

CONTRATO DE ASISTENCIA TÉCNICA ENTRE EL DEPARTAMENTO DE MEDIOAMBIENTE,  
ORDENACIÓN DEL TERRITORIO Y VIVIENDA DEL GOBIERNO DE NAVARRA Y EL INSTITUTO  
DE INVESTIGACIÓN EN RECURSOS CINEGÉTICOS (IREC-CSIC)



## INFLUENCIA DE LA DEPREDACIÓN SOBRE LA PERDIZ ROJA EN NAVARRA

**INFORME FINAL**

Autores:

Pablo Ferreras de Andrés.

Ainhoa Mateo Moriones

Rafael Villafuerte Fernández.

Diciembre 2010.



**CONTENIDO**

	<u>Página</u>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	1
1.- LA PERDIZ ROJA.....	1
2.- LA DEPREDACIÓN SOBRE LA PERDIZ ROJA.....	4
3.- ANTECEDENTES Y OBJETIVOS.....	7
<b>AREAS DE ESTUDIO</b> .....	11
1.- DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ÁREA DE ESTUDIO .....	11
2.- DESCRIPCIÓN DE LAS ÁREAS DE ESTUDIO INTENSIVO .....	16
<b>CAPÍTULO 1: FACTORES QUE DETERMINAN LA ABUNDANCIA DE LOS DEPREDAADORES DE PERDIZ ROJA EN NAVARRA</b> .....	27
1. - INTRODUCCIÓN.....	28
1.1.- Los depredadores de la perdiz roja en Navarra .....	28
1.1.1.- El zorro y la urraca.....	29
1.1.2.- Aves rapaces depredadoras de perdiz en Navarra.....	29
2.- MATERIAL Y MÉTODOS.....	31
2.1.- Información de partida .....	31
2.1.1.- Abundancia de depredadores y de presas potenciales.....	31
2.1.2.- Usos del suelo.....	32
2.1.3.- Variables climáticas.....	33
2.1.4.- Indicadores de influencia humana.....	33
2.1.5.- Indicadores de relieve .....	34
2.1.6.- Variables geográficas.....	34
2.1.7.- Distribución de aves rapaces potenciales depredadoras de perdiz ..	34
2.2.- Análisis estadísticos.....	37
2.3.- Análisis de la información geográfica .....	37
3.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	38



3.1.- Análisis univariantes .....	38
3.1.1.- Abundancia de zorro .....	38
3.1.2.- Tendencia reciente de la abundancia de zorros .....	38
3.1.3.- Abundancia de urracas .....	39
3.1.4.- Tendencia reciente de la abundancia de urracas .....	39
3.2.- Análisis multivariantes .....	41
3.2.1.- Modelos de la abundancia de zorros y su tendencia.....	41
3.2.2.- Modelos de la abundancia de urracas y su tendencia.....	43
3.3.- Extrapolación de los modelos de zorro y picaraza a toda Navarra.....	44
3.4.- Áreas de mayor riesgo de depredación para la perdiz.....	48
3.4.1.- Riesgo de depredación por zorro y urraca.....	48
3.4.2.- Riesgo de depredación por rapaces .....	49

**CAPÍTULO 2: INCIDENCIA DE LA DEPREDACIÓN SOBRE LAS PERDICES ADULTAS .....** 52

1.- MATERIAL Y MÉTODOS.....	53
1.1.- Marcaje y radio-seguimiento de perdices adultas .....	53
1.2.- Estima de las tasas de supervivencia de los adultos de perdiz .....	53
2.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	57
2.1.- Marcaje y radio-seguimiento de perdices adultas .....	57
2.2.- Tasas de supervivencia de perdices adultas .....	60
2.3.- Relación de la tasa de supervivencia con el hábitat .....	63

**CAPÍTULO 3: INCIDENCIA DE LA DEPREDACIÓN SOBRE LOS NIDOS DE PERDIZ ROJA .....** 67

1.- DEPREDACIÓN DE NIDOS ARTIFICIALES DE PERDIZ ROJA.....	68
1.1.- Material y métodos.....	68
1.1.1.- Instalación y revisión de los nidos artificiales .....	69
1.1.2.- Estima de la abundancia de perdiz, depredadores y otras presas y relación con la depredación de nidos artificiales de perdiz .....	72



1.1.3.- Análisis del riesgo medio de depredación de nidos por coto .....	73
1.2.- Resultados y discusión .....	74
1.2.1.- Resultados de los nidos artificiales .....	74
1.2.2.- Abundancia de perdiz, depredadores y otras presas y relación con la depredación de nidos artificiales de perdiz .....	78
1.2.3.- Análisis del riesgo medio de depredación de nidos por coto .....	81
2.- DEPREDACIÓN DE NIDOS NATURALES DE PERDIZ ROJA .....	84
2.1.- Material y métodos .....	84
2.1.1.- Localización y seguimiento de las puestas.....	84
2.1.2.- Estima de supervivencia de nidos naturales .....	85
2.2.- Resultados .....	86
2.2.1.- Localización y seguimiento de puestas.....	86
2.2.2.- Comparación de la supervivencia de las puestas con los resultados de nidos artificiales .....	88
2.2.3.- Tasa de supervivencia de las puestas .....	91
<b>CAPÍTULO 4: SUPERVIVENCIA Y CAUSAS DE MORTALIDAD DE POLLOS DE PERDIZ.....</b>	<b>93</b>
1.- INTRODUCCIÓN .....	94
2.- SEGUIMIENTO DE BANDOS FAMILIARES A PARTIR DE CENSOS DE PERDIZ.....	96
2.1.- Material y métodos.....	96
2.2.- Resultados y discusión .....	96
3.- SEGUIMIENTO DE BANDOS FAMILIARES CON ADULTOS RADIO-MARCADOS.....	99
3.1.- Material y métodos.....	99
3.2.- Resultados y discusión .....	99
4.- PUESTA A PUNTO DE MÉTODOS DE MARCAJE DE POLLOS DE PERDIZ.....	102
4.1.- Material y métodos.....	102
4.2.- Resultados y discusión .....	105
5.- MARCAJE Y RADIO-SEGUIMIENTO DE POLLOS DE PERDIZ ROJA .....	108
5.1.- Material y métodos.....	108
5.1.1.- Marcaje y radio-seguimiento de pollos de perdiz .....	108



5.1.2.- Estimación de las tasas de supervivencia de pollos de perdiz .....	111
5.2.- Resultados y discusión .....	113
5.2.1.- Marcaje y radio-seguimiento de pollos.....	113
5.2.2.- Estimación de las tasas de supervivencia de pollos de perdiz .....	116
<b>CAPÍTULO 5: EFECTO DEL CONTROL DE DEPREDADORES SOBRE LA SUPERVIVENCIA DE LA PERDIZ .....</b>	<b>123</b>
1.- INTRODUCCIÓN .....	124
2.- MATERIAL Y MÉTODOS.....	124
2.1.- Áreas de estudio .....	124
2.2.- Estima de las supervivencias de adultos, nidos y pollos de perdiz.....	126
3.- RESULTADOS .....	128
3.1.- Efecto del control sobre las poblaciones de depredadores .....	128
3.2.- Efecto del control sobre las perdices adultas .....	130
3.3.- Efecto del control sobre la supervivencia de los nidos.....	132
3.4.- Efecto del control sobre los pollos en la primera quincena de vida .....	133
3.5.- Efecto del control sobre los pollos a partir del mes de edad.....	134
3.6.- Efecto conjunto del control sobre las poblaciones de perdiz .....	137
<b>CAPÍTULO 6: MODELOS DE DINÁMICA POBLACIONAL DE PERDIZ ROJA. 139</b>	
1.- INTRODUCCIÓN .....	140
2.- MATERIAL Y MÉTODOS.....	141
2.1.- Estructura del modelo .....	141
2.2.- Información de partida .....	142
2.2.1.- Información relativa a las perdices adultas.....	143
2.2.2.- Información relativa a la reproducción .....	146
2.2.3.- Información relativa a los pollos de perdiz.....	146
2.2.4.- Información sobre tendencias poblacionales y productividad .....	147
2.3.- Calibrado del modelo .....	147
2.4.- Escenarios de mejora .....	149
2.4.1.- Estima de tasas de mortalidad .....	150
3.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	152



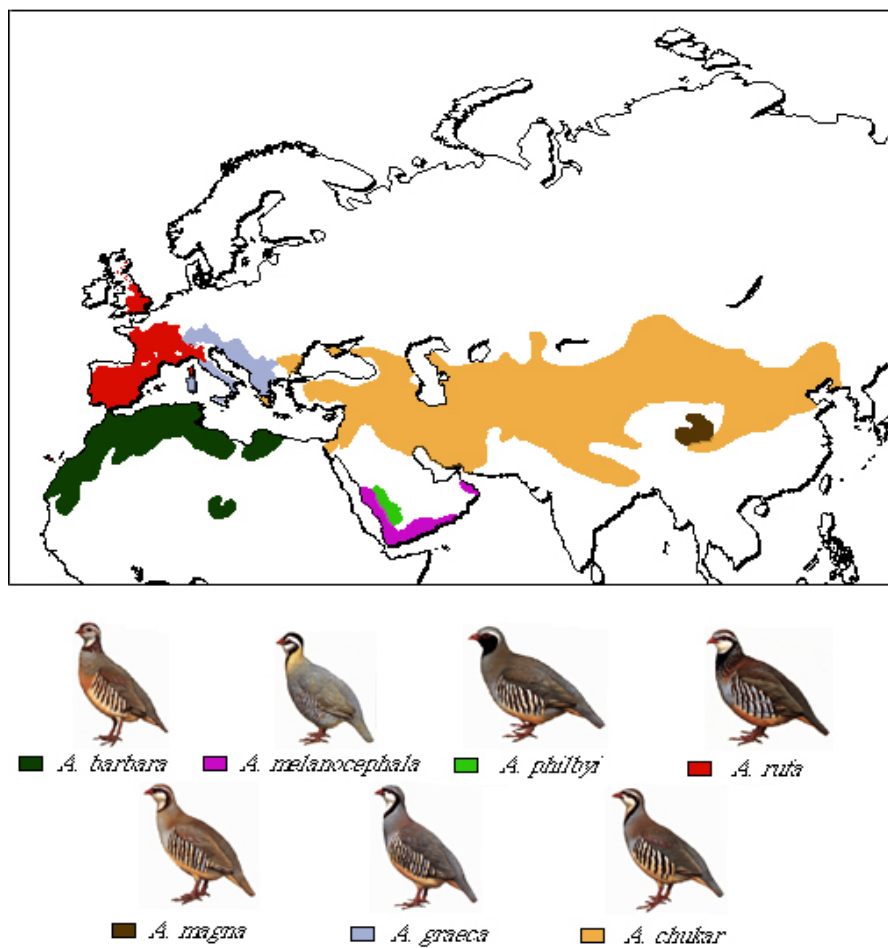
3.1.- Tasa finita de crecimiento anual y productividad observadas en el campo .	152
3.2.- Estimaciones de la tasa finita de crecimiento anual y productividad a partir del modelo de dinámica poblacional. "Calibrado" del modelo .....	154
3.3.- Efecto de los parámetros demográficos sobre la tasa de crecimiento de la población .....	155
3.4.- Sensibilidad de Lambda frente a los distintos parámetros .....	160
3.5.- Escenarios de mejora .....	161
<b>CONCLUSIONES</b> .....	165
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	170
<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	178
<b>ANEXOS</b> .....	179



## INTRODUCCIÓN

### 1.- LA PERDIZ ROJA

La perdiz roja (*Alectoris rufa*) es un ave del Orden Galliformes nativa del Suroeste de Europa que se distribuye de forma natural en la Península Ibérica, Francia e Italia, y que fue introducida en el Sur del Reino Unido con intereses cinegéticos (Cramp y Simons, 1980; Fig. 1).



**Figura 1.** Distribución de las especies del género *Alectoris*. Según Cramp y Simons 1980

La perdiz roja es, junto con el conejo de monte (*Oryctolagus cuniculus*), la especie más importante de caza menor en España. Se estima que en todo el estado se cazan más de 3 millones de perdices rojas al año (MARM, 2006),



representando un gran interés social y económico. Por otra parte, es una especie de gran interés ecológico al ser presa de más de 30 depredadores ibéricos (Calderón, 1977, Duarte *et al.*, 2008).

A nivel mundial la perdiz roja se incluye en la categoría de especie "Vulnerable" (Aebischer y Potts, 1994) y a nivel europeo se considera como "especie de especial interés" (Tucker y Heath, 1994). Durante las últimas décadas, sus poblaciones están sufriendo una marcada regresión (Cramp y Simons, 1980, Potts, 1980), tanto en sus áreas de distribución natural (Francia: ONC, 1986; Italia: Baratti *et al.*, 2005; Península Ibérica: Borralho *et al.*, 1998, Lucio, 1998, Blanco-Aguiar *et al.*, 2003) como en las poblaciones introducidas en el Reino Unido (Aebischer y Potts, 1994).

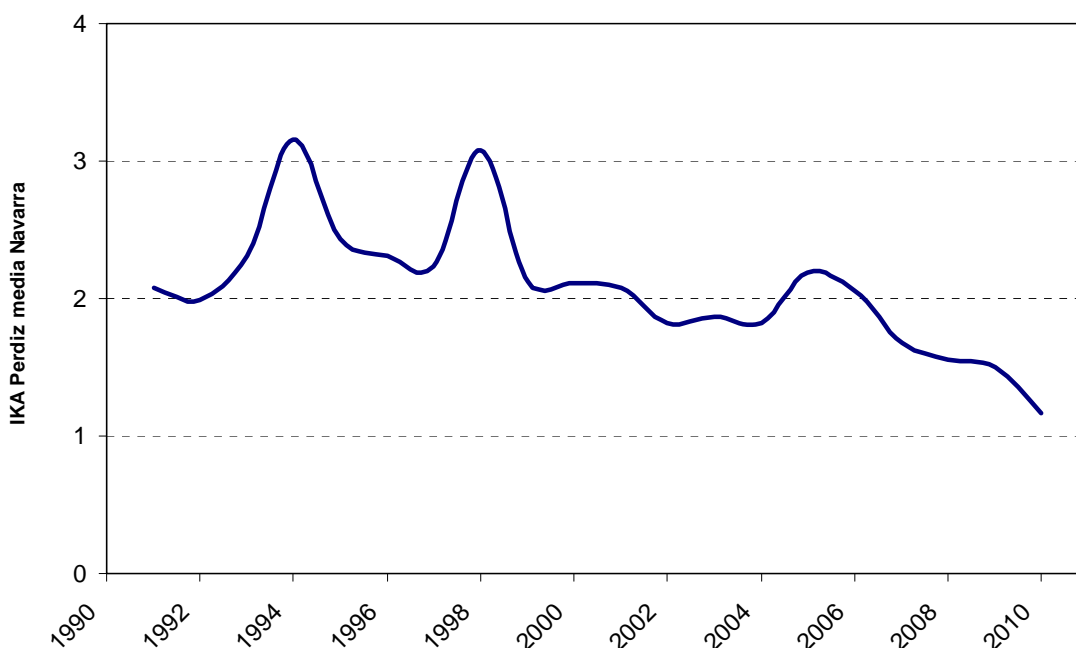
Las causas de esta regresión no están claras, pero posiblemente sean múltiples. Entre ellas se han apuntado la pérdida de hábitat, consecuencia de cambios en los sistemas agrícolas (Buenestado *et al.*, 2008), una excesiva presión cinegética (Blanco-Aguiar *et al.*, 2003), la introgresión genética con híbridos procedentes de repoblaciones (Blanco-Aguiar *et al.*, 2008), la depredación (Buenestado *et al.*, 2009, Moleón *et al.*, 2008) y la sobrecaza. Tanto para mantener poblaciones cazables, como para incrementar el rendimiento económico de las explotaciones cinegéticas se ha recurrido con frecuencia a las repoblaciones como una herramienta de gestión de uso común (Gortázar, 1998, Gortázar *et al.*, 2000). Paradójicamente esta liberación masiva de perdices no sólo no ha contribuido a una recuperación de las poblaciones naturales de perdiz roja, sino que se sospecha que incluso ha podido agravar la situación de las poblaciones silvestres (Dowell, 1992). Apenas existen estudios científicos que describan los resultados de las repoblaciones realizadas en España (Gortázar, 1998; Gortázar *et al.*, 2000; Duarte y Vargas, 2004). Entre las posibles razones que pueden aventurarse para explicar este efecto negativo de la suelta de animales de granja (Dowell, 1992), puede existir un problema de sobrecaza de ejemplares silvestres debido a las sueltas masivas (Potts, 1989), los ejemplares de granja podrían competir por los recursos con los silvestres, pero pueden tener menos éxito reproductivo en libertad (Potts, 1989, Duarte y Vargas, 2004), los ejemplares de granja podrían diseminar enfermedades en las poblaciones naturales (Gortázar, 1998, Villanúa *et al.*, 2007, 2008) o, por





último, podría existir un problema de hibridación no controlada en libertad (Gortázar, 1998; Duarte y Vargas, 2004; Barilani *et al.*, 2007; Blanco-Aguilar *et al.*, 2008), desconociéndose las posibles diferencias en viabilidad entre estas poblaciones hibridadas y las poblaciones genéticamente “puras”.

La Comunidad Foral de Navarra no constituye una excepción a la situación generalizada de declive, de modo que durante las últimas décadas se ha venido observando un descenso sostenido de las poblaciones de perdiz roja en las zonas en las que tradicionalmente se distribuye la especie (Figura 2).



**Figura 2:** Cambios en la abundancia media de perdiz roja (índices kilométricos de abundancia o IKA) en Navarra entre 1991 y 2010, a partir de recorridos realizados anualmente en 30 cotos representativos de toda Navarra. Datos proporcionados por la Empresa Pública Gestión Ambiental, Viveros y Repoblaciones de Navarra y el Departamento de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio de Navarra.

Sin embargo Navarra representa una excepción en el panorama de la perdiz roja ya que, a diferencia de lo que ocurre en el resto de comunidades autónomas españolas, en Navarra no está permitida la repoblación con perdices de granja desde mediados de los años 90. Este hecho hace que el estudio de las dinámicas de población de la especie en esta Comunidad revista



especial interés, al tratarse probablemente de las poblaciones de perdiz roja menos influida por las repoblaciones.

A pesar del gran interés económico, social y ecológico de la perdiz roja en España, el conocimiento científico sobre la especie es relativamente escaso, y ha estado centrado hasta la década de los 90 en trabajos sobre taxonomía, morfología, métodos de censo, abundancia y selección de hábitat (Pepin y Birkan, 1981, Calderón, 1983, Lucio, 1989, 1990, Lucio y Purroy, 1992, Nadal *et al.*, 1990, 1992 y 1996). Se dispone de poca información acerca de los factores ecológicos que determinan su distribución, abundancia y productividad, acerca de sus tendencias demográficas (Lucio y Llamas, 1992, Blanco-Aguilar, 2007) y su dinámica poblacional (Peiró y Seva, 1991, Nadal *et al.*, 1996). Recientemente se han realizado diversos estudios sobre los factores que determinan la supervivencia y mortalidad de perdices adultas y subadultas (Buenestado *et al.*, 2009), el papel de las enfermedades (Villanúa, 2008, Villanúa *et al.*, 2008), la ecología reproductiva (Casas *et al.*, 2009), o el impacto de la agricultura (Casas y Viñuela, 2010). Sin embargo, es poco lo que se conoce sobre el papel de la depredación en la dinámica poblacional de la especie (Duarte *et al.*, 2008), en especial la incidencia que tiene sobre las etapas más tempranas del desarrollo, como son los nidos y los pollos.

## 2.- LA DEPREDACIÓN SOBRE LA PERDIZ ROJA

Como ocurre con otras especies de Galliformes, la perdiz roja parece ser altamente vulnerable a la depredación, en particular de nidos y pollos (Calderón, 1977; Rands, 1988; Yanes *et al.*, 1998; Herranz, 2000; Blanco-Aguilar *et al.*, 2001; Duarte *et al.*, 2008). Según los estudios existentes sobre la dieta de depredadores ibéricos la perdiz roja no es la principal presa de ninguna especie de depredador, aunque un alto número de depredadores (al menos 39 especies) incluyen alguna de sus etapas vitales (adultos, huevos y pollos) en su dieta (Yanes *et al.*, 1998, Duarte *et al.*, 2008). Sin embargo, las tasas de depredación pueden ser enormemente variables entre poblaciones: entre el 3 y el 80% de los nidos y entre el 12 y el 50% de las hembras incubando son depredados (Potts, 1980; Tapper *et al.*, 1982; Rands, 1988;



Bernard-Laurent, 1990; Ricci *et al.*, 1990; Brun, 1991; Vargas y Cardo, 1996; Yanes *et al.*, 1998; Duarte *et al.*, 1999; Herranz, 2000; Blanco-Aguiar *et al.*, 2001). La calidad del hábitat de nidificación, la gestión cinegética principalmente en forma de control de depredadores, la abundancia relativa de depredadores, y la disponibilidad de presas alternativas se encuentran entre los principales factores que pueden explicar esta alta variabilidad (Potts, 1980; Tapper *et al.*, 1982; Rands, 1988;).

Los principales depredadores de nidos de perdiz roja suelen ser especies oportunistas y antropófilas, como zorros, córvidos (en particular las urracas) y perros y gatos asilvestrados (Yanes *et al.*, 1998; Duarte y Vargas, 2001). Otros depredadores de nidos importantes, al menos a nivel local, pueden ser los erizos, pequeños mustélidos, tejones, grandes reptiles y roedores (Mathon, 1984; Ricci *et al.*, 1990; Yanes *et al.*, 1998; Duarte *et al.*, 1999; Herranz, 2000; Blanco-Aguiar *et al.*, 2001). Otro depredador importante en España, en particular debido a su notable expansión reciente, y cuyo efecto puede estar siendo subestimado en muchas zonas, es el jabalí (García y Vargas, 1999).

Poco se sabe sobre el efecto de la depredación por rapaces, aunque es conocido que muchas especies pueden consumir pollos, jóvenes o adultos de perdiz (Yanes *et al.*, 1998; Tapper, 1999). Se ha demostrado que el control de la depredación por zorros, perros y urracas puede reducir la tasa de depredación de nidos hasta en un 40 % (Yanes *et al.*, 1998; Herranz, 2000). Sin embargo, un control de depredadores masivo o mal diseñado puede ser incluso contraproducente porque puede inducir altas densidades de depredadores de pequeño tamaño por un proceso de liberación de mesodepredadores (Blanco-Aguiar *et al.*, 2001). La depredación afecta de forma particularmente importante a las perdices de suelta procedentes de granjas cinegéticas que suelen sufrir una alta mortalidad durante las dos primeras semanas de vida en libertad, principalmente por depredación, de nuevo ejecutada sobre todo por depredadores generalistas abundantes, en particular zorros (Gortázar, 1998, Duarte y Vargas, 2004, Pérez *et al.*, 2004, Alonso *et al.*, 2005). Por tanto, las repoblaciones de perdiz roja suelen ir acompañadas de fuertes campañas de control de depredadores, incluso recomendadas por los



gestores que producen las perdices para repoblar, y que pueden ser una fuente de conflicto importante con la conservación de grandes depredadores en peligro de extinción (Viñuela y Villafuerte, 2003).

