



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior
de Ingeniería Agronómica y del Medio Natural

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA AGRONÓMICA
Y DEL MEDIO NATURAL

Aplicación de un sistema de pago por servicios ambientales para la recuperación de la población de perdiz roja (*Alectoris rufa*) en el coto cinegético de Mosqueruela (Teruel)

Trabajo Fin De Máster De Ingeniería De Montes

Curso Académico 2019/2020

Autor: Alejandro Tena Gil

Tutora: Olga María Moreno Pérez

Cotutor: Victor Gallego Albiach

Valencia, junio de 2020

Aplicación de un sistema de pago por servicios ambientales para la recuperación de la población de perdiz roja (*Alectoris rufa*) en el coto cinegético de Mosqueruela (Teruel)

RESUMEN

La perdiz roja (*Alectoris rufa*) ha sufrido en las últimas décadas una notable regresión de sus poblaciones como consecuencia de varios factores, entre los que cabe destacar los cambios generados en las prácticas agrícolas. En este sentido, el abandono del cultivo de cereal (especialmente el trigo) ha generado un descenso todavía más acusado de las poblaciones de esta especie. Una de las posibles medidas que se pueden adoptar para recuperar la población de perdiz roja es la puesta en cultivo de esas parcelas abandonadas de trigo.

En este contexto, el objetivo del presente trabajo consiste en crear un sistema de pago por servicios ambientales (PSA) con el que aumentar la superficie destinada al cultivo de trigo. El aumento en la producción de este cereal generará un incremento en el alimento disponible para las perdices (grano caído al suelo), y se prevé que ésta mayor disponibilidad de alimento provoque un aumento en la población de perdices en años posteriores.

La aplicación del PSA incluye a varios actores en la ecuación como son los demandantes del servicio ambiental (la sociedad de cazadores y el ayuntamiento) y los oferentes (los propietarios privados de las parcelas y los agricultores de servicio). A través del estudio realizado se han analizado las posibles partidas de dinero que incluir en el PSA, las parcelas disponibles, así como el cálculo del precio por el servicio ambiental que se traduce en el pago de la falta de rentabilidad a los agricultores.

Para estimar el tamaño poblacional actual de esta especie se han realizado tanto i) censos mediante transecto lineal como ii) encuestas a los cazadores. Gracias a los datos obtenidos se ha estimado una población primaveral de 280 individuos ($3,5 \text{ ind/km}^2$). A partir de esta estima inicial de la población y junto a una extensa revisión bibliográfica se han simulado diferentes modelos de crecimiento poblacional que predicen tamaño poblacional en 5 escenarios diferentes (desde el más pesimista al más optimista). El escenario proyectado en el PSA genera un aumento de la superficie de trigo cultivada de 192 ha efectivas respecto a las 30 ha cultivadas actualmente. Este incremento en el cultivo estima un incremento en la población de perdiz de entre 390 y 680 perdices ($6,7 \pm 1,8 \text{ ind/km}^2$) a 4 años vista, que es la duración establecida para un periodo de contrato en el PSA. Por otra parte, en un escenario a largo plazo (20 años) los modelos simulados predicen que la población de perdiz en el coto podría situarse entre 1.160 y 2.370 perdices ($22,05 \pm 7,55 \text{ ind/km}^2$).

Todos los modelos simulados muestran un efecto positivo del PSA sobre la población de perdiz, por lo que el uso de este tipo de sistemas se presenta como una herramienta esencial tanto para i) la reactivación de las prácticas agrícolas extensivas, como para ii) la recuperación poblacional de diferentes especies de aves esteparias dependientes de cultivos agrícolas.

PALABRAS CLAVE: Perdiz roja, coto de caza, trigo, agricultores.

Autor: Alejandro Tena Gil

Tutora: Olga María Moreno Pérez

Cotutor: Victor Gallego Albiach

Valencia, junio de 2020

Application of a payment system for environmental services for the recovery of the red partridge (*Alectoris rufa*) population in the hunting area of Mosqueruela (Teruel)

ABSTRACT

The red-legged partridge (*Alectoris rufa*) has suffered in recent decades a notable regression of its populations as a consequence of several factors, among which it is worth highlighting the changes generated in agricultural practices. In this sense, the abandonment of cereal cultivation (especially wheat) has generated an even more pronounced decline in the populations of this species. One of the possible measures that can be adopted to recover the red-legged partridge population is the cultivation of these wheat plots.

In this context, the main goal of this study is to create a system of payment for environmental services (PES) to increase the area destined to the cultivation of wheat. The increase in the production of this cereal will generate an increase in the food available for partridges (grain dropped to the ground), and it is expected that this increased availability of food will cause an increase in the partridge population in subsequent years.

The application of the PSA includes several actors such as the claimants of the environmental service (the hunters' society and the city council) and the bidders (the private owners of the plots and the service farmers). Through the study several factors such as the budget to include in the PSA, the available plots, as well as the calculation of the price for the environmental service to the farmers have been in depth analyzed.

For estimating the current population size of this species, both i) censuses by linear transect and ii) hunter surveys have been carried out. Thanks to the data, a spring population of 280 individuals (3.5 ind / km²) has been estimated. From this initial population estimation and with an extensive bibliographic review, different models of population growth have been simulated to predict the population size in 5 different scenarios (from the most pessimistic to the most optimistic). The scenario projected in the PES generates an increase in the cultivated wheat area of 192 ha effective compared to the 30 ha currently cultivated. This increase in cultivation estimates an increase in the partridge population of between 390 - 680 partridges (6.7 ± 1.8 ind / km²) in 4 years, which is the duration established for a contract period in the PES. On the other hand, in a long-term scenario (20 years), the simulated models predict that the partridge population in the preserve could be between 1,160 - 2,370 partridges (22.05 ± 7.55 ind / km²).

All the simulated models show a positive effect of the PSA on the partridge population, so the use of this type of system is presented as an essential tool both for i) the reactivation of extensive agricultural practices and for ii) recovery population of different species of steppe birds dependent on agricultural crops.

KEY WORDS: Red-legged partridge, hunting ground, wheat, farmers.

Autor: Alejandro Tena Gil

Tutora: Olga María Moreno Pérez

Cotutor: Victor Gallego Albiach

Valencia, junio de 2020

Índice

1. Introducción.....	1
1.1. Propiedad y usos del coto	1
1.2. Antecedentes de la población de perdiz roja y situación actual.....	1
1.3. Objetivo principal del TFM	3
1.4. Estructura del TFM	3
1.5. Obtención de información primaria	3
2. Coto municipal “La Estrella”	4
2.1. Situación geográfica	4
2.2. Fisiografía	4
2.3. Clima.....	4
2.4. Vegetación.....	5
2.5. Fauna	5
2.6. Figuras de protección ambiental.....	6
2.7. Situación socioeconómica	6
2.8. Ayuntamiento.....	8
2.8.1. Cabra montés.....	9
2.8.2. Corzo.....	10
2.8.3. Balance económico.....	10
2.9. Sociedad de cazadores	11
2.9.1. Balance económico.....	12
2.10. La perdiz roja	13
2.10.1. Descripción de la especie	13
2.10.2. Estudio de la población de perdiz en el coto.....	15
2.11. Otras especies cinegéticas favorecidas por el PSA.....	18
3. Mecanismo de pago por servicios ambientales.....	20
3.1. Oportunidades del PSA.....	20
3.2. Identificación de los productores.....	22
3.2.1. Propietarios privados.....	22
3.2.2. Agricultores de servicio	22
3.3. Identificación de los compradores	23
3.4. Marcos institucionales y legislativos	24
3.5. Límites geográficos y aprovechamientos actuales.....	25
3.6. Determinación del precio por el servicio ambiental	27
3.7. Otras mejoras complementarias al PSA	28
3.8. Escenario proyectado.....	29

3.8.1. Superficie agrícola afectada por el PSA	29
3.8.2. Estimación del servicio ambiental proyectado.....	30
3.8.3. Propuestas de gestión y verificación para mantener y mejorar el PSA.....	33
3.9. Gobernanza del servicio ambiental.....	34
3.9.1. Contratos	34
4. Aplicabilidad de este método de PSA para otros cotos cinegéticos.....	37
5. Conclusiones	38
6. Bibliografía	40
7. Anexos.....

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Usos de suelo Mosqueruela (2003-2017)	7
Figura 2. Tierras de cultivo Mosqueruela (2003-2017)	7
Figura 3. Explicación gráfica de los censos mediante transecto lineal	16
Figura 4. Superficie de cereal y promedio de perdices cazadas (últimas 4 temporadas)	17
Figura 5. Respuestas de los socios sobre el suplemento de la cuota anual	18
Figura 6. Clasificación de las parcelas con caracterización tierra arable	26
Figura 7. Modelos de crecimiento poblacional con diferentes tasas de incremento (4 años)	31
Figura 8. Modelos de crecimiento poblacional con diferentes tasas de incremento (20 años)	33

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Objetivo de las entrevistas y encuestas	3
Tabla 2. Cultivos herbáceos Mosqueruela (2015-2017)	8
Tabla 3. Resumen de la subasta de cabra montés en la temporada 2019/20	10
Tabla 4. Resumen de la subasta de corzos en la temporada 2019/20	10
Tabla 5. Balance económico provisional temporada 2019-2020	11
Tabla 6. Balance económico temporadas (2017/18 y 2018/19)	12
Tabla 7. Ciclo reproductivo de la perdiz en Mosqueruela	14
Tabla 8. Aportaciones económicas para la realización del PSA	23
Tabla 9. Tasa correspondiente por puesta en cultivo de parcela con uso forestal	24
Tabla 10. Beneficio para el agricultor	27
Tabla 11. Características de las parcelas elegidas para la realización del PSA	30
Tabla 12. Escenario proyectado de la población de perdiz tras el periodo de 4 años del PSA	32
Tabla 13. Escenario proyectado del servicio ambiental tras el periodo de 4 años	32
Tabla 14. Escenario proyectado población de perdiz tras el periodo de 20 años	34

1. Introducción

El presente proyecto nace a partir de un trabajo en grupo que formó parte de la evaluación de la asignatura “Economía de los Servicios Ambientales” del primer curso del Máster en Ingeniería de Montes. El grupo de trabajo estaba formado por Carlos Dolz, Celia Yagüe y Alejandro Tena (autor de este TFM).

El trabajo consistió en crear un sistema de pago por servicios ambientales (PSA) en la comarca de Gúdar-Javalambre. Fruto de las deliberaciones del equipo surgió la idea de crear un sistema de PSA en el que, a partir de una aportación económica de los cazadores, se pudiera cultivar trigo en las tierras abandonadas del coto, aumentando el alimento disponible para la población de perdiz roja (*Alectoris rufa*) en el mismo y, por tanto, favoreciendo el aumento de su población.

Finalmente, el trabajo se llevó a cabo de manera superficial, ya que el tiempo del que se disponía era limitado. En este sentido, las parcelas se delimitaron con poco detalle, no se incluyó al ayuntamiento como posible parte interesada, el PSA creado se basó en datos cuya fiabilidad era mejorable, no se desarrollaron los contratos, no se llevaron a cabo censos para determinar la población de perdices, etc.

Por consiguiente, el trabajo realizado en clase sirvió únicamente como punto de partida de este TFM, en el que el PSA se desarrolla de manera más completa con el objetivo de poder llevarlo a la realidad y, se espera, constituir un ejemplo de actuación en otros cotos de caza con características similares al del estudio.

1.1. Propiedad y usos del coto

El coto cinegético que se va a estudiar es el coto municipal de Mosqueruela (Teruel), registrado con el nombre “La Estrella” con matrícula TE-10255. A pesar de estar referenciado como coto de caza mayor, también se puede practicar la caza menor.

El coto ocupa casi la totalidad del término municipal de Mosqueruela, con una superficie de 25.901 ha, además, tiene una ampliación que pertenece al término municipal de Puertomingalvo, haciendo un total de 26.131 ha. La propiedad de las parcelas se diferencia entre aquellas que pertenecen al ayuntamiento (7.570 ha, 29%) y aquellas que pertenecen a propietarios privados (18.561 ha, 71 %) (Plano 3).

El titular del coto es el ayuntamiento de Mosqueruela, que realiza el aprovechamiento cinegético del mismo a través de dos especies como son la cabra montés (*Capra pyrenaica*) y el corzo (*Capreolus capreolus*), y que generan un elevado beneficio económico en el acotado. Por otra parte, la sociedad de cazadores “Virgen de la Estrella” efectúa el aprovechamiento del resto de especies cinegéticas pagando una cuota anual al ayuntamiento por ello. Entre estas especies se encuentran la codorniz (*Coturnix coturnix*), la paloma torcaz (*Columba palumbus*), la perdiz roja o el jabalí (*Sus scrofa*).

1.2. Antecedentes de la población de perdiz roja y situación actual

La perdiz roja es un ave que habitaba las grandes estepas de la península hasta la aparición de la agricultura (9.500 a.C.), donde se alimentaba fundamentalmente de las especies vegetales que existían allí. Con el comienzo de la agricultura esta especie tuvo que adaptarse, en primer lugar, a los nuevos recursos tróficos disponibles, que básicamente eran los granos de cereal que caían al suelo durante la cosecha y, en segundo lugar, a ser presa del ser humano. A pesar de estos cambios, la perdiz ha conseguido adaptarse a este nuevo escenario, donde se ha

acostumbrado a vivir en las proximidades de los campos de cultivo, y ha aumentado las adaptaciones dirigidas a reducir el impacto de la depredación (Casas, 2008). No obstante, sus poblaciones se hallan en una regresión continua. Las causas generales ligadas a su declive son la pérdida de hábitat (agricultura intensiva, forestación), la elevada presión cinegética, o la hibridación genética ligada a las sueltas. Sin embargo, en el caso particular del coto de Mosqueruela, la población se encuentra en regresión por una serie de factores que no son exactamente iguales que los anteriores.

El principal motivo del declive de la población de perdiz es la pérdida del hábitat cerealista. En la zona de estudio abordada en este TFM (coto de Mosqueruela), el cereal era el cultivo más extendido hasta el inicio de los años 70 (debido fundamentalmente a su alto valor económico), donde un elevado porcentaje de las parcelas del coto se dedicaban a la producción de diferentes especies (trigo, cebada, etc.). Sin embargo, la disminución de su valor económico en años posteriores (menor rentabilidad), junto con el desacoplamiento de las ayudas de la PAC, dieron lugar al abandono del cultivo. Este abandono repentino del cereal provocó de manera paralela la disminución del alimento para la perdiz, y por tanto, la disminución de sus efectivos poblacionales (al igual que otras especies que presentan hábitos tróficos similares).

En la actualidad, en el coto de Mosqueruela apenas se realizan siembras con el fin de obtener grano de trigo (cereal predilecto para la perdiz) ya que el precio de la cosechadora y la productividad del terreno (entre otras causas) hace que no sea tan rentable como en otras zonas. En varios casos en los que sí que se han llevado a cabo siembras, el trigo se corta para forraje antes de que se produzca la maduración del grano, o simplemente se introduce el ganado (habitualmente vacuno) para que se alimente. Cuando se corta para forraje, además de no caer el grano al suelo, genera otras consecuencias negativas para la fauna, ya que esa siega anticipada destruye los nidos y huevos de determinadas especies (perdiz, codorniz, etc.) que utilizan las estepas cerealistas para la cría. En el caso de la introducción del ganado, aunque sí cae grano al suelo (porque el ganado es incapaz de alimentarse de la totalidad de las espigas), debido al pisoteo, hace imposible la puesta de los nidos en estos hábitats (Hernández-Briz, 1991). Asimismo, se llevan a cabo algunas prácticas de intensificación agrícola que le pueden afectar de forma negativa a las especies ligadas a la agricultura, como la utilización de plaguicidas, la roturación temprana de los rastros o la recogida de la paja con maquinaria a alta velocidad (esta última práctica afecta en mayor medida a las codornices).

Otro factor que ha influido en el declive de la población de perdiz ha sido el descenso poblacional del conejo, debido fundamentalmente a la enfermedad hemorrágica vírica. En este sentido, el conejo constituye la base alimenticia de numerosos predadores y, debido a la disminución de este lagomorfo, han tenido que preñar de manera oportunista sobre otras especies como la perdiz. Por tanto, el problema no deriva de los predadores especialistas de la perdiz como puede ser el águila perdicera (*Aquila fasciata*), sino de los depredadores oportunistas como el jabalí, el zorro (*Vulpes vulpes*) o los córvidos (Díaz, 2014; Ferreras, et al., 2010).

Por último, el clima es un factor que siempre ha influido sobre la perdiz debido a que si se produce una granizada o una lluvia intensa cuando los pollos son recién nacidos, estos morirán. Por otro lado, si se produce una sequía, la cantidad de alimento será menor y la vegetación proporcionará menos refugio frente a los depredadores. No obstante, aunque este factor siempre ha estado presente, en la actualidad lo está en mayor medida, y si se suma a todos los anteriores puede influir de manera considerable sobre la población de perdiz.

Por todo ello, la población de perdiz roja en el coto de Mosqueruela se encuentra en un marcado declive y, si no se implementan determinadas medidas correctoras a corto plazo, esta especie podría acabar desapareciendo de la zona.

1.3. Objetivo principal del TFM

El objetivo principal de este proyecto es la creación de un sistema de pago por servicios ambientales con el que aumentar la superficie destinada al cultivo de trigo. Este aumento en la producción de trigo generará de manera colateral un incremento en el alimento disponible para las perdices (grano caído al suelo). Por tanto, se prevé que la mayor disponibilidad de alimento provoque un aumento en la población de perdices en años posteriores, que intentará reducir el declive poblacional que acusa esta especie en el coto municipal de Mosqueruela.

1.4. Estructura del TFM

En el apartado 2 se va a realizar una descripción del coto, incluyendo sus características físicas, sus componentes e información sobre las especies que habitan en él. Para las dos especies que se beneficiarán de manera notable con el PSA (perdiz y codorniz), se estudia su población actual para saber en qué medida aumentará, tras la realización del PSA. En el caso de la perdiz se llevan a cabo censos y encuestas a los cazadores. En el caso de la codorniz, se realiza un estudio en el que se estima la población actual del coto a través de referencias bibliográficas e información de agricultores, ganaderos y cazadores. En el apartado 3 se diseña el mecanismo de pago por servicios ambientales en el que se determina la superficie afectada, los actores, el precio del servicio, la gobernanza, etc. Una vez definido el sistema, se detalla el escenario proyectado que se espera obtener tras la puesta en marcha del PSA, este describe las poblaciones futuras de perdiz y codorniz. Finalmente, en el apartado 4 se muestra como este PSA se puede llevar a cabo en otros cotos con características similares a este.

1.5. Obtención de información primaria

Como complemento a la revisión bibliográfica, durante la realización del TFM se han llevado a cabo numerosas entrevistas y encuestas dirigidas a los diferentes actores que van a participar o influir de alguna manera en este trabajo. En la Tabla 1 se muestran los actores entrevistados y encuestados, el número y el objetivo de dichos contactos de forma breve, en el Anexo 1 están desarrolladas al completo.

