos abatidos la primera jornada de el periodo hábil de caza general entre el número de cazadores de la primera jornada de el periodo hábil de caza general. (Índice de abundancia relativa)
Jornadas en otoño (perdiz)	número de jornadas en que se permite la caza de perdiz durante el periodo hábil de caza general
Cazadores por jornada de perdiz en otoño	número de cazadores que participaron durante el periodo hábil de caza general las jornadas en que se permitía abatir perdiz
Capturas 1ª jornada de perdiz en otoño	número de perdices abatidas la primera jornada del periodo hábil de caza general entre el número de cazadores de la primera jornada del periodo hábil de caza general en que se permitía abatir perdiz. (Índice de abundancia relativa)

2. Variables meteorológicas: utilizamos la precipitación como principal factor limitante de poblaciones de consumidores primarios en ambientes semiáridos e importante factor regulador vinculado a otras variables que pueden afectarle como la prevalencia de enfermedades [28-30] (asumiendo, en nuestro caso, que la precipitación primaveral puede afectar positivamente a la abundancia tanto del conejo como de la perdiz, ya que ésta está asociada a un mayor alimento (más hierba y más insectos), mientras que la precipitación en otoño puede afectar negativamente al éxito de caza).

3. El número de piezas cazadas por cazador en la primera jornada de caza: consideramos esta variable como un índice de la abundancia relativa al inicio del periodo de caza, asumiendo que depende más de la abundancia que del esfuerzo de caza al no estar todavía afectada por la merma producida por la propia caza.

Inicialmente, todos los modelos incluían también la interacción entre el número de cazadores y el número de jornadas, para testar si ambos componentes del esfuerzo anual de caza tienen un efecto multiplicativo en las capturas.

Así, teníamos inicialmente los modelos que figuran en la tabla 2, sobre los que se realizó una selección de modelos por pasos “hacia atrás”: el modelo inicial (con todas las variables) se comparaba con aquellos modelos en los que se había eliminado una de las variables (con un test “Chi” sobre los AIC de cada modelo, considerando los grados de libertad de cada uno); se eliminaba posteriormente la variable cuya ausencia del modelo inicial era menos significativa. Este proceso se repetía de forma iterativa hasta obtener el modelo más simple posible (ver Anexo 1). Este proceso se realizó con el comando “drop” de R. También se calculó el porcentaje de devianza explicado por el modelo final ($((\text{calculado como Dev.nula}-\text{Dev.residual}) / \text{Dev.nula}) * 100$).

Paralelamente se realizaron regresiones lineales entre el número de jornadas de cada uno de los periodos y las capturas medias por cazador durante la primera jornada de cada modalidad para comprobar si existe una relación positiva entre ellas, lo que indicaría que el número de jornadas se establece en función de la disponibilidad de la especie.

Tabla 2. Modelos iniciales para cada periodo de caza.

Modelo	Variables explicativas			
	Esfuerzo de caza	Capturas 1ª jornada	Clima	Esfuerzo anterior
-Perdices en reclamo	Cazadores por jornada Nº jornadas	Cazadores por jornada * Nº jornadas	Precipitación otoño anterior	Perdices en reclamo anterior Perdices en otoño anterior
-Conejo en descaste	Cazadores por jornada Nº jornadas	Cazadores por jornada * Nº jornadas	Precipitación otoño anterior	Conejo en otoño anterior Conejo en descaste anterior
-Conejo en otoño	Cazadores por jornada Nº jornadas	Nº jornadas en que se caza perdiz	Precipitación otoño	Conejo en otoño anterior Conejo en descaste anterior
-Perdices en otoño	Cazadores por jornada Nº jornadas	Cazadores por jornada * Nº jornadas	Precipitación año anterior	Perdices en reclamo anterior Perdices en otoño anterior

Tabla 3. Modelos finales con las variables explicativas que explican las distintas bolsas de caza el porcentaje de devianza explicado.

Modelo	Variables explicativas				Porcentaje de devianza explicado (((Devianza nula-Devianza residual)/ Devianza nula)*100)
	Esfuerzo de caza	Capturas 1ª jornada	Clima	Esfuerzo anterior	
-Perdices en reclamo	Cazadores por jornada Nº jornadas	Capturas 1ª jornada	Precipitación otoño anterior	Esfuerzo anterior	83,73
-Conejo en descaste	Cazadores por jornada Nº jornadas	Cazadores por jornada * Nº jornadas	Precipitación primavera	Conejo en otoño anterior Conejo en descaste anterior	96,66
-Conejo en otoño	Cazadores por jornada Nº jornadas	Cazadores por jornada * Nº jornadas en que se caza perdiz	Precipitación otoño	Conejo en otoño anterior Conejo en descaste	95,24
-Perdices en otoño	Cazadores por jornada Nº jornadas	Capturas 1ª jornada	Precipitación primavera	Esfuerzo anterior	69,73

Resultados

La Tabla 4 presenta los rangos de valores observados en cuanto a cada una de las variables analizadas. Globalmente, se caza más conejo durante el descaste que en el periodo general de caza, mientras que no hay grandes variaciones en las perdices capturadas en reclamo o durante el otoño. Se observa que existe una gran variabilidad interanual en las capturas de perdiz y conejo en todas las modalidades de caza.

Tabla 4. Valores medios de esfuerzo de caza y capturas en cada modalidad

	Descaste		Reclamo		Periodo General	
	Media	Mínimo-máximo	Media	Mínimo-máximo	Media	Mínimo-máximo
Nºmedio de jornadas	7,5	(4-14)	15,5	(11-19)	15	(8-23)
Nºmedio de cazadores por jornada	16,6	(4-32)	9,4	(1-34)	16,3	(2-33)
Nºmedio de perdices capturadas por jornada			5,6	(0-27)	4,9	(0-13)
Nºmedio de conejos capturados por jornada	49,1	(9-132)			21,3	(0-62)
Nºmedio de conejos capturados	403,8	(73-919)			319,2	(82-660)
Nºmedio de perdices capturadas			86,8	(35-180)	77,9	(21-146)

Las variables incluidas en los modelos finales explicando esa variabilidad interanual se encuentran especificadas en la Tabla 3. En todos los casos, estos modelos finales incluyeron índices de la abundancia poblacional, variables de precipitación, y de esfuerzo de caza durante la temporada cinegética. Además, para el caso del conejo, también aparecieron variables que reflejaban la extracción de temporadas cinegéticas anteriores.

Perdiz con reclamo

El modelo más parsimonioso que explicaba la variación en capturas de perdiz con reclamo tenía 4 variables (Tabla 3). La bolsa de caza se halla relacionada positivamente con todas las variables del modelo resultante (Tabla 5). Por tanto, se capturan más perdices cuantas más jornadas de reclamo se

practican en la temporada, cuantos más cazadores por jornada participan, cuanto mayor es el índice de abundancia de perdiz al principio de la temporada de reclamo, y cuanto mayor es la precipitación el otoño anterior.