Desde el sector más implicado en la gestión y aprovechamiento de los recursos cinegéticos de nuestro país, la depredación se asume generalmente como una de las causas principales de la escasez tanto de conejo como de perdiz, a pesar de que son prácticamente inexistentes los estudios que muestren una relación causa-efecto. Como consecuencia, es una práctica frecuente someter a las poblaciones de depredadores a un control intenso, muchas veces de forma ilegal, y a menudo con métodos no selectivos (como el veneno, que afecta de forma importante a determinadas especies, Villafuerte *et al.*, 1998) hasta el punto de que éste puede considerarse el problema más grave de conservación de varios depredadores en peligro de extinción, como el Águila imperial ibérica (*Aquila adalberti*, Viñuela y Villafuerte, 2003). Es cierto que el control de depredadores puede suponer en algunos casos una ventaja para las especies cinegéticas, como han demostrado Tapper *et al.* (1996) en el caso de la perdiz gris (*Perdix perdix*), pero en otros puede determinar no sólo la disminución de depredadores “no culpables” (Villafuerte *et al.*, 1998, Virgós y Travaini, 2005), sino también la extinción de especies y, en cualquier caso, provocar un desequilibrio de los ecosistemas naturales (ver revisión de Coté y Sutherland, 1997).

En definitiva, la evaluación de la importancia real de la depredación sobre la dinámica poblacional de la perdiz roja en diferentes ambientes ecológicos es un aspecto de investigación clave, tanto para optimizar la explotación cinegética de esta especie como para la preservación de la biodiversidad en nuestro país. La información existente actualmente es insuficiente y, en un reciente proyecto europeo coordinado por el IREC (REGHAB, “Reconciling gamebird hunting and biodiversity”), se concluyó que la investigación sobre el efecto de la depredación sobre aves de caza en ambientes mediterráneos debía considerarse prioritaria en el futuro (Viñuela y Arroyo, 2002).



### 3.- ANTECEDENTES Y OBJETIVOS.

Desde su creación en 1999, el Instituto de Investigación en Recursos Cinegéticos (IREC) está centrando gran parte de su labor investigadora en el conocimiento de aspectos como la ecología y las causas de regresión de la perdiz roja. Hasta el momento se han defendido 5 tesis doctorales y existen otras 3 tesis en curso sobre diversos aspectos de la ecología, patología, gestión y conservación de la especie, que contribuirán a ampliar notablemente la información y conocimiento de la especie, como herramienta básica para la conservación y mejora de sus poblaciones.

Por otra parte, ante la situación de descenso de las poblaciones naturales de perdiz roja, el Gobierno de Navarra está interesado en el conocimiento de las circunstancias que están motivando esta tendencia decreciente en su comunidad, y así poder aplicar las medidas de gestión más adecuadas para paliar dicha tendencia. Con ese objetivo el Departamento de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio y Vivienda (DMAOTV) del Gobierno de Navarra ha iniciado en 2005 una línea de colaboración con el IREC para investigar sobre este tema. Durante el año 2005 se desarrolló el convenio titulado "*Evaluación de la Depredación Sobre la Perdiz Roja en Navarra*", y en el año 2006 el titulado "*Incidencia de la Depredación sobre Nidos de Perdiz Roja en Navarra*". Durante estos convenios anteriores se han desarrollado los siguientes objetivos:

- Año 2005:

- Evaluación del estado de conocimientos acerca de la depredación sobre la perdiz roja, mediante revisión bibliográfica.
- Selección de áreas de estudio: se seleccionaron un total de 8 áreas que representan el ámbito de la perdiz roja en Navarra, donde realizar un seguimiento más detallado de la depredación sobre la especie.
- Evaluación del estatus de perdiz roja y depredadores en cada zona seleccionada mediante análisis de información existente sobre censos de perdices antes de la apertura de la caza y determinación de abundancia de las especies depredadoras de perdiz.



- Año 2006:

- Evaluación de la incidencia de las tasas y causas de depredación de nidos de perdiz e identificación de los factores que las determinan. Se empleó la metodología de nidos artificiales en 8 cotos representativos del área de distribución de la perdiz en Navarra.
- Determinación de la incidencia y las causas de la depredación de pollos de perdiz roja en Navarra. Se realizó una primera aproximación mediante conteos de grupos familiares durante las etapas de desarrollo de los pollos. Además se puso a punto una metodología en cautividad para radio-marcaje y seguimiento de pollos de perdiz.
- Evaluación de la relación entre el riesgo de depredación de perdiz roja, la densidad de depredadores, y la estructura del hábitat, a partir de los resultados obtenidos mediante los experimentos con nidos artificiales.

Continuando con la línea de trabajo iniciada en 2005, el DMAOTV del Gobierno de Navarra firmó con el IREC en el año 2007 un contrato de asistencia técnica para la realización de un estudio sobre ***“La influencia de la depredación sobre las poblaciones de perdiz roja en Navarra”***, con duración entre 2007 y 2010. El **objetivo** de este estudio ha sido *conocer en detalle el efecto de la depredación sobre las poblaciones de perdiz roja en Navarra y proponer las medidas de gestión necesarias para garantizar la sostenibilidad de los recursos cinegéticos*. Los objetivos concretos del estudio han sido:

- 1- Determinar la tasa de depredación de nidos de perdiz en distintas situaciones dentro de la Comunidad Foral de Navarra.
- 2- Estimar la incidencia de la depredación sobre pollos de perdiz roja, obtenida ésta a través de conteos de nidadas y polladas.
- 3- Evaluar la relación entre el riesgo de depredación de perdiz roja, la densidad de depredadores y estructura del hábitat.
- 4- Elaborar una propuesta de medidas de gestión para reducir los efectos de la depredación sobre la perdiz roja y otras especies de caza menor en Navarra.



A lo largo de los sucesivos años de estudio se han desarrollado diversas tareas orientadas a cumplir con el objetivo del proyecto. Los trabajos desarrollados y los resultados obtenidos se han reflejado en forma de informes anuales que se han ido entregando al DMAOTV, en cumplimiento de las condiciones del convenio firmado. Los objetivos parciales y los trabajos desarrollados en cada año del estudio han sido los siguientes:

- Año 2007:

- Evaluar las tasas y causas de depredación de nidos de perdiz en distintas situaciones dentro de la Comunidad Foral de Navarra. Se emplearon para ello nidos artificiales en tres cotos de Navarra, seleccionados a partir de los resultados de un estudio anterior. Se compararon los resultados obtenidos mediante nidos artificiales con el seguimiento de nidos reales localizados mediante perdices radio-marcadas.
- Determinar la incidencia y las causas de la depredación de pollos de perdiz roja. Para ello se emplearon dos metodologías complementarias: marcaje y radio-seguimiento de pollos de distintas edades para calcular las tasas de supervivencia y determinar las causas de mortalidad, y seguimiento visual del tamaño de bandos familiares.
- Identificar los factores que determinan las densidades de zorros y otros depredadores de perdiz roja en Navarra. Se realizaron modelos de la distribución y abundancia de zorros y urracas a partir de los índices kilométricos de abundancia de 30 cotos de caza de Navarra y variables de hábitat, topográficas, climáticas y de actividad humana.

- Años 2008 y 2009:

- Efecto del control de depredadores sobre la supervivencia de nidos y pollos de perdiz en Navarra. Se estimaron el éxito de los nidos de perdiz y las tasas de supervivencia de sus pollos en distintas zonas de Navarra, sometiendo algunas de ellas a una reducción experimental de las poblaciones de depredadores generalistas (zorros y picarazas). El efecto



de estos depredadores se evaluó mediante la comparación entre zonas donde se realizó control de depredadores y zonas donde no se ha realizado dicho control. En el año 2009 se invirtió el tratamiento realizado en 2008 entre zonas con y sin control de depredadores. El efecto de estos depredadores se ha evaluado mediante la comparación de las supervivencias de nidos, pollos y adultos de perdiz entre zonas donde se realizó control de depredadores y zonas donde no se realizó dicho control.

- Año 2010:

- Efecto de la depredación sobre la dinámica poblacional de la perdiz roja en Navarra y propuesta de medidas de gestión para reducir los efectos de la depredación sobre la perdiz roja en Navarra.

El presente documento constituye el INFORME FINAL del proyecto, en el que se agrupan los resultados obtenidos a lo largo de estos cuatro años de trabajo, sobre los distintos aspectos estudiados de la ecología de la perdiz roja en Navarra. Además, con la información sobre parámetros demográficos de los distintos grupos de edad de la perdiz recopilada en años anteriores se ha elaborado un modelo demográfico para la perdiz en Navarra que permitirá evaluar la efectividad de distintas estrategias de gestión para mejorar las poblaciones de perdiz en Navarra.

Paralelamente al trabajo desarrollado por el IREC, desde la empresa pública Gestión Ambiental, Viveros y Repoblaciones de Navarra se ha realizado un estudio para evaluar la influencia de diversos factores ligados al hábitat y usos agrícolas sobre las poblaciones de perdiz roja. Para ello se han estimado varios parámetros (supervivencia, éxito y tasas reproductivas, selección de hábitat) en un gradiente de menor a mayor simplificación del hábitat. Parte de la información recogida en dicho estudio se ha incorporado a la generada durante el convenio entre el DMAOTV y el IREC para disponer de una base de datos más amplia sobre la especie que se ha utilizado para los distintos análisis incluidos en este informe.

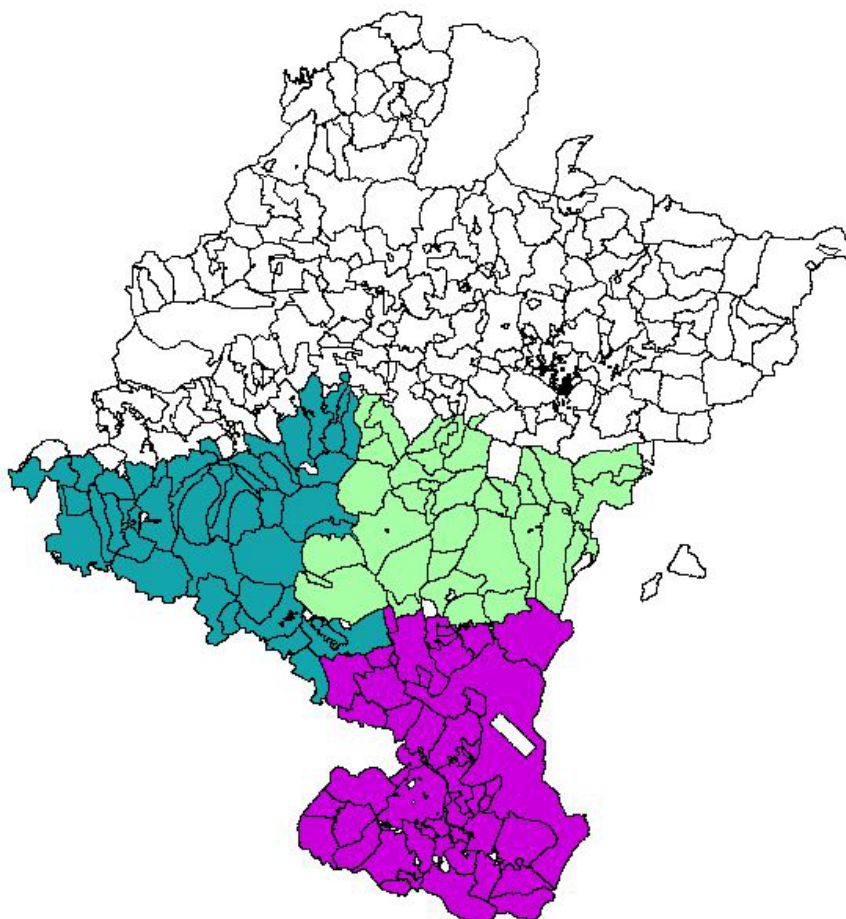




## ÁREAS DE ESTUDIO

### 1.- DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ÁREA DE ESTUDIO.

La zona de perdiz de Navarra se divide, a efectos de gestión, en tres zonas o comarcas principales: Estella (zona media Occidental de Navarra), Tafalla (zona media Oriental de Navarra) y Tudela (zona Sur de Navarra). Fuera de estas tres zonas, la perdiz roja es poco abundante y no es objeto de aprovechamiento cinegético. Por ello, este estudio se centró en las tres comarcas mencionadas (figura 3).



**Figura 3:** Mapa de Navarra en el que se pueden ver las tres zonas de perdiz (Estella: azul, Tafalla: verde, Tudela: morado) con los acotados incluidos en cada una de ellas, de la zona Sur de la comunidad.



**Tabla 1:** cotos de seguimiento desde 1990 por el guarderío de Navarra y GAVRN, según la comarca a la que pertenecen. Se han señalado (\*) aquellos cotos en los que se han desarrollado experiencias de campo en el marco del presente proyecto.

COMARCA	COTO	Matrícula	Superficie
ESTELLA	Arroniz*	10.267	5.477 Ha
	Baigorri	10.002	2.370 Ha
	Bargota	10.375	2.523 Ha
	Cirauqui*	10.017	4.117 Ha
	Larraga	10.402	7.299 Ha
	Lerín*	10.211	9.736 Ha
	Los Arcos	10.184	5.617 Ha
	Sesma*	10.163	7.067 Ha
	Viana	10.064	7.533 Ha
	Villatuerta*	10.465	2.186 Ha
TAFALLA	Añorbe	10.084	2.390 Ha
	Artajona*	10.452	6.690 Ha
	Azagra	10.467	3.316 ha
	Beire	10.216	2.213 Ha.
	Caseda	10.451	8.486 Ha.
	Falces*	10.440	10.886 Ha.
	Mañeru	10.548	4.283 Ha.
	Miranda	10.129	5.738 Ha.
	Peralta	10.095	7.033 Ha
	Sada	10.398	2.721 Ha.
	Sangüesa	10.433	5.529 Ha.
	Tafalla	10.478	9.414 Ha.
	Tirapu	10.526	3.199 Ha.
TUDELA	Ablitas	10.183	6.587 Ha.
	Arguedas	10.047	4.207 Ha.
	Caparroso*	10.429	7.161 Ha.
	Carcastillo	10.169	9.852 Ha.
	Cascante	10.071	5.552 Ha.
	Cintruéni	10.231	3.439 Ha.
	Tudela	10.013	11.488 Ha



Se ha utilizado información ya existente proporcionada por el Departamento de Medio Ambiente, de una selección de 30 acotados de Navarra repartidos por todo el área de distribución de la perdiz, de los que se realiza un seguimiento de las poblaciones de especies cinegéticas desde 1990, fruto del trabajo continuado del Guarderío de Medio Ambiente y del personal de Gestión Ambiental Viveros y Repoblaciones de Navarra (Tabla 1).

Por otra parte, el trabajo más intensivo de este estudio se realizó en una serie de zonas, la mayoría cotos de caza, seleccionadas dentro de las tres comarcas de perdiz de Navarra (Tabla 2, Figura 4). La selección de estas zonas se hizo atendiendo a características ecológicas y medioambientales, considerando aspectos de ordenación cinegética, características de las sociedades de cazadores adjudicatarias y la opinión del servicio de conservación de la biodiversidad. Además de estos criterios generales, en función de los objetivos específicos planteados para cada año de estudio, se tuvieron en cuenta características más concreta de cada acotado.

**Durante el año 2006** se seleccionaron 8 acotados repartidos por toda el área de distribución de perdiz de Navarra que se consideraron como zonas representativas de las distintas situaciones de depredación que soporta la perdiz roja en Navarra, para comprobar las diferencias existentes entre unas zonas y otras.

**Durante 2007** se seleccionaron tres cotos para el estudio, teniendo en cuenta, por una parte, los resultados obtenidos durante el trabajo realizado en el año anterior, y por otra, el especial interés de otra zona por el trabajo que de forma paralela se estaba llevando a cabo allí. Así, se seleccionaron los cotos de Corella y Ujué, por haber obtenido en ellos los resultados más extremos en la experiencia sobre depredación de nidos artificiales durante el año 2006, y Artajona, porque la empresa Gestión Ambiental Viveros y Repoblaciones de Navarra desarrolló allí un estudio paralelo con marcaje y radio-seguimiento de perdices adultas del que obtuvimos información complementaria muy útil para nuestro trabajo.



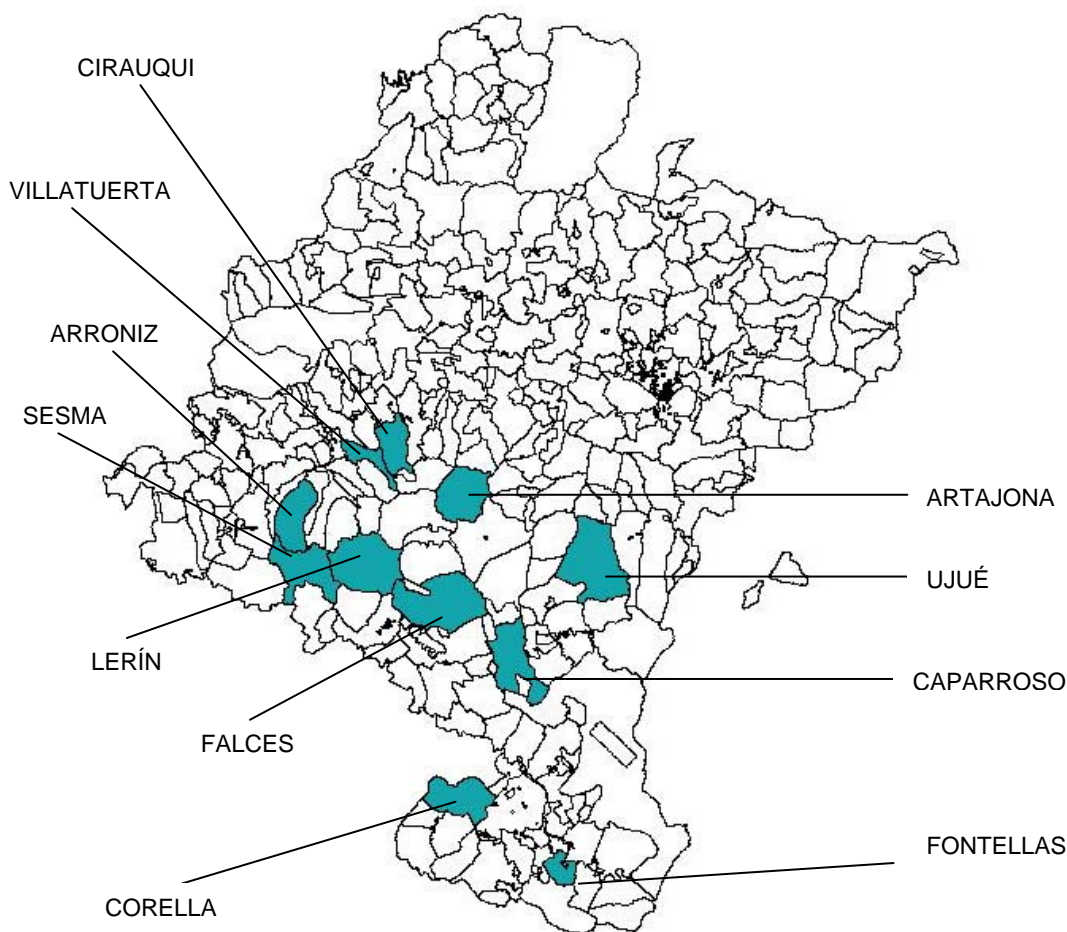
**Tabla 2:** Cotos donde se ha trabajado, especificando la comarca a la que pertenecen, matrícula del coto, superficie, uso de suelo principal y año en que se trabajó en cada uno de ellos.

COMARCA	COTO	MATRÍCULA	SUPERF.	USO DE SUELO PPAL.	AÑO
ESTELLA	Cirauqui	10.017	4.117 Ha	Secano/ forestal	2006
	Lerín	10.211	9.736 Ha	Secano	2006
	Villatuerta	10.465	2.186 Ha	Secano	2006
	Arróniz	10.267	5.477 Ha	Secano	2008, 2009
	Sesma	10.163	7.067 Ha	Secano	2008, 2009
TAFALLA	Ujué	10.182	11.174 Ha	Forestal	2006, 2007
	Falces	10.440	10.886 Ha	Secano	2006, 2008
	Artajona	10.452	6.690 Ha	Secano*	2007
TUDELA	Caparroso	10.429	7.161 Ha	Secano	2006
	Corella	10.538	6.438 Ha	Regadío	2006, 2007
	Fontellas	10.436	20.17 Ha	Regadío	2006

**Para los años 2008 y 2009** el planteamiento fue más complejo. Se seleccionaron dos acotados (Arróniz y Sesma), ambos localizados en la Comarca de Estella. Durante estos dos años, se realizó una experiencia para comprobar el efecto que tiene el control de depredadores sobre la supervivencia de la perdiz roja. En cada uno de los acotados se definieron dos sectores de aproximadamente igual extensión, y en uno de los sectores de cada acotado se llevó a cabo durante 2008 una reducción experimental de las poblaciones de zorro y urraca, no realizándose esta reducción en el otro sector de los acotados. En el año 2009 se invirtió el tratamiento de cada zona. De modo que en el trabajo realizado y en los resultados expresados para los años 2008 y 2009 se distinguen cuatro zonas de estudio, la zona 1 (donde no se realizó control de depredadores) y la zona 2 (donde sí se llevo a cabo un



control de depredadores) de cada uno de los dos acotados. Los cotos seleccionados para esta experiencia debían ajustarse en la medida de lo posible a una serie de criterios más específicos: tener características ambientales similares, ser suficientemente extensos como para poder dividirlos en dos zonas donde aplicar los tratamientos, contar con abundancias medias de perdices, zorros, urracas y conejos, sin que estos últimos produjeran daños en la agricultura, dado que una reducción de las poblaciones de zorro podría incrementar esos daños, no realizar tareas de control de depredadores asociadas a planes de conservación de otras especies, y contar con guarda de caza, que era quien realizaba las medidas de control de zorro y urraca.



**Figura 4:** Situación de los cotos donde se ha realizado el trabajo de campo intensivo de este estudio durante los años 2006, 2007, 2008 y 2009.



## **2.- DESCRIPCIÓN DE LAS ÁREAS DE ESTUDIO INTENSIVO.**

- **Villatuerta (Na-10.465):** Con 2.186 Ha de extensión, situado en la Zona Media Occidental, en Tierra Estella. Está dominado por cultivos de secano (69%), principalmente cereal (trigo y cebada), y algo de espárrago y viña. Un camino principal recorre toda la longitud del coto, con campos de cultivo a ambos lados. Abunda el parcheado de campos de cultivo con monte bajo, dominado por encinas, coscojas, enebros y aliagas. Las mayores extensiones de terrenos forestales las encontramos en la zona Norte y limitando con Cirauqui, Murugarren y Alloz. Cuenta con densidades medias-bajas de perdiz, que han experimentado un descenso en los últimos 15 años. Las densidades de conejo han experimentado, por el contrario, un notable incremento en ese tiempo. La actividad cinegética se reduce a la caza menor (conejo, perdiz, becada, paloma y malviz). Entre los principales posibles depredadores de perdiz, encontramos al zorro, la picaraza y numerosas rapaces (aguilucho pálido, cenizo y lagunero, águilas calzada y culebrera, búho real, milanos negro y real, cernícalo común), sobre todo en periodo estival. Como medidas de control de depredadores se capturan picarazas con jaulas trampa durante abril-mayo.