Tabla 1. Objetivo de las entrevistas y encuestas

Actores	Nº de consultas	Objetivo
Alcaldesa	3 entrevistas	Obtener información sobre las parcelas de propiedad privada y sobre los ingresos obtenidos a través del coto.
Agricultores	4 llamadas 2 SMS 1 entrevista	Conseguir información para calcular su beneficio económico con la siembra, establecer la viabilidad del PSA y determinar el precio por el servicio ambiental.
Servicio Provincial de Agricultura, Ganadería y Medio Ambiente	1 llamada 1 email	Entender y resolver dudas sobre el proceso de cambio de uso forestal y sobre la PAC.
Cazadores Agricultores	3 entrevistas	Datos sobre la de la caza y la agricultura en el municipio. Datos específicos sobre la biología de la perdiz en el coto. Estimar la población media de codorniz.
Junta de la sociedad de cazadores	3 entrevistas	Obtener información sobre los miembros de la sociedad, datos económicos, facturas, etc.
Miembros de la sociedad de cazadores	75 encuestas	Información sobre la población de la perdiz roja en el coto. Motivos del declive poblacional de la perdiz desde el punto de vista de los cazadores. Cantidad que estarían dispuestos a aportar de más para recuperar dicha población.

2. Coto municipal “La Estrella”

2.1. Situación geográfica

El coto municipal “La Estrella” se encuentra situado en la localidad de Mosqueruela, dentro de la comarca Gúdar-Javalambre (Plano 1), perteneciente a la provincia de Teruel, dentro de la Comunidad de Aragón. El coto ocupa casi la totalidad del término municipal de Mosqueruela, (25.901 ha de 26.355 ha) a la que hay que añadir 229 ha que corresponden al término municipal de Puertomingalvo, sumando un total de 26.131 ha (Plano 2). El coto es colindante con 8 municipios (dos de ellos forman parte de la Comunidad Valenciana) debido a que Mosqueruela es un pueblo limítrofe con esta región.

2.2. Fisiografía

En este punto se analizan tanto las altitudes como las pendientes del coto, ya que afectan directamente tanto al hábitat y la distribución de la perdiz como a las zonas potenciales donde se va a cultivar trigo.

En relación con la altitud, el coto municipal de Mosqueruela varía enormemente debido a la gran superficie que ocupa. La zona más alta se encuentra a 1.899 m.s.n.m. (metros sobre el nivel del mar) y la zona más baja a 767 m.s.n.m., con una media de 1.487 m.s.n.m. (Plano 4). Debido a que este coto se encuentra en una zona de alta montaña, las características de este (condiciones climáticas, disponibilidad de alimento, etc.) van a ser muy diferentes a los cotos cinegéticos de perdiz que habitualmente se encuentran descritos en la bibliografía. Suelen ser sitios llanos, a 700 m.s.n.m (Fortuna, 2002), a 666 m.s.n.m. (Garrido, 2018a), entre otros. Al igual que sucede con la altitud, las pendientes presentan elevada variabilidad, oscilando entre 0 y 267 %, con una pendiente media del 21 % (Plano 5)

2.3. Clima

Para el análisis del tipo de clima se ha procedido a la recogida de datos de una serie temporal, utilizando el Atlas Climático de Aragón (GOBIERNO DE ARAGÓN) debido a que es el único que utiliza la estación meteorológica de Mosqueruela, situada a 1.526 m.s.n.m. Los datos se muestran en el Anexo 3 (Tabla 1).

Como punto de referencia se ha elegido el centro del municipio de Mosqueruela, ya que está situado en el centro del coto y cubre valores medios de determinados parámetros como la altitud. Además, la mayor abundancia de perdiz se concentra alrededor del municipio. Como datos más relevantes destacan una precipitación media anual de 612 mm y una temperatura media de 9,7 °C. Por otro lado, el Atlas Climático también proporciona los datos absolutos del punto elegido que son: la media del número total de días con heladas y precipitación al año, la precipitación máxima que ha habido en un día, la radiación máxima en un día y los valores máximos y mínimos de temperatura que se han dado. Excepto los días de helada y precipitación, son valores máximos que se han obtenido desde que hay registro (Anexo 3, Tabla 2).

En este sentido se observa que el clima de la zona está fuertemente marcado por la altitud y la continentalidad al estar situado en el interior de la península, pero recibiendo masas de aire del Mediterráneo que se convierten en precipitaciones al llegar al sistema montañoso. Esto da lugar a un frío invernal seco con nevadas habituales y tormentas localizadas en los meses estivales que producen que los veranos sean más o menos secos en función de dichas tormentas.

2.4. Vegetación

Para el estudio de la vegetación se parte del trabajo de Rivas-Martínez (1987), en el que determina para cada zona de España cuál es la especie dominante en el ecosistema vegetal maduro o clímax (vegetación potencial). Clasificó a la vegetación por series de vegetación que pertenecían a pisos bioclimáticos. En el coto de Mosqueruela hay cinco series potenciales dentro tres pisos. En el piso oromediterráneo la serie 14a (pinares y sabinas rastreros), en el piso supramediterráneo las series 15b (sabinas albares), 19c (quejigares) y 22a (encinares) y en el piso mesomediterráneo la serie 22b (encinares) (Plano 6). Aunque esta sería la vegetación que debería presentar el monte si no hubiera existido ningún tipo de alteración, debido a las transformaciones generalmente antrópicas (ganadería, agricultura, aprovechamiento maderero) que ha sufrido el monte a lo largo de los siglos, la vegetación actual es diferente.

La aproximación más exacta para presentar la vegetación actual que presenta el coto es la que proporciona el Mapa Forestal de España (MITECO), y se ha representado en el Plano 7. Como se puede apreciar, en ella predominan los pinares de pino albar (*Pinus sylvestris*) a partir de los 1.400 m.s.n.m. y el pino salgareño (*Pinus nigra*) por debajo de los 1.400 m.s.n.m. Junto al pino salgareño aparecen manchas de encinares (*Quercus ilex*), quejigares (*Quercus faginea*), enebrales (*Juniperus oxycedrus*) y sabinas (*Juniperus phoenicia*). Por otra parte, hay zonas extensas sin vegetación arbórea que pueden estar cultivadas, simplemente son prados, pastizales o zonas sin vegetación arbórea. Estas zonas permanecen sin vegetación arbórea porque la fauna salvaje y la ganadería se alimentan de los brotes de especies arbóreas que pudieran surgir.

2.5. Fauna

En el coto municipal de Mosqueruela existe una elevada variedad de especies animales, que pueden ser categorizadas en especies cinegéticas y especies no cinegéticas.

Especies cinegéticas

Dentro de las especies cinegéticas hay que diferenciar dos grupos, aquellas denominadas de caza menor (perdiz, conejo...) y aquellas denominadas de caza mayor (corzo, cabra montés...) (Anexo 3, Tabla 3). Dentro de cada grupo se clasifican aquellos que son depredadores para la perdiz y aquellos que no lo son. En este caso los que son depredadores de la perdiz son depredadores oportunistas o generalistas (zorro, urraca, corneja y jabalí), esto significa que no dependen directamente de la perdiz para su alimentación. Es por el hecho de ser oportunistas por lo que se incluyen como especies cinegéticas.

Especies no cinegéticas

Existe una gran variedad de especies faunísticas dentro del coto, pero únicamente se incluyen en este apartado aquellas que interactúan de alguna manera con la perdiz roja. Para conocer aquellas que aparecen dentro del acotado se ha realizado un estudio sobre la distribución de estas especies consultando bases de datos procedentes de SEO Bird Life (Sociedad Española de Ornitología), el Atlas de las Aves Reproductoras en España (MITECO) y el Atlas y Libro Rojo de Mamíferos Terrestres de España (Palomo et al., 2007). Además, estos datos se han complementado con el conocimiento de los agentes locales (agricultores, ganaderos, cazadores, etc.) que conocen con precisión las especies que aparecen en el medio.

Hay especies que presentan alguna interacción negativa (predación) con la perdiz roja (Anexo 3, Tabla 4). Esta depredación puede variar en su forma de actuar, por ejemplo, la culebra, el tejón o el cuervo se comen los huevos, el alcaudón se come los pollos o la ginetá o el águila

real se comen los adultos. Los mamíferos depredadores suelen ser oportunistas ya que no dependen de la población de perdiz, sin embargo, en el caso de las aves, este tipo de depredadores son especialistas y si la población de perdiz es baja, la suya también lo es.

Por otra parte, se citan las aves esteparias (alondra, cogujada, collalba...) (Anexo 3, Tabla 5), aunque la codorniz y la perdiz también entran dentro de este grupo, no se incluyen porque se están describiendo las especies no cinegéticas. Estas aves comparten hábitats (pseudostepa agraria) y presentan características morfológicas, fisiológicas y etológicas similares a la perdiz (Casas, 2008). Por lo tanto, las medidas llevadas a cabo por el PSA podrían beneficiar también a este tipo de especies.

2.6. Figuras de protección ambiental

Debido a que se van a realizar actuaciones en el medio ambiente que probablemente afecten a diferentes especies (animales y vegetales) presentes en el coto, es necesario conocer si existe alguna figura de protección ambiental en la zona para poder llevar a cabo determinadas acciones. En este sentido, las fuentes consultadas indican que el coto de Mosqueruela está catalogado casi en su totalidad como LIC (Lugar de Importancia Comunitaria) (Plano 8), que es una de las figuras de protección de la Red Natura 2000. El art. 43.1. LPNB, de 13 de diciembre, define los LIC como “aquellos espacios del conjunto del territorio nacional o de las aguas marítimas bajo soberanía o jurisdicción nacional, incluidas la zona económica exclusiva y la plataforma continental [...] que contribuyen de forma apreciable al mantenimiento o, en su caso, al restablecimiento del estado de conservación favorable de los tipos de hábitat naturales y los hábitat de las especies de interés comunitario [...] en su área de distribución natural”.

El coto de Mosqueruela está dentro del LIC “Maestrazgo y Sierra de Gúdar” con el código ES2420126 que ya ha sido aprobado como ZEC pero en la web del MITECO se siguen denominando como LIC. Esta zona contiene una serie de hábitats y especies de interés por los que ha sido designado con la categoría de LIC que se pueden encontrar en la web del MITECO. También hay una lista con las especies de aves por las que se clasificó esta zona como LIC (Anexo 3, Tabla 6), debido a que son las aves que tienen interés comunitario. Cabe destacar que este listado de aves es para toda la zona LIC y no solo para el coto de Mosqueruela.

Como se puede ver en dicha tabla, muchas de las especies que aparecen en esta lista pertenecen a las aves esteparias ya comentadas anteriormente (*Alauda arvensis*, *Aquila chrysaetos*, *Oenanthe oenanthe*...). Por lo tanto, las mejoras que se llevarán a cabo con este proyecto favorecerán especies de interés comunitario, mejorando los lugares con protección ambiental y de esta manera la biodiversidad.

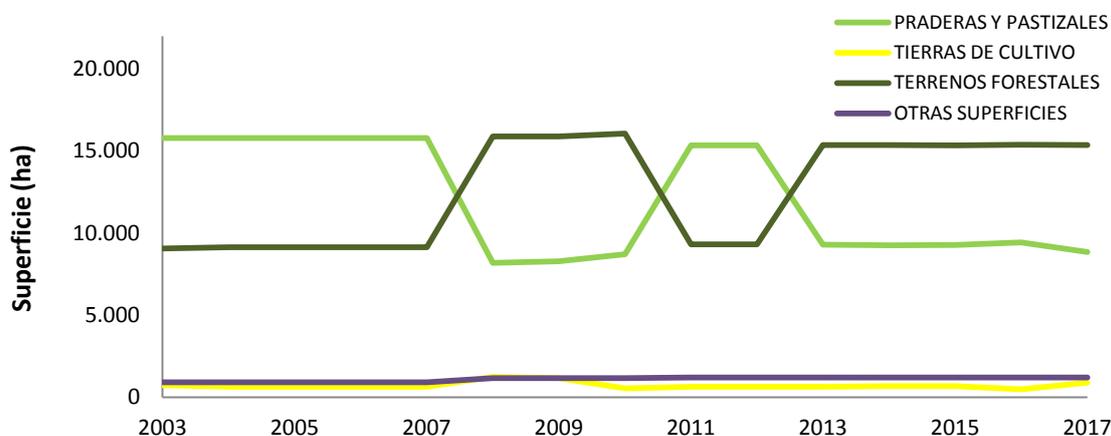
Sin embargo, hay que tener en cuenta que medidas como el cambio de uso de suelo forestal a uso agrícola no se suelen considerar favorables para el medio ambiente (aunque en este caso sí lo sean). Por ello, se tendrá que analizar la normativa para ver las restricciones que impone la ley para llevar a cabo dichas medidas en una zona amparada con la figura LIC.

2.7. Situación socioeconómica

La situación socioeconómica de Mosqueruela está marcada por ser un municipio afectado considerablemente por la despoblación rural. Para el estudio socioeconómico del municipio se recurre a los datos que ofrece el IAEST (Instituto Aragonés de Estadística). La población ha sufrido un descenso continuado desde el año 1900, en ese año había 3.103 personas y en la actualidad hay 537.

Ligado a la agricultura, el IAEST ha llevado un seguimiento sobre el uso del suelo de los municipios de Aragón desde 2003 hasta 2017, aquí se muestra el de Mosqueruela, diferenciando en cuatro grupos: tierras de cultivo (incluye cultivos herbáceos, barbechos y cultivos leñosos), praderas y pastizales, terrenos forestales y otras superficies.

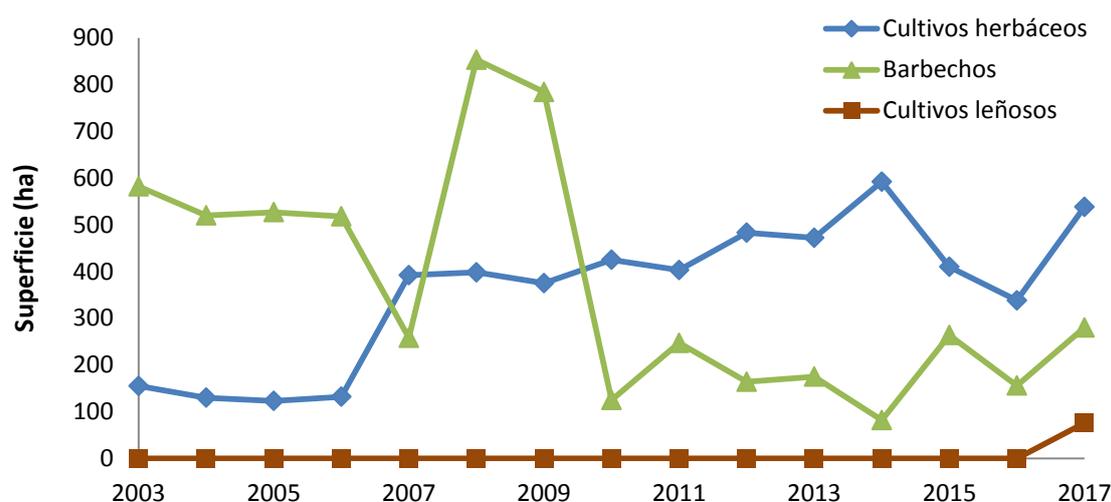
Figura 1. Usos de suelo Mosqueruela (2003-2017)



Fuente: elaboración propia a partir del IAEST

En la Figura 1 se puede apreciar cómo las tierras de cultivo ocupan una parte muy pequeña del total de la superficie de Mosqueruela, además, incluyen barbechos y cultivos leñosos, por ello, hay que diferenciarlos en otra gráfica (Figura 2). La evolución relativa de terrenos forestales y praderas y pastizales se debe a los criterios para denominar cada uso de suelo en función de la legislación. Según el criterio elegido en cada momento hay un porcentaje de praderas y pastizales que se denominan terreno forestal. Como se puede apreciar, los cambios se producen en el periodo entre 2006 y 2014, coincidiendo con los cambios en la Ley de Montes de Aragón. Sin embargo, el resultado final es que la superficie de terreno forestal ha aumentado en la secuencia de tiempo descrita. Por lo demás, siguen una trayectoria regular.

Figura 2. Tierras de cultivo Mosqueruela (2003-2017)



Fuente: Elaboración propia a partir del IAEST

Respecto a la Figura 2, los cultivos leñosos solo han incrementado en el último año, este aumento hace referencia a las plantaciones de carrascas truferas que están en auge en la zona. Por otro lado, se distingue como los cultivos herbáceos (y su complementario, los barbechos) tienen una trayectoria ascendente, sin embargo, hay que interpretar los datos para saber si son o no beneficios para la perdiz estudiando a qué van dedicados esos cultivos herbáceos.

Los cultivos herbáceos se dividen en cuatro grupos: cereales, leguminosas, tubérculos y forrajes. Para este nivel de detalle solo hay datos de 2015 a 2017 (Tabla 2).

Tabla 2. Cultivos herbáceos Mosqueruela (2015-2017)

Año	2015	2016	2017
TOTAL CULT. HERB (A+B+C+D)	410	338	538
(A) TOTAL CEREALES	287	217	150
(B) TOTAL LEGUMINOSAS	0	4	0
(C) TOTAL TUBÉRCULOS	4	4	5
(D) TOTAL FORRAJES	119	113	383

Fuente: IAEST

Como se ve en la Tabla 2, los cultivos herbáceos aumentan, pero sobre todo aquellos dedicados al forraje, mientras que cada vez disminuye más la obtención de cereal, que es lo más beneficioso para la perdiz. En concreto, el cereal óptimo para la perdiz es el trigo, este también ha sufrido un descenso en los últimos años.

Sin embargo, para conocer la actualidad de usos de suelo en el coto de Mosqueruela hay métodos cartográficos que detallan el uso de cada parcela. Hay varias clasificaciones de suelo (SIOSE, Corine Land Cover...) pero en este caso la clasificación más útil es la que proporciona el SIGPAC (Sistema de Información Geográfica de Parcelas Agrícolas) y se obtiene del IDEARAGÓN (Infraestructura de Datos Espaciales de Aragón) (GOBIERNO DE ARAGÓN) ya que los usos del SIGPAC son los que utiliza el INAGA (Instituto Aragonés de Gestión Ambiental) a la hora de gestiones ambientales y, también, para las ayudas de la PAC (Política Agrícola Común). La representación del uso en cada parcela se puede ver en el Plano 9.

Respecto a la ganadería, el IAEST proporciona el último censo en 2009 de los datos de los diferentes tipos de ganadería que hay en la localidad, detallando el número de cabezas de ganado. Ese año el número de cabezas de ganado bovino era de 1.400 individuos, de ovino 5.285 y de caprino 172. A partir de observaciones del autor de este trabajo, se puede estimar que este censo habrá cambiado en la actualidad, doblándose aproximadamente el número de cabezas en la ganadería bovina, manteniéndose la ovina y disminuyendo la caprina.

2.8. Ayuntamiento

Hasta el año 2002, el coto cinegético de Mosqueruela era un coto deportivo de caza gestionado por los propios cazadores (actuales socios de la sociedad), del que no se obtenía ningún tipo de aprovechamiento económico. Sin embargo, en el momento que la cabra montés llegó al acotado por la propia dispersión natural de la especie, se decidió ceder la titularidad del coto al ayuntamiento para que este realizara un aprovechamiento económico de dicha especie, dedicando los ingresos obtenidos para el uso y disfrute del municipio.