Tabla 5. Resultados del modelo final explicando la variación en bolsas de caza de perdiz en reclamo

Variable	Estima del parámetro	P
Intercepto	1.894 ± 0.32	<0,001
Cazadores por jornada	0.052 ± 6e-3	<0,001
Número de jornadas	7.97e-2 ± 0.02	<0,001
Piezas por cazador (primera jornada)	0.681 ± 0.11	<0,001
Precipitación en otoño anterior	1e-3 ± 3e-4	<0,01

Conejo en descaste

Las variables incluidas en el modelo final para la bolsa de caza de conejo en descaste son 6 (Tablas 3 y 6). El número de conejos abatidos durante el descaste se relaciona negativamente con el número de conejos abatidos en el descaste del año anterior (Tabla 6), y positivamente con el resto de las variables: es tanto mayor cuantos más conejos abatidos durante el otoño del año anterior; cuanto mayor es la precipitación de primavera de ese mismo año; cuanto mayor el índice de abundancia de conejo al principio de la temporada; y cuanto mayor es el número de cazadores medio por jornada y de jornadas (siendo esta última marginalmente significativa), existiendo además entre estas dos variables una interacción positiva. Esta interacción positiva indica que se caza proporcionalmente más cuando hay simultáneamente muchas jornadas cinegéticas y muchos cazadores por jornada (Figura 1).

Tabla 6. Resultados del modelo final explicando la variación en bolsas de caza de conejo en descaste

Variable	Estima del parámetro	P
Intercepto	3.514 ± 0.19	<0,001
Conejo abatido durante el otoño anterior	1e-3 ± 1.3-4	<0,001
Conejo abatido durante el descaste anterior	-7e-4 ± 8e-5	<0,001
Cazadores por jornada	0.026 ± 0.01	<0,05
Número de jornadas	0.047 ± 0.03	<0,1
Piezas por cazador (primera jornada)	0.137 ± 0.03	<0,001
Precipitación en primavera	1.7e-3 ± 3e-4	<0,001
Cazadores por jornada* Número de jornadas	6.96 e-03 ± 1.5e-3	<0,001

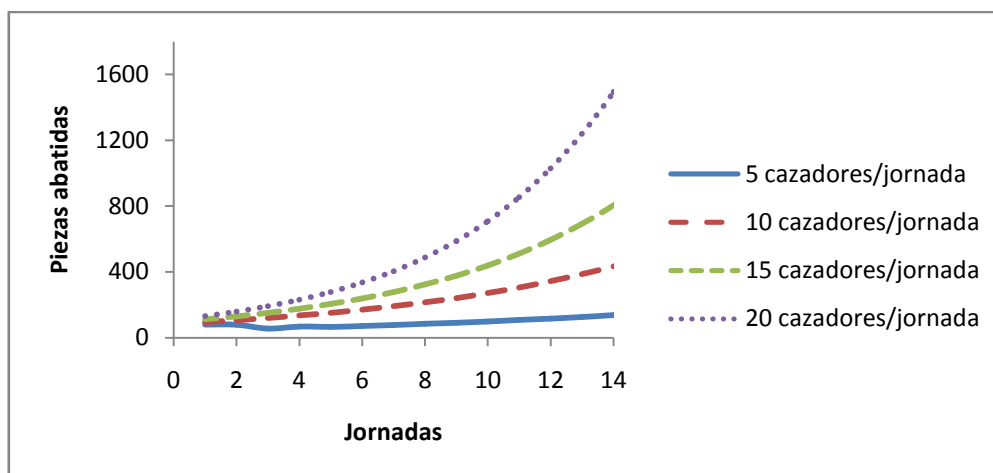


Figura 1. Valores modelizados del número de conejos cazados durante el descaste en función de la interacción entre el número de jornadas y el número medio de cazadores por día. Para el resto de variables incluidas en el modelo final, la gráfica asume un valor constante (igual a la media de los valores observados).

Conejo en periodo hábil de caza general

El modelo resultante para la bolsa de caza de conejo en periodo hábil de caza general incluye 7 variables (Tablas 3 y 7). El número de conejos abatidos durante este periodo se halla relacionado negativamente con el total de conejos capturados en el otoño anterior, así como con la precipitación de otoño de ese mismo año, y el número de jornadas en que se permite la caza de perdiz (Tabla 7). Además, las capturas de conejo durante este periodo se relacionan positivamente con el número de conejos abatidos durante el descaste de ese año, el número de piezas abatidas por cada cazador durante la primera jornada, el número medio de cazadores por jornada en el periodo general de caza y el número total de jornadas. En este caso, la interacción entre número de jornadas y número de cazadores por jornada es negativa (Tabla 7), lo que indica que el número de piezas cazadas está más afectado por el número de jornadas cuando hay pocos cazadores por jornada que cuando hay muchos, y más afectado por el número de cazadores por jornada cuando hay pocas jornadas en el año que cuando hay muchas (Figura 2).

Tabla 7. Resultados del modelo final explicando la variación en bolsas de caza de conejo en periodo hábil de caza general

Variable	Estima del parámetro	P
Intercepto	0.054 ± 0.87	>0,1
Conejo abatido durante el otoño anterior	-8.19e-04 ± 1.47e-04	<0,001
Conejo abatido durante el descaste	6.93e-04 ± 1.92e-04	<0,001
Número de jornadas en que cazan perdiz	-4.55e-02 ± 1.28e-02	<0,001
Cazadores por jornada	0.274 ± 5.33e-02	<0,001
Número de jornadas	0.236 ± 5.36e-02	<0,001
Piezas por cazador (primera jornada)	0.460 ± 3.23e-02	<0,001
Precipitación en otoño	-1.26e-03 ± 2.83e-04	<0,001
Cazadores por jornada* Número de jornadas	-1.14e-02 ± 2.97e-03	<0,001

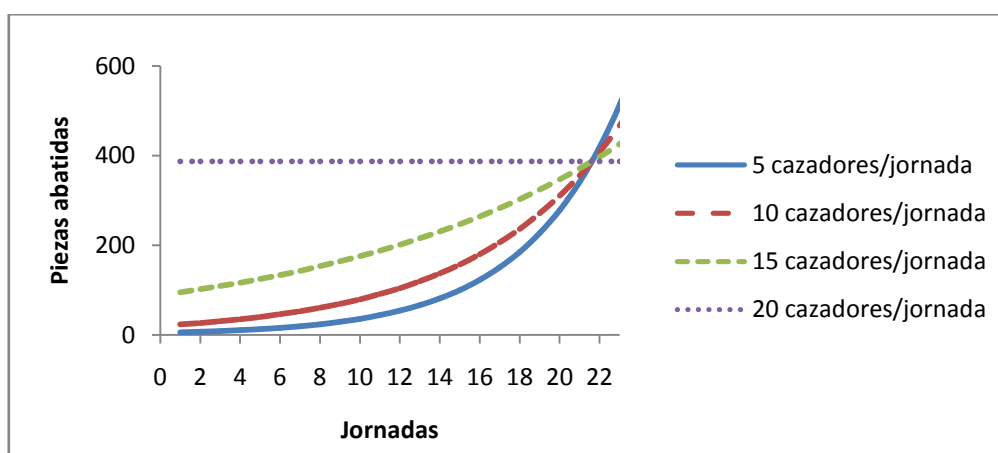


Figura 2. Valores modelizados del número de conejos cazados durante el periodo hábil de caza general en función de la interacción entre las jornadas y el número medio de cazadores por jornada. Para el resto de variables incluidas en el modelo final, la gráfica asume un valor constante (igual a la media de los valores observados).