**Fotografía 1:** Vista del paisaje típico que se puede encontrar en Villatuerta

- **Cirauqui (Na-10.017)** De 4.117 Ha de extensión, bastante similar en características a Villatuerta, coto con el que limita al sur-Oeste. De relieve más escarpado, cuenta con un 47% de terrenos forestales y un 52% de cultivos de secano, predominando, al igual que en Villatuerta, cereal, viña y espárrago. La vegetación la constituyen encinas, coscojas, y enebros, principalmente. Al igual que ocurriera en Villatuerta, las densidades de perdiz han descendido en los últimos 15 años, mientras que las de conejo han incrementado. Las especies cinegéticas de caza menor son conejo, perdiz, becada, paloma y malviz. En ambos cotos la liebre está vedada. En lo referente a especies de caza mayor, el jabalí se caza en batidas esporádicas. Entre los principales depredadores de perdiz encontramos al zorro, picaraza (con densidades medias-bajas), jabalí (en mayor densidad que en Villatuerta) y las rapaces (aguilucho pálido, cenizo, lagunero, águila calzada, águila culebrera, búho real, ambos milanos y cernícalo común). Como medidas de control de depredadores, se colocan jaulas trampa para capturar picarazas durante abril-mayo, y se hacen batidas nocturnas de zorro con escopeta, desde vehículos, durante los meses de julio-agosto.
- **Ujué (Na-10.182):** Con 11.174 Ha de superficie, es el mayor coto de Navarra en extensión. Situado en la Zona Media Oriental, cuenta con un relieve muy escarpado, con la mayoría de su superficie ocupada por terrenos forestales (68%) de difícil acceso, y monte muy cerrado, predominando las encinas, coscojas y enebros y aliagas. Las extensiones de campo de cultivo son pequeñas (36% de superficie dedicada a cultivos), y han sufrido un abandono durante los últimos años que ha propiciado la proliferación de matorral y monte bajo. Entre los cultivos que se mantienen predominan los campos de cereal, almendros y viñas, sobre todo en la zona Sur del coto. Tiene bajas densidades de perdiz y liebre, y densidades medias de conejo, especie que están tratando de recuperar con la creación de majanos, y la reintroducción en zonas concretas. Se están llevando a cabo también desbroces selectivos para evitar el cierre excesivo del monte, entre otras medidas



de mejora de hábitat. La actividad cinegética está representada principalmente por las batidas de jabalí en lo que respecta a la caza mayor, que ha incrementado con el mencionado incremento del matorral. Las especies más representativas de caza menor son conejo, perdiz, paloma, tórtola, codorniz, becada y malviz. En lo que respecta a los depredadores potenciales de perdiz, los córvidos son escasos, y parecen abundantes el zorro, la gineta, el gato montés, los mustélidos (tejones, turones y garduñas) y jabalí (potenciales depredadores de nidos de perdiz). Se llevan a cabo batidas nocturnas desde vehículo para cazar gatos y zorros y se colocan lazos para controlar la población de zorros.



**Fotografía 2:** Vista del paisaje típico que se puede encontrar en Ujué

- **Lerín (Na-10.211):** Coto de 9.736 Ha, situado en la Ribera Estellesa. Se trata de una zona llana principalmente agrícola, con terrenos de secano en su mayoría (66%). La concentración parcelaria llevada a cabo da como resultado amplios campos de cereal con lindes y algo de parcheado de monte (encina, coscoja, romero, tomillo, esparto y aliaga) intercalado con pinares de repoblación. Cuentan con densidades altas de liebre, y medias



de perdiz y conejo. Incluye también una zona propicia para aves esteparias, entre las que se encuentran avutardas, ortegas y sisones. La actividad cinegética se centra en la caza menor (conejo, liebre, perdiz, codorniz, malviz, becada y tórtola). Como depredadores potenciales de perdiz encontramos el zorro, gato doméstico y jabalí y diversas especies de rapaces (águilas real y calzada, aguiluchos pálido y cenizo, milano real y negro, cernícalo común). Las picarazas se encuentran en densidad media-baja en núcleos muy concretos, al igual que otros córvidos. Como medidas de control de depredadores realizan batidas nocturnas desde vehículo para gato asilvestrado y zorro, y se colocan lazos en las zonas concretas donde se encuentran las avutardas para reducir pérdidas por depredación.

- **Falces (Na-10.440):** Coto de 10.886 Ha, situado en la Ribera Estellesa, que limita al Nor-Oeste con Lerín. De características similares a Lerín, con un paisaje dominado por cultivos de secano (52%), en su mayoría cereal y viña, y una zona de regadío que se concentra en los alrededores del pueblo. Se trata de una zona principalmente llana que cuenta con dos zonas más escarpadas que marcan sus límites al Norte (muga con Tafalla y Olite) y al Sur- Oeste (muga con Andosilla). La vegetación principal la compone el matorral (romero, asnallo, saladar, aliaga y enebro), aunque cuenta también con zonas de encina y algo de pinar. Como especies de caza menor destacan la perdiz, el conejo y, en función del año, la liebre, que se encuentran, todas ellas, en densidades medias. En lo que respecta a la caza mayor, se organizan batidas puntuales a lo largo del año. Los depredadores potenciales que podemos encontrar son zorros, gatos domésticos, picarazas (concentradas en las zonas de regadío y proximidades a corrales) lagartos ocelados y diversas rapaces. El empleo de medidas de control de depredadores varía entre años, limitándose generalmente a la colocación de lazos para zorros en las áreas donde abunda la avutarda, al igual que ocurre en Lerín.





**Fotografía 3:** Vista del paisaje típico que se puede encontrar en Falces

- **Caparroso (Na-10.429):** Coto de 7.161 Ha de extensión, situado en el Norte de la Ribera Tudelana. Presenta suelos áridos muy erosionados y con escasa vegetación salvo áreas de matorral bajo (romero, tomillo y esparto), y manchas de pinar y coscoja. La actividad agrícola es de secano (45%), con el cereal como cultivo principal. El conejo es la especie cinegética principal. Las densidades de perdiz son bajas, aunque parece haberse recuperado ligeramente después de varios años sin cazarla. La densidad de liebre es también baja. Además de estas tres especies, se caza también paloma, tórtola, malviz codorniz y becada. Puntualmente se organizan batidas de jabalí. Por sus características de estepa encontramos también aves esteparias como avutarda, sisón, ortega y ganga. Entre los potenciales depredadores de la perdiz se encuentran el zorro, en densidades elevadas en zonas concretas, picarazas, en densidades medias-bajas, exceptuando zonas puntuales, pequeños carnívoros (mustélidos, ginetas), perros asilvestrados, lagarto ocelado y rapaces como águila real, aguilucho lagunero, búho real, milanos negro y real, y cernícalo común. No se realizan medidas para el control de

depredadores, a excepción de la colocación de lazos en las áreas de mayor presencia de aves esteparias.



**Fotografía 4:** Vista del paisaje típico que se puede encontrar en Caparroso

- **Corella (Na-10.538):** Situado en el Sur- Oeste de Navarra, en la Ribera Tudelana, es un coto de 6.438 Ha de extensión, incluyendo la reciente anexión de 1.600 Ha. La mayoría de su superficie está dedicada al regadío antiguo (77%). Además, una buena parte de su extensión está dedicada a olivares, campos de almendros y viña, y algo de cereal. Es un área muy humanizada, con numerosas casetas en el campo y en la zona de regadío. La cobertura vegetal de matorral y arbusto es escasa (8%). Se encuentra cierta densidad de perdiz y liebre, y muy altas de conejo, responsable de elevados daños a la agricultura. Como especies cinegéticas destacan obviamente la perdiz, y el conejo, pero también liebre, malviz y codorniz. Se organizan batidas puntuales al jabalí en zonas concretas. Entre los depredadores potenciales de perdiz destaca la elevada densidad de picarazas en toda la extensión del coto. También encontramos presencia de zorros, gatos domésticos y rapaces. Habitualmente no se realizan medidas de control de depredadores.





**Fotografía 5:** Vista del paisaje típico que se puede encontrar en Corella

- **Fontellas (Na-10.436):** Pequeño coto situado en la Ribera Tudelana, de 2.017 Ha de extensión, con una parte importante de la superficie dedicada a regadío intensivo (63%). Entre los cultivos más destacados se encuentran el brócoli, tomate, alcachofa, maíz, frutales y olivos. Una pequeña zona se dedica al cultivo de cereal y contiene algo de monte, con matorral claro. Presenta altas densidades de perdiz, y liebre, y muy altas de conejo. La actividad cinegética se centra en estas tres especies, junto con la codorniz, ánade real, paloma, tórtola y malviz. Se caza jabalí en cultivos de maíz donde puede ocasionar daños. Entre los potenciales depredadores de perdiz, se encuentran gato doméstico, zorro, varias especies de rapaces y densidades medias-altas de picaraza. Habitualmente no se realizan medidas de control de depredadores.



**Fotografía 6:** Vista del paisaje típico que se puede encontrar en Fontellas

- **Artajona (Na.10.452):** Coto de 6.690 Ha situado en la Zona Media Oriental de Navarra. La mayoría de su superficie está dedicada a cultivos de secano, especialmente cereal, y en menor medida, viña y espárrago. La mitad sur del coto es bastante llana, y con poca cobertura forestal, con grandes campos de cultivo y escasas lindes y parcheado, fruto de la concentración parcelaria llevada a cabo a mediados de los años 1990. La zona norte cuenta con un paisaje algo más escarpado, con mayores porcentajes de matorral y cobertura forestal. Cuenta con densidades altas de perdiz y conejo y bajas de liebre. La actividad cinegética se centra en la perdiz y conejo, y en menor medida en la becada, la paloma y la codorniz. Como potenciales depredadores de perdiz hay que destacar especies como el zorro, varios mustélidos (gineta, garduña), y una amplia gama de rapaces, principalmente en verano y otoño (aguiluchos lagunero, cenizo y pálido, milano real y negro, culebrera). La densidad de córvidos es baja.



**Fotografía 7:** Vista del paisaje y pueblo de Artajona.

- **Arróniz (Na- 10.267):** Coto de 5.477 Has de superficie útil, ubicado en la zona media occidental de Navarra, en Tierra Estella. Es un acotado con forma alargada, atravesado de este a oeste por una sierra que lo divide en dos áreas de superficie similar y marca diferencias entre el tipo de vegetación, orografía y cultivos que se dan en cada una ellas. La parte que queda al norte de la sierra tiene una orografía más agreste, con zonas arbustivas, campos pequeños y mayor variabilidad de cultivos, con viñas, olivares, y cultivos de secano. En la mitad del coto que queda al Sur de la sierra la orografía es llana, los campos de cultivo son extensos, con predominio de los cultivos de cereal (trigo y cebada, principalmente), sin apenas lindes entre los campos y escaso parcheado (foto 8). La actividad cinegética tiene como especies principales la perdiz, el conejo, la liebre y la malviz. Otras especies como paloma, codorniz o becada son piezas secundarias. Cuenta con densidades medias de perdiz y conejo y bajas de liebre. Entre los principales depredadores el zorro presenta densidades elevadas (IKA de verano 0,14-0,22) y la urraca se encuentra en densidades muy bajas (IKA de primavera 0,06). Son abundantes las rapaces, tanto diurnas (aguiluchos cenizo, pálido y lagunero, águila real y calzada...) como

nocturnas (búho real, lechuza campestre...). No se realizan medidas de control de depredadores de forma habitual previo a este estudio.



**Fotografía 8:** Paisaje de Arróniz en el que se ve parte de la zona donde no se realiza control de depredadores durante 2008, y la sierra que sirve de separación física entre ambas zonas.

- **Sesma (Na- 10.163):** Es un acotado de 7.067 has de superficie, situado en la zona Sur-Occidental de Navarra, en la ribera Estellesa. Limita septentrionalmente con el coto de Arróniz. De orografía más llana que el acotado anterior, también existen diferencias apreciables entre la mitad Nor-Oriental y la mitad Sur-Occidental del acotado, que se encuentra dividido en este caso por la carretera general que lo atraviesa. En la mitad norte nos encontramos con un paisaje simplificado, con campos de cultivo de secano extensos y algunos bosques de pino. Es una zona de vegetación arbustiva baja. En la mitad sur del acotado, más humanizada, la agricultura es más variada, con campos de cereal mezclados con viñas, espárragos y campos de olivos y almendros (foto 9). Del mismo modo que en Arróniz, la actividad cinegética se basa principalmente en la perdiz, el conejo, la liebre y la malviz, y de forma secundaria en la codorniz, la becada y la paloma. Cuenta con abundancias medias de perdiz y conejo y bajas de liebre. Como



depredadores principales destacan el zorro, con densidades elevadas (IKA en verano 0.25-0.28) y numerosas especies de rapaces, también con densidades elevadas. La urraca se encuentra en densidades medias- bajas (IKA 0-0.16).



**Fotografía 9:** Imagen de la zona donde se realiza control de depredadores en 2008 en Sesma.





**Capítulo 1:**

**FACTORES QUE DETERMINAN LA ABUNDANCIA**  
**DE LOS DEPRADADORES DE PERDIZ ROJA EN**  
**NAVARRA**





## **Capítulo 1:**

# **FACTORES QUE DETERMINAN LA ABUNDANCIA DE LOS DEPREDADORES DE PERDIZ ROJA EN NAVARRA**

## **1.- INTRODUCCIÓN**

En este capítulo se han elaborado modelos que explican la abundancia en Navarra de dos de los principales depredadores de la perdiz roja, el zorro y la urraca y, a partir de ellos, se han elaborado mapas predictivos de la abundancia relativa de estos depredadores. Para ello se ha analizado la relación entre la abundancia de zorros y urracas con variables climáticas, de influencia humana, usos del suelo, topografía, abundancia de presas y estructura del paisaje. También se han identificado las áreas de la comunidad donde cabría esperar mayor impacto de depredación por aves rapaces sobre las poblaciones de perdiz roja en Navarra a partir sus áreas de distribución.

### **1.1. Los depredadores de la perdiz roja en Navarra.**

Se tiene constancia científica acerca de unos 40 depredadores ibéricos que consumen perdices rojas en alguna de sus etapas de desarrollo (huevos, pollos o adultos; Yanes et al., 1998, Duarte et al., 2008). El número de depredadores sobre adultos (25-28) es elevado, debido al amplio abanico de aves rapaces que capturan adultos, aunque generalmente lo hacen de forma ocasional. Los consumidores de huevos (12-17) y pollos (13-26), aunque no tan numerosos como los de perdices adultas, (Yanes et al., 1998, Duarte et al., 2008), tienen un mayor impacto sobre estas etapas de la vida de la perdiz. Sin embargo, la perdiz roja nunca constituye la presa principal de ninguno de los depredadores ibéricos, representando siempre menos del 30% del total de vertebrados capturados (Yanes et al., 1998). No existe, por tanto, ningún depredador especializado en el consumo de perdices.





### 1.1.1.-El zorro y la urraca

Numerosos estudios confirman al zorro (*Vulpes vulpes*) como uno de los pocos depredadores que inciden sobre todas las etapas de la vida de la perdiz: adultos, huevos y pollos (Calderón, 1977; Herranz et al., 1999; Fedriani, 1996; Padial et al., 2002, Palomares y Ruiz-Martinez, 1994; Amores, 1975; Delibes y Máñez, 1984; Gortázar, 1997; Calviño et al, 1984). Los patrones de aparición de perdices en su dieta a nivel ibérico se corresponden también con los de abundancia de ésta (Herranz et al. 1999), tal como se espera de un depredador oportunista. En los estudios que se han realizado hasta la fecha ha sido identificado como depredador habitual de huevos de perdiz roja (Herranz et al., 1999; Blanco-Aguiar et al., 2001; Martínez de Castilla y Rodríguez, 2002), aunque en opinión de Duarte y Vargas (2001) es mayor la importancia de los zorros como depredadores de perdices adultas que como depredadores de huevos. En los experimentos con nidos artificiales realizados en Navarra entre 2006 y 2008, la proporción de nidos depredados por carnívoros estuvo positivamente relacionada con los índices de abundancia de zorros (ver Capítulo V).

La urraca, por otro lado, ha sido citada como un consumidor de huevos de distintas aves, si bien su dieta, eminentemente oportunista y omnívora, incluye semillas, invertebrados, carroña y pequeños vertebrados (Birkhead, 1991). Diversos trabajos desarrollados en nuestro país muestran que la urraca es uno de los principales depredadores de nidos de perdiz (Herranz et al, 1999; Blanco-Aguiar et al., 2001). La urraca fue de forma global el depredador más importante de nidos artificiales de perdiz en el trabajo que realizamos en 11 cotos de Navarra entre 2006 y 2008. Además su abundancia estuvo relacionada de forma significativa con la tasa de depredación de nidos artificiales por coto (ver Capítulo V).

La importancia de la depredación que el zorro y la urraca pueden ejercer sobre la perdiz radica en las altas densidades que pueden alcanzar donde las condiciones del medio lo permiten, como resultado de su carácter oportunista. Conocer los factores que determinan su abundancia puede ayudar a identificar situaciones donde su impacto de depredación sobre la perdiz podría ser elevado debido a sus altas densidades. Por esta razón el principal objetivo de





este capítulo es identificar los factores que determinan la abundancia del zorro y la urraca en Navarra.

### 1.1.2.-Aves rapaces depredadoras de perdiz en Navarra

Determinadas aves rapaces pueden tener un impacto elevado sobre las poblaciones de perdiz, al incluirla en su alimentación en proporciones moderadas. El principal impacto de las aves rapaces tiene lugar sobre los adultos, especialmente durante la época de celo de la perdiz y el periodo de incubación, y sobre los pollos, especialmente durante sus primeras semanas de vida. A continuación se analiza el posible papel de estas especies como depredadores de perdiz, a partir de la información disponible sobre su dieta y sus hábitos.

Según todos los estudios disponibles, la perdiz roja constituye entre el 10% y el 30% de las presas del águila-azor perdicera, por lo que se puede considerar entre los depredadores más importantes de perdiz (Ontiveros et al., 2005, Calderón, 1977, Moleón et al., 2008).

Aunque el águila real (*Aquila chrysaetos*) en nuestro país tiene una clara preferencia en su dieta por los conejos (Delibes et al., 1975), el descenso de éstos tras la aparición de la enfermedad hemorrágica coincidió con un aumento en el consumo de perdices en Navarra (Fernández, 1993). Otros estudios indican un porcentaje superior al 20% de perdices en su dieta antes del descenso de los conejos (Calderón, 1977). En Navarra se ha descrito un gradiente latitudinal en sus patrones de alimentación, desde una dieta típica mediterránea basada en el conejo y subsidiariamente en la perdiz y otra dieta eurosiberiana mucho más diversificada basada en el consumo de liebres y carnívoros (Fernández y Purroy, 1990).

El águila calzada (*Hieraaetus pennatus*) es también un consumidor habitual de perdices, aunque en menor proporción que en los dos casos anteriores (13%, según Calderón, 1977; Martínez, 2002). Se ha considerado por ello entre los potenciales depredadores de perdiz en Navarra.

Aunque el azor (*Accipiter gentilis*) prefiere áreas forestales para nidificar y cazar, en algunas localidades del norte de la Península puede ocupar terrenos abiertos (Balbás et al., 2003). Las perdices pueden alcanzar el 20% de su dieta





en el NE de España (Mañosa, 1994), incluyendo tanto pollos de pocos días como volantones. La tasa de depredación del azor se estimó en el 6% de la población otoñal de perdiz roja en Cataluña (Mañosa, 1991). Por ello se ha considerado otro potencial depredador de perdiz en Navarra.

Las tres especies de aguiluchos (*Circus* sp.) son también potenciales depredadoras de perdiz, principalmente de sus pollos (Arroyo, 1997, García, 2003, González, 1991). Tanto el aguilucho pálido (*Circus cyaneus*) como el cenizo (*Circus pygargus*) seleccionan para nidificar principalmente cultivos de cereal, en gran parte coincidentes con hábitats seleccionados por la perdiz, por lo que ambas especies son potenciales depredadores de pollos de perdiz (Duarte et al., 2008). En cuanto al aguilucho lagunero (*Circus aeruginosus*), aunque selecciona preferentemente medios húmedos para nidificar, su tamaño mayor que el de las otras dos especies de aguiluchos, y sus amplios desplazamientos para capturar alimento lo hacen un potencial depredador no sólo de pollos sino también de adultos de perdiz (B. Arroyo, com. pers.).

En el caso de ambas especies de milanos (real *Milvus milvus* y negro *Milvus migrans*), la proporción de perdices en su dieta es muy baja y principalmente como carroña (Viñuela, 2004), por lo que su impacto de depredación sobre la perdiz en Navarra debe ser bajo y no se han incluido en los análisis. El busardo ratonero (*Buteo buteo*) es un especialista de micromamíferos, aunque en España el conejo representa en ocasiones la mayor parte de su dieta (Mañosa y Cordero, 1992). Aunque es capaz de capturar ocasionalmente alguna perdiz, esto debe ocurrir de forma ocasional y su impacto sobre sus poblaciones debe ser despreciable, por lo que tampoco se ha incluido en los análisis.

## 2.- MATERIAL Y MÉTODOS

### 2.1.-Información de partida

#### 2.1.1.-Abundancia y tendencias de los depredadores y las presas potenciales.

Para el presente trabajo se parte de los avistamientos de distintas especies realizados durante censos sistemáticos desde vehículo en 30 cotos





del centro y sur de Navarra (ver tabla 1) por el guarderío de Medio Ambiente y el personal de Gestión Ambiental Viveros y Repoblaciones de Navarra entre los años 2000 y 2007. A partir de los avistamientos realizados durante recorridos diurnos se han calculado los IKAs (Índices Kilométricos de Abundancia) de perdiz y urraca, y a partir de los recorridos nocturnos se han calculado los correspondientes índices de zorro, liebre y conejo. A partir de los valores medios anuales del IKA se ha calculado para cada especie y para cada coto un valor promedio para todo el periodo de seguimiento. Como indicador de la tendencia de cada especie se ha empleado la pendiente de la regresión lineal del IKA frente al tiempo (años) durante el periodo 2000-2007. Estos valores medios de IKA y su tendencia han servido para modelar la abundancia y la tendencia de zorro y de picaraza (tabla 3). Debido a que esta información está referida a los cotos, estos serán la unidad de estudio a la que se referirán el resto de variables, calculándose para cada una de ella valores medios o representativos.

Como variables explicativas de la abundancia y tendencia de zorros y urracas se han considerado la abundancia relativa de presas potenciales (IKAs de perdiz, conejo y liebre), la proporción de los distintos usos del suelo, variables climáticas, indicadores de influencia humana, indicadores de relieve y variables geográficas (tabla 3).

#### 2.1.2.- Usos del suelo

Se ha empleado la cartografía digital de usos del suelo de Navarra proporcionada por Gestión Ambiental Viveros y Repoblaciones de Navarra, que considera las siguientes categorías de uso:

- Terreno forestal.
- Terreno improductivo.
- Cultivo de regadío con riego ocasional (menos de una vez por año).
- Cultivo de regadío con riego entre 1 y 2 veces al año.
- Cultivo de regadío con riego entre 3 y 5 veces al año.
- Cultivo de regadío permanente.
- Cultivo de secano.