A partir de ese momento, el coto dejó de ser un coto deportivo de caza para ser un coto municipal de caza, y se constituyó la sociedad de cazadores “Virgen de la Estrella”. En ese momento tanto la sociedad de cazadores como el ayuntamiento alcanzaron un acuerdo, en el que el ayuntamiento realizaría el aprovechamiento cinegético de la cabra montés, y el resto de las especies cinegéticas serían aprovechadas por la sociedad de cazadores “Virgen de la Estrella”. Posteriormente, como consecuencia del abandono rural y el aumento de la superficie forestal, apareció una nueva especie en el acotado, el corzo, que al igual que la cabra montés presenta un elevado interés económico. La aparición de esta especie generó discrepancias entre el ayuntamiento y la sociedad de cazadores, debido fundamentalmente a que ambas entidades querían gestionarla. A pesar de lo acordado en 2002, el ayuntamiento es la entidad que tiene el poder de decisión al ser el titular del coto, y por tanto puede decidir quién gestiona cinegéticamente esta especie (el corzo). No obstante, y aunque el ayuntamiento es quien tiene el poder de decisión, el 71 % de las parcelas del acotado pertenecen a fincas privadas (muchas de ellas pertenecen a los socios). Por tanto, si un propietario no estuviera de acuerdo con la gestión de su finca, este podría sacarla del coto como medida de presión. Sin embargo, estas parcelas desanexadas no podrían formar parte del aprovechamiento cinegético ya que su tamaño debería de ser superior a 500 ha.

Por tanto, el ayuntamiento percibe actualmente ingresos de tres partidas diferentes: i) los ingresos obtenidos al vender los permisos para la caza de ejemplares de cabra montés, ii) los ingresos obtenidos al vender los permisos para la caza de ejemplares de corzo; y finalmente, iii) los ingresos obtenidos mediante el pago de cuotas anuales que realizan la sociedad de cazadores para el aprovechamiento del resto de especies cinegéticas (perdiz, codorniz, jabalí, etc.). En la temporada 2019/20, esta última partida ascendió a 4.220 €, esto equivale a una cuota anual aproximada de 35 € por socio, con un total de 122 socios.

Según el art. 24.8 LCA, de 12 de marzo, los ayuntamientos o entidades locales menores deben revertir en el acotado el 70% de los ingresos obtenidos por el coto. Esto implica que el ayuntamiento debe invertir una elevada cantidad de dinero en acciones que beneficien al acotado. En este aspecto, y con el visto bueno del ayuntamiento, se podría destinar una parte del dinero para mejorar el hábitat del coto.

Finalmente, es importante destacar que la venta de los permisos se realiza a través de una subasta pública donde se parte de un precio base y se va pujando al alza. El precio de los ejemplares depende de la especie, el sexo y la edad del individuo. Desde el INAGA se adjudican los permisos de caza que van ligados de un precinto por permiso con el que marcar el individuo cazado. Este precinto consiste en una brida que tiene un número de identificación, la fecha a establecer y la especie cazada, se introduce por un agujero que se realiza en la oreja y se cierra para que solo sirva para un individuo. El número de permisos depende de la abundancia de la especie.

2.8.1. Cabra montés

La cabra montés es la especie que más valor económico tiene en el coto, especialmente los machos adultos. En la temporada 2019/20 hubo permisos de caza para 53 machos adultos, 40 hembras y 20 cabritos (machos o hembras menores de dos años). Dado que las hembras y los cabritos no presentan valor económico, el ayuntamiento cede su aprovechamiento cinegético a la sociedad de cazadores, y únicamente lleva a subasta a los machos adultos. El precio de estos machos puede variar enormemente en función de la edad y, sobre todo, del tamaño y forma de los cuernos. En este sentido, los cuernos se valoran por un sistema de puntuación, donde un mayor número de puntos (longitud de la cornamenta, grosor, etc.) implica una mayor calidad del trofeo y, por tanto, un mayor valor económico. En la Tabla 3 se muestra un resumen del precio de los machos subastados durante la temporada 2019/20.

Tabla 3. Resumen de la subasta de cabra montés en la temporada 2019/20

Nº de individuos (tipo de edad)	Precio unitario (€)	Precio total (€)	Complemento puntos (IVA incluido)
26 machos selectivos < 6 años	500	13.000	
14 machos >= 6 años	1.500	21.000	200 € si está entre 190 y 204 puntos
13 machos >= 10 años	2.000	26.000	205 ptos 40€, (...), 250 ptos 4.440€
RECAUDACIÓN		60.000	20.000 € aprox.
INGRESOS TOTALES			80.000 €

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de la subasta de cabra montés (Ayuntamiento)

2.8.2. Corzo

El corzo es la otra especie del coto de la que el ayuntamiento obtiene rentabilidad económica. Al igual que sucede con la cabra montés, las hembras no presentan valor económico, por lo que el ayuntamiento las cede a la sociedad de cazadores. En el caso de los machos, y al contrario de lo que ocurre con la cabra, no se diferencian por su edad, si no que todos presentan un mismo precio de partida. Sin embargo, como ocurre con los machos monteses, a ese precio se sumará el complemento relacionado con la puntuación por la calidad del trofeo. En este caso la calidad del trofeo depende del tamaño de los cuernos (rugosidad, peso, etc.) y en función de ello se establecerán los puntos. En la Tabla 4 se muestra un resumen del precio de los corzos con su puntuación durante la temporada 2019/20, en la que se concedieron permisos para 16 machos y 16 hembras.

Tabla 4. Resumen de la subasta de corzos en la temporada 2019/20

Nº de individuos	Precio unitario (€)	Precio total (€)	Complemento puntos (IVA incluido)
16 machos	500	8.000	95 ptos 12 €, (...), 160 ptos 1.316 €
RECAUDACIÓN		8.000	4.000€ aprox.
INGRESOS TOTALES			12.000 €

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de la subasta de corzos (Ayuntamiento)

2.8.3. Balance económico

Según el art. 24.9 LCA, del 12 de marzo, los cotos municipales deberán presentar anualmente una memoria de gestión del coto en la que figure expresamente un balance económico con los ingresos y gastos. A pesar de que la memoria de la temporada actual aún no se ha desarrollado, el ayuntamiento proporcionó la memoria de la temporada 2018/19 (Anexo 4) para la realización de este proyecto, que, a pesar de no tener mucho nivel de detalle, servirá para estimar el balance de la temporada actual.

A continuación, se muestra un balance aproximado (Tabla 5) realizado con los datos obtenidos de los ingresos de la temporada 2019/20 y utilizando los gastos que aparecen en la memoria de la temporada 2018/19. En dicha memoria hay un apartado denominado “otros gastos” que puede ser muy variable en función de la temporada. Además, se pueden incluir gastos varios que no tengan una relación directa con la conservación del coto, ya que el ayuntamiento no tiene que especificar el gasto en el documento que se presenta a INAGA (Anexo 4). No obstante, el ayuntamiento ha aportado esta información para la realización del proyecto. En la temporada 2018/19, por ejemplo, se realizó la mejora de una pista forestal por valor de 83.369 €. En cambio, para esta temporada se va a destinar a la compra de abrevaderos para los animales, que ascenderán a 10.000 € aproximadamente.

Tabla 5. Balance económico provisional temporada 2019-2020

INGRESOS		GASTOS	
CONCEPTO	IMPORTE (€)	CONCEPTO	IMPORTE (€)
Cabra montés	80.000	Derechos cinegéticos propiedades particulares	1.616,91
Corzo	12.000	Adecuación de hábitats (siembras)	2.093,17 + 1.000 aprox.
Sociedad de cazadores	4.220	Gastos de personal (acompañante cazadores)	30.000
		Suministros (agua, electricidad, etc.)	953,39
		Tributos e impuestos	2.230,80
		Otros gastos (bebederos...)	10.000 aprox
TOTAL	96.220	TOTAL	47.894
70 % para el acotado	67.354	Suponiendo todos los gastos como gastos revertidos en el acotado	47.894
FONDOS PARA INVERTIR EN EL ACOTADO: 67.354 - 47.894 =			19.460 €

Según los cálculos realizados, los fondos que se podrían destinar para la mejora del coto ascienden a un total de 19.460 €, y una parte de estos fondos podrían ser utilizados para la creación del sistema de pago por servicios ambientales en el que se basa este trabajo.

2.9. Sociedad de cazadores

La sociedad de cazadores “Virgen de la Estrella” es una sociedad de cazadores deportiva local federada que se formó cuando el coto aún era de carácter deportivo. En la actualidad, el coto es municipal pero la sociedad sigue teniendo la misma denominación. Actualmente, está formada por 122 socios que deben tener alguna relación con el municipio para poder pertenecer a la sociedad, ese tipo de relaciones están descritas en los estatutos.

Según el art. 37. LCA, del 12 de marzo, para que se pueda llevar a cabo el ejercicio de la caza es necesario que el coto tenga aprobado un plan técnico de caza que no es necesario actualizar (no caduco) si no se producen modificaciones sustanciales en las características del coto. Sin embargo, sí es necesario realizar un plan anual de aprovechamiento cinegético que incluya las fechas, cupos y resultados de caza de la temporada. Aunque este plan lo debe de llevar a cabo el titular del coto (el ayuntamiento), es la sociedad de cazadores la que se ocupa de realizarlo completando todo lo referente a las especies de caza menor y el jabalí (caza mayor). Una vez realizado, la sociedad se lo proporciona al ayuntamiento para que este acabe de rellenar la información correspondiente a especies de caza mayor (cabra montés y corzo), y finalmente se lo envíe a INAGA.

En el plan anual de aprovechamiento cinegético la sociedad incluye las fechas y cupos que vea conveniente para la correcta gestión de las especies, siempre en base a los criterios del Plan General de Caza que se redacta para cada temporada en el Boletín Oficial de Aragón. También debe anotar los resultados de la temporada anterior y, posteriormente, se envía a la sede de INAGA para esperar su aprobación. Si desde la sede ven que el plan es adecuado para una correcta gestión ambiental se aprueba y son las fechas y cupos que deben cumplir los cazadores en la siguiente temporada.

Los resultados de la temporada se pueden encontrar en la web INACOTOS (Anexo 3, Tabla 7). En este caso (debido al conocimiento sobre el acotado) se puede afirmar que los datos son poco fiables, debido a que no se realiza un contacto con los socios para saber el número de piezas abatidas (excepto aquellas especies con precinto en las que no hay duda del resultado). Por lo que estos datos no servirán para censar el número de individuos de cada especie.

Hay una parte del plan anual de caza de la temporada 2019/20, donde se especifica la especie, la modalidad de caza, los días hábiles y los cupos permitidos (Anexo 3, Tabla 8). Este apartado se le entrega a cada socio al comienzo de la temporada para cumplir con el plan.

2.9.1. Balance económico

Los socios pagan una cuota anual al ayuntamiento por el aprovechamiento cinegético de la caza menor y el jabalí, que ronda los 35€/socio. Sin embargo, la sociedad (a pesar de no tener ánimo de lucro) presenta otros gastos inherentes a la misma, y entre otras acciones intenta realizar mejoras constantes en el coto para favorecer la presencia de determinadas especies. En la actualidad, cada socio paga un cuota en la sociedad de 70 euros (35 € para el ayuntamiento + 35 € para la sociedad), además una cantidad que oscila entre 20 y 50 € para el pago de la tarjeta federativa con el seguro.

La sociedad de cazadores ha cedido para el presente TFM el balance económico de la temporada 2017/18 y de 2018/19 (Tabla 6). El balance se realiza el primer domingo de agosto justo antes del comienzo de la temporada para presentar las cuentas a los socios en la Asamblea General.

Tabla 6. Balance económico temporadas (2017/18 y 2018/19)

INGRESOS			GASTOS		
CONCEPTO	IMPORTE (€)		CONCEPTO	IMPORTE (€)	
	2017/18	2018/19		2017/18	2018/19
Saldo 01/08	691	1.379	Cuota ayuntamiento	4.115	4.205
Cuotas socios + federativas	12.077	12.718	Gastos siembras	1.455	1.190
Venta de sudaderas	1.323	0	Gastos Asamblea	49	79
			Bandos alguacil	8	10
			Tarjetas federativas	4.418	4.618
			Seguro Mutuasport Sociedad	213	213
			Gastos bancarios	56	76
			Sudaderas (2º pago)	1.015	0
			Otros gastos	1.384	1.610
TOTAL	14.091	14.097	TOTAL	12.712	12.000
Balance Ingresos-Gastos (2017/18): 14.091 - 12.712 =				1.379 €	
Balance Ingresos-Gastos (2018/19): 14.097 - 12.000 =				2.097 €	

Respecto al balance de la temporada 2019/20, y aunque no están disponibles todos los datos, sí que se conocen dos de los más importantes para el TFM. El ayuntamiento ha recaudado 4.220 € a través de la cuota de cazadores y los gastos en siembras han sido de 1.216 €.

2.10. La perdiz roja

La perdiz roja se va a tratar en un apartado diferente del resto de especies cinegéticas, ya que es sobre la que va a recaer el mayor esfuerzo de análisis. Se describe la especie y se estudia la población que hay en el coto a través de censos, encuestas y análisis bibliográfico.

2.10.1. Descripción de la especie

La perdiz roja (*Alectoris rufa*) pertenece al orden de las galliformes y a la familia Phasianidae. Es una especie mediterránea endémica del suroeste de Europa, que se extiende desde la Península Ibérica y Francia hasta el noroeste de Italia. En España se encuentra en todo el territorio peninsular y también en las Islas Baleares de forma natural. También aparece en otras zonas en las que se ha introducido por motivos cinegéticos como Reino Unido, las Islas Canarias, las Azores, América del Norte, Nueva Zelanda y Centroeuropa con éxito variable (SEO Bird Life). Su tamaño está comprendido entre los 33 y 38 centímetros y con un peso medio de 450 gramos. Tiene un color pardo claro, un moteado negro en el cuello y tiene el pico y las patas rojas que la caracterizan. Además, los machos tienen un espolón en las patas que los diferencia de las hembras.

Población actual

Su población en España se estima entre 3,4 y 8 millones de individuos, variando entre 2 y 40 individuos/km² en la época de reproducción y hasta 10-100 individuos/km² tras la cría (SEO Bird Life). No obstante, estas densidades varían enormemente en función de la zona y si se han realizado sueltas con perdices de granja. En un estudio hecho en la provincia de Soria se obtuvo una densidad de 1,6 individuos/km² en época de reproducción y de 9,7 individuos/km² a principio de verano (Llorente, 2016). En otro realizado en Cuenca a 700 m.s.n.m. (Ilanura) se obtuvo una densidad de 20,8 individuos/km² en la época de reproducción (Fortuna, 2002).

A pesar de la variedad de estudios que se pueden encontrar para determinar la densidad de la población de perdiz, no hay en ningún caso un estudio sobre la población de perdiz en Mosqueruela ni tampoco uno que se refiera a un coto con características similares (alta montaña). Por consiguiente, aunque los datos anteriores sirven para tener un rango de valores, se tendrá que intentar determinar la población de perdiz en el coto por otro medio diferente a la revisión bibliográfica.

Hábitat

Es un ave sedentaria que se incluye dentro de las aves esteparias ligadas a las llanuras cerealistas que se han creado en todo el territorio a lo largo de los años. Su hábitat predilecto son las siembras de cereal (especialmente trigo), bordeados con lindes o ribazos con matorral donde poder refugiarse de sus depredadores. De hecho, la población de perdiz se correlaciona linealmente con la abundancia de lindes (ya que alberga vegetación arvense) y manchas de matorral mediterráneo junto a las zonas de cultivo (Fortuna, 2002).

Durante la época primaveral y estival, la perdiz prefiere cobertura arbustiva con especies como *Genista Scorpius* y claros de pastizal con *Thymus* y *Lavanda*. Sin embargo, en invierno busca zonas de mayor cobertura vegetal para protegerse de la presión cinegética (Lucio Calero, 1991). El hábitat más favorable para la nidificación es el cereal (47 %), seguido de lindes y barbechos, 22 y 12 % respectivamente (Viñuela et al., 2013). Todos estos estudios demuestran que la perdiz busca el hábitat cerealista porque le da el alimento que necesita pero requiere protección herbácea para nidificar y protegerse de los depredadores. Por lo tanto, el hábitat que se debe buscar con el PSA debe reunir esta serie de espacios, creando así un ecosistema diverso.

Alimentación

La perdiz es un ave omnívora que presenta diferentes etapas en sus hábitos alimentarios. Durante marzo y abril la alimentación queda en segundo plano ya que ambos progenitores se dedican fundamentalmente a la formación del nido. Desde mayo hasta octubre comienza un periodo intenso de alimentación basado en semillas, frutos, raíces e insectos. Finalmente, desde noviembre hasta febrero el alimento escasea y solo se alimenta de alguna semilla, raíces y brotes de algún nuevo cultivo (Hernández-Briz, 1991).

Por otra parte, la alimentación de la perdiz roja varía significativamente entre jóvenes y adultos, donde los individuos jóvenes consumen mucha más proteína animal (artrópodos) que los adultos, que son básicamente granívoros. En un estudio sobre la alimentación natural de los pollos de perdiz se vio que durante la primera semana de vida el 80,5 % del volumen de la dieta es de origen animal. En la segunda semana de vida se reduce a un 68 % y en la tercera a un 50 %. El porcentaje restante se compone de semillas, tanto de plantas silvestres como de los cultivos cerealistas (Rueda et al., 1993). La alimentación de los adultos es radicalmente diferente: el 3 % corresponde a materia animal (insectos), el 22 % a materia vegetal, el 15 % a raíces y el 60 % a semillas y frutos (Gorrachategui, 1996).

Respecto al alimento que se va a producir con el PSA, la roturación temprana de los rastrosos disminuiría el beneficio conseguido, debido a que los granos de trigo sobrantes de la cosecha están en la superficie del suelo y si se rotura desaparecen. Tras la cosecha (en el caso de no roturar), los granos de trigo permanecen en el suelo sirviendo de alimento a las perdices hasta que vuelven a germinar de forma natural. Tras este proceso natural se forma un nuevo hábitat que presentará una mezcla de trigo y herbáceas capaz de proporcionar alimento de nuevo ese año que permanece sin cultivar. De esta forma, realizando la siembra un año, se consiguen dos años de alimento y se resuelve el problema de la roturación temprana.