Perdiz en periodo hábil de caza general

Respecto al número de perdices abatidas durante el periodo hábil de caza, el modelo más parsimonioso incluye 3 variables (Tabla 3); se halla relacionada positivamente con el número de jornadas en que se permite abatirla; la precipitación de primavera y el número de piezas abatidas la primera jornada por cada cazador (Tabla 8).

Tabla 8. Resultados del modelo final explicando la variación en bolsas de caza de perdiz en periodo hábil de caza general.

Variable	Estima del parámetro	P
Intercepto	2.487 ± 0.16	<0,001
Número de jornadas	0.244 ± 0.03	<0,001
Piezas por cazador (primera jornada)	0.681 ± 0.11	<0,001
Precipitación de primavera	0.175 ± 0.05	<0,001

Respecto a las regresiones lineales realizadas para comprobar si existe asociación positiva entre el número de jornadas y las capturas medias por cazador en la primera jornada, y únicamente en el caso del descaste es significativa (Tabla 9).

Tabla 9. Significancia de las regresiones lineales entre el número de jornadas y las capturas medias en la primera jornada de cada periodo de caza.

Periodo	Variable	Estima del parámetro	P
Reclamo	Nº jornadas-Capturas 1ª jornada	2.568 ± 1.57	>0,1
Descaste	Nº jornadas-Capturas 1ª jornada	1.403 ± 0.62	<0,05
Periodo general (conejo)	Nº jornadas-Capturas 1ª jornada	2.309 ± 1.46	>0,1
Periodo general (perdiz)	Nº jornadas-Capturas 1ª jornada	0.205 ± 0.56	>0,1

Discusión

Factores que afectan a las bolsas de caza en Torremendo

A partir del presente estudio pueden determinarse los factores más importantes de los que depende la bolsa de caza del conejo y la perdiz en la zona de estudio.

En los modelos resultantes, para los cuatro periodos de caza que diferenciamos, el número total de piezas cazado se halla positivamente asociado tanto al número de jornadas cinegéticas como al número de piezas abatido por cazador en la primera jornada, que hemos interpretado como un índice de abundancia. Por tanto el esfuerzo de caza (número de jornadas) y la abundancia influyen en las bolsas de caza, en acuerdo con nuestras hipótesis iniciales. Estos resultados también indican que, aparentemente, el número de jornadas cinegéticas es de forma general en el contexto de Torremendo el mejor indicador de la variación del esfuerzo de caza. El hecho de que el número de jornadas de caza, en general, no esté significativamente asociado al índice de abundancia (excepto en el caso del conejo en descaste), indica que la extracción en el coto de estudio no está bien ajustada a la disponibilidad. Resultados semejantes se encontraron en un estudio comparativo en cotos de perdiz no intensivos en Castilla-La Mancha ([15]).

El número de cazadores por jornada también se halla positivamente relacionado con las bolsas de caza en los casos de perdiz en reclamo, conejo en descaste y conejo en periodo hábil de caza general, estando esta variable ausente del modelo de perdiz en este último periodo; esto último puede ser debido a que el número de cazadores de cada jornada de caza donde se permite cazar la perdiz es menos variable (y, de media, más alto) que en las otras modalidades (ver Figura 3), por lo que es posible que esto no permita detectar su efecto en la bolsa. Esta menor variación y mayor afluencia de cazadores a las jornadas en que se permite cazar perdiz durante el otoño puede deberse a que éstas son relativamente poco frecuentes, oscilando entre 3 y 8 jornadas, con una media de 5; esto podría indicar que la posibilidad de

cazar perdiz en otoño es muy valorada por los cazadores, que podrían sentirse muy atraídos por esta especie. Es por esto que, igualmente, el número de jornadas en que se permite cazar perdiz durante el periodo hábil de caza general está negativamente relacionado con la bolsa de caza del conejo durante este periodo, ya que el cupo máximo es de 3 piezas independientemente de la especie abatida; aparentemente, los días en que se permite cazar perdiz los cazadores capturan prioritariamente esta especie, por lo que cuantas más jornadas de perdiz se permitan, menos conejo capturan globalmente.

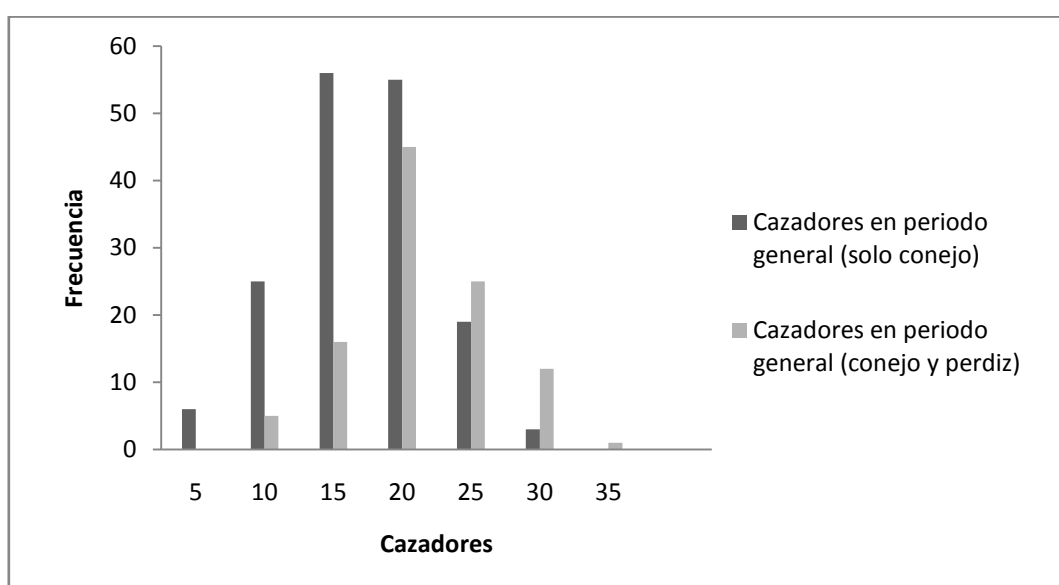


Figura 3. Número de cazadores del periodo hábil de caza general. En gris oscuro aquellos que asisten a jornadas en que solo se permite abatir conejo, en gris claro los que asisten a jornadas en que también se permite cazar perdiz.

En el caso de las bolsas de caza del conejo, tanto en descaste como en periodo hábil de caza general, existe una interacción significativa entre las variables “cazadores por jornada” y “número de jornadas”. En cambio, la relación entre ambas variables era opuesta entre ambas modalidades de caza.

En el caso del conejo en descaste, la interacción se halla relacionada positivamente con la bolsa de caza, es decir, existe un efecto multiplicativo sobre la bolsa de caza, cazando cada cazador y cada jornada cinegética, cuando hay muchos cazadores, más de lo que cazaría si hubiera menos cazadores por jornada (ver Figura1). Esto puede explicarse debido al

cercamiento que realizan los cazadores de sus presas en el coto, siendo más efectivo dicho cercamiento a mayor número de cazadores (comunicación personal por parte del presidente del coto, Fernando Martínez Martínez).