Para cada coto se ha calculado el porcentaje de superficie dedicada a cada tipo de uso (tabla 3). A partir de estas proporciones se ha estimado la diversidad de usos de cada coto mediante el índice  $H'$  de Shannon:

$$H' = \sum p_i \cdot \log(p_i)$$

donde  $p_i$  representa la proporción de las distintas clases, en este caso usos del suelo. También se ha calculado el porcentaje de superficie total dedicada a regadío sumando los porcentajes de las distintas categorías de regadíos ( $\%reg\_tot$ ).

Como otra variable descriptora del paisaje se ha incluido el tamaño medio de parche ( $Tamparche$ ) considerando todos los parches o manchas de uso diferenciado existentes dentro de cada coto. Esta variable guarda relación con el grado de fragmentación del paisaje.

#### 2.1.3. Variables climáticas

Se han considerado las siguientes variables climáticas: precipitación media anual ( $Precip$ ), temperatura media anual ( $Tmedia$ ), temperatura media del mes de enero ( $Tenero$ ), temperatura media del mes de julio ( $Tjulio$ ), amplitud térmica ( $Amplter$ , calculada como la diferencia  $Tjulio-Tenero$ ) y radiación solar anual ( $Radianu$ ). Las medias de estas variables para los años 1971-2000 han sido obtenidas del Atlas Climático Nacional (Instituto Nacional de Meteorología, <http://www.inm.es/>). A cada coto se le ha asignado la media de todos los píxeles (resolución 200x200 m) incluidos dentro del mismo de cada una de estas variables.

#### 2.1.4. Indicadores de influencia humana

Se han considerado varios indicadores del grado de influencia humana en cada coto. Así se ha calculado el número total de habitantes que viven en el interior de cada coto ( $Pobl\_tot$ ) a partir de la capa de poblaciones humanas y las estadísticas de población de 2005 (Instituto Nacional de Estadística. La densidad de población ( $Dens\_pob$ ) se ha calculado dividiendo el número de





habitantes entre la superficie del coto. Como medida de la cercanía a poblaciones humanas se ha calculado para cada píxel (200x200m) la distancia a la población humana más cercana de cualquier tamaño (*Dist\_pobl*), la distancia a la población más cercana de más de 100 habitantes (*Dist\_pob100hab*), de más de 1.000 habitantes (*Dist\_pob1.000hab*), y de más de 10.000 habitantes (*Dist\_pob10.000hab*). Se ha asignado a cada coto el valor promedio de todos los píxeles contenidos en su superficie para cada una de estas distancias. Igualmente se ha calculado la distancia a la carretera más próxima de cualquier orden (*Dist\_carr*), a la carretera nacional, autovía o autopista más próxima (*Dist\_carnacaut*), y a la autopista más próxima (*Dist\_autop*). De la misma forma que se hizo para las distancias a poblaciones, se ha asignado a cada coto el valor promedio de todos sus píxeles de cada una de estas variables. La situación de las carreteras ha sido obtenida de las capas digitales proporcionadas por Gestión Ambiental Viveros y Repoblaciones de Navarra. Las distancias desde cada píxel a poblaciones y carreteras fueron calculadas mediante el módulo DISTANCE del programa IDRISI v32.21 (Clark Labs., 2001).

#### 2.1.5. Indicadores de relieve

A partir del modelo digital del terreno (MDT) para Navarra se han calculado la altitud media (*Altitud*) y la pendiente media (*Pendiente*) de cada coto.

#### 2.1.6. Variables geográficas

Como variables indicadoras de la posición geográfica de cada coto se han incluido la latitud media (*Latitud*) y la longitud media (*Longitud*) medidas en coordenadas UTM.

#### 2.1.7. Distribución de aves rapaces potenciales depredadoras de perdiz

Como información de partida se empleó la distribución de las aves rapaces depredadoras de perdiz en Navarra en cuadrículas UTM de 10x10 km, procedente del Atlas de las Aves Reproductoras de España (Martí y Moral, 2003). Las especies consideradas fueron: águila real, águila-azor perdicera,







azor común, aguililla calzada, aguilucho cenizo, aguilucho pálido y aguilucho lagunero. Debido a la escala geográfica y el poco detalle del Atlas de distribución, no fue posible realizar un análisis fino de los factores que determinan la distribución y abundancia en el caso de las aves rapaces. En este caso se optó por el estudio de sus áreas de distribución por cuadrículas UTM para identificar las áreas de Navarra con mayor diversidad de rapaces y con mayor riesgo potencial para la perdiz de depredación por rapaces.



**Tabla 3:** Variables predictoras consideradas para explicar la abundancia de los depredadores a nivel de cotos.

<b>CÓDIGO</b>	<b>VARIABLE</b>
PERDIZ	Abundancia media de perdiz (IKA)
CONEJO	Abundancia media de conejo (IKA)
LIEBRE	Abundancia media de liebre (IKA)
LAGOMORFOS	Abundancia media de conejos+liebres (IKA)
Tend perdiz	Tendencia del IKA de perdiz
Tend conejo	Tendencia del IKA de conejo
Tend liebre	Tendencia del IKA de liebre
Suptotal	Superficie total del coto (Ha)
Pobl_tot	Población humana en el coto (Habitantes)
Dens_pob	Densidad de población humana (Hab/Ha)
Dist_pobl	Distancia a la población más próxima (m)
Dist_pob100hab	Distancia a la población de más de 100 hab. (km)
Dist_pob1.000hab	Distancia a la población de más de 1.000 hab. (km)
Dist_pob10.000hab	Distancia a la población de más de 10.000 hab. (km)
Dist_carr	Distancia a la carretera más próxima (km)
Dist_carnacaut	Distancia a la carretera nacional, autovía o autopista más próxima (km)
Dist_autop	Distancia a la autopista más próxima (km)
%forestal	Proporción de superficie forestal (%)
%improd	Proporción de superficie improductiva (%)
%reg_1año	Proporción de superficie de regadío ocasional (%)
%reg_1_2año	Proporción de superficie de regadío de 1-2 riegos/año (%)
%reg_3_5año	Proporción de superficie de regadío de 3-5 riegos/año (%)
%reg_perm	Proporción de superficie de regadío permanente (%)
%reg_tot	Proporción de superficie de regadío total (%)
%secano	Proporción de superficie de secano (%)
H_Shannon	Índice de diversidad de Shannon (0-1)
Precip	Precipitación media anual (mm)
Tmedia	Temperatura media anual (°C)
Tenero	Temperatura media del mes de enero (°C)
Tjulio	Temperatura media del mes de julio (°C)
Amplter	Amplitud térmica (Tjulio-Tenero) (°C)
Radianu	Radiación media anual (Kwh/m <sup>2</sup> /día)
Altitud	Altitud media (m)
Pendiente	Pendiente media (%)
Latmedia	Latitud media (UTM, km)
Longmedia	Longitud media (UTM, km)
Tamparche	Tamaño medio del parche (Ha)





## 2.2.-Análisis estadísticos

En primer lugar se analizó la posible relación entre la abundancia y la tendencia de zorro y urraca con cada una de las variables predictoras (análisis univariantes). Como variables dependientes se consideraron el índice de abundancia (IKA) y la tendencia reciente de zorro y picaraza en cada uno de los 30 cotos muestreados. En la Tabla 3 se recogen las variables independientes consideradas. Algunas variables tuvieron que ser transformadas para ajustarse a la distribución normal y cumplir los requisitos de los tests estadísticos paramétricos. Para las variables representadas como porcentajes (usos del suelo) se empleó la transformación arco-seno ( $\arcseno\sqrt{x/100}$ ). Para conseguir el ajuste de la tendencia de zorro se empleó la transformación de la raíz cuadrada ( $\sqrt{x+0.5}$ ) y para la abundancia y la tendencia de picaraza se empleó la transformación logarítmica ( $\log(x+1)$ ).

Para comprobar la relación entre variables dependientes y predictoras se emplearon en primer lugar regresiones lineales simples, tras descartar la posible existencia de relaciones no lineales mediante inspección visual de las nubes de puntos.

Para describir el efecto conjunto de los factores que más influyen sobre las abundancias y tendencias de zorros y urracas se realizaron análisis multivariantes. Para ello se seleccionaron como potenciales predictoras aquellas variables que produjeron nivel de significación menor de 0,1 en las regresiones lineales simples. Con estas variables se construyeron modelos multivariantes mediante regresión múltiple directa por pasos (*forward stepwise multiple regression*). Todos los análisis estadísticos se han realizado con el programa STATISTICA 6.0.

## 2.3.- Análisis de la información geográfica

La información geográfica ha sido tratada mediante los programas ArcView GIS 3.2 (Environmental Systems Research Institute, Inc., 1999) e IDRISI v32.21 (Clark Labs, 2001).

Para obtener mapas de abundancias relativas esperadas para zorro y urraca se aplicaron las ecuaciones de regresión múltiple obtenidas a todo el





territorio de la comunidad. Se emplearon para ello capas en formato *raster* con píxeles de 200x200 m de cada una de las variables seleccionadas por los modelos. En el caso de las variables de usos del suelo, se asignó a cada píxel la proporción de usos en una ventana de 1,4x1,4 km (7 x 7 píxels) centrada en el píxel en cuestión, empleando el procedimiento FILTER de IDRISI (Clark Labs., 2001).

La distribución de aves rapaces en cuadrículas UTM de 10x10 km procedente del Atlas de Aves Reproductoras de España fue rasterizada mediante el programa IDRISI v32.21 (Clark Labs, 2001). A partir de la distribución de las distintas especies se obtuvo un mapa de riqueza específica (nº de especies) por cuadrículas UTM de 10x10 km, como un indicador del potencial riesgo de depredación de la perdiz por rapaces.

### **3.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### 3.1. Análisis univariantes

##### 3.1.1. Abundancia de zorro

La abundancia de zorro está positiva y significativamente relacionada con la proporción de terreno improductivo y con la temperatura media anual: la mayor abundancia de zorro corresponde a cotos con mayor proporción de terreno improductivo y mayor temperatura media. El resto de variables próximas a la significación ( $P < 0.1$ ) y consideradas para los modelos multivariantes se recogen en la tabla 4.

##### 3.1.2. Tendencia reciente de la abundancia de zorros

La tendencia media de la abundancia de zorro en los últimos años en los 30 cotos estudiados es muy próxima a la estabilidad ( $-0,0042 \pm 0,0024$ , media  $\pm$  error estándar).

Además de las variables de la tabla 3 se ha considerado la propia abundancia de zorro como una posible variable que podría estar relacionada con su tendencia. Los análisis univariantes indican que la tendencia de zorro está relacionada de forma significativa (ver Tabla 4) con la posición geográfica





del coto (longitud), la distancia a poblaciones con más de 10.000 habitantes, la proporción de terreno improductivo, la radiación solar media anual, la pendiente y la altitud. Según estos análisis, la abundancia de zorro en los últimos años ha aumentado más en cotos con mayor abundancia de zorros, más orientales, más próximos a poblaciones de más de 10.000 habitantes, con mayor proporción de terreno improductivo, menor radiación solar, menor pendiente y menor altitud.

### 3.1.3. Abundancia de urracas

Según los análisis univariantes, la abundancia media de urracas es mayor en cotos más próximos a poblaciones con más de 1.000 habitantes, con menor proporción de terreno forestal, mayor proporción de terreno improductivo, menor pendiente, menor altitud, menor precipitación, y mayor temperatura media anual y en el mes de enero (Tabla 4).

### 3.1.4. Tendencia reciente de la abundancia de urracas

Al igual que en el caso del zorro, la tendencia media de la abundancia de urracas en los 30 cotos estudiados en los últimos años es muy próxima a la estabilidad ( $-0,031 \pm 0,035$ , media  $\pm$  error estándar).

Según los análisis univariantes la tendencia ha sido mayor en cotos con poblaciones de perdiz en aumento y con una menor proporción de terreno improductivo (Tabla 4). En el caso de la relación con la tendencia de perdiz habría que pensar más en que ambas variables puedan estar afectadas por factores similares, más que una relación causal entre ambas.





**Tabla 4:** variables relacionadas significativamente ( $P < 0.05$ , en negrita) con la abundancia o tendencia de zorro y picaraza en Navarra, o próximas a la significación ( $P < 0.1$ ), que fueron incluidas en los modelos multivariantes. El significado de las variables se indica en la tabla 3.

Variable dependiente	Variable independiente	P	Signo de la relación
IKA de zorro	<b>%improd</b>	<b>0.026</b>	<b>+</b>
	<b>Tmedia</b>	<b>0.027</b>	<b>+</b>
	Pendiente	0.058	-
	Dist_pob100hab	0.063	-
	%forestal	0.063	-
	Radianu	0.075	-
	Tjulio	0.086	+
	Dist_pob1.000hab	0.094	-
IKA de picaraza	<b>Dist_pob1.000hab</b>	<b>0.001</b>	<b>-</b>
	<b>%forestal</b>	<b>0.002</b>	<b>-</b>
	<b>Pendiente</b>	<b>0.004</b>	<b>-</b>
	<b>Precip</b>	<b>0.005</b>	<b>-</b>
	<b>%improd</b>	<b>0.010</b>	<b>+</b>
	<b>Latmedia</b>	<b>0.012</b>	<b>-</b>
	<b>Altitud</b>	<b>0.015</b>	<b>-</b>
	<b>Tmedia</b>	<b>0.019</b>	<b>+</b>
	<b>Tenero</b>	<b>0.036</b>	<b>+</b>
	Dist_autop	0.056	-
	Tjulio	0.056	+
	LIEBRE	0.058	+
	Dens_pob	0.060	+
	H_Shannon	0.067	+
Tendencia de zorro	<b>IKA zorro</b>	<b>0.002</b>	<b>+</b>
	<b>Longmedia</b>	<b>0.004</b>	<b>+</b>
	<b>Dist_pob10.000hab</b>	<b>0.005</b>	<b>-</b>
	<b>%improd</b>	<b>0.006</b>	<b>+</b>
	<b>Radianu</b>	<b>0.012</b>	<b>-</b>
	<b>Pendiente</b>	<b>0.035</b>	<b>-</b>
	<b>Altitud</b>	<b>0.036</b>	<b>-</b>
	Tmedia	0.050	+
	Dens_pob	0.059	+
	H_Shannon	0.080	+
Tendencia picaraza	<b>Tend perdiz</b>	<b>0.001</b>	<b>+</b>
	<b>%improd</b>	<b>0.038</b>	<b>-</b>
	Pobl_tot	0.056	+
	Amplter	0.062	+
	Dist_pob100hab	0.070	+







### 3.2. Análisis multivariantes

Las variables seleccionadas mediante los análisis univariantes como posibles predictoras de las abundancias de zorro y picaraza y sus tendencias recientes (Tabla 4) se emplearon para elaborar los modelos multivariantes.

#### 3.2.1. Modelos de la abundancia de zorros y de su tendencia

Según el modelo de regresión múltiple seleccionado para la abundancia de zorro, que explica el 42% de la varianza observada (Tabla 5), la abundancia de zorros es mayor en zonas cercanas a poblaciones pequeñas (entre 100 y 1000 habitantes), con mayor temperatura media, pero con menor radiación anual y menor temperatura de julio.

**Tabla 5:** Resultado del modelo de regresión múltiple por pasos de la abundancia de zorro (IKA) en los cotos de Navarra ( $R^2_{\text{adj}} = 0.420$ ,  $F_{5,23} = 5.048$ ,  $P < 0.003$ ). Coeficiente de cada término (B), su error estándar (SE), valor del test de significación (t) y valor de su probabilidad (P). En negrita se indican los términos significativos del modelo.

	<b>Coeficiente</b>	<b>SE</b>	<b>t<sub>23</sub></b>	<b>P</b>
<b>Intersección</b>	3.152	1.379	2.286	<b>0.032</b>
<b>Dist_pob100hab</b>	-0.045	0.012	-3.663	<b>0.001</b>
<b>Radianu</b>	-0.0016	0.001	-2.520	<b>0.019</b>
Tmedia	0.097	0.062	1.567	0.131
Dist_pob1000hab	0.007	0.005	1.550	0.135
Tjulio	-0.047	0.042	-1.123	0.279

Según un modelo elaborado por Barbosa et al. (2005) la presencia de zorro para España peninsular en cuadrículas UTM de 10x10 km está explicada por la altitud media (-), el área (+), el rango de altitudes (+), la distancia a autopistas (+), la longitud (+), la permeabilidad del suelo (+), la temperatura media de julio (-), la distancia a poblaciones con más de 100.000 (-), y con más de 500.000 habitantes (+), y el rango anual de la humedad relativa del aire (+).





A pesar de las diferentes escalas, existen ciertas coincidencias con nuestro modelo. Por ejemplo, ambos incluyen la distancia a poblaciones de distinto tamaño y con distinto signo, con un efecto positivo de la cercanía a poblaciones “pequeñas” (teniendo en cuenta la escala) pero negativo de la cercanía a poblaciones “grandes”. Por otro lado, la temperatura media de julio está relacionada negativamente tanto con la presencia de zorros a escala peninsular como con su abundancia a escala regional en Navarra. Según esto las condiciones climáticas extremas en verano podrían condicionar la presencia y abundancia de la especie. La falta de coincidencia entre el resto de variables seleccionadas por ambos modelos es debida a las distintas escalas geográficas, la distinta naturaleza de las fuentes empleadas para construirlos, que uno se refiera a presencia y otro a abundancia, y que ambos trabajos consideran diferentes variables como potenciales predictoras.

Según el modelo de regresión múltiple para la tendencia de la abundancia de zorros, que explica el 69% de la varianza, las poblaciones de zorro están aumentando más donde su abundancia es mayor, en áreas próximas a grandes poblaciones (más de 10.000 hab.), de localización más oriental y con mayor proporción de terrenos improductivos. La radiación solar anual también se incluye en el modelo aunque su coeficiente no es significativo (Tabla 6).

**Tabla 6:** Resultado del modelo de regresión múltiple por pasos de la tendencia de zorro (transformada según  $\sqrt{x + 0.5}$ ) en los cotos de Navarra ( $R^2_{adj} = 0.686$ ,  $F_{5,23} = 13.246$ ,  $P < 0.001$ ). Coeficiente de cada término (B), su error estándar (SE), valor del test de significación (t) y valor de su probabilidad (P). En negrita se indican los términos significativos del modelo

	<b>Coeficiente</b>	<b>SE</b>	<b>t<sub>23</sub></b>	<b>P</b>
<b>Intersección</b>	0.804	0.185	4.354	<b>&lt;0.001</b>
<b>ZORRO</b>	0.064	0.026	2.467	<b>0.022</b>
<b>Dist_pob10.000hab</b>	-0.497	0.126	-3.939	<b>&lt;0.001</b>
<b>Longmedia</b>	0.153	0.049	3.094	<b>0.005</b>
<b>%improd</b>	0.039	0.018	2.135	<b>0.044</b>
Radianu	-0.0001	0.0001	-1.134	0.269





### 3.2.2. Modelos de la abundancia de urracas y su tendencia

Según el modelo de regresión múltiple para la abundancia de picarazas, que explica el 46% de la varianza, las urracas son más abundantes en cotos con poco terreno forestal y próximos a autopistas. La latitud y la abundancia de liebre entran también en el modelo, ambas con coeficiente negativo, pero no significativo (Tabla 7).

**Tabla 7:** Resultado del modelo de regresión múltiple por pasos de la abundancia de urraca (IKA transformado según el logaritmo) en los cotos de Navarra ( $R^2_{adj} = 0.46$ ,  $F_{4,24} = 6.961$ ,  $P < 0.001$ ). Coeficiente de cada término (B), su error estándar (SE), valor del test de significación (t) y valor de su probabilidad (P). En negrita se indican los términos significativos del modelo.

	<b>Coeficiente</b>	<b>SE</b>	<b>t<sub>24</sub></b>	<b>P</b>
<b>Intersección</b>	16.013	7.683	2.084	<b>0.048</b>
<b>%forestal</b>	-0.568	0.177	-3.213	<b>0.004</b>
<b>Dist_autop</b>	-0.011	0.004	-3.026	<b>0.006</b>
Latmedia	-0.003	0.002	-1.997	0.057
LIEBRE	-0.097	0.065	-1.495	0.148

En el modelo de la tendencia de picarazas, que explica el 69% de la varianza observada, se incluyó también el índice de abundancia de la especie como potencial variable predictora, además de las variables que aparecen en la tabla 3. La abundancia de picarazas está aumentando más donde aumenta la abundancia de perdiz, en áreas con poco terreno improductivo, con menor población humana y con menor densidad de urraca (Tabla 8). Todos los términos incluidos en el modelo presentan coeficientes significativos. Al contrario de lo observado en el caso del zorro, el efecto de la abundancia de urracas sobre sus tendencias es inverso, tendiendo a aumentar las poblaciones con menor abundancia. Esto podría estar relacionado con procesos de denso-dependencia, que indicarían una recuperación desde situaciones en las que la densidad se había reducido.





**Tabla 8:** Resultado del modelo de regresión múltiple por pasos de la tendencia de urracas en los cotos de Navarra ( $R^2_{adj} = 0.689$ ,  $F_{4,24} = 16.511$ ,  $P < 0.000001$ ). Coeficiente de cada término (B), su error estándar (SE), valor del test de significación (t) y valor de su probabilidad (P). En negrita se indican los términos significativos del modelo.