Reproducción y supervivencia

El ciclo reproductivo de la perdiz se puede dividir en cuatro fases, cuyas fechas dependen de la latitud y la longitud donde se encuentre la zona de estudio (temperaturas más bajas implican fechas más tardías). La primera fase consiste en el emparejamiento (finales de enero), donde se dan lugar las peleas entre machos para conseguir emparejarse con la hembra. La segunda fase ocurre en marzo, donde las parejas se disgregan del bando. Posteriormente, llega la tercera fase que consiste en la localización de un zona idónea para los nidos. Finalmente, en la cuarta fase la hembra elige la ubicación exacta de dos o tres nidos cercanos (Garrido, 2018a). El primer huevo lo suelen poner sobre el 15 de abril, 40 días después del comienzo del celo. A partir de esa fecha hay 24-25 días de puesta y 23-24 días de incubación. Esto hace un total de 87-89 días desde el inicio del celo hasta la fecha de las eclosiones, que suele ser entre el 9 y 10 de junio (Fuentes, 2011). En el caso del coto de Mosqueruela, y debido a las condiciones geográficas y físicas descritas en el apartado 2.2, el ciclo reproductivo de la perdiz se producirá en fechas posteriores a las sugeridas en el estudio de (Fuentes, 2011). Para conocer exactamente los momentos de puesta y eclosión de los huevos en el coto de Mosqueruela se ha recurrido al conocimiento de cazadores y agricultores experimentados. A partir de la fecha estimada de la eclosión de los huevos (primera semana de julio), se ha generado un modelo corregido del ciclo reproductivo para la perdiz (Tabla 7).

Tabla 7. Ciclo reproductivo de la perdiz en Mosqueruela

Comienzo del celo	Puesta	Incubación	Eclosión
09/04	Del 17/05 al 10/06	Del 10/06 al 04/07	4 de julio

La media de cada nido se encuentra en los 16-17 huevos, variando entre 10 y 22. En años especiales (destrucción del nido por climatología, depredadores o también en los casos de bondad climática) aproximadamente el 50 % de las hembras ponen dos puestas diferentes en nidos cercanos (10-12 huevos), uno lo incuba ella y otro el macho. La regulación de este peculiar sistema reproductivo parece depender de la condición física de las hembras y la predación. En los casos de doble puesta, el macho contribuye más a la productividad total de la pareja porque el número de huevos incubados por él es mayor y, además, sufre menos pérdidas por depredación, de esta forma se asegura el éxito reproductor (Viñuela et al., 2013). Los pollos abandonan el nido nada más nacer y son capaces de emprender vuelos cortos a los 10 días, aunque el pleno desarrollo se alcanza a los 50-60 (Hernández-Briz, 1991).

La supervivencia estival es del 80 % para los adultos y del 60 % para los pollos, resultando una productividad antes de la caza de 4 a 6 pollos por pareja en un año normal y de 7 a 9 en un año bueno antes de comenzar el período cinegético (Garrido, 2018a). Las perdices permanecerán agrupadas en un bando compuesto por uno o dos adultos y los pollos que hayan sobrevivido al verano. Esta agrupación seguirá de esta forma hasta el comienzo de la época reproductora de nuevo en enero, siendo las perdices capaces de reproducirse antes del primer año de edad.

2.10.2. Estudio de la población de perdiz en el coto

Con el objetivo de poder saber si el PSA afecta de manera positiva a la población de perdiz, es necesario conocer el punto de partida de esta especie en el coto (población inicial). Dado que los datos que se encuentran en INACOTOS no son fiables, se ha llevado a cabo una serie de censos a partir de los cuales se ha estimado la densidad y la población aproximada de perdices en el coto. Además, se han realizado una serie de encuestas a los cazadores con el objetivo de conocer la presión cinegética que sufre esta especie. Todos estos datos servirán para conocer la población actual y poder contrastarla con los censos de años futuros, para de esta manera poder evaluar si la aplicación del PSA ha tenido un efecto positivo en la población de perdiz.

Censos para estimar la población actual de perdiz

Para estimar la población de perdiz se realizaron una serie de censos mediante transectos lineales. En primer lugar, se llevó a cabo una zonificación para delimitar las zonas con presencia de esta especie. De las 26.131 ha que tiene el coto, únicamente 7.994 ha fueron elegidas (en función del hábitat) por poder tener una presencia destacable de perdices. Esta superficie ha sido dividida a su vez en 9 zonas (Plano 12) con una extensión y vegetación más o menos similar, que han facilitado la realización del trabajo de campo (censos).

Debido a la situación excepcional de estado de alarma provocada por el COVID-19, únicamente se pudieron censar 4 de las 9 zonas prospectadas durante los primeros días del mes de marzo. En total se recorrieron un total de 40,77 Km a lo largo de diferentes transectos lineales. Todos los transectos fueron realizados a pie con la colaboración de un perro con el objetivo de detectar a todos las perdices presentes en la zona. El ancho de banda elegido fue 50 metros ($W=50$) ya que en ese rango se encontraban el 80 % de los avistamientos y, además, es el más utilizado en un censo de perdices mediante transectos. En cada contacto se anotó la distancia y ángulo de detección de la perdiz respecto al transecto con el objetivo de calcular la distancia perpendicular del avistamiento. La densidad (D) para cada uno de los transectos fue calculada mediante la fórmula $D = n/(2LW)$ (Figura 3).

Figura 3. Explicación gráfica de los censos mediante transecto lineal



Si en años posteriores se pretende comparar la población de perdiz, la metodología empleada tendrá que ser muy similar a la realizada en este trabajo para que los datos sean comparables, para ello, se desarrolla el Anexo 2, donde se explican los censos con más detalle. En este sentido, se describen los resultados obtenidos para cada zona y transecto (Anexo 3, Tabla 9), además del itinerario de cada transecto en los Planos 13 a 17. Por otro lado, es importante destacar que se han realizado dos aproximaciones de la densidad de perdices en función del tipo de avistamiento realizado (oído, vista, rastro). En la aproximación más conservadora únicamente se han contado las perdices vistas u oídas por el censador; mientras que en la aproximación más optimista se han contado tanto las perdices vistas/oídas como los rastros olfativos detectados por el perro, que marcaba la existencia de un contacto.

En función del método de detección elegido (contacto auditivo/visual o auditivo/visual + rastro) se contabilizaron un total de 14 o 21 perdices a lo largo de todos los transectos. Las densidades estimadas para la zona estudiada variaron por tanto entre 2,9 y 4,2 perdices/km² para el censo de primavera (post-cinegético). Debido a que contabilizar las no vistas puede ocasionar un problema de dobles conteos, se va a utilizar un valor intermedio entre ambas densidades, con una densidad media final para las zonas de 3,5 perdices/km². Al extrapolar este valor al área total prospectada (7.994 ha), podemos estimar que la población primaveral actualmente se encuentra en torno a 280 perdices.

Encuestas realizadas a los cazadores

La realización de encuestas se ha dirigido a los integrantes de la sociedad de cazadores del coto, debido a que este colectivo es el que mejor conoce los ejemplares abatidos durante la temporada. Para conseguir dicha información se ha llevado a cabo un cuestionario en el que cada miembro encuestado ha respondido una serie de preguntas. El desarrollo al completo de las encuestas se encuentra en el Anexo 1.

La finalidad de las encuestas ha sido conocer datos de interés cinegético como *i)* las perdices abatidas en la última temporada, *ii)* la edad de estos individuos, *iii)* el lugar de caza y el esfuerzo dedicado a ello, o *iv)* las perdices abatidas en temporadas anteriores. Con estos datos y la información obtenida en los censos es posible estimar si existe una presión cinegética en la zona estudiada o, por el contrario, los cupos actuales permiten mantener la población de una manera estable. Además, las encuestas también han abordado aspectos como *i)* la opinión de los cazadores acerca de las causas principales de la disminución de la población de perdiz, o cuestiones como *ii)* la cantidad que los cazadores estarían dispuestos a aumentar su cuota de socio con el fin de mejorar la población de perdices. Este último dato es un factor clave para realizar los cálculos finales del presupuesto disponible para llevar a cabo el PSA.

Resultados y discusión sobre las encuestas

De todos los socios encuestados (75), casi la mitad de ellos (44 %) no salieron a cazar a la perdiz, y únicamente el 33 % consiguió capturar algún ejemplar durante sus salidas. Además, las capturas más habituales (60 %) correspondieron a volúmenes entre 1-2 perdices.

Por otra parte, durante la temporada 2019/20 los 75 encuestados cazaron un total de 99 perdices. Para extrapolar el número total de perdices cazadas a los 122 socios que conforman la sociedad se ha tenido en cuenta la proporciones obtenidas en las encuestas. Con estas aproximaciones, se ha estimado que el grupo de 47 cazadores que no contestó a la encuesta podría haber cazado un total de 24 perdices, que hacen un total de 123 perdices (99+24). Además, este número de perdices cazadas debería corregirse a través de una tasa de perdices muertas/heridas no cobradas durante el periodo cinegético que se sitúa en torno al 15% (Garrido, 2018b), por lo que se estima un número final de 141 perdices abatidas durante el periodo cinegético. Para conocer la población otoñal de perdices (pre-caza) a partir de la población primaveral (tras la caza) se suele asumir una tasa de mortalidad durante el periodo invernal, que se suele situar en torno al 20%. De esta manera y aplicando la siguiente fórmula obtenemos el número total de perdices que albergaría el coto a principios de otoño:

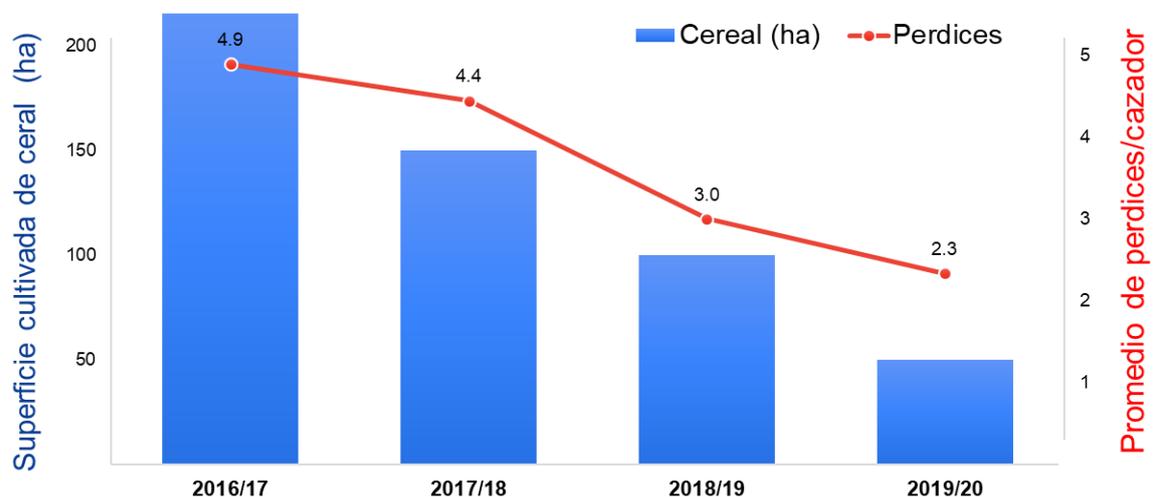
$$\text{Población otoño} = (\text{Población primavera} * 1,25) + (\text{Perdices cazadas} * 1,15)$$

$$\text{Población otoño} = (280 * 1,25) + (123 * 1,15) = \mathbf{491 \text{ perdices}}$$

Con estos datos es posible conocer el factor por el que se multiplica la población de primavera a otoño, que viene definido por el cociente entre la población otoñal y primaveral, con un valor aproximado de 1,75. Este valor es algo inferior al obtenido en otros estudios, en los que oscila entre 2 y 4 (Garrido, 2018b; Sánchez-García et al., 2017). No obstante, se espera que este factor aumente gracias a la mejora de las condiciones de hábitat que se producirán con la implantación del PSA. Para los modelos de crecimiento poblacional simulados en puntos posteriores se han utilizado valores de 2 a 2.5.

Analizando los datos reportados por los cazadores se observa una disminución en el número total de perdices cazadas durante los últimos años, que probablemente refleje una tendencia negativa en la población de esta especie. Al comparar los datos de las encuestas con la superficie cultivada de cereal a lo largo de los últimos años (IAEST), se puede observar como a medida que disminuye la superficie dedicada al cultivo de cereal disminuye de manera simultánea el número de perdices cazadas (Figura 4). En este sentido, la puesta en marcha el PSA podría ser la solución más favorable para la recuperación de esta especie.

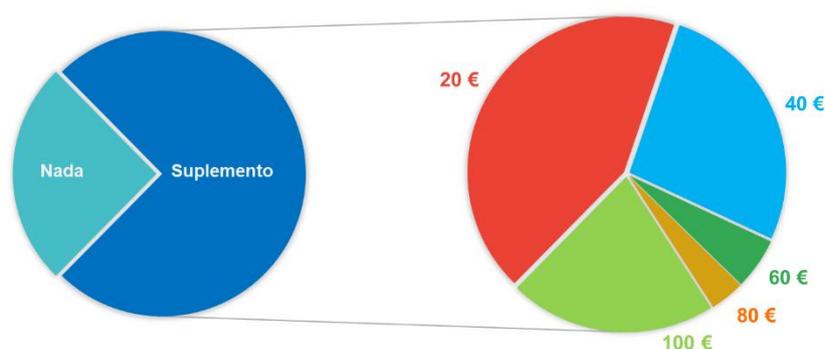
Figura 4. Superficie de cereal cultivada y promedio de perdices cazadas (últimas 4 temporadas)



Por otra parte, analizando la proporción de ejemplares jóvenes/adultos de las perdices cazadas es posible determinar el cupo de perdices que se pueden cazar en un coto (Garrido, 2018). Este dato se ha extraído de las encuestas y, a pesar de que la información aportada por los cazadores puede no tener una fiabilidad muy alta por la dificultad de distinguir entre jóvenes y adultos, puede dar una estima de esa proporción existente en el coto. En este estudio se ha obtenido una relación jóvenes/adultos (J/A) de 1,8, que determina que se debería de cazar entre el 20% (relación J/A de 1.5) y el 35% (relación J/A de 2). Actualmente se está cazando en el coto aproximadamente un 28 % de la población otoñal (141/491), por lo que este valor parece estar en concordancia con los cupos propuestos en la bibliografía existente. En este sentido, los datos avalan que los cupos establecidos en el coto se pueden seguir utilizando siempre que la población de perdiz se mantenga constante a lo largo del tiempo.

Finalmente, en la Figura 5 se muestra el porcentaje de cazadores dispuestos a asumir un suplemento en su cuota actual. De todos los encuestados, el 25 % de ellos no pagaría ningún aumento de cuota, pero la mayoría pagaría entre 20 y 40 €. Aunque la media obtenida a través de todos los encuestados es aproximadamente 40 € de suplemento, se ha optado por elegir un suplemento medio algo inferior en torno a 30 €, que generaría una cuota final de aproximadamente 100 € por cazador/año.

Figura 5. Respuestas de los socios sobre el suplemento de la cuota anual



2.11. Otras especies cinegéticas favorecidas por el PSA

Dentro de las especies del coto municipal de Mosqueruela que no son depredadoras de la perdiz y pueden verse afectadas considerablemente de forma positiva por el PSA tenemos i) la codorniz, ii) la paloma torcaz, iii) la cabra montés y iv) el corzo. En este apartado se explica brevemente la razón por la que la aplicación del PSA generaría un beneficio directo sobre la dinámica poblacional de estas especies.

La codorniz

La codorniz es un ave de la misma familia que la perdiz, pero debido a su carácter migratorio únicamente la encontramos en España desde abril-mayo hasta septiembre (época de cría). Es una especie esteparia que habita cultivos cerealistas, cultivos forrajeros, prados, etc., y aunque en África puede vivir en zonas de baja altitud, en España busca zonas altas donde encuentra humedad y no hay excesiva sequía. En Mosqueruela habita concretamente en las siembras cercanas del pueblo que se encuentran a una altitud superior a los 1.450 m.s.n.m.

Es importante destacar que la población de codorniz puede variar enormemente en función de dos factores: la cantidad de alimento disponible y la climatología. Respecto al alimento, es mucho más dependiente de los cultivos de cereal (especialmente trigo) que la perdiz, habitando casi exclusivamente en ellos. Aunque puede encontrarse en otro tipo de cultivos

(p.ej. forrajeros), las siegas más tempranas de estos (aproximadamente en junio) provocan la destrucción de las puestas por mortalidad directa. El otro factor clave es la climatología: en un año lluvioso se obtiene más producción de cereal (siendo el cultivo más tupido y ofreciendo más protección), la cosecha se realiza más tarde, hay más insectos, etc. y todos estos factores favorecen la población de esta especie. En este sentido, un año con precipitaciones primaverales abundantes puede llegar a multiplicar por 4 o 5 el número de individuos respecto a un año seco (Madroño et al., 2004).

Los datos bibliográficos muestran que las densidades que se obtienen para esta especie en este tipo de hábitat (cultivo cerealista) son especialmente bajas, con valores de 6 codornices/ha en el mejor de los casos (Carulla, 2007; Cereza, 2005). Esto puede deberse a diversos factores como i) que no toda la superficie contabilizada en el estudio está dedicada al trigo exclusivamente, y ii) que las grandes extensiones de cultivo (varias hectáreas) provocan falta de protección tras la cosecha. En el coto de Mosqueruela, los cultivos de trigo no suelen tener más de una hectárea, y una parcela cosechada genera suficiente alimento y protección (con los linderos y ribazos que hay en los bordes de la siembra) para optimizar el éxito en la cría durante la época de reproducción. En este sentido, parece lógico pensar que la densidad de perdices que habrá en el coto de Mosqueruela será más elevada.

Con el objetivo de estimar la población de codornices actuales en el coto de Mosqueruela únicamente se ha contabilizado como hábitat la superficie cultivada con trigo (para la obtención de grano) en la zona. De esta manera, el contabilizar únicamente las parcelas con trigo va a permitir comparar los datos de la población de codorniz antes y después de la aplicación del PSA. En este sentido, el desarrollo del PSA generará más parcelas de trigo cultivadas, por lo que se espera un aumento en el número de codornices en el coto en un futuro. No obstante, y dado que las características de este coto son muy diferentes a otros descritos en la bibliografía, se ha recurrido a los agricultores y cazadores experimentados para estimar el número de codornices que se encuentran en una hectárea de trigo. A partir de la información aportada por estos, se ha estimado que el número de codornices que habitan una hectárea (un año con climatología normal) son unos 20 individuos (20 codornices/ha). Dado que actualmente se cosechan en el coto unas 30 ha de trigo, se estima que la población de codorniz será aproximadamente de unos 600 ejemplares en el coto de Mosqueruela. Por tanto, el aumento de superficie dedicada a la cosecha de trigo que se va a llevar a cabo con el PSA va a producir un incremento lineal de la población de codornices en el coto.

La paloma torcaz

La paloma torcaz es un ave migratoria que durante la invernada realiza migraciones desde Europa a España, aunque durante el año realiza migraciones dentro de la península. Su hábitat predilecto desde el otoño hasta la primavera es el encinar. Sin embargo, durante el verano busca campos de cultivo de cereal o leguminosas para alimentarse de grano, donde su población va ligada a la cantidad de cereal cultivado. Esta es la época en la que la población de esta especie presenta sus valores máximos en el coto de Mosqueruela.

Los bandos de torcaces presentan preferencia por aquellas parcelas cercanas al bosque, donde encuentran protección y pueden descansar antes de desplazarse a la parcela para alimentarse. Este comportamiento es similar al de los corzos, por lo que la siembra de parcelas colindantes con terreno boscosos cumplirá una doble función. Finalmente, y a diferencia de la codorniz o la perdiz, la paloma torcaz puede aprovechar las siembras de trigo en las que introducen el ganado vacuno (no le importa el pisoteo del suelo), y esta práctica no le supondría un problema para su crecimiento poblacional. Se espera que el aumento de parcelas prospectadas en el PSA genere, por tanto, un aumento en la población estival de esta especie.