En cambio, para la bolsa de caza del conejo en periodo hábil de caza general, la interacción es negativa, lo que implica que se alcanza un límite en que no se extrae más conejo por más cazadores por jornada que participen (ver Figura2). Esto contrasta con la interacción positiva entre el número de jornadas y el de cazadores por jornada en el descaste; no obstante puede ser debido a que en el descaste no existe un cupo máximo que limita las capturas de los cazadores, que sí existe durante el otoño (media de capturas por cazador en descaste: 3,23; y en otoño: 1,30); o bien, debido a que este periodo de caza es muy influyente en la población de conejo, reduciendo eficazmente su abundancia durante las primeras jornadas, lo que coincide con Angulo y Villafuerte (2003) [31].

Aunque no observamos esta interacción durante el periodo hábil de caza general para el caso de la perdiz, es posible que ésta también exista, ya que el método de caza es el mismo, pero no se detecte debido a que el número de jornadas cada año no es tan elevado como en el caso del conejo. Otra posibilidad es que la interacción no se dé debido a que la perdiz emprende el vuelo y evita así el acorralamiento o al menos lo reduce. Sería importante determinar si esta interacción existe en otros contextos, ya que tiene implicaciones para la gestión (ver más abajo).

Respecto a las variables climáticas, éstas afectan diversamente a las bolsas de caza.

En el caso de la perdiz en reclamo, la bolsa se halla positivamente asociada a la precipitación en el otoño anterior, y puede ser debido a que la precipitación durante el otoño afecte negativamente la eficacia de la caza en otoño, lo que podría redundar en que haya más individuos para el reclamo, o bien que la precipitación del otoño aumente su supervivencia natural (ver tabla 3).

La precipitación de primavera está relacionada de manera positiva con la bolsa de caza de conejo en descaste y de perdiz en el periodo hábil de caza general.

En el caso del descaste, la precipitación de primavera aumenta el número de capturas, coincidiendo con los resultados de Calvete *et al* (2004) [32]; esto puede ser debido a que favorezca el crecimiento de alimento [33], del que además se alimentarán los individuos nacidos ese mismo año, lo que supone que el tiempo atmosférico es el principal determinante en la disponibilidad de recursos tróficos [28].

La precipitación de primavera también favorece el crecimiento de plantas de las que se alimenta la perdiz, así como de artrópodos, lo que le ayuda a pasar el verano, puesto que en la zona el agua es el factor limitante en esa época; esto podría explicar la relación positiva entre ésta y las capturas de perdiz en otoño, al favorecer la precipitación de primavera la abundancia y la reproducción de la perdiz, lo que coincide con diversos estudios, como por ejemplo Casas (2009) [34]. No obstante, según Hernández-Briz (1991) [35], estas lluvias podrían perjudicar a la especie ya que afectan a la incubación y posterior alimentación de los perdigones, principalmente. Estas discrepancias pueden estar basadas en las distintas condiciones climáticas que se dan en las distintas regiones de la península ibérica respecto a la intensidad de las precipitaciones de primavera (de carácter torrencial en algunas), o las condiciones de semiaridez (y, por tanto, la importancia de las lluvias primaverales como fuente fundamental de humedad en estos casos), como es el caso del sureste peninsular.

La bolsa de conejo abatido en el periodo hábil de caza general se halla asociada negativamente con la precipitación otoñal, es decir, la que se registra durante el periodo del periodo hábil de caza general así como durante días previos (de septiembre a diciembre). Esto coincide otra vez con los resultados de Calvete *et al* (2004) [32], y puede ser debido a que la precipitación en otoño (época en la que se registran las mayores precipitaciones) afecta a la población de conejo debido a su carácter torrencial [36] o bien a que los cazadores las jornadas de lluvia no son tan efectivos. Es destacable, por el contrario, que

para la perdiz capturada en otoño no se detecta un efecto de la precipitación otoñal. Si el efecto de la precipitación otoñal fuera a través de un menor éxito de caza, el efecto negativo debería también observarse en las capturas de perdiz en este periodo. Puesto que las jornadas están determinadas antes de iniciar el periodo de caza, podemos excluir que las jornadas de perdiz se limiten a aquellos días de buena meteorología. La ausencia de esta relación sugiere bien que la relación entre precipitación y capturas de conejo no está asociada al éxito de caza, o bien que, como hemos mencionado anteriormente, hay pocas jornadas anuales en que se permite la caza de perdiz, lo que impediría detectar estadísticamente esta asociación con nuestros datos.

Por último, solo las bolsas de caza de conejo, tanto en descaste como en periodo hábil de caza general, se ven afectadas por variables de capturas anteriores. En ambos casos, las bolsas de caza se ven positivamente asociadas a las capturas del evento de caza inmediatamente anterior, pero negativamente a la caza realizada el año precedente.

El conejo capturado durante el periodo hábil de caza general se halla asociado de manera positiva al número de conejos cazados durante el descaste de ese mismo año, lo que podría deberse a que queda más alimento disponible para los conejos supervivientes al final del verano, que se reproducirán o sobrevivirán hasta el otoño de un modo más efectivo. De aquí podemos deducir que el descaste no es efectivo, puesto que la bolsa de caza del periodo hábil de caza general es mayor a mayor captura durante el descaste. Esto último coincide con Angulo y Villafuerte (2003) [31], donde se evidencia que este periodo de caza (descaste) permite una mayor sostenibilidad y permite mayores tasas de extracción. No obstante, la relación entre el capturado durante el periodo hábil de caza general y el capturado durante el periodo hábil de caza general del año anterior es negativa, lo que puede parecer contradictorio con lo dicho, ya que parece existir una asociación positiva a nivel intranual y negativa interanual. Esto podría ser debido a que otros factores, como la dinámica de los principales virus que afectan al conejo o a efectos densodependientes, tengan un efecto contrapuesto entre años consecutivos.

Por otro lado, el conejo cazado durante el descaste se halla asociado de manera positiva con lo capturado en el otoño anterior pero negativamente con el conejo capturado durante el descaste del año anterior, por lo que sucede lo mismo que en conejo en el caso anterior (asociación positiva a nivel intranual y negativa interanual). En ambos casos sería necesario hacer más análisis para comprender mejor el efecto de estos factores (virus, efectos densodependientes) en la dinámica poblacional del conejo.

El hecho de que no encontremos ningún efecto significativo de las capturas anteriores en las bolsas de caza de perdiz, tanto en reclamo como en el periodo de caza general, puede deberse a que esta caza es minoritaria en el coto de estudio por lo que no se dé tal efecto o bien a que los cupos existentes en ambos periodos no permitan detectar el efecto de estos periodos previos en esta especie debido a que existe subexplotación.

Implicaciones para la gestión

Las decisiones sobre la gestión del coto las determina la “Conselleria d’Infraestructures, Territori i Medi Ambient”, que establece el número de jornadas antes de iniciar cada uno de los periodos, así como los cupos y las fechas en que se permite la caza (siendo estos dos últimos menos variables en el tiempo). Para ello se reúne el presidente del coto y un técnico de la administración y se basan en estimas cualitativas (estimaciones de lo observado en campo) para establecer el número de jornadas.