	<b>Coeficiente</b>	<b>SE</b>	<b>t<sub>24</sub></b>	<b>P</b>
<b>Intersección</b>	0.097	0.026	3.787	<b>&lt;0.001</b>
<b>Tend perdiz</b>	0.491	0.085	5.760	<b>&lt;0.001</b>
<b>%improd</b>	-0.549	0.168	-3.278	<b>0.003</b>
<b>Pobl_tot</b>	0.000001	0.000002	4.090	<b>&lt;0.001</b>
<b>Log_pica</b>	-0.166	0.070	-2.370	<b>0.026</b>

### 3.3. Extrapolación de los modelos de zorro y picaraza a toda Navarra

La ecuación empleada para generar los mapas de abundancia esperada de zorro fue:

$$\text{IKA zorro} = 3.152 - 0.045 [\text{Dist\_pob100Hab}] - 0.0016 [\text{Radianu}] + 0.097 [\text{Tmedia}] + 0.007 [\text{Dist\_pob1000}] - 0.047 [\text{Tjulio}]$$

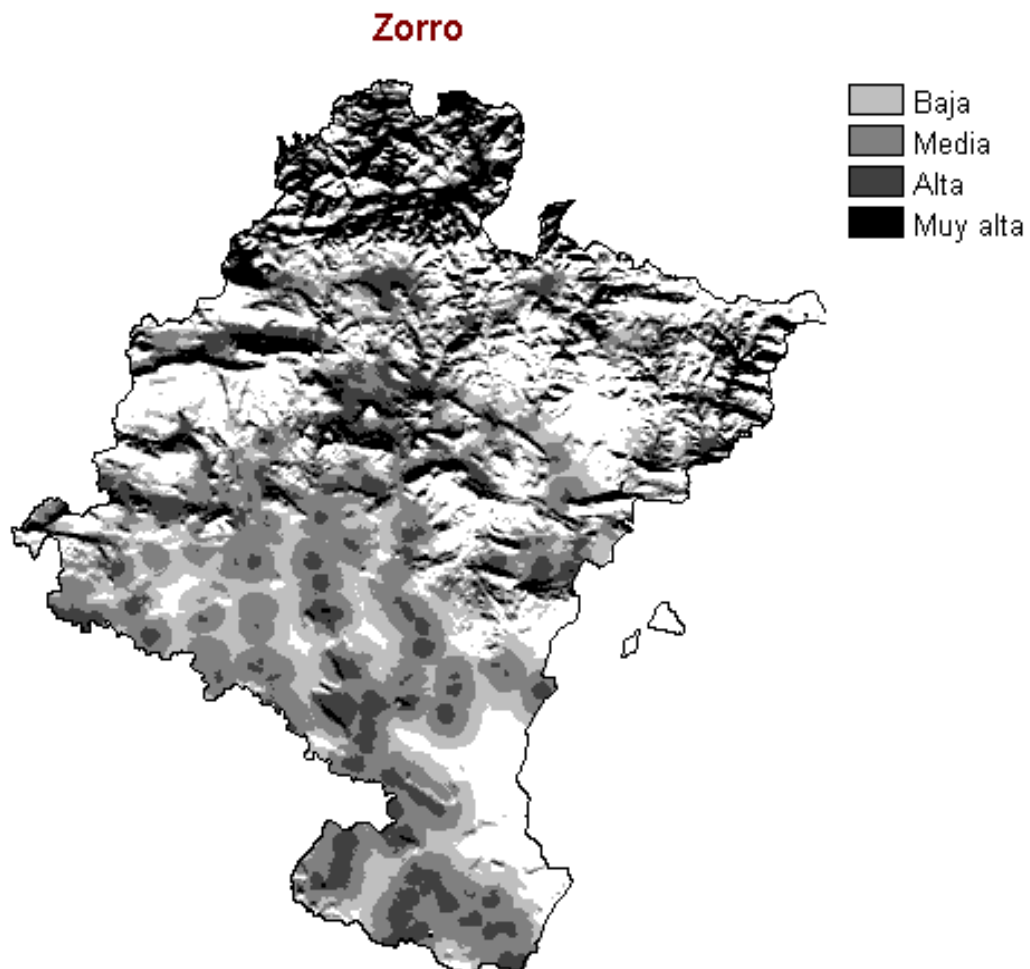
Aunque el modelo de la abundancia de urracas incluye como último término el IKA de liebre (aunque no de forma significativa, Tabla 7), no se ha podido incluir al extrapolar el modelo por carecer de los valores de este índice para el total del territorio de Navarra. Por ello se empleó la ecuación correspondiente al paso de la regresión múltiple previo a la inclusión del término del IKA de liebre, que explica el 43% de la varianza y tiene la siguiente formulación:

$$\text{Log}(\text{IKA\_pica}+1) = 7.707 - 0.524 [\text{Asen\%for}] - 0.0089 [\text{Dist\_aut}] - 0.0015 [\text{Lat}]$$





Una vez calculados los valores esperados de esta regresión múltiple fue necesario revertir la transformación ( $\log(x+1)$ ) para obtener los valores de IKA de urraca esperados. Los mapas obtenidos de zorro y urraca se han representado con 4 categorías que corresponden a abundancias baja, media, alta y muy alta, con puntos de corte del IKA en los valores: 0,1, 0,2 y 0,3 para el zorro y 1, 2 y 3 para la urraca (Figuras 5 y 6).



**Figura 5:** mapa de abundancias relativas de zorro esperadas según los modelos de regresión múltiple contruidos a partir de los datos de seguimiento en 30 cotos del centro y sur de Navarra. Las categorías corresponden a abundancia baja ( $IKA > 0$  y  $< 0.1$ ), media (0.1-0.2), alta (0.2-0.3) y muy alta ( $> 0.3$ ).

En el mapa de abundancia esperada de zorro (Figura 5) se aprecia una diferencia clara entre la Ribera por un lado, donde la transición entre abundancias altas y bajas es suave, y la Montaña y la Navarra Media por otro,





donde las abundancias están más contrastadas entre zonas con abundancias prácticamente nulas y zonas con abundancia alta o muy alta. En la Ribera las zonas de alta abundancia están muy localizadas en el eje norte-sur, principalmente en las riberas de los grandes ríos. Este patrón está de acuerdo con lo descrito por Gortázar (1997) para el valle medio del Ebro en Aragón, próximo a Navarra, y donde las mayores densidades de zorro se encuentran en las riberas de los ríos, ocupadas principalmente por regadíos, con densidades de 2.5 zorros por km<sup>2</sup>, mientras que en las zonas de secano y monte la densidad es de 1.1 zorros por km<sup>2</sup>.

El mapa obtenido para la abundancia de urracas muestra también un contraste claro entre la Montaña, donde la urraca estaría sólo presente en zonas localizadas de baja densidad, y la Ribera, donde la distribución sería continua y con abundancias que localmente pueden ser elevadas (Figura 6). Las mayores densidades se encontrarían en el extremo sur, principalmente en el valle del Ebro y sus afluentes. La Navarra Media tendría una situación intermedia, con una distribución discontinua donde predominan las abundancias bajas y medias.

Las diferencias patentes entre los patrones observados entre el norte y sur de Navarra tanto para zorro como para urraca posiblemente son resultado del origen de los datos empleados para construir los modelos, que provienen de la mitad sur de Navarra. Los mapas obtenidos son, por tanto, menos fiables para la mitad norte, donde otros factores pueden estar determinando las abundancias de zorros y urracas, sobre todo por tratarse de zonas muy diferentes desde el punto de vista ambiental y de influencia humana.

Otro posible sesgo del mapa obtenido para el caso del zorro es la escasa densidad que se predice en el área de Bardenas, al SE de Navarra. Se trata de nuevo de una zona con escasa presencia humana y con características ambientales muy diferentes a los cotos que se han empleado para construir los modelos y por tanto, donde otros factores pueden estar determinando la abundancia de zorros.

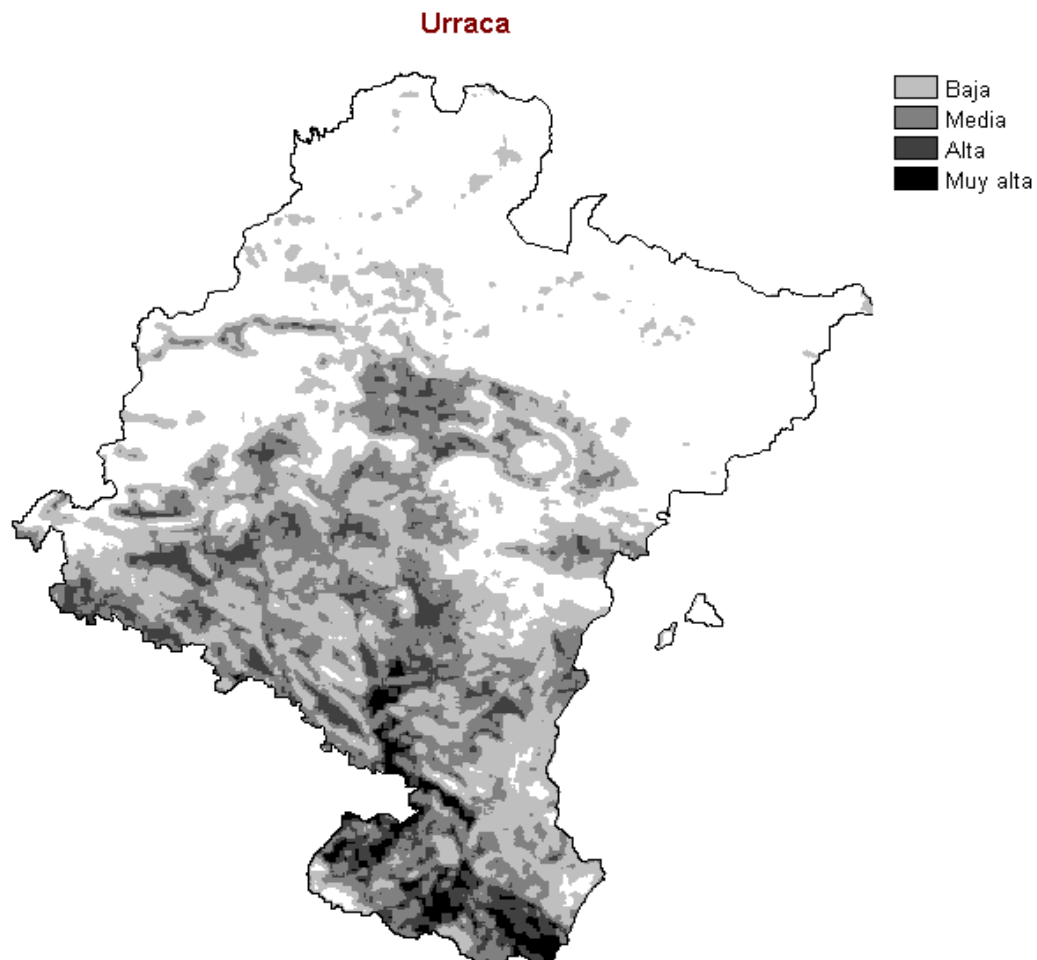
Algo parecido puede estar ocurriendo con el mapa obtenido para las abundancias de urraca, que según el modelo serían escasas o nulas en gran parte de la Montaña, en el norte de Navarra. Sin embargo el Atlas de Aves







Reproductoras de España (Martí y Moral, 2003) confirma la presencia de urracas en esta región, salvo en altitudes elevadas. Por esta razón el mapa obtenido puede ser representativo de las abundancias relativas en la Navarra Media y la Ribera, de donde provienen los datos empleados para elaborar los modelos, pero su fiabilidad sería menor para la Montaña. En cualquier caso, es precisamente la mitad sur la que mayor interés tiene en cuanto al potencial impacto de depredación que pueda estar sufriendo la perdiz roja, dado que su área de distribución se centra en esta región. Según lo observado, las mayores abundancias tanto de zorro como de urraca se esperarían en el extremo sur de la comunidad, coincidiendo con los valles de los grandes ríos, como son el Ebro y el Aragón en su tramo final antes de su desembocadura.



**Figura 6:** mapa de abundancias relativas de urraca esperadas según los modelos de regresión múltiple construidos a partir de los datos de seguimiento en 30 cotos del centro y sur de Navarra. Las categorías corresponden a abundancia baja ( $IKA > 0$  y  $< 1$ ), media (1-2), alta (2-3) y muy alta ( $> 3$ ).



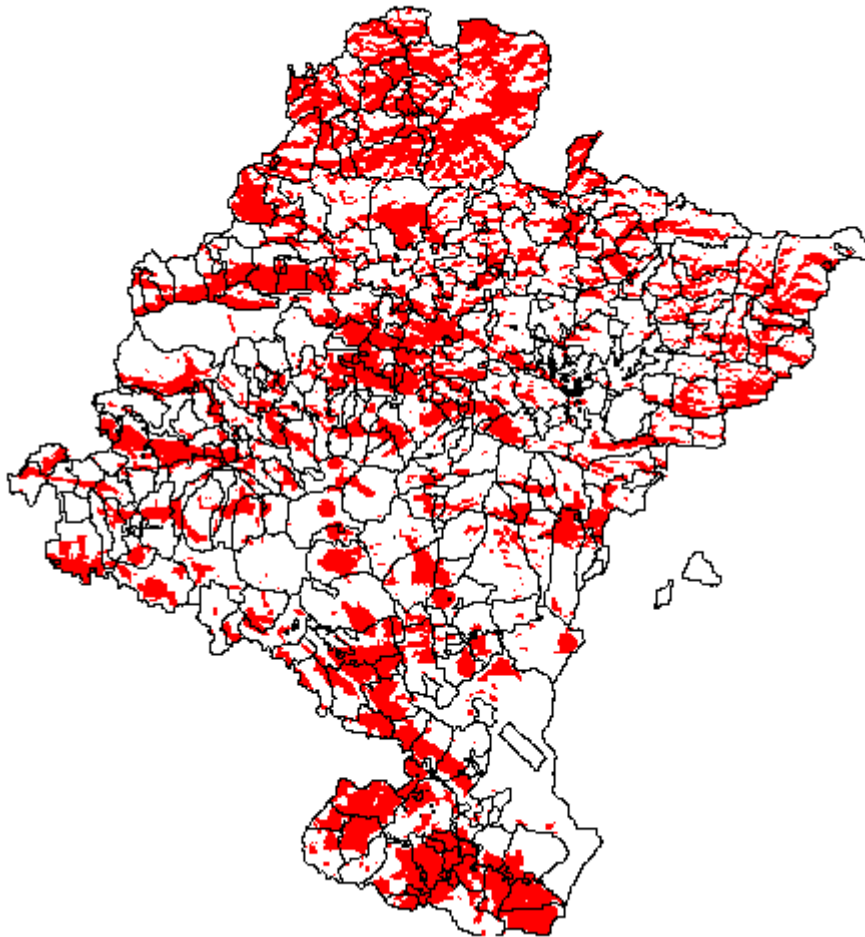


### 3.4. Áreas de mayor riesgo de depredación para la perdiz

#### 3.4.1. Riesgo de depredación por zorro y urraca

A partir de los mapas de abundancias esperadas para zorros y urracas se ha elaborado un mapa de áreas potenciales con altas densidades de alguna de las dos especies (Figura 7), donde habría que esperar un mayor riesgo de depredación para la perdiz. Estas zonas de mayor riesgo se concentran también en el sur de Navarra, principalmente en el valle del Ebro, aunque aparecen otras manchas como por ejemplo en torno a los ríos Ega y Arga.

#### Alta-muy alta abundancia zorro o urraca



**Figura 7:** mapa de zonas esperadas con alta o muy alta abundancia de zorros o urracas, según los modelos de regresión múltiple de la abundancia de cada especie contruidos a partir de los datos de seguimiento de 30 cotos del centro y sur de Navarra.





En la interpretación del mapa de mayor riesgo de depredación hay que tener en cuenta las limitaciones ya mencionadas sobre la fiabilidad de los modelos de las abundancias de zorros y urracas. La ubicación de áreas de alto riesgo en la Montaña de Navarra hay que interpretarla con cautela, debido a que no se incluyeron datos de esa región para elaborar los modelos de abundancia de los depredadores. Sin embargo, es precisamente el Norte de Navarra donde la perdiz roja es más escasa porque las condiciones ambientales (clima, hábitat) se apartan de su óptimo ecológico. Al haberse elaborado los modelos de abundancia de los depredadores con datos provenientes del área principal de distribución de la perdiz roja en Navarra (Navarra Media y Ribera), hay que esperar la mayor fiabilidad de este mapa de riesgos precisamente en estas regiones. Las excepciones hay que buscarlas quizá en áreas con condiciones muy diferentes a los 30 cotos que se emplearon para elaborar los modelos, como puede ser la zona de Bardenas, donde podrían encontrarse abundancias moderadas o elevadas al menos de zorro, que no se reflejan en el modelo final de zonas de alto riesgo de depredación (figura 7).

#### 3.4.2. Riesgo de depredación por rapaces

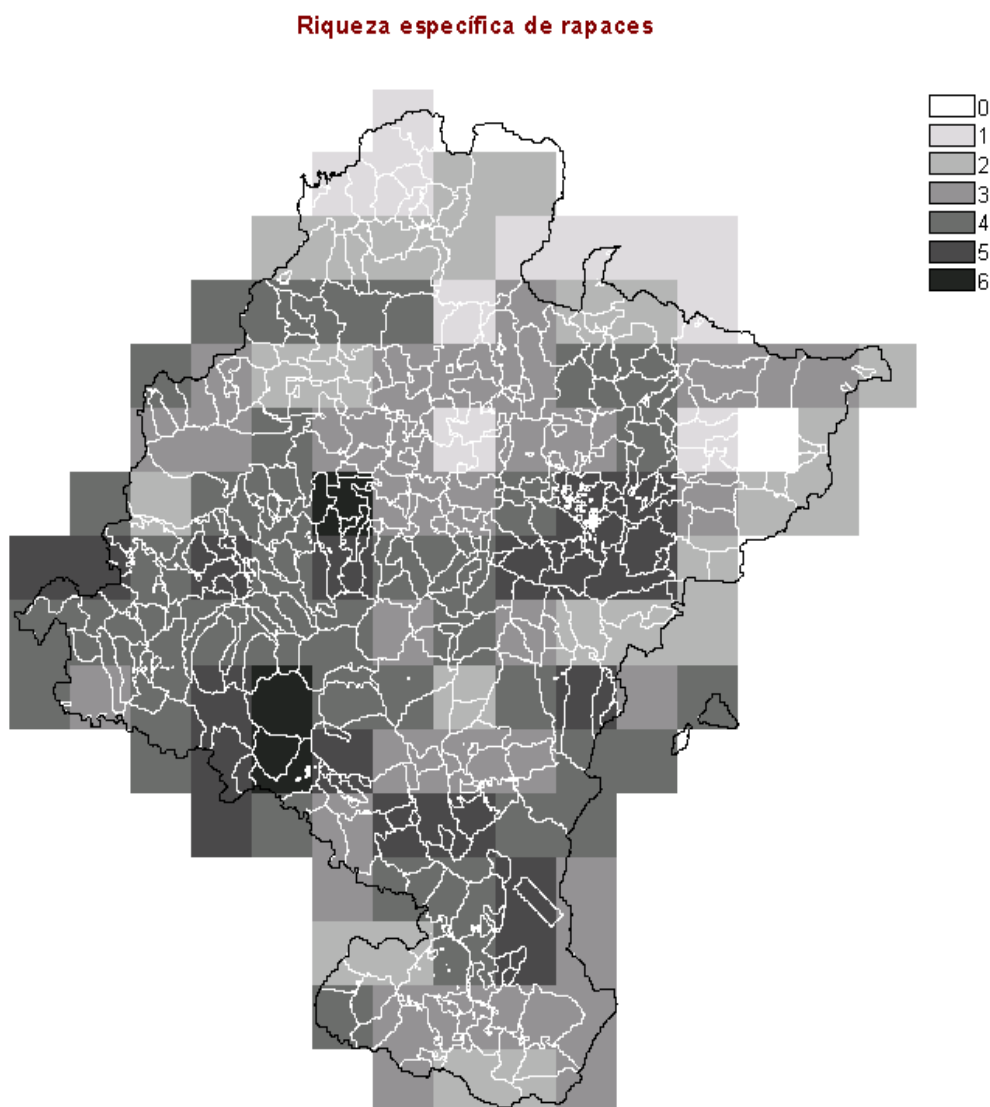
El águila-azor perdicera es una especie muy escasa en Navarra, existiendo en la actualidad tan sólo dos territorios, de los que algunos años tan sólo uno está ocupado (Real, 2004). Por ello su papel como depredador de perdiz en Navarra es muy local. En 2000 se estimaron 41 parejas de águila real en Navarra (Arroyo, 2004). Su área de distribución coincide sólo parcialmente con el territorio principal de la perdiz roja en Navarra, faltando en gran parte de la Ribera. El águililla calzada está ampliamente distribuida por todo el territorio de Navarra, aunque no alcanza altas densidades (Muñoz-Gallego y Blas-García, 2003). El área de distribución del azor sólo coincide parcialmente con el área principal de la perdiz en Navarra, faltando en gran parte de la mitad sur de la comunidad (Martí y Moral, 2003). El aguilucho pálido está presente en gran parte de Navarra, aunque sus poblaciones son reducidas y falta en algunas zonas del Este y del extremo sur (García y Arroyo, 2003b). El aguilucho cenizo se distribuye por el centro y sur de Navarra, coincidiendo ampliamente con el





área de distribución de la perdiz (García y Arroyo, 2003a). En cuanto al aguilucho lagunero se distribuye principalmente por la Ribera (Jubete, 2003), coincidiendo en gran parte con la distribución de la perdiz.

A partir de los mapas de presencia de las distintas especies del Atlas de las Aves Reproductoras de España (Martí y Moral, 2003) se ha elaborado un mapa de riqueza específica, que indica un mayor riesgo de depredación por rapaces (o al menos un riesgo más diverso) para la perdiz en varias zonas del centro y sur de Navarra (Figura 8).



**Figura 8:** riqueza específica de rapaces potencialmente depredadoras de perdiz en Navarra, expresada como número de especies reproductoras presentes en cuadrículas UTM de 10x10 km.





La zona con mayor riqueza (6 especies) de rapaces depredadoras de perdiz se localiza en dos cuadrículas de la Ribera, en torno al río Ega, e incluye los cotos de Lerín, Carcar y Andosilla. Un área mayor (4 cuadrículas) circunda a estas dos cuadrículas, con 5 especies de estas rapaces, e incluye los cotos de Sesma, Lodosa, Arroniz y Falces. Otra de las zonas, que comprende dos cuadrículas con 5-6 especies de rapaces, se sitúa al suroeste de Pamplona. Un área mayor (5 cuadrículas) con 5 especies de rapaces se localiza al sureste de Pamplona. Otras zonas de alta diversidad de rapaces (5 especies) aunque de menor tamaño (2 cuadrículas) se encuentran al sureste de Navarra, en las Bardenas Reales y entre Caparroso y Marcilla.





**Capítulo 2:**

**INCIDENCIA DE LA DEPREDACIÓN SOBRE LAS**  
**PERDICES ADULTAS**







## **Capítulo 2:**

### **INCIDENCIA DE LA DEPREDACIÓN SOBRE LAS PERDICES ADULTAS.**

#### **1.- MATERIAL Y MÉTODOS:**

##### **1.1.- Marcaje y radio-seguimiento de perdices adultas.**

A lo largo de los años 2007, 2008 y 2009 se marcaron perdices adultas en tres de las áreas de estudio (Corella, año 2007, Arróniz, y Sesma, años 2008 y 2009). Las capturas se realizaron entre febrero y mayo de cada año, empleando dos métodos diferentes: capturas nocturnas con red y capturas con jaulas-trampa y reclamo.

Las capturas nocturnas se hicieron con ayuda de una red triangular y un foco potente en los lugares de descanso nocturno, pocas horas después de anochecer. Para ello, la tarde previa se localizaba a las parejas durante las últimas horas de luz, para identificar lugares próximos donde podrían pasar la noche. Una vez había oscurecido, se buscaba en los lugares posibles de pernoctación y se capturaban las perdices con la ayuda de la red, intentando capturar los dos componentes de la pareja. Este método se utilizó con éxito durante el año 2007, en el coto de Corella, donde las características del hábitat permitieron la localización de las perdices. Los años posteriores resultó extremadamente difícil localizar a los animales por la noche, dado que mostraban tendencia a refugiarse en zonas con vegetación arbustiva, donde no era posible encontrarlas.

El otro método utilizado para capturar las perdices adultas fueron las jaulas-trampa que habitualmente se comercializan para el control de urracas. Estas son de forma hexagonal y están divididas en varios compartimentos. En el compartimento central se coloca un reclamo, en nuestro caso una perdiz de granja (generalmente macho), para atraer con su presencia a las perdices silvestres. En torno al compartimento central hay cuatro compartimentos de captura, provistos de trampillas que se cierran una vez que entra el animal, impidiendo su salida. De este modo es posible capturar varios individuos de





forma simultánea en los distintos compartimentos, por lo que es frecuente capturar la pareja completa en una misma jaula. Las jaulas permanecían activas durante las horas de luz de lunes a viernes, y eran revisadas en intervalos de dos horas para que ningún animal capturado permaneciera mucho tiempo en la jaula, y minimizar así el riesgo de lesiones. Cada año colocamos entre 11 y 24 jaulas trampa, que se ubicaban en zonas donde se habían visto parejas de perdiz o que reunían características propicias para albergarlas. Las trampas se cambiaban de ubicación cada 3-4 días, dado que el mayor número de capturas se producen durante los primeros días tras su colocación.