El corzo y la cabra montés

Tanto el corzo como la cabra son especies que se alimentan de brotes herbáceos de diferentes especies. Estos brotes los consiguen en el bosque o en campos abiertos, pero, en los casos en los que existe cultivo de cereal, suelen aprovechar estos espacios para conseguir más cantidad de alimento con menos esfuerzo. Aunque la finalidad de este PSA es aumentar las siembras de trigo para su cosecha final, es importante destacar que durante su crecimiento estos brotes tiernos serán un alimento óptimo para estas especies, que presentan un alto valor económico en el coto. Además, el ramoneo de estos brotes no supone problema alguno para el crecimiento de estos cultivos, ya que, aunque estos ungulados se coman las primeras yemas, estas vuelven a rebrotar con mayor vigorosidad.

Se han publicado varios estudios que demuestran que el aumento de cultivos de cereal genera a su vez un aumento y mejora del hábitat de estas especies (Granados et al., 2007), determinaron que medidas como i) la recuperación de pastizales, ii) la siembra de parcelas con cereales o mezclas forrajeras, iii) la reorientación de la gestión del monte, o iv) la recuperación de bebederos o fuentes naturales, son factores de mejora del hábitat en la cabra montés. Respecto al corzo, Segovia (2002) propone que las siembras realizadas en invierno-primavera, y basadas principalmente en el trigo (con alguna mezcla), generan mejoras notables en el hábitat de esta especie. Además, estos autores destacan que la época de invierno-primavera (cuando empieza a brotar el trigo) es muy importante para el desarrollo de los cuernos de los corzos (al igual que ocurre en la cabra montés), ya que es el momento que más energía metabolizable y proteínas necesitan. Por tanto, el cultivo de cereal en esta época se puede traducir en cuernos de mayor tamaño y trofeos de mayor calidad (precio mayor), que derivan en un aumento de los beneficios para el ayuntamiento.

Finalmente, otra ventaja que genera el cultivo del cereal es que, debido a que el alimento (brotes tiernos) se concentra en determinados puntos (parcelas de cultivo), es mucho más fácil para el gestor del coto (en este caso el ayuntamiento) la localización de ejemplares para su posterior caza. Esto se traduce en un ahorro de dinero porque los cazadores de cabra montés y corzo no conocen el coto y necesitan de un acompañante contratado por el ayuntamiento para encontrar las piezas de caza. Este acompañante cobra por las horas que acompaña, por lo que un ahorro de tiempo en la localización de los ejemplares implicará un menor gasto.

3. Mecanismo de pago por servicios ambientales

3.1. Oportunidades del PSA

La oportunidad de desarrollo de este PSA viene determinada por la concurrencia de una serie de escenarios con una naturaleza coincidente. Por un lado, tenemos el problema de la progresiva disminución que presenta la población de perdiz roja en la zona, debido fundamentalmente a la pérdida de hábitat y falta de alimento. Esta pérdida de hábitat y alimento está directamente relacionada con el abandono del cultivo de cereal en la zona (especialmente el trigo), que ha acentuado esa regresión poblacional. El abandono del cultivo de trigo viene provocado principalmente por la baja rentabilidad que presenta este cereal en la zona (producción baja, coste de alquiler de la maquinaria, etc.), por lo que parece necesario estudiar si mediante la dotación de ayudas económicas adicionales sería viable la reanudación de este tipo de cultivo en la zona, que favorecería a largo plazo a las poblaciones de perdiz.

El servicio ambiental que se va a pagar es la mejora del hábitat, en concreto, la puesta en cultivo de campos que no estén en uso y que se destinarán a cultivar trigo y cosecharlo para así aumentar el alimento de las especies de estudio. La oportunidad se presenta porque hay

actores dispuestos a pagar por este servicio, habida cuenta del interés que tienen los socios por recuperar la población de perdiz en el coto, ya que son el único colectivo que se preocupa por la especie en esta zona y estarían dispuestos a pagar por el servicio ambiental.

La adicionalidad de un sistema de PSA se entiende como la mejora en el servicio ambiental en cuestión que se consigue por medio del esquema de pagos con respecto a una situación de no intervención. En este caso, la adicionalidad sería el aumento de la población de perdiz ligada directamente al aumento de alimento por el crecimiento de los cultivos cosechados.

Por otro lado, hay beneficios ambientales indirectos relacionados con el PSA que se pueden tratar como oportunidades para que sean diversos los motivos para llevar a cabo este mecanismo de pago por servicios ambiental.

- Hay otras especies cinegéticas de caza menor que se ven muy favorecidas por el PSA (como ya se ha comentado anteriormente) que son la codorniz y la paloma torcaz. De estas especies se benefician los integrantes de la sociedad de cazadores y, es por ello, por lo que estarán muy interesados en que se lleve a cabo el mecanismo.
- En puntos anteriores también se ha comentado cómo el cultivo de trigo es beneficioso para especies cinegéticas de caza mayor como el corzo y la cabra montés. Puesto que el ayuntamiento obtiene beneficio económico de estas especies, estará interesado en que se produzcan esas mejoras del hábitat, pagando también por el servicio.
- Además de estas cuatro especies, hay otras que también se benefician del PSA como la liebre y el conejo cuando el trigo tiene forma herbácea, o el jabalí y las aves esteparias cuando ya ha madurado el grano.
- Como se puede ver, al aumentar la diversidad de los ecosistemas aumenta tanto la riqueza como la abundancia de todo tipo de especies, mejorando considerablemente la biodiversidad de la zona. Esto produce una mayor resiliencia ante cambios bruscos del ambiente (enfermedades, cambio climático, desastres naturales, etc).
- Otra ventaja ambiental que se espera que produzca el PSA es la creación de discontinuidades, rompiendo la homogeneidad del territorio en zonas boscosas como pinares y carrascales, sirviendo así de áreas cortafuegos en caso de incendio. Desde estas zonas será más fácil extinguir un fuego incontrolado ya que no tienen vegetación y pueden ser transitadas por vehículos.

Además de los servicios ambientales indirectos citados más arriba, el PSA tendría otras oportunidades que aprovechar:

- Como se verá en puntos posteriores, para cultivar parcelas que están denominadas como uso forestal (ocurre con algunas parcelas agrícolas abandonadas) es necesario llevar a cabo un trámite administrativo que conllevará el pago de unas tasas. Es el motivo principal por el que se prevé que los propietarios privados de parcelas de uso agrícola estén dispuestos a ceder sus terrenos, ya que, si se cultivan, mantendrán dicho uso y podrán llevar a cabo algún aprovechamiento agrícola en un futuro.
- En muchos casos, los propietarios están a favor de que se cultiven sus tierras por haber sido el uso tradicional y quieren mantenerlo, evitando así el abandono.
- En la zona hay agricultores de servicios que podrían verse beneficiados por un aumento de la superficie cultivada, siempre que se les incentive de manera económica.

3.2. Identificación de los productores

Los productores del servicio ambiental se van a diferenciar en dos: los propietarios privados de las parcelas agrícolas abandonados y los denominados agricultores de servicio, encargados de llevar a cabo el cultivo de los terrenos.

3.2.1. Propietarios privados

Los propietarios privados de las parcelas sin uso agrícola actual tendrán que ceder el uso de la superficie cultivable durante un periodo de tiempo que se establecerá en un contrato con una duración de 4 años. Es necesario un contrato para evitar que una vez se haya realizado el arado de la tierra yerma (que conlleva un coste) el propietario decida dar un uso diferente al del PSA a la parcela. Debido a la falta de presupuesto no se pagará alquiler y los propietarios cederán gratuitamente la parcela. Las motivaciones para que estos propietarios cedan el uso de sus parcelas son principalmente:

- Pertenecer a la sociedad de cazadores.
- Evitar que la parcela pierda la caracterización de "TA" (Tierra arable) debido a que esto implica pagar una elevada tasa (Tabla 9) más la memoria que debe ser realizada por un especialista (técnico) si quieren volver a ponerla en cultivo. Todo ello le conllevará tiempo y dinero que se puede evitar cediendo la parcela.
- Mantener cuidado el campo y su uso tradicional, evitando el abandono.

Por otro lado, están los ganaderos bovinos, que tienen arrendadas o son propietarios de las parcelas sin uso agrícola actual destinadas a pasto para las vacas. En este caso, no será necesario un contrato de cesión de uso de la parcela debido a que ya tienen arrendado o son los propietarios de ese uso. Las motivaciones para estos ganaderos son:

- Evitar que la parcela pierda la caracterización de "TA", de esta forma la podrán cultivar cuando quieran.
- Obtener un beneficio económico de la producción de paja y trigo debido a que tienen la maquinaria necesaria para realizar los trabajos, el año que se cultiva. Además, tienen medios (pastor eléctrico, cambio de parcelas de pasto) para evitar que las vacas perjudiquen el cultivo.
- El año que no se cultiva, obtienen pasto de mayor calidad (rastrojo) para las vacas y estas, aportan fertilizante para el siguiente año.

3.2.2. Agricultores de servicio

Los agricultores de servicio son aquellos que llevan a cabo el cultivo del trigo. Se van a considerar tres tipos de agricultores de servicio:

- Agricultores con maquinaria: este tipo de agricultores tienen maquinaria agrícola y de obras, se dedican a realizar trabajos agrícolas y movimientos de tierra. A estos se les cede el uso de las parcelas privadas y se les paga la falta de rentabilidad para que estén dispuestos a llevar a cabo el cultivo de trigo en ellas.
- Agricultores ganaderos: este tipo de agricultores se dedica principalmente a la ganadería (la mayoría ganado bovino) pero como también tiene maquinaria agrícola, llevan a cabo trabajos agrícolas. En este caso, ya tienen las parcelas arrendadas o son de su propiedad, son aquellas sin uso agrícola que actualmente dedican a pasto. De la misma forma que a los agricultores con maquinaria, se les pagará la falta de rentabilidad para que estén dispuestos a realizar los cultivos.

Para estos dos tipos de agricultores (con maquinaria y ganaderos) se realizará un contrato de cuatro años y, así, determinar las condiciones en las que deben cultivar el trigo.

- Agricultor con cosechadora: únicamente hay un agricultor en Mosqueruela que tiene cosechadora y que solo se dedica a la cosecha. El resto de los agricultores lo subcontratará para que lleve a cabo la recogida del grano en los campos de cereal del PSA (no será necesario realizar un contrato con él directamente a través del PSA).

3.3. Identificación de los compradores

Se identifican como compradores del servicio aquellos que están dispuestos a pagar un precio para que este se produzca. En este caso son la sociedad de cazadores y el ayuntamiento. Los miembros de la sociedad están dispuestos a pagar un suplemento en su cuota por el servicio ambiental tal y como se ha comprobado mediante la realización de encuestas. Concretamente, estarían dispuestos a aumentar 30 euros respecto a la cuota actual, abonando un total de 100 euros/cazador/año. Esta disposición viene dada por el hecho de que el aumento de cultivo de cereal generaría un aumento en la población de perdiz y codorniz, por lo que los cazadores esperan aumentar el número de piezas abatidas en años venideros.

Por otro lado, el ayuntamiento está dispuesto a pagar fundamentalmente por dos razones:

- La Ley de Caza de Aragón le obliga a reinvertir en el coto el 70% de los ingresos que obtiene. Pagando este servicio se producen mejoras del hábitat que sirven para justificar inversión en el coto.
- Las mejoras del hábitat introducidas en el PSA favorecen de manera coyuntural a las dos especies de las que obtiene aprovechamiento económico (cabra montés y corzo).

Por lo tanto, el ayuntamiento podría dedicar el 70 % que la sociedad le ingresa por el aprovechamiento de la caza menor y la partida actual que dedica a las siembras (Tabla 8).

Tabla 8. Aportaciones económicas para la realización del PSA

ENTIDAD	PARTIDA/MOTIVO	CANTIDAD (€)
Sociedad de cazadores	Destinado actualmente a siembras (media de los 3 últimos años)	1.300
	Una fracción del apartado "otros gastos", que se podrían reducir para destinarlo al PSA.	700
	Incremento de 30 € en la cuota de socio.	3.660
Total sociedad=		5.660
Ayuntamiento	El 70 % del ingreso obligado por ley que debe revertir en el coto. La sociedad le ingresa 4.220 € por el aprovechamiento de la caza menor, de esta manera, el 70 % de ese valor se reinvertiría en estas especies.	2.954
	Aquel destinado actualmente para siembras en beneficio de cabra montés y corzo.	3.100
Total ayuntamiento=		6.054
TOTAL=		11.714

Por lo tanto, se estima que una partida cercana a los 11.700 € podrá ser utilizada para la puesta en práctica del mecanismo de pago por servicios ambientales.

3.4. Marcos institucionales y legislativos

En lo que se refiere a la legislación, la orden más relevante para el PSA es la que hace referencia a la puesta en cultivo de las parcelas agrícolas abandonadas, puesto que cuando esas parcelas se denominan monte (uso forestal), se necesita una autorización específica. La ORDEN de 25 de mayo de 2007, del Departamento de Agricultura y Alimentación, determina el procedimiento sobre las solicitudes de puesta en cultivo de terrenos de uso forestal. Esta Orden tiene como objetivo establecer el procedimiento que ha de seguirse para resolver la autorización de puesta en cultivo y determinar en qué casos es necesaria. Para ello, utiliza los criterios conforme a la Ley 15/2006, del 28 de diciembre, de Montes de Aragón. Sin embargo, esta ley ha sido actualizada por la Ley 3/2014 de Montes de Aragón y no se ha llevado a cabo una nueva Orden con los criterios corregidos. Por lo tanto, se debe seguir lo dispuesto en la Orden de 25 de mayo de 2007 teniendo en cuenta los cambios realizados por la Ley 3/2014.

Según lo dispuesto en esta legislación, para saber de forma sencilla si es necesario pedir autorización, se debe recurrir como referencia a los usos que constan en el SIGPAC. Este realiza una clasificación en función del uso que se le está dando a cada parcela en la actualidad. Las parcelas agrícolas abandonadas pueden encontrarse englobadas dentro de estos cinco usos: Forestal (FO), Pasto con arbolado (PA), Pasto con arbustivo (PR), Pastizal (PS) o Tierra arable (TA) (Plano 9). Su inclusión dentro de cada grupo depende principalmente del tiempo que lleven sin cultivar, la vegetación que haya aparecido ahí y el criterio de los encargados de la realización del SIGPAC.

De las cinco categorías posibles, "TA" no requiere autorización, excepto errores en la determinación del uso que no se suelen dar por parte de la administración. En cambio, las otras cuatro (FO, PA, PR y PS) se entiende que son monte y al ser su uso forestal se requiere autorización para cultivar excepto algunos casos. Las excepciones solo son válidas para los usos "PR" y "PS". Entonces, no requieren autorización:

- Aquellos terrenos que hayan sido objeto de cultivo dentro de los últimos 15 años.
- Si hace más de 15 años, no es necesaria la autorización si son recintos o suma de recintos: de menos de 0,2 ha, no son superficies incluidas en la Red Natural de Aragón y no tienen vegetación forestal.

En los casos en los que sí se requiere autorización, se deben realizar una serie de trámites administrativos (con plazo de resolución de seis meses) dentro del apartado "Autorización para la puesta en cultivo de terrenos de uso forestal" en la web del INAGA, consistentes en:

- Presentación de la documentación de la propiedad y titularidad.
- Presentación de una memoria descriptiva (cobertura vegetal, identificación parcelaria en SIGPAC con croquis, pendiente, justificación del cambio de uso, etc).
- Pago de la tasa correspondiente, que varía en función de la superficie (Tabla 9).

Tabla 9. Tasa correspondiente por puesta en cultivo de parcela con uso forestal

Superficie	Cuota (euros)
Hasta 0,25 ha inclusive	77,13
De más de 0,25 hasta 1,5 ha inclusive	134,88
De más de 1,5 hasta 5,00 ha inclusive	192,53
De más de 5,00 ha	321,04

Otro punto a tratar diferente a los usos de suelo, son las ayudas económicas que reciben los agricultores y ganaderos desde la PAC. En muchos casos los agricultores y ganaderos siguen cultivando sus parcelas (para forraje, pastos, etc.) solo por el hecho de seguir obteniendo la subvención de la PAC. En el caso de los ganaderos, deben cultivar una superficie determinada por cada cabeza de ganado que tengan.

Sería muy interesante poder incluir las parcelas que van a formar parte del PSA dentro de las ayudas que reciben agricultores y ganaderos. De esta manera estarían muy interesados en cultivar las parcelas por el beneficio económico que les aportarían las ayudas. Sin embargo, el mecanismo de pago de la PAC se basa en un mercado de derechos complejo (está explicado en la consulta con la Unidad de Producción Agraria del Anexo 1). Por lo tanto, las ayudas económicas no dependen del número de parcelas sino de los derechos que posea cada agricultor. Este recibirá las ayudas cultivando las parcelas, pero en función de los derechos que tenga. Por todo ello, no va a ser posible (en un principio) que los agricultores y ganaderos reciban las ayudas directas de la PAC vinculadas a las nuevas parcelas en cultivo. En consecuencia, es un ingreso que no se va a tener en cuenta.

3.5. Límites geográficos y aprovechamientos actuales

El límite geográfico de actuación es el coto municipal de Mosqueruela debido a que las siembras se producen dispersas por el coto. No se prevé que se produzca un problema de fuga, es decir, perjuicios ambientales en otros lugares como consecuencia de los servicios ambientales conseguidos gracias al PSA.

Las actuaciones solo se van a realizar en aquellas parcelas agrícolas abandonadas que estén caracterizadas como "TA" (Tierra arable) puesto que llevar a cabo la puesta en cultivo de parcelas con uso forestal es demasiado costoso. Este cambio implicaría mucho tiempo y sobre todo mucho dinero (Tabla 9), dando lugar a la puesta en cultivo de muy pocas parcelas con el presupuesto actual. Actualmente hay 1.146 ha de tierra arable en el coto (Plano 9), sin embargo, no hay una clasificación de un nivel inferior representada cartográficamente. Sí que hay una clasificación llevada a cabo por el IAEST donde referencia los datos (Tabla 2) para el año 2017, como se mostró en puntos anteriores, pero ha ido cambiando en estos años.