En cambio, nuestros resultados indican que, aunque las bolsas de caza aumentan con la abundancia (se caza más cuando hay más), el esfuerzo de caza no está bien ajustado a la misma, probablemente al ser los índices de abundancia demasiado groseros. Por ello, sería altamente recomendable, a escala global, realizar censos de abundancia fiables para establecer correctamente las medidas de gestión cinegética, el límite de capturas y las épocas adecuadas del ciclo [31, 37], y así realizar una actividad sostenible, ya que de lo contrario puede perjudicarse a las especies [38]. Además un mejor conocimiento permitirá un mejor aprovechamiento.

Según los resultados obtenidos, el número de jornadas es la variable de esfuerzo de caza que más influye en las bolsas de caza en todas las modalidades estudiadas. Esto sugiere que, si se quiere regular el número de capturas (bien aumentarlas para disminuir las poblaciones, bien reducirlas para mejorarlas), debería modularse en prioridad el número de jornadas cinegéticas, lo cual es la principal medida llevada a cabo. No obstante, la interacción observada entre el número de jornadas y el de cazadores en las capturas de conejo también indica que cabe tener en cuenta ciertas consideraciones. Cuando no existe cupo por cazador (como en el caso del descaste), el número de capturas es proporcionalmente mayor cuando hay simultáneamente muchos cazadores por día y muchas jornadas. Esto quiere decir que si el objetivo de la caza es, como en el caso del descaste, reducir las poblaciones, conviene que además de que haya el mayor número de jornadas posible, participen también el mayor número de cazadores posible. En cambio, cuando el objetivo no es reducir poblaciones (sino, como mínimo, mantenerlas), si no se regulan simultáneamente el número de jornadas y de cazadores por día podría dar lugar a una caza excesiva. En caso contrario, es necesario limitar el número de capturas por cazador, para conseguir que esta interacción entre jornadas y cazadores sea negativa, como se observa durante el otoño.

Por último, considerando que las bolsas de caza del conejo se hallan relacionadas con bolsas de caza anteriores, es también este un punto importante a la hora de la gestión, ya que limitar las bolsas de caza tendrán unas consecuencias que se reflejarán en las bolsas de caza futuras. Para ello, es necesario que exista una buena monitorización de las capturas realizadas cada año (cosa que no ocurre en la mayoría de los cotos españoles, pero sí en este coto en concreto).

Así pues, el modular el esfuerzo de caza con respecto a una estima fiable de la abundancia de las especies, y con respecto a las capturas anteriores (y por tanto, una buena monitorización de las mismas), es clave para una correcta gestión cinegética.

Limitaciones del estudio

El empleo de bolsas de caza como fuente de información sobre una especie permite contar con información a largo plazo que no suele existir por otros medios. No obstante, su utilización como índice de la abundancia poblacional de las especies afectadas no está exenta de polémica, y en ocasiones hay discrepancias entre los resultados basados en bolsas de caza con otros tomados directamente de campo [39-41]. Esto es debido a que puede haber variables que influyan en las variaciones de las bolsas de caza que son independientes de la abundancia, como el esfuerzo de caza (como se ve en este estudio), o el aporte artificial de individuos criados en granja [15].

En nuestro caso, no existen sueltas de perdiz en el coto, lo cual resuelve uno de los problemas potenciales, pero carecíamos de datos de abundancia de las poblaciones de conejo y perdiz tomados de forma paralela al registro de las bolsas de caza, lo cual habría sido idóneo para comparar si las bolsas de caza se corresponden con la abundancia. Debido a esto decidimos asumir que las piezas capturadas por cada cazador la primera jornada de caza de cada periodo se comporta como un índice de abundancia relativa, considerando que en esa primera jornada las capturas van a depender más de la cantidad de individuos disponibles que del número de cazadores u otros factores. Esto es potencialmente limitado ya que, por ejemplo, en nuestro caso concreto hay cupos máximos establecidos por lo que no va a poder reflejar la abundancia real si es muy elevada, siendo además datos no independientes. En cualquier caso, los resultados sugieren que sí es un indicador de abundancia relativa, por lo que algo parecido podría usarse en otros trabajos cuando no exista información independiente sobre la abundancia. Destacar que esto pudimos realizarlos gracias a que los datos del coto de Torremendo estaban tomados diariamente (cada jornada registrada de manera independiente), lo cual muestra la gran utilidad que puede llegar a tener una buena monitorización de las capturas en los cotos y que no en todos los casos puede encontrarse.

Otra de las limitaciones de este estudio es que sólo se ha realizado con datos provenientes de un único coto, por lo que no se puede comparar de manera general con otros, a menos que su gestión y condiciones sean

similares. Sería útil en el futuro replicar este tipo de estudio si existe información semejante en otros cotos.

Bibliografía

1. Cattadori, I.M., Haydon, D. T., Thirgood, S. J., Hudson, P. J., *Are indirect measures of abundance a useful index of population density? The case of red grouse harvesting*. *Oikos*, 2003. **100**: p. 439-446.
2. Martinez-Jauregui, M., C. Arenas, and A.C. Herruzo, *Understanding long-term hunting statistics: the case of Spain (1972-2007)*. *Forest Systems*, 2011. **20**(1): p. 139-150.
3. Mancilla-Leytón, J.M., Cambrollé, J., Figueroa, M. E., Martín Vicente, A., *Effects of long-term herbivore exclusion on the preservation of *Thymus albicans*, an endangered endemic Mediterranean species*. *Ecological Engineering*, 2014. **70**: p. 43-49.
4. Vicente, J., Barasona, J. A., Acevedo, P., Ruiz-Fons, J. F., Boadella, M., Díez-Delgado, I., Beltran-Beck, B., González-Barrio, D., Queirós, J., Montoro, V., de la Fuente, J., Gortazar, C., *Temporal trend of tuberculosis in wild ungulates from mediterranean Spain*. *Transboundary and Emerging Diseases*, 2013. **60**: p. 92-103.
5. Pérez, J.M., Serrano, E., González-Candela, M., León-Vizcaino, L., Barberá, G. G., Simón, M. A. D., Fandos, P., Granados, J. E., Soriguer, R. C., Festa-Bianchet, M., *Reduced horn size in two wild trophy-hunted species of Caprinae*. *Wildlife Biology*, 2011. **17**(1): p. 102-112.
6. Moreno, S., Beltrán, J. F., Cotilla, I., Kuffner, B., Laffite, R., Jordán, G., Ayala, J., Quintero, C., Jiménez, A., Castro, F., Cabezas, S., Villafuerte, R., *Long-term decline of the European wild rabbit (*Oryctolagus cuniculus*) in south-western Spain*. *Wildlife Research*, 2007. **34**(8): p. 652-658.
7. Aguilera, E., Figuerola, J., Green, A. J., Máñez, M, Ramo, C., *Long-term population trends of colonial wading birds breeding in Doñana (SW Spain) in relation to environmental and anthropogenic factors*. *Sociedad Española de Ornitología*, 2013. **60**: p. 305-326.
8. Ferrer, M., Donazar, J. A., *Density-dependent fecundity by habitat heterogeneity in an increasing population of Spanish Imperial Eagles*. *Ecology*, 1996. **77**(1): p. 69-74.
9. Hernández-Matías, A., Real, J., Moleón, M., Palma, L., Sanchez-Zapata, J. A., Pradel, R., Carrete, M., Gil-Sánchez, J. M., Beja, P., Balbontín, J., Vincent-Martin, N., Ravayrol, A., Benítez, J. R., Arroyo, B., Fernández, C., Ferreiro, E., García, J., *From local monitoring to a broad-scale viability assessment: A case study for the Bonelli's Eagle in western Europe*. *Ecological Monographs*, 2013. **83**(2): p. 239-261.