Los individuos capturados eran sexados, pesados, medidos (longitud y diámetro de tarso), radio-equipados (principalmente las hembras) con collares modelo TW-51 con sensor de mortalidad y 11g de peso (Biotrack Ltd, Dorset, Gran Bretaña), y marcados con anillas de colores en los tarsos, para su posterior reconocimiento. A continuación se liberaban en el lugar de captura (Fotos 10 a 14).

Una vez radio-marcadas y liberadas las perdices se localizaban cada 24-72 horas, con el fin de conocer su área de campeo y su comportamiento reproductivo (emparejamiento, fechas de puesta, incubación, éxito o fracaso de las puestas, tamaño y evolución de las polladas) En los casos en que la perdiz murió durante el seguimiento, el radio-emisor permitió conocer la causa de su muerte.

De forma simultánea a este estudio, el personal de Gestión Ambiental Viveros y Repoblaciones de Navarra llevó a cabo un estudio para el cual también capturaron adultos de perdiz roja, principalmente hembras. Este estudio se desarrolló durante tres años consecutivos (2006, 2007 y 2008) en los cotos de Villatuerta-Cirauqui, Artajona y Falces. El protocolo de captura, marcaje y seguimiento de las perdices fue similar al descrito anteriormente.





**Fotografías 10 a 14:** Proceso de marcaje y toma de datos biométricos de perdiz adulta: Tarsus anillado (foto 10); medida de longitud de tarsus (foto 11); pesado con pesola (foto 12); perdiz adulta ya marcada (foto 13) y perdiz adulta en el momento de la suelta, una vez marcada y tomadas todas las muestras necesarias (foto 14).





## 1.2.- Estima de las tasas de supervivencia de los adultos de perdiz.

A partir de lo observado en la naturaleza en relación a las diferentes etapas del ciclo reproductor de la perdiz, se establecieron cuatro periodos durante el seguimiento de los adultos:

- Periodo pre-reproductivo: desde el marcaje de los primeros adultos (26 de febrero) hasta el primer nido localizado (12 de mayo).
- Periodo de incubación: desde el primer nido localizado (12 de mayo) hasta el último nido localizado (15 de julio).
- Periodo de bandos con pollos: desde el último nido localizado (15 de julio) hasta después de un mes del último nido eclosionado (31 de agosto).
- Periodo de bandos otoñales: desde el 31 de agosto hasta el fin del seguimiento (10 de noviembre).

Para cada uno de estos periodos se estimó la supervivencia de los adultos, incluyendo los datos de las perdices radio-marcadas en los tres cotos de estudio del presente proyecto (Corella, Arróniz y Sesma) entre 2007 y 2009 y los datos de perdices radio-marcadas por GAVRN entre 2006 y 2008 (cotos de Villatuerta-Cirauqui, Artajona y Falces). Para cada individuo se excluyó del análisis la primera semana de seguimiento, eliminando así aquellos individuos que murieron o cuya señal se perdió durante los siete días posteriores a su marcaje, para descartar un posible efecto de la captura, manipulación o marcaje sobre estas mortalidades (Hagen *et al.*, 2006).

Para estimar la supervivencia de las perdices adultas se utilizó la aplicación *Known Fate* del programa MARK (White y Burnham, 1999, Rotella *et al.*, 2004). Esta aplicación está diseñada para historiales de individuos radio-seguídos, y es la única que no requiere modelar la probabilidad de detección, dado que el destino final de los individuos es conocido con certeza. El objetivo de la aplicación *Known Fate* es estimar la probabilidad de supervivencia “S” para cada intervalo de tiempo fijado por el usuario. En este tipo de modelos se conoce el estado de cada individuo (“vivo”/“muerto”) al inicio y final de cada periodo de tiempo, lo que proporciona estimas de supervivencia bastante







precisas (Cooch y White, 2010). Además este programa permite evaluar el efecto de distintos factores (que el programa llama *covariates*) sobre la supervivencia. El programa compara la capacidad explicativa de los modelos considerados que incluyen distintas combinaciones de factores. Los distintos modelos son ordenados de forma creciente según el índice de información de Akaike (AIC). El modelo preferido es aquél con menor AIC y que por tanto explica mayor cantidad de variación de la supervivencia con menor número de parámetros. Los modelos con valores de AIC que difieren menos de 2 con respecto al mejor modelo se consideran igualmente plausibles. Finalmente, el programa proporciona las estimas de supervivencia correspondientes a las combinaciones de factores elegidas por el usuario, con sus correspondientes errores estándar e intervalos de confianza.

Para introducir los datos de cada individuo (“historial de encuentros”) consideramos la quincena como unidad temporal. Sólo se consideraron los datos comprendidos entre el 16 de marzo y el 16 de octubre, dado que la muestra antes y después de este periodo es muy reducida. Como factores se consideraron el sexo de los individuos, la edad (adultos/subadultos), el coto y el año. Obtuvimos así estimas de las supervivencias quincenales, que luego se extrapolaron a valores mensuales para cada periodo del ciclo reproductivo.

## **2.-RESULTADOS Y DISCUSIÓN.**

### 2.1.- Marcaje y radio-seguimiento de perdices adultas.

Durante los tres años de estudio, marcamos un total de **98 perdices adultas**, 9 en Corella, 55 en Arróniz (24 en 2008 y 31 en 2009) 34 Sesma (10 en 2008 y 24 en 2009). De ellas, 56 (57%) eran hembras y 42 (43%) machos. De las perdices capturadas 64 (65%) eran subadultas (perdices nacidas durante la primavera-verano anteriores) y 34 (35%) eran adultas (más de un año de edad). El seguimiento de los animales radio-marcados comenzó a finales de febrero (fecha de primera captura: 26/02/2008) y finalizó en noviembre (última fecha de radio-seguimiento: 16/11/2007). No obstante, a





partir de septiembre-octubre, muchos emisores fueron agotando la batería, cuya vida media es de entre 7 y 9 meses.

Del total de perdices radio-marcadas, 21 llegaron vivas y con su emisor funcionando hasta el final del periodo anual de radio-seguimiento y 20 agotaron la batería del emisor, de modo que 41 perdices (41,8%) llegaron vivas al final del su seguimiento. Treintaicinco perdices (35,7%) murieron **depredadas, 18 (18,4%) de ellas por carnívoro, 14 (14,3%) por rapaces** y 3 por depredadores que no pudimos determinar. En dos casos (2%) la causa de la muerte de las perdices no se pudo determinar y en otro caso se debió a labores agrícolas (1%). De seis individuos (6,12%) se perdió la señal, ya sea debido a un fallo del emisor o al desplazamiento del emisor fuera del área de estudio, posiblemente por un depredador. Trece perdices (13,27%) sufrieron una mortalidad temprana, durante la primera semana tras el marcaje. Estos animales murieron por diversas causas, en unas ocasiones depredadas, en otras parece probable que a consecuencia de las lesiones que se causaron al golpearse en la jaula, o al intentar quitarse el radio-collar, y en otras el motivo no está claro y probablemente tuviera que ver con estrés de captura. En estos casos, especialmente en aquellos en los que el animal fue depredado, no podemos asegurar que la muerte estuviera relacionada con la captura o el marcaje. Sin embargo, estos animales han sido retirados de posteriores análisis estadísticos, para evitar posibles efectos de la captura, el marcaje y la manipulación sobre las estimas de supervivencia.

Contamos también con la información de **69 perdices adultas** marcadas en el estudio realizado por GAVRN. Sus resultados no difieren apenas de los nuestros, principalmente en lo que respecta a la incidencia relativa de los principales depredadores de la especie (Tabla 9). Según estos resultados, entre marzo y octubre la depredación por carnívoros afectó al 18% de las perdices adultas y la depredación por rapaces en torno al 14%.







**Tabla 9:** Destino final y causas de mortalidad o de interrupción del seguimiento del total de las perdices adultas radio-marcadas en el estudio llevado a cabo por el IREC, y el en estudio llevado a cabo por GAVRN.

DESTINO/CAUSA MORTALIDAD		IREC		GAVRN	
		NÚMERO	%	NÚMERO	%
SOBREVIVEN	Fin seguimiento	21	21,43	17	24,64
	Fin batería	20	20,41	6	8,70
	<b>TOTAL</b>	<b>41</b>	<b>41,84</b>	<b>23</b>	<b>33,33</b>
DEPREDACIÓN	Carnívoro	18	18,37	12	17,39
	Rapaz	14	14,29	10	14,49
	Indeterminado	3	3,06	0	0
	<b>TOTAL</b>	<b>35</b>	<b>35,71</b>	<b>22</b>	<b>31,88</b>
<b>MUERTE TEMPRANA</b>		<b>13</b>	<b>13,21</b>	<b>11</b>	<b>15,94</b>
<b>PÉRDIDA DE SEÑAL</b>		<b>6</b>	<b>6,12</b>	<b>8</b>	<b>14,59</b>
<b>DESCONOCIDO</b>		<b>2</b>	<b>2,04</b>	<b>3</b>	<b>4,35</b>
<b>TRAUMA/ATROPELLOAGRIC.</b>		<b>1</b>	<b>1,02</b>	<b>2</b>	<b>2,9</b>
<b>TOTAL</b>		<b>98</b>	<b>100%</b>	<b>69</b>	<b>100%</b>

En total, 96 (57,5%) de las **167 perdices** que se radio-marcaron (98 por nosotros y 69 por GAVRN) llegaron vivas al periodo reproductivo (que hemos fijado como 1 de junio). De ellas 62 fueron hembras (57,9% de las marcadas) y 34 machos (56,7% de los marcados).

A partir del radio-seguimiento de estas perdices pudimos localizar un total de **83 puestas**, 68 de las cuales fueron incubadas por hembras, y 15 fueron incubadas por machos. El 92% de las hembras radio-marcadas en la época reproductiva realizaron al menos una puesta y el 19,3% hicieron además una puesta de reposición al perder la primera. El 44% de los machos (15/34) incubó también una puesta. Un total de 28 hembras perdieron la puesta durante la incubación, y otra perdió la pollada completa al poco tiempo de la eclosión.





Seis de las hembras que perdieron el nido fueron además depredadas durante la incubación. Del total de hembras que, habiendo perdido una puesta, tenían la posibilidad de realizar otra, el 48% la hicieron (11/23).

## 2.2.- Tasas de supervivencia de las perdices adultas.

Para estimar las tasas de supervivencia se consideraron conjuntamente todas las perdices adultas radio-marcadas, tanto por nosotros como por GAVRN, entre los años 2006 y 2009, en las seis zonas de estudio (Corella, Arróniz y Sesma - IREC-; Villatuerta-Cirauqui, Artajona y Falces - GAVRN-). Se excluyó del análisis la primera semana de radio-seguimiento de cada animal para evitar el posible efecto de la captura y el radio-marcaje en la supervivencia de las perdices, tal como se ha explicado más arriba. De ese modo trabajamos con los datos de un total de **143 individuos** en los análisis de supervivencia. Se incluyeron como factores el sexo, la edad de las perdices (adulto/subadultos), el coto de trabajo y el año de estudio. Se consideraron varios posibles modelos para la supervivencia: que sea constante a lo largo del tiempo, variable en función del tiempo (según las quincenas), y diferente para cada uno de los cuatro periodos previamente descritos (pre-reproductivo, incubación, bandos con pollos y bandos otoñales).

El modelo seleccionado para la supervivencia de las perdices adultas fue el que considera una supervivencia distinta para cada uno de los cuatro periodos, sin distinción de sexo, edad, coto o la interacción entre ellos (Tabla 10).



**Tabla 10:** Modelos seleccionados por el programa MARK que mejor explican la supervivencia de las perdices adultas.

MODELO	AIC	$\Delta$ AIC	AIC Weights	Model Likelihood	n° param	Devianza
<b>S. 4 periodos</b>	<b>477,071</b>	<b>0</b>	<b>0,3344</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>469,035</b>
S. 4 periodos + coto	478,602	1,531	0,1556	0,4651	5	468,547
S. 4 periodos + año	478,955	1,883	0,1304	0,39	5	468,9
S. 4 periodos + edad	478,975	1,904	0,1291	0,386	5	468,92
S. 4 periodos + sexo	479,026	1,955	0,1258	0,3763	5	468,971
S. 4 periodos +coto + año	480,393	3,321	0,0635	0,19	6	468,316
S. 4 periodos + edad + sexo	480,927	3,856	0,0486	0,1454	6	468,85
S. Constante	484,558	7,486	0,0079	0,0237	1	482,554
S. Tiempo	485,731	8,66	0,0044	0,0132	14	457,344

La supervivencia más baja correspondió a los machos subadultos durante el periodo pre-reproductivo (supervivencia quincenal 0.907; IC 95%: 0.850-0.944). Probablemente esto guarde relación con el comportamiento de los machos durante este periodo, en el que se exponen más que las hembras durante el emparejamiento. La supervivencia más elevada corresponde a las hembras adultas durante el periodo de los bandos otoñales (supervivencia quincenal 0.978; IC 95%: 0.938-0.992), época en que las perdices están agrupadas en bandos numerosos que suponen una estrategia defensiva frente a los depredadores. De modo que parece lógico que las hembras tengan mortalidades más bajas también durante ese periodo (Tabla 11).



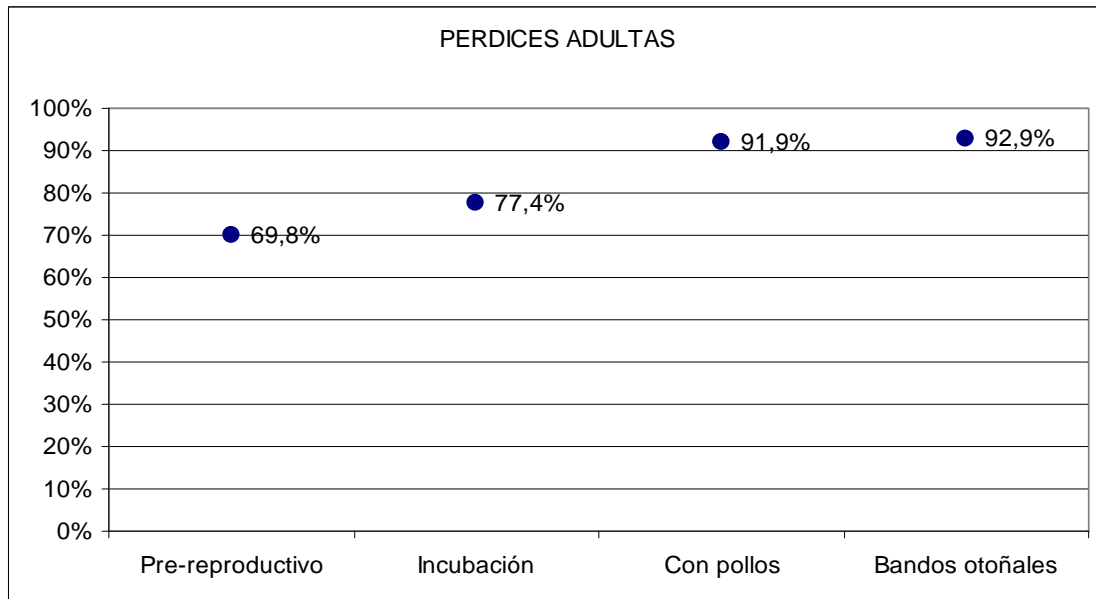


**Tabla 11:** Supervivencias quincenales para todas las perdices adultas y subadultas y para cada uno de los grupos de sexo (macho/hembra) y edad (adulto/subadulto), estimadas por el programa MARK, para cada uno de los periodos de tiempo.

SUPERVIVENCIA	Periodo Pre-reproductivo	Periodo Incubación	Periodo B. con Pollos	Periodo B. otoñales
<b>Media</b>	<b>0.914</b>	<b>0.938</b>	<b>0.972</b>	<b>0.976</b>
Machos adultos	0.915	0.938	0.972	0.976
Machos subadultos	<b>0.907</b>	0.933	0.970	0.974
Hembras adultas	0.920	0.942	0.974	<b>0.978</b>
Hembras subadultas	0.913	0.937	0.972	0.975

Considerando las diferentes duraciones de cada periodo, las supervivencias más bajas corresponden a los periodos pre-reproductivo (de marzo hasta mediados de mayo) y de puesta e incubación de los nidos (mediados de mayo-mediados de julio), tanto para el conjunto de todas las perdices como para cada uno de los grupos de edad y sexo (Figura 9). Esto se debe, probablemente al comportamiento de los animales durante esos dos periodos, en los que se exponen a mayor riesgo de depredación. Durante el periodo pre-reproductivo, las menores supervivencias se explican porque es el periodo de celo, en el que se están formando las parejas, y los animales se exhiben más ante los depredadores. Además, los cultivos se encuentran poco crecidos todavía y disponen de menor cobertura vegetal donde protegerse. Durante el periodo de incubación, los largos periodos de tiempo pasados en el nido hacen que probablemente sean más detectables para los carnívoros mediante el olfato. Estos resultados coinciden con los de un estudio realizado en Málaga en el que Duarte y Vargas (2001) encontraron una elevada mortalidad durante la incubación, que afectó al 3.6% de las hembras.





**Figura 9:** Supervivencia de las perdices adultas (n=143), para la duración completa de cada periodo de seguimiento.

### 2.3.- Relación de la tasa de supervivencia de las perdices adultas con el hábitat

Dado que la tasas de supervivencia de las perdices adultas varía entre los distintos cotos estudiados, se ha comprobado si esta variación está relacionada con características del hábitat. Por otro lado, la supervivencia puede ser denso-dependiente, aumentando al disminuir la densidad de perdices. Otra posibilidad es que guarde relación con la abundancia de sus depredadores, disminuyendo al aumentar la densidad de estos, como resultado de la depredación.

Para evaluar la existencia de estas relaciones se ha calculado la supervivencia por periodos y para el periodo completo en los seis cotos estudiados (Tabla 12) y se ha comprobado la relación con distintas variables del hábitat, con el índice de abundancia de perdices y con el índice de abundancia de zorros.





**Tabla 12:** tasas de supervivencia de las perdices adultas estimadas para los cuatro periodos considerados del ciclo biológico de la perdiz y para el periodo completo de radio-seguimiento (marzo-octubre) en los seis cotos de estudio.

<b>SUPERVIVENCIA</b>					
	<b>Periodo Pre-repr.</b>	<b>Periodo Incubación</b>	<b>Periodo. Bandos con pollos</b>	<b>Periodo. Bandos otoñales</b>	<b>Periodo completo</b>
Villatuerta- Cirauqui	0,929	0,950	0,978	0,981	<b>0,535</b>
Artajona	0,924	0,946	0,976	0,979	<b>0,511</b>
Falces	0,919	0,942	0,975	0,978	<b>0,486</b>
Corella	0,913	0,938	0,973	0,976	<b>0,461</b>
Arróniz	0,907	0,934	0,971	0,974	<b>0,436</b>
Sesma	0,901	0,929	0,968	0,972	<b>0,411</b>

Las variables de hábitat se han extraído partir a de la cartografía digital facilitada por el Departamento de Medio Ambiente del Gobierno de Navarra. Para cada coto se han calculado los porcentajes de superficie cubierta por los distintos usos del suelo (forestal, improductivo, cultivos de regadío, cultivos de secano y total de cultivos; regadío+secano). Se ha calculado el índice de diversidad de Shannon de hábitats incluyendo los grupos anteriormente mencionados pero distinguiendo cuatros tipos de regadíos, de menos (< 1 riego/año) a más intensivo (riego permanente). Además se ha calculado el tamaño medio de los parches de cada coto, considerando como parche cada parcela del terreno continua ocupada por un tipo de uso uniforme. Los índices de abundancia de zorro y perdiz se han obtenido a partir de recorridos nocturnos (zorro) y diurnos realizados durante el periodo de seguimiento en cada zona de estudio (Tabla 13).



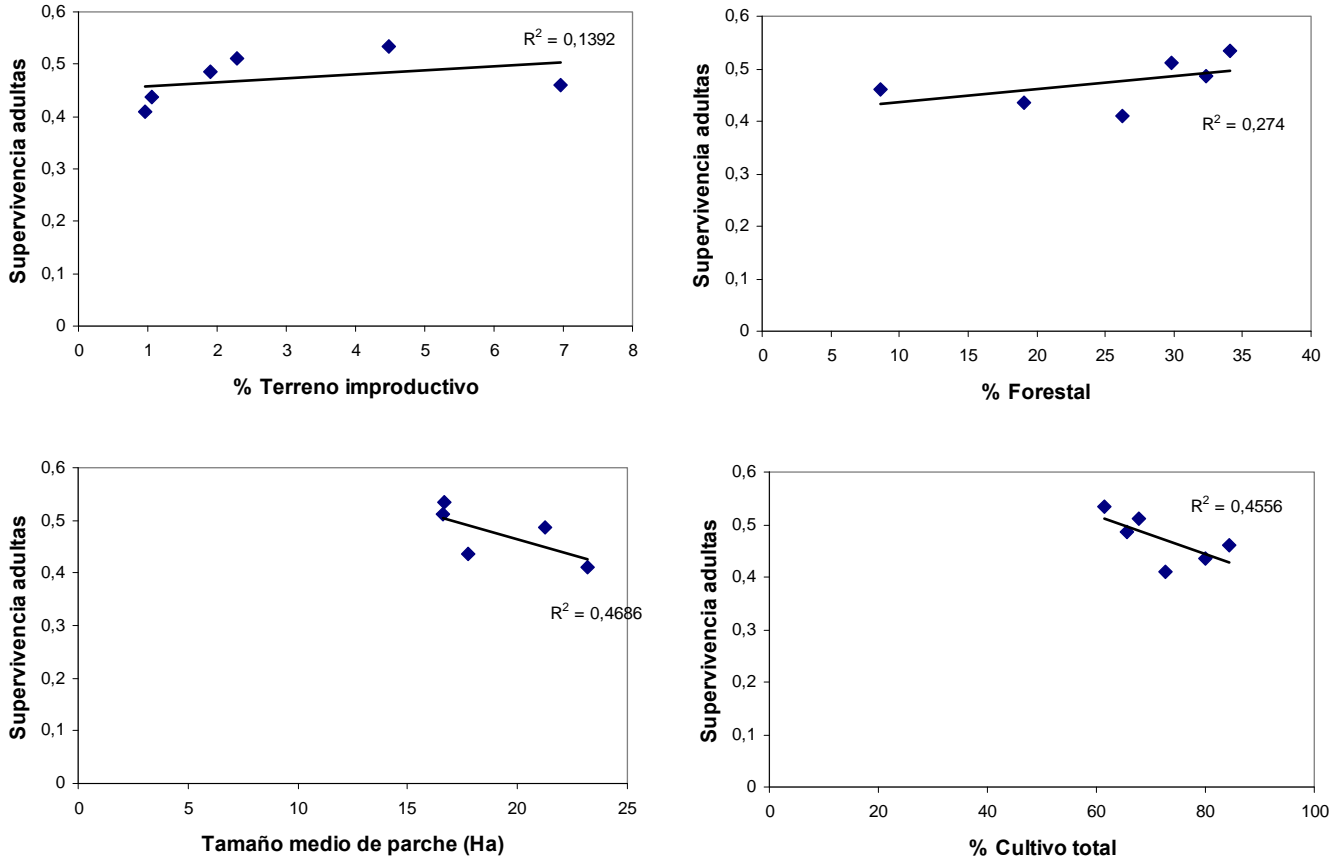
**Tabla 13:** características de hábitat y de abundancia relativa de zorro y perdiz de las seis áreas donde se ha estimado la tasa de supervivencia de perdices adultas.