En este punto se pretende averiguar, de esas 1.146 ha, cuántas están disponibles para llevar a cabo el PSA, es decir, cuáles son aquellas parcelas agrícolas abandonadas. También se quiere conocer cuáles están llevando a cabo el servicio actualmente (siembra de trigo para la obtención del cereal). Para conseguirlo, se debe revisar cada una de estas parcelas con la ortofoto o con visitas a campo e ir clasificando cada una de ellas. A partir de estas actuaciones, se crea una clasificación en seis usos:

- "AEU" Agrícola En Uso: se refiere a las parcelas en las que se está llevando a cabo algún cultivo, ya sea forraje, producción de pasto para luego introducir el ganado o siembra para la obtención del cereal.
- "ASU" Agrícola Sin Uso: son las parcelas agrícolas que actualmente no tienen ningún uso y tienen las características adecuadas para el cultivo (suficientes dimensiones para introducir maquinaria, accesibilidad, etc.). Serán estas las parcelas en las que se llevará a cabo el servicio ambiental.
- "V" Vacas: serán aquellas parcelas que no se cultivan y se están utilizando como pasto para el ganado bovino.
- "NC" No Cultivable: son aquellas parcelas que están caracterizadas como tierra arable pero en las que no se puede llevar a cabo la siembra porque la maquinaria no puede

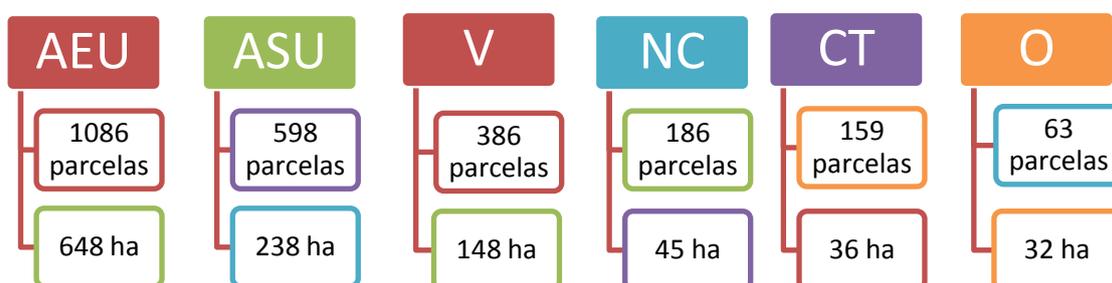
trabajar de manera adecuada, por la accesibilidad, porque ha habido un error y han determinado una pequeña zona de pinar...

- “CT” Carrascas Truferas: son aquellas parcelas que se están dedicando a la plantación de carrascas truferas, pero siguen considerándose como tierra arable.
- “O” Ovejas: serán aquellas parcelas que no se cultivan y se están utilizando como pasto para el ganado ovino.

Dentro de la categoría “AEU” se encuentran aquellas parcelas destinadas al cultivo de trigo para la obtención de cereal, sin embargo, son difíciles de localizar mediante la ortofoto. Para saber qué superficie se está destinando a este fin se obtiene información del único agricultor que tiene cosechadora en el municipio y lleva a cabo los trabajos de cosechadora, puesto que el resto de los agricultores lo subcontratan. De ahí se obtiene que del total de las parcelas “AEU”, 50 hectáreas están dedicadas a la obtención de grano de cereal y, de estas, 10 dedicadas al cultivo de trigo y 20 al de centeno, triticale y cebada. Para los cálculos de las poblaciones de perdiz y codorniz se tendrán en cuenta 30 ha como si el centeno, el triticale y la cebada fueran trigo, ya que también aportan beneficios parecidos a estas especies. Sin embargo, para los nuevos cultivos se elige el trigo ya que estas especies tienen mayor predilección por este cereal. Por lo tanto, la superficie actual de servicio ambiental que se está produciendo son 30 ha. No obstante, esta superficie está casi en su totalidad alrededor del pueblo, beneficiando a la codorniz, pero en menor medida a la perdiz.

Una vez llevada a cabo la revisión se obtiene las siguientes superficies, del total de 1.146 ha de Tierra Arable (Plano 10):

Figura 6. Clasificación de las parcelas con caracterización tierra arable



Tras el análisis de los diferentes usos de las parcelas se ha visto que entrarán dentro de las elegibles para el PSA aquellas 238 ha con uso “ASU” que pertenecen a los propietarios privados identificados como productores. Sin embargo, hay otra caracterización de parcelas que también formará parte del PSA y serán las que cultivarán los ganaderos, son aquellas con categoría “V”, destinadas actualmente al pasto para el ganado bovino. Las características que hacen que se incluyan dentro del PSA son: i) su ubicación estratégica para beneficiar a las 5 especies cinegéticas de interés, en especial zonas estratégicas para aumentar la población de perdiz, ii) accesibilidad para su cosecha, iii) facilidad por parte de los ganaderos para llevar a cabo su cultivo, puesto que todos tienen maquinaria agrícola, iv) los ganaderos tienen alquiladas grandes extensiones de terreno en los que se les permite llevar a cabo cultivos (no será necesario contrato con el propietario de la finca en el caso de que sea distinto) y v) consiguiendo la comunicación con un ganadero se incluyen varias parcelas al PSA por lo que se facilita el proceso en un solo contrato. Por todo ello, las 148 ha con uso “V” también serán elegibles para añadir al PSA. Entre todas hacen un total de 386 ha que tienen las características adecuadas para incluirse dentro del PSA, aquellas que se elijan se detallarán en puntos posteriores y dependerán de la cantidad a pagar por hectárea.

3.6. Determinación del precio por el servicio ambiental

En este punto se va a establecer el precio por el servicio ambiental, pero antes hay que averiguar el beneficio que obtiene un agricultor por la siembra y posterior cosecha de una hectárea de trigo. De esta manera, se sabrá si hay que dar una ayuda a estos agricultores o esta actividad es rentable por sí misma. Toda la información sobre tiempos, costes, así como del procedimiento para llevar a cabo el cultivo, se ha obtenido a través de las entrevistas con los propios agricultores que van a realizar el servicio.

En el Anexo 5 se detalla el cálculo del beneficio incluyendo los tiempos, costes e ingresos del proceso, pero hay varios aspectos que se deben tener en cuenta en esta aproximación:

- La producción tanto de grano como de paja está directamente ligada a la climatología y puede variar enormemente (granizadas, sequías, etc.). Por eso, se van a exponer tres escenarios: baja producción (C1), media producción (C2) y alta producción (C3).
- Se considera para el estudio una hectárea completamente productiva, sin embargo, se debe tener en cuenta que las parcelas en el coto son de menor tamaño y no son productivas por completo (lindes, ribazos, etc.). Esta situación se resuelve cultivando varias parcelas y estimando un rendimiento productivo del 80 % de la tierra arable.
- Aquí se va a mostrar como costes de labrar, abonar y sembrar, el precio sin IVA que le cobran a un propietario privado por realizar estos trabajos. Se extrae el IVA porque esos trabajos, en el momento de cultivar el trigo, los hacen para ellos mismos.
- Por otro lado, ninguno de los agricultores tiene cosechadora y alguno de ellos tiene embaladora. Para el cálculo de estos costes se supone que ambas máquinas se subcontratan por los agricultores. El agricultor con cosechadora expone en la entrevista que cosechar una hectárea de bancales pequeños le lleva 2,5 horas, 1 ha de bancales grandes 1 hora, y que cobra por el desplazamiento en aquellos trayectos que son largos. Consecuentemente, se hace una media y teniendo en cuenta también esos desplazamientos se supone que cosechar 1 ha cuesta 2 horas.
- Las labores de abono necesarias para producir trigo todos los años son de 6 viajes/ha, sin embargo, como el trigo se cultiva en años alternos, será necesario realizar únicamente 3 viajes/ha en el año de cultivo.

Tabla 10. Beneficio para el agricultor

ESCENARIO	BENEFICIO (€/ha)	
	Con cosechadora	Sin cosechadora
C1 (Baja producción)	-116,48	0,12
C2 (Media producción)	148,72	265,32
C3 (Alta producción)	413,92	530,52

Como se puede ver en la Tabla 10 la rentabilidad es muy variable y existen ocasiones en las que se producen pérdidas. Sin embargo, en el escenario en el que los agricultores no pagan la cosechadora nunca se producen pérdidas. En este sentido, si se incluyera el coste de la cosechadora en el presupuesto del PSA los agricultores siempre obtendrían beneficios. Por otra parte, es importante destacar que en ocasiones las parcelas tienen poca superficie cultivable y por tanto, serán necesarias varias parcelas para acumular una hectárea totalmente

productiva. En estos casos, sin una ayuda económica (como el pago de la cosechadora), los agricultores no estarán dispuestos a llevar a cabo el cultivo de las parcelas. En conclusión, se establece como pago por el servicio ambiental el precio de la cosechadora que son 117 €/ha.

3.7. Otras mejoras complementarias al PSA

Otra mejora interesante en el coto sería la recuperación de la población de conejo, puesto que reduciría la presión predatoria sobre la perdiz debido al aumento de presas disponibles. No obstante, es una actuación complicada de ejecutar debido a factores como i) la falta de presupuesto, ii) los numerosos requisitos burocráticos para realizar las sueltas de esta especie, y iii) la falta de inmunidad de la población de conejos ante la enfermedad hemorrágica vírica.

Se ha visto que en algún estudio ponen especial interés en recuperar las zonas de refugio para las perdices (Llorente, 2016). Sin embargo, no es esta la misma situación ya que las parcelas de cultivo tienen pequeñas superficies y cercanas a ellas siempre aparece vegetación donde la perdiz puede esconderse de los depredadores.

Debido a las características del coto y los factores que influyen sobre él hay que dirigir las mejoras a aumentar la disponibilidad de alimento. Para ello, además de las actuaciones llevadas a cabo con el PSA, se va a poner en marcha la colocación de comederos con trigo durante los meses de mayo a septiembre. Este es el periodo de mayores necesidades tróficas para la perdiz. En este caso no es necesario colocar bebederos (aunque en muchos cotos sean complementarios a los comederos) porque la abundancia de ganado bovino hace que existan numerosos puntos de agua. Por otro lado, al ser esta una zona de alta montaña, la sequía nunca es tan acusada como en otros cotos.

Hay estudios que demuestran que la colocación de comederos (una media de 3,5/km²) implica un aumento en la proporción jóvenes/adultos (Díaz-Fernández et al., 2013). Esto quiere decir que se incrementa la producción de perdices y se debe a que tienen mayor capacidad de sobrevivir porque cubren sus carencias alimenticias. Otro estudio demostró mediante el fototrampeo que la perdiz era la especie que más utilizaba los comederos en un coto que habían colocado varios para la mejora del mismo (Grande, 2015). Sin embargo, ambos estudios detallan que en estos puntos aumenta la aparición de todo tipo de fauna, incluyendo depredadores (en especial la urraca). Por lo tanto, se tendrá que prestar atención a los efectos que puede ocasionar la colocación de estos comederos. Para evitar la presencia de urracas u otros depredadores aéreos se colocarán los comederos en puntos donde la vegetación tenga una cubierta de suficiente altura, serán zonas favorables los bordes del bosque de pinar. Alrededor de los comederos se rodeará con mallazo que impedirá que depredadores como el zorro o el jabalí alcancen a las perdices, y en el caso del jabalí, que dañen el comedero.

Los comederos solo se van a colocar en la zona B por varios motivos:

- Es la zona menos favorecida por el PSA por la imposibilidad de realizar siembras, ya que casi no hay tierra arable sin uso (Plano 10). Por lo tanto, hay que intentar realizar algún tipo de medida para favorecer la población de perdiz en esa zona.
- No hay suficiente presupuesto para cubrir todas las zonas en las que se encuentran las perdices.
- Aunque aporta un suplemento alimenticio no crea un hábitat como sí lo hacen las siembras.
- No se conoce el efecto real sobre la población de perdices en este coto en concreto. Por los estudios vistos lo más probable es que produzca un efecto positivo, pero se tendrá que prestar atención por si se produce el efecto contrario debido a los depredadores.

La zona B tiene 523 ha, que son 5,23 km², como se necesitan una media de 3,5 comederos por km² (siguiendo el ejemplo anteriormente comentado) se deben colocar 18 comederos. Cada punto de alimentación (comedero, mallazo y trigo) cuesta alrededor de 30 €. Como hay que colocar 18 puntos de alimentación, el coste total será de 540 €.

Por último, se ha comentado en puntos anteriores como los depredadores generalistas afectan a la perdiz. De los cuatro que se citaron (jabalí, zorro, urraca y corneja) sobre la urraca no se está ejerciendo ningún tipo de control concreto. Puede ser la causante de daños a los pollos o los nidos de la perdiz debido al aumento de sus poblaciones en la zona. Por ello, como medida se solicitarán los permisos necesarios para cazar esta especie una vez terminada la veda general y los socios están disponibles para realizar las actuaciones.

3.8. Escenario proyectado

3.8.1. Superficie agrícola afectada por el PSA

Para determinar el escenario proyectado de la población de perdiz y codorniz, es necesario conocer la cantidad de superficie que se va a destinar al PSA. Esta superficie depende del presupuesto disponible y del precio por hectárea que se ha establecido. El presupuesto inicial es de 11.714 €, que al que restarle 540 € de los puntos de alimentación, queda un presupuesto de 11.200 € aproximadamente. Dado que el precio por hectárea cultivada es de 117 €, es posible realizar el servicio ambiental en 96 hectáreas. Esta superficie será aquella que se pagará a través de las facturas de la cosechadora y, por tanto, totalmente productiva. Dentro del coto municipal se han encontrado 238 ha dentro de la categoría "ASU" (Agrícolas Sin Uso) y 148 ha "V" (Vacas) destinadas al ganado bovino. De estas 386 ha se tendrán que elegir 96 totalmente productivas, pero hay que tener tres aspectos en cuenta:

- Las parcelas se siembran un año, se dejan sin cultivar al siguiente (el alimento permanece en el campo) y posteriormente se vuelven a cultivar. De esta manera, pagando la cosecha de un año el alimento se mantiene durante dos. Dado que la cosechadora únicamente se paga uno de esos 2 años, se puede cultivar el doble de parcelas (192 ha).
- Las parcelas denominadas como Tierra Arable no son cultivables al 100 % ya que al realizarse esta caracterización mediante cartografía (por parte de la administración), a veces, se añaden partes que en realidad no se pueden cultivar. Por ello, se va a suponer que un 80 % se puede cultivar al completo (y se va a pagar por cosechar). Entonces, si 192 ha son el 80 % del total de las parcelas la superficie que se debe escoger cartográficamente, realizando los cálculos, será de 240 ha.
- También hay que tener en cuenta que no todos los propietarios o ganaderos estarán de acuerdo en participar en el sistema. Se parte del supuesto de que un 75 % aceptará las condiciones de los contratos. En el punto anterior se ha visto que este 75 % son 240 ha. Por tanto, 75 % - 240 ha → 100 % - 320 ha.

Por lo tanto, de las 386 ha es necesario elegir 320 ha. Para elegir las parcelas hasta alcanzar esa superficie se siguen los siguientes criterios, por orden de importancia:

- I. Las parcelas individuales o grupos de parcelas cercanas que tengan una superficie suficiente para ser viables económicamente para el agricultor. Por ejemplo, una parcela de 1.000 m² alejada 3 km del resto, no se consideraría rentable.
- II. Teniendo en cuenta el punto 1, que estas agrupaciones estén lo más alejadas posible entre sí para aumentar el hábitat adecuado para las perdices.

- III. Las parcelas que favorezcan al mismo tiempo a las 5 especies cinegéticas cuyas poblaciones se ven beneficiadas por el PSA (perdiz, codorniz, torcaz, cabra montés y corzo). Si no pueden favorecer a las 5, al mayor número de estas especies.
- IV. Las parcelas que se encuentren dentro de una de las zonas del coto clasificadas con presencia de perdices (zona A, B, C...).

A partir de estas premisas se eligen las parcelas que cubrirán las 320 ha (Tabla 11), se pueden ver en el Plano 11. En la tabla se puede apreciar la diferencia en la dificultad de contacto que presentan las parcelas “ASU” (contactar con 221) respecto a las “V” (contactar con 13).

Tabla 11. Características de las parcelas elegidas para la realización del PSA

Uso	Nº de parcelas	Nº de propietarios/ganaderos	Superficie (ha)
ASU	506	221	210
V	284	13	110

Además, se intentará que las parcelas que queden sin cultivar un año y las cultivadas queden dispersas de manera homogénea para crear un hábitat más diverso en el coto. En la actualidad, se está produciendo un servicio ambiental de 30 ha, con el mecanismo de pago se va a conseguir una adicionalidad de 192 ha. Por tanto, se estarán produciendo 222 ha de servicio ambiental en el coto.

3.8.2. Estimación del servicio ambiental proyectado

El objetivo de este punto es estimar en qué medida la perdiz aumentará su población en función del número de hectáreas sembradas. No obstante, es difícil determinar una relación directa que represente linealmente la relación entre superficie y número de perdices, a pesar de ello, se intentará llevar a cabo una estima poblacional mediante la aplicación de diferentes métodos. El periodo de tiempo que se va a estudiar es de 4 años, que es la duración de un periodo de contrato en el PSA.

Asumiendo un modelo geométrico de crecimiento, en el que una población crece de manera constante a lo largo del tiempo independientemente de su tamaño, podemos estimar la población final de perdices a partir del aumento de la superficie de trigo, que finalmente se traduce en un incremento del hábitat potencial de la perdiz. En este sentido, según el equipo de caza GAVRN (2010) y otros similares, el área de campeo de la perdiz roja es de unas 30 ha y cubre toda la superficie por la que habita, incluyendo las zonas más alejadas hasta donde se desplaza. Conociendo este dato, se estima que si un área de campeo de 30 ha incluye una siembra, se cumplirán las condiciones adecuadas para que habite una nueva pareja de perdiz (como mínimo). En muchas de estas zonas ya están habitando parejas de perdices, sin embargo, se establece que aparece una pareja por cada 30 ha como un valor mínimo en 4 años. Dicho esto, se realiza una malla de cuadrículas de 30 ha por todo el coto y se seleccionan, aquellas que contengan alguna parcela destinada al PSA de aquellas incluidas en el Plano 11 pero teniendo en cuenta que se encuentren en una zona de perdices o puedan ser una posible zona en un futuro. Esto da lugar a 301 cuadrículas de las que hay que quitar el 75 % de los propietarios que no aceptarán el PSA (ya que el Plano 11 incluye parcelas que tras hablar con los propietarios no se incluirán), siendo un total de 223 cuadrículas. Si en cada una de las cuadrículas aparece una nueva pareja de perdices tras la estabilización de las siembras, se puede estimar que 223 cuadrículas darán aproximadamente 446 perdices. Debido a que en la zona hay actualmente 280 perdices (censo primaveral), se llegará a unas 726 perdices, con un incremento anual (tasa geométrica de crecimiento) del 26 %.