10. Molina-López, R.A., Casal, J., Darwich, L., *Causes of morbidity in wild raptor populations admitted at a wildlife rehabilitation centre in Spain from 1995-2007: A long term retrospective study*. PloS ONE, 2011. **6**(9): p. 1-10.
11. Ferrer, M., Penteriani, V., Balbontín, J., Pandolfi, M., *The proportion of immature breeders as a reliable early warning signal of population decline: Evidence from the Spanish imperial eagle in Doñana*. Biological Conservation, 2003. **114**(3): p. 463-466.
12. Cortés-Avizanda, A., Ceballos, O., Donázar, J. A., *Long-term trends in population size and breeding success in the Egyptian Vulture (Neophron percnopterus) in northern Spain*. Journal of Raptor Research, 2009. **43**(1): p. 43-49.
13. Balbontín, J., Penteriani, V., Ferrer, M., *Variations in the age of mates as an early warning signal of changes in population trends? The case of Bonelli's eagle in Andalusia*. Biological Conservation, 2003. **109**(3): p. 417-423.
14. Díaz-Fernández, S., Arroyo, B., Casas, F., Martínez-Haro, M., Viñuela, J., *Effect of game management on wild red-legged partridge abundance*. PloS ONE, 2013. **8**(6): p. 1-9.
15. Díaz-Fernández, S., Viñuela, J., Arroyo, B., *Harvest of red-legged partridge in central Spain*. Journal of Wildlife Management, 2012. **76**(7): p. 1354-1363.
16. Delibes-Mateos, M., Gálvez-Bravo, L., *El papel del conejo como especie clave multifuncional en el ecosistema mediterráneo de la península ibérica*. Ecosistemas, 2009. **18**(3): p. 14-25.
17. Villafuerte, R., Delibes-Mateos, M., *Atlas y Libro Rojo de los mamíferos terrestres de España*. 2007, Dirección General para la Biodiversidad-SECEM-SECEMU. p. 487-491.
18. Blanco-Aguilar, J.A., *Variación espacial en la biología de la perdiz roja (Alectoris rufa): una aproximación multidisciplinar*, in *Ecología*. 2007, Universidad Complutense de Madrid. Tesis Doctoral.
19. Delibes-Mateos, M., Farfán, M.A., Olivero, J., Vargas, J.M., *Impact of land-use changes on red-legged partridge conservation in the iberian peninsula*. Environmental Conservation, 2013. **39**: p. 337-346.
20. Delibes-Mateos, M., Ferreras, P., Villafuerte, R., *Rabbit populations and game management: the situation after 15 years of rabbit haemorrhagic disease in central-southern Spain*. Biodiversity and Conservation, 2008. **17**(3): p. 559-574.
21. Catalán, I., Rodríguez-Hidalgo, P., Tortosa, F.S., *Is habitat management an effective tool for wild rabbit (Oryctolagus cuniculus) population reinforcement?* European Journal of Wildlife Research, 2008. **54**(3): p. 449-453.

22. Virgós, E., Cabezas-Díaz, S., Lozano, J., *Is the wild rabbit (Oryctolagus cuniculus) a threatened species in Spain? Sociological constraints in the conservation of species*. Biodiversity and Conservation, 2007. **16**: p. 3489-3504.
23. Barrio, I.C., Villafuerte, R., Tortosa, F. S., *Harbouring pests: rabbit warrens in agricultural landscapes*. Wildlife Research, 2011. **38**(8): p. 756-761.
24. Barrio, I.C., Bueno, C. G., Villafuerte, R., Tortosa, F. S., *Rabbits, weeds and crops: Can agricultural intensification promote wildlife conflicts in semiarid agro-ecosystems?* Journal of Arid Environments, 2013. **90**: p. 1-4.
25. Barrio, I.C., Bueno, C. G., Tortosa, F. S., *Alternative food and rabbit damage in vineyards of southern Spain*. Agriculture, Ecosystems and Environment, 2010. **138**: p. 54-51.
26. Delibes-Mateos, M., Smith, A. T., Slobodchikoff, C. N., Swenson, J. E., *The paradox of keystone species persecuted as pests: A call for the conservation of abundant small mammals in their native range*. Biological Conservation, 2011. **144**: p. 1335-1346.
27. Vargas, J.M., Duarte, J., Farfán, M. A., Villafuerte, R., Fa, J. E., *Are reclamo hunting seasons for the Spanish red-legged partridge off the mark?* Journal of Wildlife Management, 2011. **76**(4): p. 714-720.
28. White, T.C.R., *The role of food, weather and climate in limiting the abundance of animals*. Biological Review, 2008. **83**: p. 227-248.
29. García-Bocanegra, I., Astorga, R. J., Napp, S., Huerta, B., Carbonero, A., Perea, A., Arenas, A., *Factors affecting the seroprevalence of lagovirus infection in wild rabbits (Oryctolagus cuniculus) in Southern Spain*. Veterinary Journal, 2011. **189**(1): p. 89-94.
30. Chambers, L.E., Beaumont, L. J., Hudson, I. L., *Continental scale analysis of bird migration timing: influences of climate and life history traits-a generalized mixture model clustering and discriminant approach*. International Journal of Biometeorology, 2014. **58**: p. 1147-1162.
31. Angulo, E., Villafuerte, R., *Modelling hunting strategies for the conservation of wild rabbit populations*. Biological Conservation, 2003. **115**: p. 291-301.
32. Calvete, C., Estrada, R., Angulo, E., Cabezas-Ruiz, S., *Habitat factors related to wild rabbit conservation in an agricultural landscape*. Landscape Ecology, 2004. **19**: p. 531-542.
33. Martins, H., Barbosa, H., Hodgson, M., Borralho, R., Rego, F., *Effect of vegetation type and environmental factors on European wild rabbit Oryctolagus cuniculus counts in a southern Portuguese montado*. Acta Theriologica, 2003. **48**(3): p. 385-398.