	HABITAT							IKA ZORRO	IKA PERDIZ
	% Forestal	% Improd.	% Regadío	% Secano	% Cultivo	Divers. H Shannon	Tamaño Parche		
Villatuerta- Cirauqui	34,1	4,5	0,7	60,7	61,4	0,345	16,7	0,108	2,347
Artajona	29,8	2,3	0,4	67,5	67,9	0,319	16,6	0,133	5,446
Falces	32,4	1,9	13,4	52,3	65,7	0,459	21,3	0,087	2,144
Corella	8,6	7,0	77,6	6,8	84,4	0,699	-	-	-
Arroniz	19,0	1,1	0,4	79,5	79,9	0,248	17,7	0,114	2,624
Sesma	26,3	1,0	2,3	70,5	72,8	0,316	23,2	0,110	3,196

Las perdices adultas tuvieron una mayor supervivencia en cotos con mayor proporción de terreno forestal ( $r^2 = 27,4\%$ ,  $n = 6$ ,  $P = 0,287$ ), menor proporción de cultivos ( $r^2 = 45,6\%$ ,  $n = 6$ ,  $P = 0,142$ ), mayor proporción de terreno improductivo ( $r^2 = 13,9\%$ ,  $n = 6$ ,  $P = 0,466$ ) y menor tamaño medio de parche ( $r^2 = 46,9\%$ ,  $n = 5$ ,  $P = 0,202$ ; Figuras 10 a 13), aunque ninguna de estas tendencias fue significativa. Este hecho posiblemente guarde relación con el reducido número de áreas de estudio. No existió una relación clara entre la supervivencia y la diversidad de hábitat, la abundancia de zorro ni la abundancia de perdiz. Según un reciente estudio realizado en áreas del centro-sur de España, las perdices con mayor probabilidad de supervivencia habitan en áreas con vegetación diversa y elevado índice de bordes de hábitat (Buenestado et al., 2009), que implican mayor refugio frente a depredadores. Las relaciones que hemos observado en Navarra podrían explicarse por una mayor disponibilidad de refugio y por tanto un menor riesgo de depredación en las zonas con las características mencionadas. Así, el riesgo de ser depredadas sería mayor en zonas con más cultivos, menos áreas forestales, menos terreno improductivo y con parcelas de mayor superficie.







**Figuras 10 a 13:** relación entre la supervivencia de perdices adultas y características del paisaje a nivel de área de estudio.

La tendencia global en las últimas décadas en el medio donde habitan las perdices en Navarra se caracteriza por un aumento de las áreas cultivadas, un aumento del tamaño de parcelas, a consecuencia de procesos de concentración parcelaria, con la consiguiente pérdida de pequeñas estructuras del paisaje, como linderos, que actúan como refugio para la perdiz. Según Buenestado et al. (2009), el declive de las poblaciones de perdiz podría evitarse aumentando la complejidad y la conectividad del paisaje, lo que reduciría el riesgo de depredación, al igual que parecen apuntar nuestros resultados.





**Capítulo 3:**

**INCIDENCIA DE LA DEPREDACIÓN SOBRE**  
**NIDOS DE PERDIZ ROJA**





### **Capítulo 3:**

## **INCIDENCIA DE LA DEPREDACIÓN SOBRE NIDOS DE PERDIZ ROJA.**

Para estimar la incidencia de la depredación sobre las puestas de perdiz se utilizaron dos métodos de estudio: (i) colocación y seguimiento de nidos artificiales de perdiz, que simulan en aspecto y ubicación a las puestas naturales, y (ii) seguimiento de puestas naturales de perdiz localizadas a partir del radio-seguimiento de perdices adultas.

### **1.-DEPREDACIÓN DE NIDOS ARTIFICIALES DE PERDIZ ROJA.**

El uso de nidos artificiales es un método indirecto para estimar el impacto de depredación que sufren los nidos naturales. Dada la dificultad de localizar un número elevado de nidos naturales en el campo y determinar las causas de pérdida es un método ampliamente utilizado para especies de aves que ponen sus nidos tanto en el suelo como en vegetación arbustiva o arbórea (King, et al. 1999, Zanette y Jenkins 2000, Pärt y Wretenberg 2002, Zanette 2002). A partir de las marcas encontradas en los huevos, en los nidos y en el entorno de los mismos se puede identificar al causante de la depredación y evaluar la incidencia relativa de cada grupo de depredadores sobre las puestas de perdiz en distintas zonas de estudio.

#### **1.1.- MATERIAL Y MÉTODOS:**

El estudio se realizó durante tres años consecutivos (2006, 2007 y 2008) en un total de 11 cotos distintos de Navarra (Tabla 2, Áreas de estudio). Los criterios para escoger las zonas de estudio variaron ligeramente entre años, respondiendo a diferentes objetivos.

Durante el año 2006 se colocaron nidos artificiales de perdiz en siete cotos distribuidos en las tres comarcas de perdiz de Navarra (Caparroso, Corella, Falces, Fontellas Lerín, Ujué, y Villatuerta, ver Figura 4, Áreas de estudio)





tratando de cubrir todo el espectro de hábitats donde está presente la especie en Navarra.

Para la instalación de nidos artificiales en el año 2007 se seleccionaron tres cotos con un interés especial para el estudio. Los acotados de Corella y Ujué habían presentado niveles de depredación extremos en los resultados obtenidos durante las experiencias del año previo. También se instalaron nidos artificiales en Artajona, donde la empresa Gestión Ambiental, Viveros y Repoblaciones de Navarra realizó durante el mismo año un estudio que aportaba datos complementarios de interés para nuestro trabajo.

Durante el año 2008 se repitió la experiencia en los cotos de Arróniz (2 zonas), Sesma (2 zonas) y Falces (una zona), donde simultáneamente se realizaron labores de radio-marcaje y seguimiento de perdices adultas que permitían localizar puestas naturales de perdiz y así comparar los resultados obtenidos con ambas metodologías.

El protocolo de elaboración, instalación y revisión de los nidos artificiales y el análisis de los datos ha sido el mismo en los tres años y en todas las zonas de estudio.

#### 1.1.1.- Instalación y revisión de los nidos artificiales.

Los nidos artificiales fueron colocados coincidiendo con el periodo de puesta de la perdiz en Navarra. En cada zona de estudio se colocaron un nido cada 100-200 metros a lo largo de un camino que discurría por ambientes representativos del coto, hasta un total de 30 nidos (20 el año 2008). Cada nido constaba de 6 huevos, cuatro de ellos de escayola (imitando en aspecto los huevos naturales) y dos naturales de perdiz (enteros o vaciados y rellenos de escayola, alternativamente). Los huevos se fijaron mediante un sedal clavado al suelo, y se ubicaron en emplazamientos similares a los utilizados por las perdices silvestres.



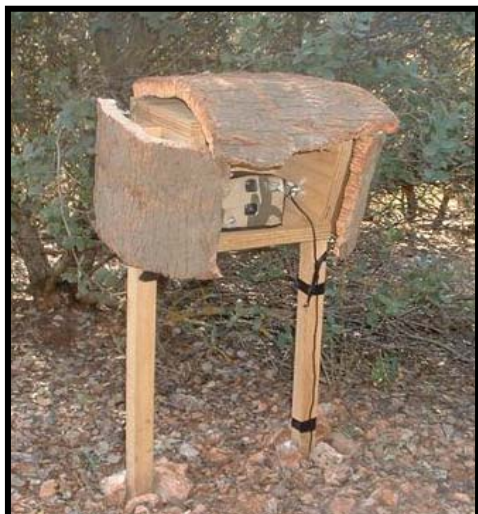


**Fotografías 15 y 16:** A la izquierda, detalle de dos huevos de los empleados en los nidos artificiales (izquierda, un huevo de escayola con el sedal de sujeción, a la derecha, un huevo natural de perdiz). A la derecha, un nido artificial emplazado en el terreno para simular un nido real.

Los nidos permanecieron colocados durante un total de 25 días, periodo similar al de incubación de la especie (Tabla 14). Se realizó una primera revisión a los 10-15 días de la colocación, retirando aquellos nidos con 3 o más huevos depredados. A los 25 días todos los nidos, tanto depredados como no, fueron retirados y debidamente etiquetados. En ambas revisiones, en los casos de nidos depredados, se examinaron minuciosamente las marcas dejadas en la escayola (picos, uñas, dientes) por los posibles depredadores. Además se revisó el propio nido y su entorno en busca de cualquier indicio que ayudara a la identificación. Durante la segunda revisión se tomó información detallada acerca de la cobertura vegetal, altura de la vegetación y grado de ocultación de los nidos para caracterizar el micro-hábitat y poder relacionarlo con la probabilidad de depredación de los nidos. Hemos considerado los siguientes grupos de depredadores: córvidos, carnívoros, jabalíes, roedores y reptiles.

Durante el año 2006, en tres cotos se colocaron cámaras-trampa junto a los nidos artificiales, como método complementario para ayudar a la identificación de los depredadores (Fotografías 17 y 18). Las cámaras-trampa fueron revisadas semanalmente para comprobar la carga de las baterías y el correcto funcionamiento de los dispositivos y renovar los carretes en caso de ser necesario.





**Fotografías 17 y 18.** Cámara trampa (foto izquierda) y células fotoeléctricas (derecha) dispuestas para el funcionamiento.

**Tabla 14:** Fechas de instalación, revisión y retirada de nidos artificiales cada año en las zonas de estudio.

AÑO	COTO	INSTALACIÓN	1ª REVISIÓN	2ª REVISIÓN
2006	Villatuerta	18/05/2006	02/06/2006	12/06/2006
	Ujué	24/05/2006	08/06/2006	18/06/2006
	Lerín	25/05/2006	09/06/2006	19/06/2006
	Falces	26/05/2006	10/06/2006	20/06/2006
	Caparroso	19/05/2006	03/06/2006	13/06/2006
	Corella	22/05/2006	06/06/2006	16/06/2006
	Fontellas	23/05/2006	07/06/2006	17/06/2006
2007	Artajona	07/05/2007	17/05/2007	31/05/2007
	Corella	08/05/2007	18/05/2007	01/06/2007
	Ujué	16/05/2007	28/05/2007	09/06/2007
2008	Arróniz Zona 1*	09/06/2008	24/06/2008	03/07/2008
	Arróniz Zona 2*	09/06/2008	24/06/2008	03/07/2008
	Sesma Zona 1*	10/06/2008	25/06/2008	04/07/2008
	Sesma Zona 2*	10/06/2008	25/06/2008	04/07/2008
	Falces	11/06/2008	26/06/2008	05/07/2008

\*Zona 1: Zona sin control experimental de depredadores.

Zona 2: Zona con control experimental de depredadores.







### 1.1.2.-Estima de la abundancia de perdiz, depredadores y otras presas y relación con la depredación de nidos artificiales de perdiz.

A lo largo de los tres años se realizaron censos diurnos y nocturnos en todas las zonas de estudio, con el objetivo de obtener una estima de las abundancias de perdiz, córvidos y rapaces (censos diurnos) y carnívoros, conejos y liebres (censos nocturnos), y comprobar si existía relación entre estas y la depredación observada en los nidos artificiales.

Los censos diurnos se realizaron en dos épocas del año, coincidiendo con los momentos en los que las poblaciones se encuentran en el mínimo (abril-mayo) y máximo poblacional (septiembre-octubre). Se siguieron los recorridos marcados en los Planes de Ordenación Cinegética de cada coto para los censos de córvidos. Los censos se realizaron preferentemente por la mañana, comenzando aproximadamente 1-1.5 horas después de amanecer, circulando en coche a una velocidad media de 20 Km/hora se anotaron todos los avistamientos de interés. Para cada avistamiento se anotaba la distancia recorrida desde el inicio del recorrido en el punto en que se observó el animal o bando, la especie, el número de individuos vistos, y cualquier particularidad del avistamiento. Además se anotaba la hora de inicio y final de cada recorrido y las condiciones atmosféricas, aunque siempre se trató de realizar los censos en días sin lluvia ni viento. En cada zona se hicieron un mínimo de dos repeticiones en cada época, espaciados entre 15 días y un mes, evitando los meses de mayo y junio, cuando la altura del cereal reduce mucho la visibilidad. En tres de las zonas de estudio durante el año 2006 (Lerín, Falces y Ujué) no se pudieron realizar censos en primavera, porque estos cotos fueron incorporados en el estudio posteriormente.

Los censos nocturnos se hicieron coincidir en recorrido y fecha con los que realiza cada coto en cumplimiento de su Plan de Ordenación Cinegética. Se realizaron durante el periodo estival, circulando en un vehículo a una velocidad media de 15-20Km/h, con dos faros halógenos que iluminan a ambos lados del camino realizando “barridos” por el terreno circundante. Se realizaron entre uno y cuatro repeticiones en cada zona, espaciadas aproximadamente un mes entre sí.





Como índice de abundancia de las especies de interés (perdiz, picaraza, zorro, liebre y conejo) se han calculado índices kilométricos de abundancia (IKA: nº de animales avistados/ nº de kilómetros recorridos). Además contamos con datos de densidades de perdices que nos facilitaron las sociedades de los cotos donde se trabajó, a partir de las batidas que realizan en primavera.

Para análisis posteriores que relacionan la abundancia de estas especies con otras variables (como probabilidad de depredación de nidos) se han empleado los IKAs, puesto que esta variable siempre ha estado disponible para todos los censos y especies.

### 1.1.3.- Análisis del riesgo medio de depredación de nidos por coto.

Se hizo un análisis de los factores que afectan a la proporción de nidos depredados en cada área de estudio como una estima de la probabilidad global de depredación de los nidos de perdiz. Se buscaron posibles relaciones con variables descriptoras globales del conjunto de cada coto, del hábitat y de la abundancia de depredadores. Como potenciales variables predictoras de la probabilidad de depredación de los nidos se consideraron:

- Los porcentajes de usos de suelo en cada acotado (regadío, seco, total de cultivos, forestal, y terreno improductivo), obtenidos a partir de cartografía digital.
- La altitud y pendiente medias, calculadas a partir del modelo digital del terreno.
- Los índices de abundancia (IKAs) de zorro y urraca, así como de perdiz y de otras presas alternativas (liebre y conejo) obtenidos a partir de censos.

Se comprobó si existía relación entre la probabilidad de depredación media de nidos artificiales, estimada para cada coto, y estas variables. También se analizó cuáles de estas variables influyen en la incidencia de los principales grupos de depredadores (córvidos y carnívoros) sobre los nidos artificiales.

Para estos análisis se emplearon los datos obtenidos durante 2006 y 2007 en los experimentos con nidos artificiales en 11 cotos del centro y sur de Navarra.





## **1.2.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### 1.2.1. Resultados de los nidos artificiales.

Globalmente, considerando todas las áreas y años de estudio, la tasa media de pérdida de nidos artificiales fue del **30% ± 6%**, (media ± error estándar), aunque las variaciones anuales van desde el 14% de 2008 hasta el 42% de 2006.

Los resultados obtenidos de las experiencias llevadas a cabo durante el **año 2006** indican una gran variación entre cotos en la incidencia de la depredación sobre los nidos artificiales, desde nula en Ujué, hasta un 93% en Corella. Sin embargo la mayoría de las áreas de estudio sufrieron niveles de depredación medios, entre el 50% de Fontellas y el 67% de Falces.

Durante las experiencias del **año 2007**, los niveles más altos de depredación correspondieron de nuevo a Corella (50%), y los más bajos a Ujué (17%), con valores intermedios en Artajona (donde no se realizó la experiencia el año 2006).

En el **año 2008**, los niveles de depredación sufridos por los nidos artificiales fueron en general bajos, y muy parecidos en todas las zonas de estudio. Los mayores porcentajes de nidos depredados durante este año (20%) los encontramos en la zona del acotado de Arróniz donde no se realizó control de depredadores (Arróniz Zona 1), en la zona con control de depredadores del acotado de Sesma (Sesma Zona 2) y en el coto de Falces (Tabla 15). Donde menos depredación encontramos fue la zona de Sesma sin control de depredadores (Sesma Zona 1), en la que no se perdió ningún nido (Tabla 15)

Durante los tres años de estudio, los nidos fueron depredados en proporciones similares en el periodo entre la instalación y la primera revisión y en el periodo entre esta y la segunda revisión, cuando finalizó el experimento (Tabla 15), a excepción de los cotos de Villatuerta y Corella (año 2006), donde la mayor parte de las depredaciones ocurrieron al principio del experimento. Esto indica que la probabilidad de depredación fue gradual a lo largo del periodo de incubación.





**Tabla 15:** Resultados globales de los experimentos con nidos artificiales en cada una de las zonas de estudio. Se indica el año, número de nidos depredados hallados en las dos revisiones (a los 10-15 y 25 días respectivamente), el total de nidos depredados y no depredados y los porcentajes.

AÑO	COTO	NIDOS DEPREDADOS				NIDOS NO DEPREDADOS	
		1ª Revisión	2ª Revisión	Total N	%	N	%
2006	VILLATUERTA	10	1	11	27%	19	73%
	UJUÉ	0	0	0	0%	30	100%
	LERIN	8	6	14	47%	16	53%
	FALCES	6	4	10	33%	20	67%
	CAPARROSO	6	7	13	43%	17	57%
	CORELLA	23	4	28	97%	2	3%
	FONTELLAS	10	5	15	50%	15	50%
<b>MEDIA 2006</b>				<b>42%±11%</b>		<b>58%±11%</b>	
2007	ARTAJONA	3	3	6	20%	24	80%
	CORELLA	7	8	15	50%	15	50%
	UJUÉ	4	1	5	17%	25	83%
<b>MEDIA 2007</b>				<b>29%±11%</b>		<b>71%±11%</b>	
2008	ARRÓNIZ Zona 1	3	1	4	20%	16	80%
	ARRÓNIZ Zona 2	1	1	2	10%	18	90%
	SESMA Zona 1	0	0	0	0%	20	100%
	SESMA Zona 2	2	2	4	20%	16	80%
	FALCES	1	3	4	20%	16	80%
<b>MEDIA 2008</b>				<b>14%±4%</b>		<b>86%±4%</b>	
<b>MEDIA TOTAL</b>				<b>30%±6%</b>		<b>70%±6%</b>	





De forma global y considerando los nidos instalados (N = 400) en todas las zonas de estudio entre 2006 y 2008, los **córvidos** fueron los depredadores más importantes, depredando sobre el **20%** de los nidos artificiales, seguidos de los **carnívoros** que depredaron sobre el **10%**. La **agricultura** es la siguiente causa de pérdida de nidos, representando la pérdida del **4%** de los nidos, superando las pérdidas por lagarto (3%), jabalí (2%) y roedores (1%).

Los distintos trabajos realizados con nidos artificiales en nuestro país coinciden en que los córvidos son uno de los principales depredadores de nidos de perdiz (Herranz, 2000; García y Vargas, 2000; Blanco-Aguiar et al., 2001). En zonas mixtas de cultivos de secano y manchas de monte de la provincia de Toledo, el principal depredador de nidos fueron las urracas (39% de los nidos), seguidos de los erizos (32%) y los cánidos (zorros y perros asilvestrados, 18%; Herranz 2000). Sin embargo en Quintos de Mora (Ciudad Real), el jabalí fue el principal depredador de nidos (32%), por delante de los córvidos (20%; García y Vargas, 2000)

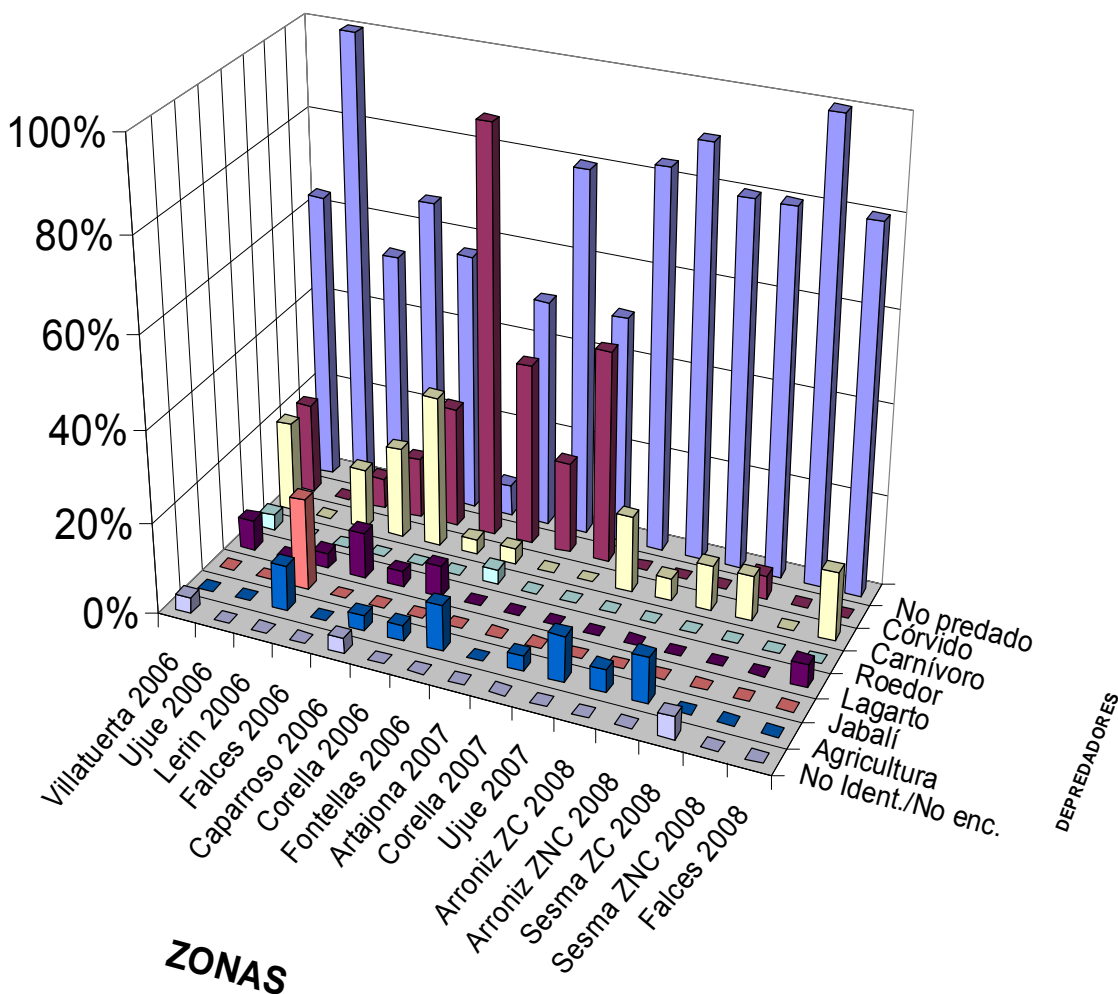


**Fotografías 19 y 20:** Algunos de los depredadores potenciales de nidos de perdiz en Navarra (zorro,y urraca), junto al nido artificial. Imágenes tomadas con cámaras-trampa.