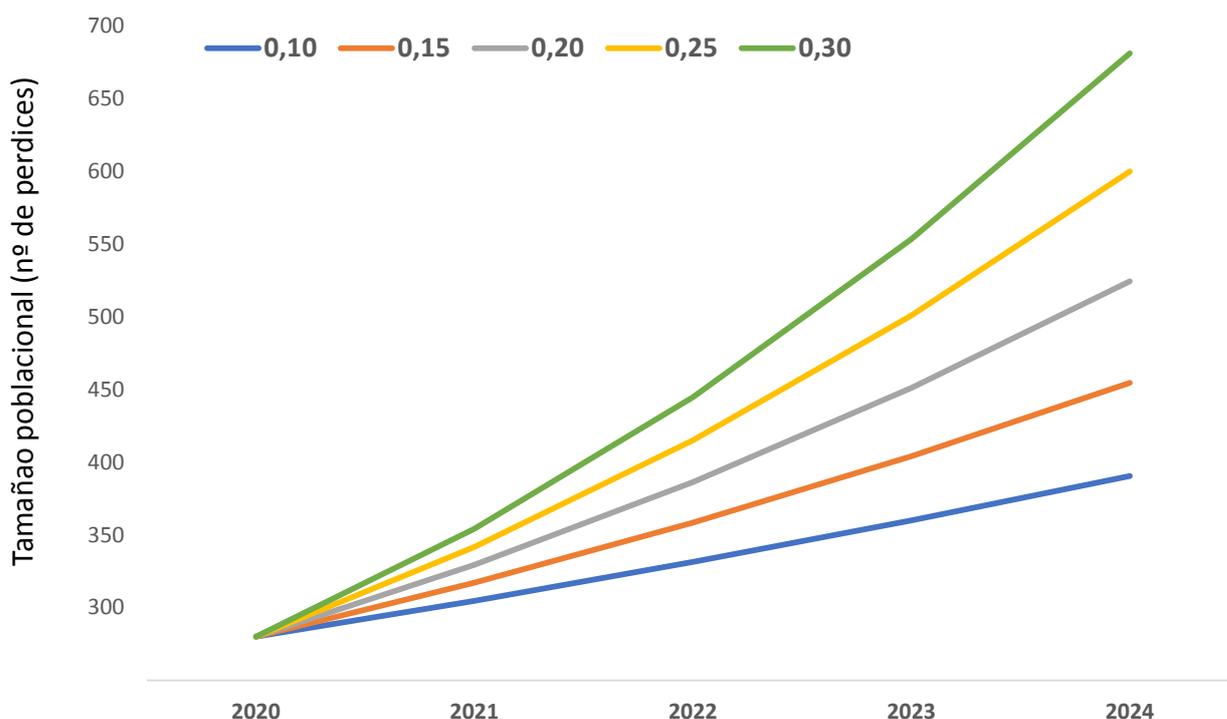
Por otra parte, las poblaciones faunísticas no suelen crecer de manera constante a lo largo del tiempo (modelo geométrico), lo que implica que a medida que una población aumenta y los recursos disminuyen (alimento, zonas de refugio, etc.), su tasa de crecimiento disminuye paulatinamente a lo largo del tiempo. Esto es lo que conocemos como modelos logísticos de crecimiento, en los que la tasa de crecimiento per cápita se reduce cada vez más conforme el tamaño poblacional se acerca a un máximo impuesto por los recursos limitados del entorno, ese número se conoce como la capacidad de carga (K).

En este estudio, la capacidad de carga que podría soportar el coto de Mosqueruela se ha estimado a partir de los datos poblacionales óptimos citados en la bibliografía. En este sentido, SEO Birdlife cita densidades máximas de 40 individuos/km², mientras que otros trabajos citan valores máximos de 25,4 individuos/km² (Sanchez-García et al., 2017). Como valor promedio se ha establecido una densidad máxima de 30 individuos/km², y teniendo en cuenta el área que abarca el coto (8.000 ha) la capacidad de carga se situaría en torno a 2.400 perdices (K=2.400).

A través de la siguiente fórmula (modelo de crecimiento logístico) y utilizando diferentes tasas de crecimiento (R=0,10, R=0,15, R=0,20, R=0,25 y R=0,30) se han proyectado 5 escenarios diferentes a los largo de los 4 años de duración del PSA (Figura 7). El escenario de partida son las 280 perdices (N₀, 2020) censadas en primavera, y en función de la efectividad del PSA se podrían alcanzar tamaños poblacionales en el cuarto año (N₄,2024) que oscilan entre los 390 individuos (escenario más pesimista; R=0,1) y 680 individuos (escenario más optimista; R=0,3).

$$N_{t+1} = N_t + RN_t \left(\frac{K - N_t}{K} \right)$$

Figura 7. Modelos de crecimiento poblacional con diferentes tasas de incremento (4 años)



Los datos obtenidos en los modelos de crecimiento simulados son similares a otros obtenidos en la bibliografía. En este sentido, Sanchez-García et al. (2017) realizaron un estudio aplicado en un coto de 300 ha en la provincia de Valladolid. Este coto consiguió en 12 años pasar de una población primaveral de 5,8 a 25,4 individuos/km² (13 % de incremento medio). Las densidades obtenidas tras el periodo de cría también aumentaron de manera considerable, pasando de 16,5 a 86 perdices/km². Para conseguirlo llevaron a cabo siembras dedicadas a la caza, colocaron comederos y bebederos, recuperaron la población de conejo y limitaron la caza durante los primeros 4 años. En nuestro coto la población de perdices podría aumentar de manera similar por el hecho de que las densidades iniciales son similares, se llevan a cabo siembras, no se necesitan bebederos y la caza no se limita. Sin embargo, la población de conejos no se puede recuperar y tampoco se pueden instalar comederos de la misma forma, debido al presupuesto existente.

Conociendo los datos del aumento producido por el PSA y gracias a los estudios llevados a cabo sobre la población de primavera y octubre en el punto 2.10.2, se puede establecer el escenario final proyectado de la población de perdiz tras un periodo de 4 años (Tabla 12).

Tabla 12. Escenario proyectado de la población de perdiz tras el periodo de 4 años del PSA

Población	Primavera		Factor de incremento	Otoño	
	Densidad (ind/km ²)	Coto (nº ind)		Densidad (ind/km ²)	Coto (nº ind)
Actual (2020)	3,5	280	1,75	6,1	490
PSA (2024)	4,9 - 8,5	390 - 680	2	9,8 - 17	780 - 1.360

Por otra parte, la población media de codornices cada temporada con las 30 ha de servicio ambiental que se están produciendo es de 600 individuos aproximadamente. Una vez se lleve a cabo el PSA, con una adicionalidad de 192 ha de servicio, se estima una población por temporada de 3.840 codornices más. Esto implica una población total por temporada de alrededor de 4.440 individuos. En este caso, como la población de codorniz es migratoria será similar durante todas las temporadas mientras se mantenga la misma superficie de trigo cultivada. Finalmente, en la Tabla 13 se muestra el servicio ambiental que se está produciendo en el escenario actual, la adicionalidad del PSA y el escenario proyectado para el final del primer periodo de 4 años (2024).

Tabla 13. Escenario proyectado del servicio ambiental tras el periodo de 4 años

	Escenario actual	Adicionalidad	Escenario proyectado
Trigo	30 ha	192 ha	222 ha
Perdiz	490 individuos	330 - 910 individuos	780 - 1.360 individuos
Codorniz	600 individuos	3.840 individuos	4.440 individuos

3.8.3. Propuestas de gestión y verificación para mantener y mejorar el PSA

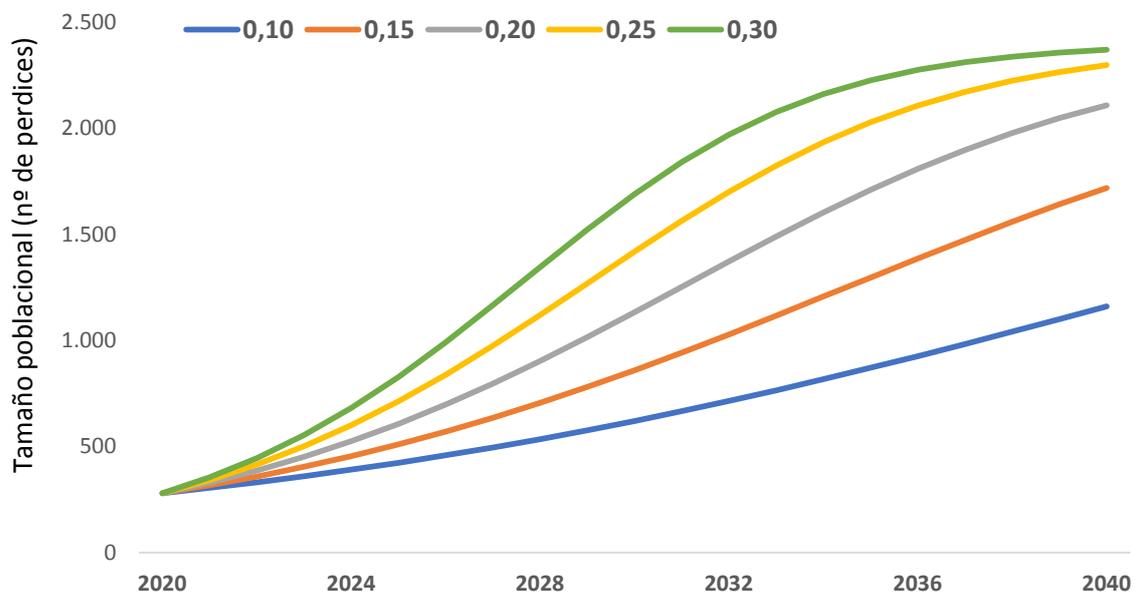
En el punto anterior se ha establecido el escenario proyectado para un periodo de 4 años. Una vez pasado ese tramo de tiempo se debería estudiar de nuevo la población de perdiz existente a través de censos siguiendo la misma metodología (Anexo 2). Por un lado, el censo primaveral nos diría si la población ha crecido dentro de ese rango proyectado de 390 a 680 perdices. En segundo lugar, el censo otoñal (antes del inicio del periodo de caza) permitiría verificar que el factor por el que se multiplica la población a los 4 años. Si se cumplieran los valores y comprobado el éxito del PSA, los compradores (sociedad de cazadores y ayuntamiento) podrían estar dispuestos a aportar más dinero para mantener y mejorar el PSA. En el caso de la sociedad, y si la mayoría de los miembros estuvieran de acuerdo, se podría realizar otro aumento en su cuota de socio. Por su parte, el ayuntamiento podría incluir parte de los 19.460 € que tienen que destinarse para las mejoras del coto.

Con esta aportación económica se podrían llevar a cabo medidas que ayudarían a mantener esos incrementos poblacionales o incluso mejorarlos. Las medidas irían dirigidas a aumentar la superficie dedicada al PSA, se podrían incluir las siguientes parcelas:

- De aquellas con caracterización "ASU" y "V" se eliminaron (386-320) 64 ha por falta de presupuesto, estas parcelas se podrían incluir de nuevo.
- Aquellas que tienen caracterización en el SIGPAC como pastizal o pasto con arbustivo y requieren autorización administrativa. Se podrían incluir llevando a cabo los trámites necesarios y pagando las tasas si hubiera suficiente presupuesto.

Por otro lado, una vez conocido el resultado de la colocación de comederos en la zona B, se podría plantear la colocación de estos en más zonas de perdices. Estos comederos se podrían poner en épocas de invierno para suplir necesidades alimenticias que no se habían tenido en cuenta. Una última medida sería la recuperación de la población de conejos, que implicaría un elevado presupuesto y varios trámites administrativos, pero podría suponer una gran mejora en la población de perdiz. Con todo ello, se han proyectado 5 posibles escenarios a lo largo de 20 años (5 periodos de PSA) utilizando diferentes tasas de crecimiento (Figura 8).

Figura 8. Modelos de crecimiento poblacional con diferentes tasas de incremento (20 años)



Además, el factor de incremento poblacional seguiría aumentando hasta un valor de 2,5 como ya se comentó en el punto 2.10.2. Finalmente, quedaría un escenario proyectado a los 20 años que se muestra en la Tabla 14.

Tabla 14. Escenario proyectado población de perdiz tras el periodo de 20 años

Población	Primavera		Factor de incremento	Otoño	
	Densidad (ind/km ²)	Coto (nº ind)		Densidad (ind/km ²)	Coto (nº ind)
Actual (2020)	3,5	280	1,75	6,1	490
PSA (2040)	14,5 - 29,6	1.160 - 2.370	2,5	36,2 - 74	2.900 - 5.920

3.9. Gobernanza del servicio ambiental

La monitorización del servicio ambiental va a recaer en la sociedad de cazadores, especialmente en su junta directiva puesto que son los representantes de la sociedad. También podría haber recaído en el ayuntamiento, pero existe mayor interés de que se lleve a cabo por parte de la sociedad. Además, de esta manera se consigue la confianza de los cazadores para aportar un incremento en su cuota anual.

Utilizando este proyecto como base, la sociedad tendrá que encargarse de las siguientes acciones para poner en marcha el mecanismo:

- I. Ponerse en contacto con los propietarios privados de las parcelas que se han escogido válidas para el proyecto (Plano 11). Para facilitar el contacto, desde este proyecto se les aportan los datos del nombre del propietario de la parcela y en algunos casos dirección y número de teléfono. Si a pesar de ello no consiguen contactar, podrán pedir información al ayuntamiento, que tiene un mayor conocimiento sobre los propietarios por su labor realizada recientemente para la creación de un coto micológico. También deben ponerse en contacto con los agricultores con maquinaria (encargados de cultivar las parcelas de los propietarios privados) y los agricultores ganaderos (encargados de cultivar las parcelas alquiladas o propias destinadas a pasto) para conocer cuáles aceptan las condiciones del contrato.
- II. Firma de contratos con propietarios privados y agricultores (agricultores-ganaderos y agricultores con maquinaria).
- III. El dinero que aporta el ayuntamiento quedará en manos de la sociedad para que se ocupe de los pagos. Una vez se haya finalizado el servicio ambiental (cosecha del trigo), la sociedad solicitará a los agricultores ganaderos y de maquinaria la factura que les proporciona el agricultor con cosechadora. De esta forma, se verifica que se ha producido el servicio ambiental y se procede al reintegro de esas facturas por parte de la sociedad.

3.9.1. Contratos

Las responsabilidades que cada parte del PSA debe cumplir tienen que estar recogidas en un contrato, de esta manera, se asegura el cumplimiento de las obligaciones de cada una de ellas. Se redactan tres contratos diferentes, uno dedicado al acuerdo entre sociedad de cazadores y propietarios privados, otro referido al acuerdo entre sociedad de cazadores y agricultores con maquinaria y, finalmente, otro entre sociedad de cazadores y agricultores-ganaderos.

Contrato con propietarios privados

- El propietario de la parcela cede únicamente el uso de la fracción de la parcela que esté caracterizada como Tierra Arable en el SIGPAC "TA".
- La sociedad solo podrá realizar el uso de siembra y posterior cosecha de trigo, sin llevar a cabo otros usos en la parcela.
- El propietario cede el uso durante un periodo de cuatro años.
- Durante el periodo de tiempo que dure el contrato, el propietario no podrá llevar a cabo ningún tipo de uso ni cedérselo a terceros en aquella parte de la parcela con caracterización "TA".
- La sociedad de cazadores no efectuará ningún pago monetario por el usufructo.
- Si ambas partes están de acuerdo con el final del periodo de vigencia del contrato, se renovará automáticamente por cuatro años más.

Contrato con agricultores con maquinaria

En este contrato, además de especificar las condiciones de pago y el servicio dado, se deben aclarar una serie de cuestiones respecto a la forma de cultivar el trigo para que no sea dañino para la perdiz. En especial, aquellas cuestiones que se comentaron en los primeros apartados sobre la intensificación agrícola.

La cosecha temprana podría causar daños a los nidos o pollos de la perdiz, sin embargo, el trigo en Mosqueruela tiene una maduración tardía debido al clima de alta montaña. Entonces, la cosecha se producirá en el mes de agosto sin dañar a la población de perdiz, puesto que los pollos han crecido y están suficientemente desarrollados para escapar de la cosechadora. Ocurre lo mismo con la recogida de la paja, como se cosecha en agosto, la recogida de la paja es más tardía y producirá menos daños.

Los problemas que conlleva la roturación temprana se solucionan estableciendo en el contrato dos obligaciones: i) cultivar el trigo en años alternos, ii) roturar la parcela a partir del mes de septiembre el año de la siembra.

Finalmente, una última actuación que perjudica a la perdiz es el uso de plaguicidas. Tras la entrevista realizada a los agricultores indican que el único plaguicida que utilizan es oxiclورو de cobre¹, cubriendo los granos de trigo antes de la siembra. Este plaguicida sirve para combatir un hongo patógeno *Tilletia caries* denominado comúnmente como "Tizón" o "Carbonilla".

¹ Tras una búsqueda bibliográfica sobre los efectos que puede ocasionar este producto sobre la perdiz, solo se ha encontrado un estudio que haya llevado a cabo ensayos científicos para evaluar el efecto del oxiclورو de cobre sobre la perdiz (López, 2015). Como se muestra en el estudio, una dosis de oxiclورو de cobre entre 450 y 900 mg/kg de semilla está permitida en el Registro de Productos Fitosanitarios del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA). También expone el porcentaje de alimentación total que supone en el estudio la alimentación de semillas para la perdiz. Este porcentaje es de un 53,4 % de media y un 89,3 % en el caso máximo. Para la obtención de resultados utilizaron una dosis de 900 mg/kg de semilla con el porcentaje medio y con el máximo. Se vio que el oxiclورو de cobre tiene una toxicidad crónica sobre la perdiz en los casos que la dosis sea de 900 mg/kg semilla y se alimente de semillas en el 89,3 % de su alimentación total, sino no existe toxicidad destacable. Por lo tanto, si en el coto de Mosqueruela el porcentaje de alimentación fuera como la media 53,4 %, el oxiclورو no sería tóxico, sin embargo, no podemos conocer este dato sobre las perdices en nuestra zona.

Como posible solución al problema de la toxicidad de la perdiz, sin permitir que la producción se vea reducida por la "Carbonilla". A través del contrato se les muestra a los agricultores que deben utilizar una dosis de 450 mg/kg de semilla, siendo esta más segura para las perdices, pero englobándose dentro de las recomendaciones y la legalidad que expresa el Ministerio para ser efectiva contra el hongo.

Por otro lado, durante las entrevistas realizadas a los cazadores-agricultores con experiencia se les pregunta sobre el plaguicida utilizado hace cincuenta años para combatir la "Carbonilla". La respuesta es que utilizaban cobre, el mismo compuesto que en la actualidad. Por tanto, se puede deducir que, aunque este plaguicida en grandes dosis pueda dañar a la perdiz, no se puede calificar como causante del declive poblacional esta especie, pues hace cincuenta años ya se utilizaba y la población de perdiz era muy alta. No obstante, se incluye en el contrato reducir la dosis en la medida de lo posible.

Los principales términos que se deben tener en cuenta son los siguientes:

- La sociedad de cazadores cede al agricultor el uso únicamente de la fracción de la parcela agrícola que esté considerada como Tierra Arable en el SIGPAC "TA".
- La duración del contrato será de cuatro años, de los que debe cultivar trigo dos de esos años de manera alterna.
- El agricultor solo podrá utilizar la parcela para el cultivo de trigo (*Triticum* spp.).
- El agricultor debe esperar que se produzca una adecuada maduración del trigo para realizar la cosecha y obtener el grano y la paja.
- Durante el cultivo no podrá utilizar ningún tipo de plaguicida, exceptuando el caso del oxiclورو de cobre cuya dosis máxima permitida será de 450 mg/kg semilla.
- El agricultor será el único beneficiario económico de la producción de grano y paja.
- La sociedad de cazadores cubrirá los costes de la cosechadora al completo en las parcelas designadas. La forma de pago será a través de la factura que emite el agricultor con cosechadora. Una vez que los agricultores de servicio reciben esa factura, se la hacen llegar a la sociedad y si corresponde con las parcelas designadas, esta realiza el ingreso a los agricultores.
- Para la siembra del segundo año no se podrá roturar y sembrar la parcela hasta el mes de septiembre con el fin de mantener más tiempo el trigo de rebrote en la parcela.