34. Casas, F., Mougeot, F., Viñuela, J., *Double-nesting behaviour and sexual differences in breeding success in wild Red-legged Partridges (Alectoris rufa)*. Ibis, 2009. **151**(4): p. 743-751.
35. Hernández-Briz, F., *La perdiz roja*, M.d. Agricultura, Editor. 1991.
36. Palomares, F., *The negative impact of heavy rains on the abundance of a Mediterranean population of European rabbits*. Mammalian Biology, 2003. **68**(4): p. 224-234.
37. Brøseth, H., Nilsen, E. B., Pedersen, H. C., *Temporal quota corrections based on timing of harvest in a small game species*. European Journal of Wildlife Research, 2012. **58**(5): p. 797-802.
38. Strand, O., Nilsen, E. B., Solberg, E. J., Linnell, J. C. D., *Can management regulate the population size of wild reindeer (Rangifer tarandus) through harvest?* Canadian Journal of Zoology, 2012. **90**(2): p. 163-171.
39. Ferreira, C., Paupério, J., Alves, P. C., *The usefulness of field data and hunting statistics in the assessment of wild rabbit (Oryctolagus cuniculus) conservation status in Portugal*. Wildlife Research, 2010. **37**: p. 223-229.
40. Moleón, M., Almaraz, P., Sánchez-Zapata, J. A., *An emerging infectious disease triggering large-scale hyperpredation*. PloS ONE, 2008. **3**(6): p. 1-6.
41. Blanco-Aguilar, J.A., Delibes-Mateos, M., Arroyo, B., Ferreras, P., Casas, F., Real, R., Vargas, J. M., Villafuerte, R., Viñuela, J., *Is the interaction between rabbit hemorrhagic disease and hyperpredation by raptors a major cause of the red-legged partridge decline in Spain?* European Journal of Wildlife Research, 2012. **58**: p. 433-439.

Conclusiones

- En todas las modalidades de caza estudiadas las bolsas de caza aumentaron con esfuerzo de caza, en el caso del conejo también con el esfuerzo anterior; así como también con nuestro índice de abundancia.
- El número de jornadas parece ser el principal regulador de las bolsas de caza; además, en el caso del conejo existe una interacción de esta variable con el número de cazadores, siendo positiva si no hay cupo (descaste) y negativa si lo hay (periodo hábil de caza general).
- El número de jornadas no estaba significativamente asociado a la abundancia relativa que estimamos, excepto en el caso del descaste.
- Las precipitaciones también afectan a las capturas en todas las modalidades; la precipitación primaveral favorece las abundancias de conejo y perdiz, y la otoñal favorece la supervivencia invernal de la perdiz pero reduce las capturas de conejo durante el periodo hábil de caza.
- Según estos resultados, para la gestión del Coto Social de Torremendo, particularmente, y de los cotos de caza menor de características similares, en general, sería recomendable regular y ajustar el esfuerzo de caza (principalmente el número de jornadas) en función de la abundancia estimada a partir de censos realizados sobre las especies de interés así como de las capturas anteriores (para el caso del conejo), por lo que es también muy importante llevar un registro adecuado de cada jornada.

Agradecimientos

En primer lugar, a mis tutores Beatriz Arroyo López y a José Antonio Sánchez Zapata por el tiempo que han dedicado a que este trabajo sea posible. A ambos por su gran implicación, conocimientos, perspectivas aportadas e interés presentado que me han hecho más ligera y sencilla la tarea; además por darme la oportunidad de trabajar a su lado, por sus llamadas, correos y palabras de apoyo en lo académico y en lo personal, y esas charlas que me hacen comprender mejor el mundo. Insuperables.

A los socios de la Sociedad de Cazadores La Codorniz de Torremendo, y muy particularmente a su presidente y amigo Don Fernando Martínez por facilitar el acceso a la información sobre las capturas de conejo y perdiz, datos recogidos por iniciativa propia y de gran utilidad, así como por aportar sus amplios conocimientos sobre estas especies en amenas reuniones y paseos por el coto.

A la Confederación Hidrográfica del Segura por facilitar los datos climáticos.

A Carmen Cañizares, por acompañarme en los inicios de la laboriosa tarea de pasar los datos al ordenador. Menos mal que seguían un patrón...

A Andrés Giménez Casalduero, Francisco Botella Robles y toda el Área de Ecología de la UMH (presentes y viajeros) por haberme ayudado siempre en todo lo posible (así da gusto).

A mis profesores de Máster por mostrarme infinidad de nuevos conocimientos y perspectivas (y que mejor manera que mediante el rol).

A mis compañeros de Máster por esas conversaciones y debates arreglando el mundo y en especial a Jennifer Pareja Carrera por sus palabras de aliento y risas compartidas, mil gracias.

Y, evidentemente, a mi familia por aguantarme lejos y cerca.

Anexo 1. Selección de modelos por pasos “hacia atrás”

Tabla 10. Selección de modelo para la perdiz con reclamo

Model:	Df	Deviance	AIC	LRT	Pr(>Chi)
<none>	27.078	146.26			
Perdices en reclamo anterior	1	30.466	147.65	33.885	.
Perdices en otoño anterior	1	27.857	145.04	0.7794	0.3773145
Capturas 1ª jornada	1	39.856	157.04	127.780	***
Precipitación otoño anterior	1	28.676	145.86	15.983	0.2061444
Número de cazadores por jornada: Número de jornadas	1	27.763	144.94	0.6851	0.4078266

Model:	Df	Deviance	AIC	LRT	Pr(>Chi)
<none>	27.763	144.94			
Perdices en reclamo anterior	1	30.472	145.65	2.709	.
Perdices en otoño anterior	1	28.036	143.22	0.273	0.60122
Cazadores por jornada	1	91.934	207.12	64.171	***
Nº jornadas	1	56.123	171.30	28.360	***
Capturas 1ª jornada	1	50.090	165.27	22.327	***
Precipitación otoño anterior	1	28.676	143.86	0.913	0.33922

Model:	Df	Deviance	AIC	LRT	Pr(>Chi)
<none>	44.547	173.11			
Perdices en reclamo anterior	1	45.802	172.37	1.255	0.2625
Cazadores por jornada	1	100.321	226.88	55.774	***
Nº jornadas	1	62.824	189.39	18.277	***
Capturas 1ª jornada	1	67.840	194.40	23.293	***
Precipitación otoño anterior	1	47.669	174.23	3.123	0.0772

Model:	Df	Deviance	AIC	LRT	Pr(>Chi)
<none>	47.967	180.75			
Cazadores por jornada	1	129.386	260.17	81.419	***
Nº jornadas	1	66.502	197.29	18.535	***
Capturas 1ª jornada	1	87.984	218.77	40.017	***
Precipitación otoño anterior	1	55.582	186.37	7.614	***

Tabla 11. Selección de modelo para el conejo en descaste

Model:	Df	Deviance	AIC	LRT	Pr(>Chi)
<none>	83.392	247.26			
Conejo en otoño anterior	1	142.420	304.29	59.029	***
Conejo en descaste anterior	1	151.041	312.92	67.650	***
Capturas 1ª jornada	1	109.240	271.11	25.848	***
Precipitación primavera	1	113.230	275.10	29.838	***

Precipitación otoño anterior	1	83.803	245.68	0.411	0.5215
Número de cazadores por jornada: Número de jornadas	1	99.390	261.26	15.998	***

Model:	Df	Deviance	AIC	LRT	Pr(>Chi)
<none>	83.803	245.68			
Conejo en otoño anterior	1	152.616	312.49	68.814	***
Conejo en descaste anterior	1	153.529	313.40	69.726	***
Capturas 1ª jornada	1	109.246	269.12	25.443	***
Precipitación primavera	1	114.339	274.21	30.536	***
Número de cazadores por jornada: Número de jornadas	1	104.116	263.99	20.313	***

Tabla 12. Selección de modelo para el conejo en periodo hábil de caza general.

Model:	Df	Deviance	AIC	LRT	Pr(>Chi)
<none>	85,422	243,75			
Conejo en otoño anterior	1	116.626	272.95	31.204	***
Conejo en descaste	1	98.446	254.77	13.023	***
Capturas 1ª jornada	1	281.495	437.82	196.073	***
Número de jornadas en que se caza perdiz	1	98.121	254.45	12.699	***
Precipitación otoño	1	105.421	261.75	19.999	***
Número de cazadores por jornada: Número de jornadas	1	100.323	256.65	14.901	***

Tabla 13. Selección de modelo para la perdiz en periodo hábil de caza general

Model:	Df	Deviance	AIC	LRT	Pr(>Chi)
<none>	28.946	147.21			
Perdiz en otoño anterior	1	30.919	147.19	19.737	0.16006
Perdiz en reclamo	1	29.027	145.29	0.0813	0.77552
Capturas 1ª jornada	1	29.430	145.69	0.4840	0.48660
Precipitación año anterior	1	29.404	145.67	0.4583	0.49841
Precipitación primavera	1	33.080	149.35	41.343	*
Precipitación otoño	1	29.422	145.69	0.4768	0.48986
Número de cazadores por jornada: Número de jornadas	1	34.266	150.53	53.203	*

Model:	Df	Deviance	AIC	LRT	Pr(>Chi)
<none>	29.027	145.29			
Perdiz en otoño anterior	1	30.925	145.19	18.982	0.16828
Capturas 1ª jornada	1	30.463	144.73	14.365	0.23071
Precipitación año anterior	1	29.473	143.74	0.4464	0.50404
Precipitación primavera	1	33.081	147.35	40.540	*
Precipitación otoño	1	29.446	143.71	0.4192	0.51733

Número de cazadores por jornada: Número de jornadas	1	34.445	148.71	54.186	*
---	---	--------	--------	--------	---

Model:	Df	Deviance	AIC	LRT	Pr(>Chi)
<none>	29.446	143.71			
Perdiz en otoño anterior	1	30.925	143.19	14.791	0.22392
Capturas 1ª jornada	1	33.227	145.49	37.807	.
Precipitación año anterior	1	30.433	142.70	0.9872	0.32043
Precipitación primavera	1	33.095	145.36	36.489	.
Número de cazadores por jornada: Número de jornadas	1	35.238	147.50	57.924	*

Model:	Df	Deviance	AIC	LRT	Pr(>Chi)
<none>	30.433	142.70			
Perdiz en otoño anterior	1	33.223	143.49	27.896	.
Capturas 1ª jornada	1	33.653	143.92	32.201	.
Precipitación primavera	1	34.232	144.50	37.992	.
Número de cazadores por jornada: Número de jornadas	1	40.877	151.14	104.442	**

Model:	Df	Deviance	AIC	LRT	Pr(>Chi)
<none>	70.756	185.70			
Capturas 1ª jornada	1	81.882	194.83	111.258	***
Precipitación primavera	1	80.646	193.59	98.900	**
Número de cazadores por jornada: Número de jornadas	1	71.875	184.82	11.192	0.2900973

Model:	Df	Deviance	AIC	LRT	Pr(>Chi)
<none>	71.875	184.82			
Cazadores por jornada	1	71.899	182.85	0.024	0.8773026
Número de jornadas	1	157.680	268.63	85.804	***
Capturas 1ª jornada	1	83.718	194.66	11.843	***
Precipitación primavera	1	84.674	195.62	12.799	***

	Df	Deviance	AIC	LRT	Pr(>Chi)
<none>	71.899	182.85			
Número de jornadas	1	157.748	266.69	85.849	***
Capturas 1ª jornada	1	83.977	192.92	12.078	***
Precipitación primavera	1	84.679	193.63	12.780	***

Anexo 2. Capturas registradas

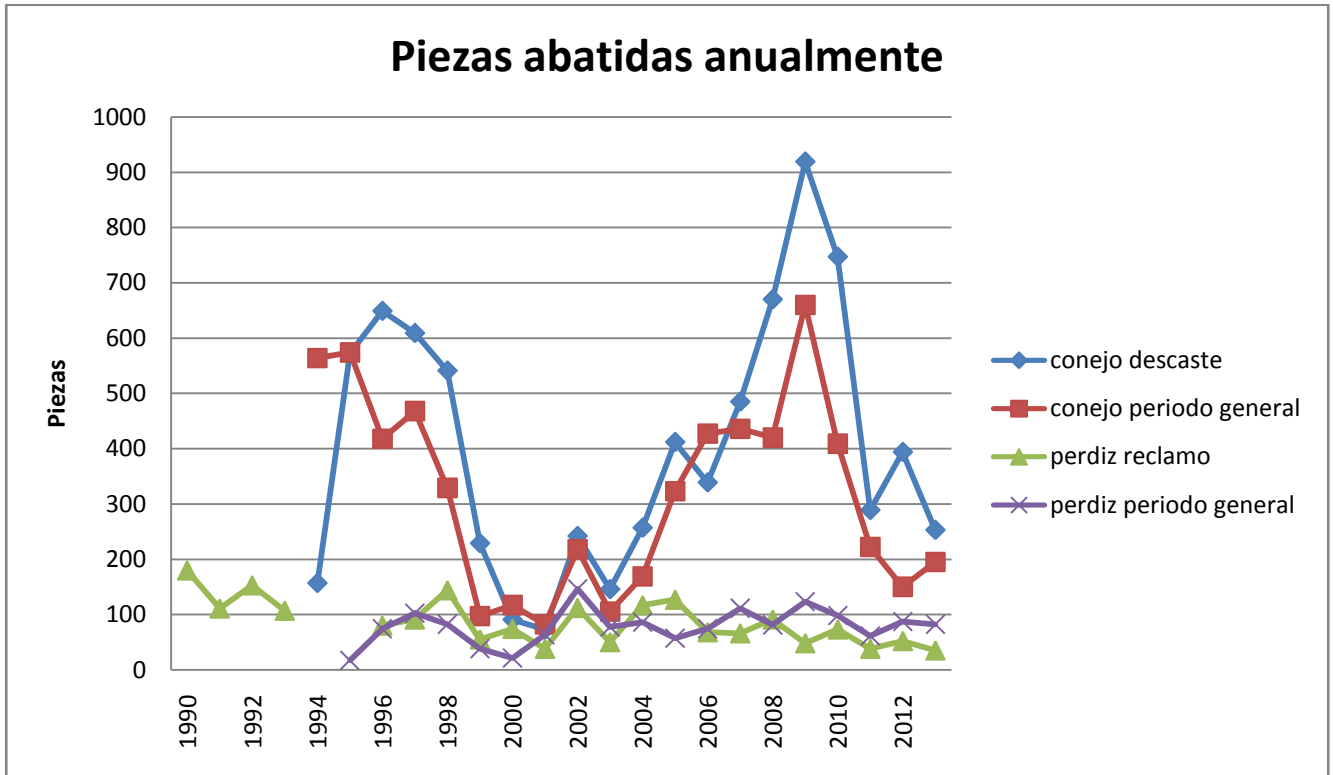


Figura 4. Bolsas de caza anuales registradas para cada modalidad de caza