Contrato con agricultores ganaderos

Este tipo de contrato tiene las mismas bases que el anterior en lo que respecta a las condiciones de cultivo, por lo que no se detallan en este punto, pero existen diferencias debido a la propiedad de la parcela y el uso que se les permite como pasto. En este caso los propietarios o arrendatarios de la parcela son los agricultores y no es necesario ceder el uso. A continuación, se citan las características más relevantes del mismo:

- La sociedad de cazadores delimita como parcelas designadas únicamente la fracción de la parcela agrícola que esté considerada como Tierra Arable en el SIGPAC "TA".
- Al agricultor se le permite introducir el ganado dentro de las parcelas designadas en los años alternos que no coincidan con la cosecha. En años de cosecha también podrá pastar el ganado fuera de las parcelas designadas, pues este contrato solo hace referencia al interior de estas parcelas.

4. Aplicabilidad de este método de PSA para otros cotos cinegéticos

Tras la revisión bibliográfica efectuada a lo largo de este trabajo se puede afirmar que todos los estudios realizados anteriormente han estado dirigidos a recuperar la población de perdiz en zonas de llanura altamente productivas para el cultivo. Estos lugares se caracterizan por tener alguna pequeña colina, poca vegetación arbórea y están dedicados al cultivo intensivo del cereal o también a la producción de olivos o viña. Los proyectos han ido dirigidos en esa línea porque estas zonas son el hábitat potencial de la perdiz, ocupan una gran superficie en el territorio peninsular y en muchos casos son los cotos que se benefician económicamente de esta especie. En estas zonas, la legislación intenta favorecer el crecimiento de las poblaciones de aves esteparias promoviendo determinadas medidas como la reducción de la producción, el uso del cultivo extensivo, el barbecho de determinadas parcelas, etc. En estas regiones tiene sentido aplicar estas medidas porque ayudan a crear un hábitat heterogéneo a través de la formación de mosaicos, siendo este el más adecuado para este tipo de aves.

La situación del estudio actual es diferente, ya que hablamos zonas que son menos productivas para la agricultura, como pueden ser los territorios más montañosos. Estos tienen menor accesibilidad para la maquinaria, dificultad de riego, parcelas más pequeñas, crecimiento rápido de vegetación arbórea, y en definitiva, abandono de las parcelas agrícolas. Por otro lado, no existen proyectos para la recuperación de la perdiz roja ni de otro tipo de aves esteparias en estas zonas montañosas. Esta situación se debe a que estos territorios son menos abundantes en España y, a su vez, menos productivos en lo que se refiere a estas especies. Por tanto, no se invierten esfuerzos en estas zonas donde no se obtiene un beneficio económico del aprovechamiento cinegético de la caza menor. Esto da lugar a la falta de estudios o comparativas a la hora de llevar a cabo el intento de recuperación de estas poblaciones.

Este escenario implica una gran dificultad para llevar a cabo la recuperación de la población de perdiz roja con éxito en estas zonas. Es por esto por lo que el presente proyecto, además del fin de conseguir la recuperación de la población en el coto de Mosqueruela, pretende constituir un ejemplo para aquellos cotos que se encuentren en una situación similar a este.

En este punto se van a mostrar las características que debe tener un coto cuya finalidad sea recuperar la población de perdiz. Además, se debe tener presente que lo que se consigue con el PSA es recuperar la población de todo tipo de aves esteparias, por lo que se puede llevar a cabo en determinados lugares que tengan interés por este tipo de aves (fines ornitológicos, cinegéticos, conservación de la biodiversidad, etc.).

Las características que debe cumplir un coto para poder llevar a cabo un PSA equivalente a este son las siguientes:

- Declive acusado en la población de perdiz, donde una de las principales causas de esa disminución de poblacional sea la falta de hábitat y alimento.
- Tener una baja productividad agrícola por su carácter montañoso (dado que, si la productividad es alta, quizá no sea necesario un pago para que se realice el cultivo).
- La existencia de compradores del servicio ambiental dispuestos a pagar por él, pueden ser diferentes colectivos (cazadores, titulares de cotos, ornitólogos...).
- La existencia de productores del servicio ambiental. Estos productores deben ser agricultores activos capaces de realizar los trabajos y deben tener cosechadora o capacidad de subcontratarla. Se les debe cubrir la escasa rentabilidad del cultivo en esta zona menos productiva a través del pago por el servicio ambiental, siendo esta diferencia valores asumibles por el mecanismo de pago.

- Las parcelas incluidas en el PSA deben cumplir varios requisitos:
 - Estar caracterizadas en el SIGPAC con uso Tierra Arable. En el caso que la superficie con este uso no sea suficiente para cubrir las necesidades de la perdiz se estudiará el cambio de uso o las excepciones al cambio de uso de otras parcelas. Si es dentro de la Comunidad de Aragón el cambio de uso está expuesto en el punto 3.4. de este documento. En el caso de ser otra Comunidad, se debe analizar la legislación correspondiente a esta.
 - No deben tener ningún aprovechamiento agrícola en la actualidad.
 - Deben ser accesibles para la maquinaria agrícola de la zona.
 - Sus propietarios deben estar localizables.
 - Deben ser parcelas estratégicas en su ubicación para beneficiar a la población de perdiz una vez se produce el PSA, y que además sumen una superficie suficiente para que la puesta en cultivo de esas parcelas sea rentable para el agricultor (al menos 1 ha totalmente productiva).

También hay aspectos que, aunque no son indispensables para que se lleve a cabo el PSA, ayudan a que se produzcan más beneficios tras su puesta en práctica. Los cotos que cumplan los siguientes requisitos son más adecuados para llevar a cabo el PSA:

- Que en el coto aparezcan especies como cabra montés, corzo, paloma torcaz o codorniz y se pueda llevar a cabo un aprovechamiento cinegético sobre ellas. De esta forma, medidas dirigidas a favorecer la perdiz ayudarán al resto de especies y no será necesario dedicar otras medidas económicas para estas otras poblaciones.
- Que estos cotos se encuentren a elevadas altitudes, ya que la altitud en estas zonas suele implicar una población mayor de codorniz que se verá incrementada en gran medida debido a la puesta en práctica del PSA.

Existen varios cotos cercanos al de Mosqueruela que podrían cumplir estas características. Una característica clave que los identifica es que predomina la superficie arbórea (debido en muchos casos al abandono de parcelas agrícolas). Se podrían incluir aquellos con gran porcentaje de superficie arbórea dentro de las comarcas del Maestrazgo y Gúdar-Javalambre, así como los que se encuentran en el interior de la mitad norte de la Comunidad Valenciana, por mencionar solo a los más cercanos a Mosqueruela.

5. Conclusiones

A lo largo de los últimos años la perdiz roja (*Alectoris rufa*) ha sufrido un declive general en sus poblaciones como consecuencia de varios factores, entre los que cabe destacar los cambios generados en las prácticas agrícolas. En el coto de Mosqueruela esta regresión poblacional ha quedado ratificada a través de las encuestas realizadas a los cazadores, en las que los datos muestran una disminución progresiva en el número perdices abatidas en las últimas temporadas. Paralelamente, este descenso poblacional se encuentra estrechamente relacionado con el abandono progresivo del cultivo de trigo en la zona.

Durante la realización de este estudio se ha constatado que uno de los principales problemas para el abandono del cultivo de este cereal está basado en la falta de rentabilidad que genera la producción de esta especie. En este sentido, el coste de la cosechadora (117 €/ha) ha sido un factor determinante de esta baja rentabilidad, por lo que se ha establecido como el precio por el servicio ambiental que pagarán los compradores.

En función de ese coste y del presupuesto disponible (con aportes tanto del ayuntamiento como de la sociedad de cazadores) se ha generado un sistema capaz de producir 192 nuevas ha efectivas de servicio ambiental (siembras de trigo) respecto al escenario actual, que son aproximadamente 30 ha. Las parcelas en las que se ha llevado a cabo este servicio deben cumplir varias características como i) estar caracterizadas en el SIGPAC como Tierra Arable, ii) no tener un uso agrícola en la actualidad, iii) disponer de accesibilidad para la maquinaria agrícola, iv) favorecer a especies cinegéticas de interés (especialmente la perdiz), y v) su cesión sin ánimo de lucro (sin pago de alquiler) por parte del propietario.

Los censos realizados durante este estudio han estimado el tamaño actual de la población de perdices en el coto, en el que únicamente se ha tenido en cuenta la superficie representativa para esta especie (8000 ha). Gracias a los datos obtenidos se ha obtenido una población primaveral de 280 perdices ($3,5 \text{ ind/km}^2$), y a partir de esta estima inicial de la población y junto a una extensa revisión bibliográfica se han simulado diferentes modelos de crecimiento poblacional. Con la puesta en práctica del PSA estos modelos predicen un aumento de los efectivos poblacionales que darán una población primaveral de entre 390 y 680 perdices ($6,7 \pm 1,8 \text{ ind/km}^2$) tras 4 años y de entre 1.160 y 2.370 perdices ($22,05 \pm 7,55 \text{ ind/km}^2$) tras 20 años. Con la realización de nuevos censos a 4 años vista (2024) se podrá conocer cuál de esos escenarios es el más verosímil y, por tanto, acercarse más a las estimaciones a largo plazo. Por otra parte, la implementación de este PSA también podría generar beneficios en poblaciones de otras especies de aves esteparias como la codorniz, donde las estimas realizadas durante este estudio predicen un incremento poblacional en 4 años para esta especie, desde de los 600 hasta los 4.440 individuos.

Todos los modelos simulados muestran un efecto positivo del PSA sobre la población de perdiz, por lo que el uso de este tipo de sistema se presenta como una herramienta esencial tanto para i) la reactivación de las prácticas agrícolas extensivas, como para ii) la recuperación poblacional de diferentes especies de aves esteparias dependientes de cultivos agrícolas. Finalmente, es importante destacar que para que se lleve a cabo este PSA todos los actores (sociedad de cazadores, ayuntamiento, propietarios privados y agricultores) tendrán que aceptar las condiciones expuestas y especificadas durante este estudio. Aunque es indispensable que todos formen parte del proyecto, uno de los pilares más importantes será la sociedad de cazadores, responsable de monitorizar y propulsar el mecanismo.

6. Bibliografía

Ayuntamiento de Mosqueruela. Recuperado el 24/03/2020 de <https://mosqueruela.es/>

Carulla, D. (2007). *Estudio de la dinámica poblacional de la codorniz (Coturnix c. coturnix) a partir de muestras biológicas capturadas en el Valle del Ebro, Menorca, este y suroeste de la Península durante la temporada de media veda de 2005*. Trabajo Práctico Tutorado. Universitat de Lleida.

Casas, F. (2008). *Gestión agraria y cinegética: efectos sobre la perdiz roja (Alectoris rufa) y aves esteparias protegidas*. Tesis doctoral. Universidad de Castilla-La Mancha.

Cereza, J. (2005). *Estudio de la dinámica poblacional de la codorniz (Coturnix c. coturnix) en cotos de Burgos, León, Palencia, Soria, Teruel, Badajoz, Sevilla, Cádiz, Ceuta, Cuenca y Valencia durante la media veda 2003*. Trabajo Práctico Tutorado. Universidad de Lleida.

Díaz, F. (2014). *Ecología y gestión de los depredadores generalistas: el caso del zorro (Vulpes vulpes) y la urraca (Pica pica)*. Memoria para optar al grado de doctor. Universidad de Castilla La Mancha.

Díaz, F., S., Arroyo, B., Casas, F., Haro, M. y Viñuela, J. (2013). Effect of management techniques on red-legged partridge abundance. *PLOS One* , 8 (6): e66671.

Ferreras, P., Mateo, A. y Villafuerte, R. (2010). *Influencia de la predación sobre la perdiz roja en Navarra*. Obtenido de <https://www.navarra.es/NR/rdonlyres/6B883E05-6A25-4613-88BC-3B13E1F16464/347677/Perdizinfluencia.pdf>

Fortuna, M. (2002). Selección de hábitat de la perdiz roja *Alectoris rufa* en período reproductor en relación con las características del paisaje de un agrosistema de la mancha (España). *Ardeola* 49 (1) , 59-66.

Fuentes, F. C. (2011). *Estudio etológico y niveles hormonales para la determinación del inicio de la puesta en la perdiz roja (Alectoris rufa) en condiciones naturales de semilibertad en Andalucía*. Memoria de resultados del trabajo de investigación. FEDENCA.

Garrido, J. L. (2014). El jabalí es un problema en muchos lugares de España. *Federación Extremeña de Caza* .

Garrido, J. L. (2018b). La perdiz roja necesita algo más que agricultura ecológica. *Federación de Castilla y León* .

Garrido, J. L. (2018a). La primavera de la perdiz roja (*Alectoris rufa*). *Federación de Caza de Castilla y León* .

GAVRN, E. d. (2010). *Determinación de los factores limitantes de una especie ligada a los medios agrícolas de Navarra: la perdiz roja (Alectoris rufa)*. Gobierno de Navarra.

GOBIERNO DE ARAGÓN. *Atlas Climático Digital de Aragón*. Recuperado el 5 de marzo de 2020, de <http://www.opengis.uab.es/wms/aragon/>

GOBIERNO DE ARAGÓN. *IAEST (Instituto Aragonés de Estadística)*. Recuperado el 22 de marzo de 2020, de <http://aplicaciones.aragon.es/mtiae/menu?idp=1>

Gorrachategui, M. (1996). Alimentación de aves alternativas: codornices, faisanes y perdices. *XII CURSO DE ESPECIALIZACION FEDNA*, (pág. 3). Madrid.

Granados, J. E., Cano-Manuel, J., Fandos, P. y Cadenas de Llano, R. (2007). *Tendencias actuales en el Estudio y Conservación de los Caprinos Europeos*. Granada: Junta de Andalucía.

Grande, D. (2015). *Uso de comederos y bebederos para perdices por especies cinegéticas y no cinegéticas: un estudio de fototrampeo en el coto El Carneril, Ciudad Real*. Trabajo Final de Máster. Universidad de Castilla-La Mancha.

Hernández-Briz, F. (1991). La perdiz roja. *Hojas divulgadoras Núm. 12/90* .

INAGA (Instituto Aragonés de Gestión Ambiental). *INACOTOS*. Recuperado el 16 de marzo de 2020, de <https://aplicaciones.aragon.es/inacotos/>

INAGA. *Autorización para la puesta en cultivo de terrenos de uso forestal*. Recuperado el 9 de abril de 2020, de <https://www.aragon.es/tramitador/-/tramite/autorizacion-puesta-cultivo-terrenos-forestal>

Llorente, J. A. (2016). *Abundancia, uso del espacio, aprovechamiento e importancia económica de la perdiz silvestre (Alectoris rufa) en la provincia de Soria: directrices para su gestión cinegética*. Tesis doctoral. Universidad de Lleida.

López, A. (2015). *Evaluación de riesgo del tratamiento de semillas con plaguicidas para las aves silvestres de ecosistemas agrícolas: el caso de la perdiz roja*. Memoria para optar al grado de doctor. Universidad de Castilla-La Mancha.

Lucio, A. J. (1991). Selección de hábitat de la perdiz roja (*Alectoris rufa*) en matorrales supramediterráneos del NW de la cuenca del Duero. Aplicaciones para la gestión del hábitat cinegético. *Ecología, Nº 5* , 337-353.

Madroño, A., González, C. y Atienza, J. C. (2004). *Libro rojo de las aves de España*. Madrid: Organismo Autónomo Parques Nacionales.

MAPA. *Registro de productos fitosanitarios. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación*. Recuperado el 29 de abril de 2020, de <https://www.mapa.gob.es/es/agricultura/temas/sanidad-vegetal/productos-fitosanitarios/registro/menu.asp>

MITECO. *Atlas de las aves reproductoras de España*. Recuperado el 1 de marzo de 2020, de https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/inventarios-nacionales/inventario-especies-terrestres/inventario-nacional-de-biodiversidad/ieet_aves_atlas.aspx

MITECO. *Mapa Forestal de España*. Recuperado el 6 de marzo de 2020, de https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/servicios/banco-datos-naturaleza/informacion-disponible/mfe50_descargas_aragon.aspx

MITECO. *Red Natura 2000*. Recuperado el 2 de abril de 2020, de https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/espacios-protegidos/red-natura-2000/lic_aragon.aspx

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

Rivas-Martínez, S. (1987). *Memoria del mapa de series de vegetación de España 1: 400.000*. Madrid: ICONA.

Rueda, M. J., Baragaño, J. R., Notario, A. y Castresana, L. (1993). Estudio de la alimentación natural de los pollos de perdiz roja (*Alectoris rufa* L.). *Ecología*, Nº 7 , 429-454.

Sanchez-García, C., Pérez, J. A., Díez, C., Alonso, M. E., Bartolomé, D. J., Prieto, R., y otros. (2017). Does targeted management work for red-legged partridges *Alectoris rufa*? Twelve years of the "Finca de Matallana" demonstration project. *European Journal of Wildlife Research* , 63.

Segovia, S. (2002). Mejora de hábitats para el corzo: cultivos de apoyo. *Caza Mayor*. Número 38 , 20-24.

SEO Bird Life (Sociedad Española de Ornitología). Recuperado el 27 de febrero de 2020, de <https://www.seo.org/>

Viñuela, J., Casas, F., Díaz-Fernández, S., Delibes-Mateos, M., Mougeot, F. y Arroyo, B. (2013). La perdiz roja (*Alectoris rufa*) en España: especie cinegética amenazada. *Ecosistemas* 22 (2) , 6-12.

TEXTOS LEGISLATIVOS

Aragón. Ley 1/2015, de 12 de marzo, de Caza de Aragón. Boletín Oficial de Aragón, 25 de marzo, art. 24.8, núm. 58, pp. 9809.

Aragón. Ley 1/2015, de 12 de marzo, de Caza de Aragón. Boletín Oficial de Aragón, 25 de marzo, art. 24.9, núm. 58, pp. 9809.

Aragón. Ley 1/2015, de 12 de marzo, de Caza de Aragón. Boletín Oficial de Aragón, 25 de marzo, art. 37, núm. 58, pp. 9813-9814.

Aragón. Ley 15/2006, de 28 de diciembre, de Montes de Aragón. Boletín Oficial de Aragón, 30 de diciembre, núm. 149, pp. 17074-17102.

Aragón. Ley 3/2014, de 29 de mayo, por la que se modifica la Ley 15/2006, de 28 de diciembre, de Montes de Aragón. Boletín Oficial de Aragón, 11 de junio, núm. 112, pp. 18414-18429.

Aragón. Orden de 25 de mayo de 2007, del Departamento de Agricultura y Alimentación. Boletín Oficial de Aragón, 18 de junio, núm. 72, pp. 9917-9921.

España. Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad. Boletín Oficial del Estado, 14 de diciembre, art. 43.1., núm. 299, pp. 51288.