### DEPREDADORES POR ZONAS



**Figura 14:** Porcentaje de nidos artificiales de cada zona estudiada que permanecieron intactos (no depredados), y que fueron depredados por cada uno de las categorías de depredadores o destruidos.

Durante los años 2006 y 2007, los **córvidos** depredaron sobre el 24% y del 22% de todos los nidos, respectivamente (Figura 14). Este grupo fue el depredador más importante en 3 de las áreas estudiadas en 2006 (Villatuerta, Corella y Fontellas) y 2 de las estudiadas en 2007 (Corella y Artajona). Los **carnívoros** fueron el depredador más importante en dos de las áreas de estudio del año 2006 (Falces y Caparroso) y en una de 2007 (Ujué), y el principal depredador (y en algunos casos el único) en todas las zonas de estudio durante el año 2008 (Arróniz Zonas C y NC, Sesma ZC, y Falces),







donde las densidades de córvidos eran, en general, muy bajas. El **jabalí** fue un depredador importante únicamente en el coto de Lerín, donde supuso la pérdida del 20% de los nidos en el año 2006. El resto de los depredadores identificados por las marcas dejadas en los nidos artificiales nunca presentaron incidencias locales superiores al 10%, siendo este el valor del lagarto ocelado en Falces (año 2006).

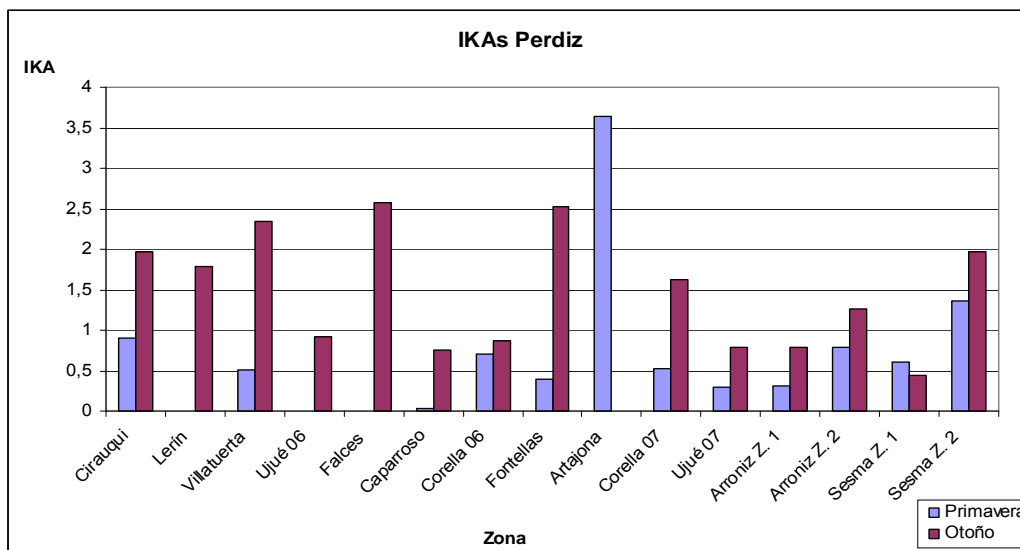
Por último, y aunque no se trate exactamente de depredación, en 8 de las zonas de estudio se produjeron pérdidas de nidos por **labores agrícolas** y otras actividades humanas, llegando a afectar en algunos casos hasta al 10% de los nidos. Las labores agrícolas llegaron a ser la segunda causa de pérdida de nidos artificiales en algunas zonas (Fontellas en 2006 y Arróniz Zonas 1 y 2 en 2008, Figura 14), lo que indica que podría ser una causa localmente importante de pérdida de nidos de perdiz roja.

#### 1.2.2. Abundancia de perdices, depredadores y otras presas y relación con la depredación de nidos artificiales de perdiz.

A partir de los Índices Kilométricos de Abundancia (IKA) de perdiz de primavera y otoño calculamos un índice de productividad de perdiz como la relación IKA otoño/ IKA primavera para cada coto, en los años 2006 y 2007. El índice de abundancia de perdiz en 2006 aumentó notablemente de primavera a otoño en todos los cotos, excepto en Corella, donde el incremento fue mucho menor (relación IKA otoño/IKA primavera = 1,21; Figura 15). Este hecho podría estar relacionado con una alta tasa de depredación de nidos, de acuerdo con los resultados de los experimentos de nidos artificiales. No obstante, durante el año 2007 el incremento de las poblaciones de primavera a otoño en Corella fue mucho mayor, (relación IKA otoño/IKA primavera = 3.11). En Sesma (Zona 1) la abundancia de perdiz en 2007 no solo no aumentó sino que descendió entre la primavera y el otoño. Parece probable que esto se debiera más a una disminución de la visibilidad en esta zona en otoño, con cultivos de viña y olivos, dificultando el avistamiento de los animales, que a una disminución real de sus poblaciones.

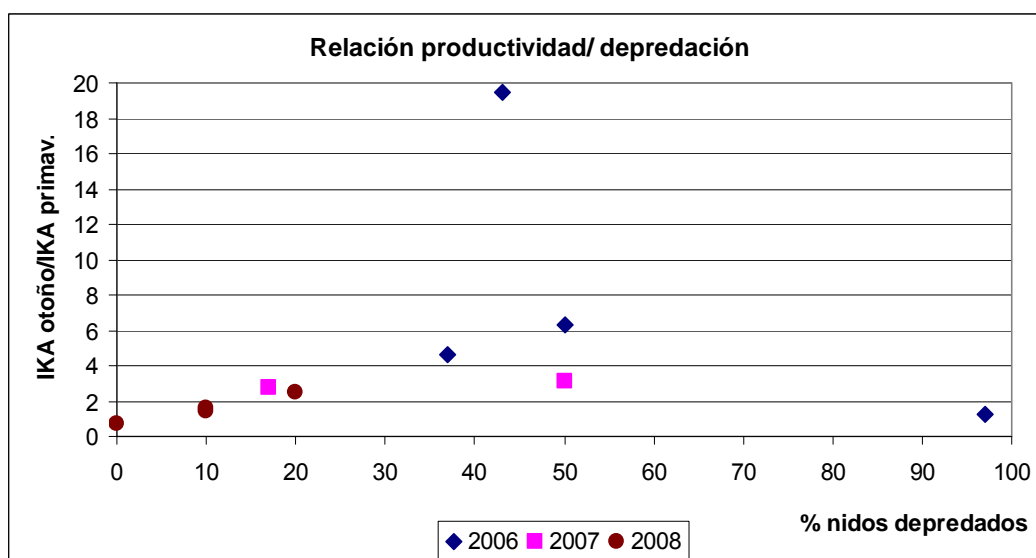






**Figura 15:** Índice Kilométrico de Abundancia (IKA) de perdiz en primavera y otoño para las distintas áreas de estudio durante 2006, 2007 y 2008. No se pudieron obtener los índices de primavera de Lerín, Ujué y Falces en 2006, ni el índice de otoño para Artajona para 2007.

A partir de los resultados obtenidos en las zonas de estudio en 2006 parecía existir una relación inversa, aunque no significativa, entre la productividad de la perdiz (IKA otoño / IKA primavera) y la tasa de depredación de los nidos. Sin embargo, los datos obtenidos en 2007 y 2008 no parecen apoyar esta relación (Figura 16).



**Figura 16:** relación entre la productividad de perdiz, medida como el cociente entre los índices de abundancia de otoño y primavera, y la probabilidad de depredación de nidos de perdiz, estimada a través de nidos artificiales en 2006, 2007 y 2008.





La abundancia de urracas varió bastante de unas zonas a otras. Los índices observados para cada una de las zonas en ambas estaciones del año se detallan en la tabla 16.

**Tabla 16:** Índice kilométrico de abundancia de perdiz en primavera y otoño en los cotos donde se realizó el estudio entre los años 2006 y 2008. Las casillas marcadas con \* corresponden a zonas para las que carecemos de esa información.

AÑO	COTO	IKA primavera	IKA otoño
2006	CIRAUQUI	0,263	0,124
	LERIN	*	0,331
	VILLATUERTA	1,043	0,868
	FALCES	*	0,7765
	UJUE	*	0,1
	CAPARROSO	0,059	0,533
	CORELLA	1,77	2,5
	FONTELLAS	0,731	0,937
2007	ARTAJONA	0,023	0,053
	CORELLA	1,25	2,12
	UJUÉ	0	0,057
2008	ARRÓNIZ Z.1	0,062	0
	ARRÓNIZ Z.2	0	0
	SESMA Z.1	0	0
	SESMA Z.2	0	0,16
	FALCES	*	*

En cuanto a los índices de abundancia de zorros, conejos y liebres, los resultados obtenidos se muestran en la siguiente tabla (Tabla 17).





**Tabla 17:** Índices Kilométricos de Abundancia (IKA) de zorro, conejo y liebre, calculados a partir de los censos nocturnos desde vehículo en cada uno de los cotos entre mayo y septiembre de los años 2006, 2007 y 2008.

AÑO	COTO	ZORRO	CONEJO	LIEBRE
2006	CIRAUQUI	0,12	3,33	0
	LERIN	0,33	0,53	0,26
	VILLATUERTA	0,13	2,03	0,03
	FALCES	0,08	2,33	0,18
	UJUE	0,35	1,10	0,18
	CAPARROSO	0,73	20,83	0,65
	CORELLA	0,28	12,13	2,13
	FONTELLAS	0,20	34,27	3,35
2007	ARTAJONA	0,18	0,45	0,25
	CORELLA	0,15	12,8	2,2
	UJUÉ	0,12	0,06	0,02
2008	ARRÓNIZ Z.1	0,22	0,39	0,50
	ARRÓNIZ Z.2	0,14	0,46	0,60
	SESMA Z.1	0,28	1,16	0,84
	SESMA Z.2	0,25	0,4	0,85
	FALCES	0,64	0,35	-

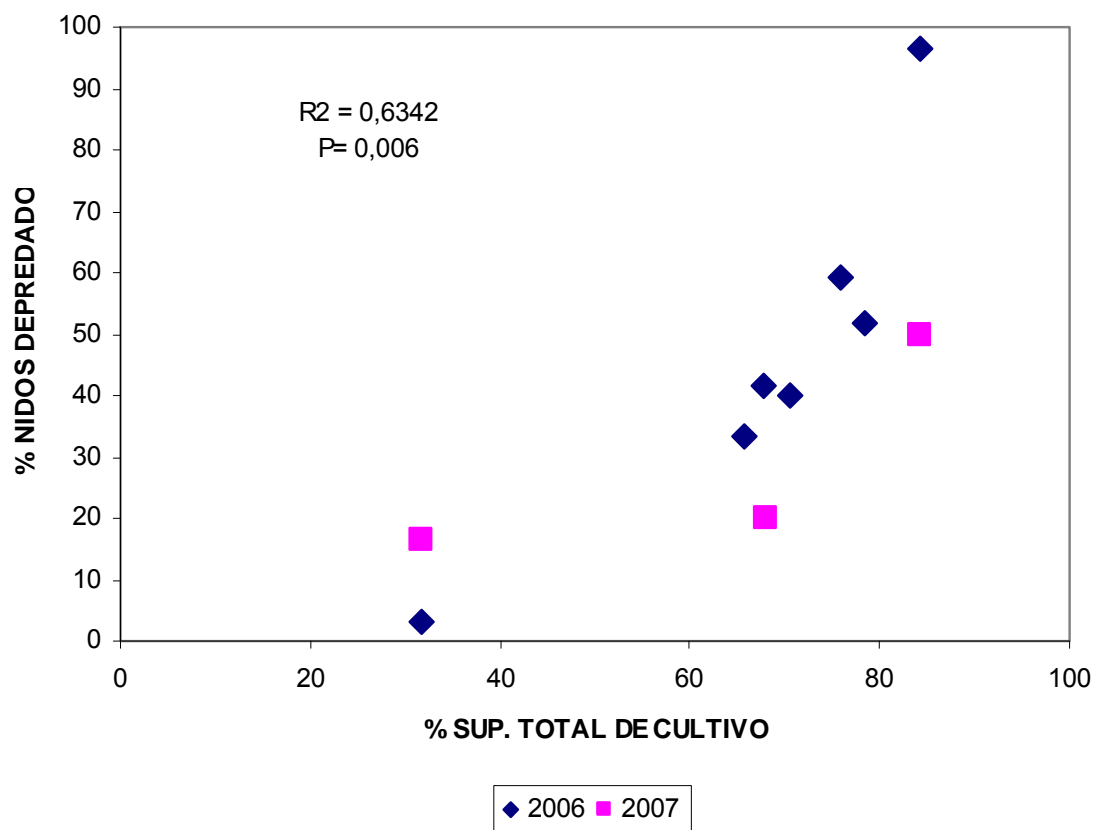
### 1.2.3. Análisis del riesgo medio de depredación de nidos por coto.

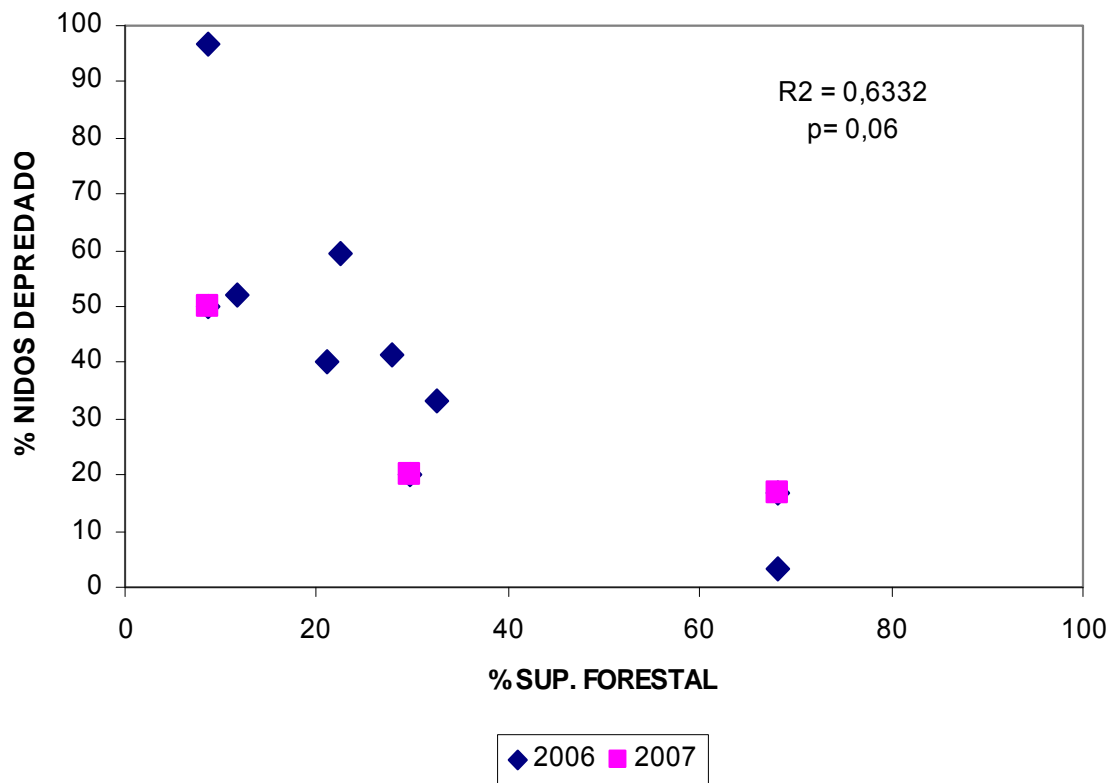
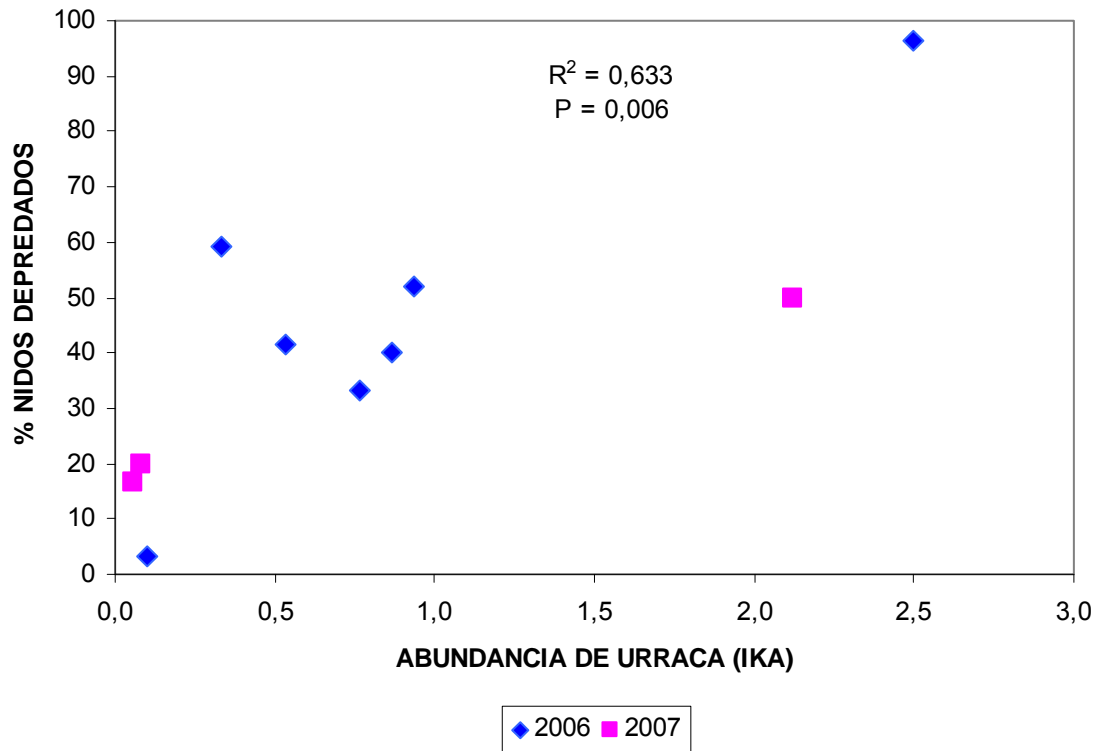
Se ha analizado la relación entre la probabilidad de depredación media de nidos de cada área de estudio con cada uno de los factores de usos del suelo, relieve, abundancia de perdices, de depredadores, y presas alternativas. A partir de los resultados obtenidos en 2006 y 2007 se comprobó que el porcentaje de nidos depredados está relacionado de forma significativa y positiva con el porcentaje de terreno dedicado a cultivos (Figura 17) y con la





abundancia de urracas (Figura 18) y negativamente con el porcentaje de terreno forestal (Figura 19). Existe una mayor probabilidad de depredación de los nidos en cotos con mayor porcentaje de superficie dedicada a cultivos y menor superficie dedicada a terreno forestal, y con mayor abundancia de urracas. Las tres variables están a su vez correlacionadas de forma significativa, positivamente la abundancia de urracas con la proporción de cultivos ( $r_s = 0.7$ ) y estas dos negativamente con la proporción de superficie forestal ( $r_s = -0.73$ ,  $r_s = -0.99$ , respectivamente). Por lo tanto representan un mismo gradiente de mayor transformación de los hábitats hacia los cultivos, que a la vez favorece la abundancia de picarazas, que parece ser el factor inmediato causante de la probabilidad de depredación de los nidos.





**Figuras 17, 18 y 19:** Relación entre la proporción de nidos depredados en los distintos cotos estudiados y la proporción de superficie total de cultivo (figura 17), abundancia (IKA) de urracas (figura 18), y superficie forestal en cada coto (figura 19). Se representan los resultados de 7 cotos estudiados en 2006 y de 3 cotos estudiados en 2007.





## **2.-DEPREDACIÓN DE NIDOS NATURALES DE PERDIZ ROJA.**

### **2.1.- MATERIAL Y MÉTODOS:**

#### 2.1.1- Localización y seguimiento de puestas.

El marcaje y radio-seguimiento de perdices adultas durante las primaveras de los años 2007, 2008 y 2009 en distintos cotos de Navarra permitió la localización de sus puestas en el periodo reproductivo. Esto nos permitió conocer con bastante exactitud el momento en que se inició la puesta, estimar la fecha de eclosión, el sexo del adulto que incubó, el tamaño de la puesta y el éxito o fracaso de la misma. Además, nos permitió conocer la causa de la pérdida en los casos en los que los nidos no llegaron a eclosionar, y, en algunos casos, identificar el depredador responsable de la pérdida. Una vez producida la eclosión, se revisaron los nidos para comprobar el tamaño de la puesta, el número de huevos eclosionados y el de aquellos que no llegaron a eclosionar. Se recogieron los restos de cascarones y huevos no eclosionados, en caso de haberlos, para tratar de determinar la causa por la que no eclosionaron.



**Fotografías 21 y 22:** Nido de perdiz eclosionado (izda.) y nido de perdiz parcialmente depredado y en consecuencia abandonado por la hembra (dcha.).





En caso de haberse producido la depredación de la puesta, fotografiamos el lugar, recogimos los restos de los huevos y anotamos todos los indicios del nido y el entorno que pudieran aportar información acerca del depredador. De esta manera, pudimos estimar el número de puestas realizadas por cada perdiz, proporción de machos que colaboran en la incubación, puestas de reposición realizadas y tasas de éxito y fracaso de las mismas. Esto nos proporcionó una valiosa información acerca de la etapa reproductora de la perdiz roja.

### 2.1.2.- Estima de supervivencia de nidos naturales.

Para estimar la supervivencia de los nidos y comparar el efecto de distintos factores se emplearon los modelos de supervivencia de nidos (*nest survival*) del programa MARK (White y Burnham, 1999, Rotella et al., 2004). Este método mejora el método clásico de Mayfield para estimar la supervivencia de nidos (Bart y Robson, 1982), que requiere asumir que la tasa de supervivencia diaria es constante durante el periodo considerado. El programa MARK no necesita realizar dicha asunción y permite modelar la tasa de supervivencia diaria como una función de distintos factores o covariables específicas del nido, del grupo o del tiempo. Para ello emplea modelos lineales generalizados basados en probabilidad binomial, seleccionando los mejores según sus valores del índice de Akaike (AIC, *Akaike's Information Criterion*), que tiene en cuenta la "devianza" (una medida de la diferencia entre las frecuencias observadas y predichas por el modelo) y el número de parámetros que incluye cada modelo. Los modelos con menores valores de AIC serán los que explican mejor los datos con menor número de parámetros, y por tanto serán los preferibles. Este método permite identificar entre los factores o covariables considerados, aquellos que tienen mayor efecto sobre la supervivencia al ser incluidos en los mejores modelos.

En nuestro caso se modeló la supervivencia de los nidos de perdiz localizados a partir del radio-seguimiento de perdices adultas, incluyendo todos los datos obtenidos entre los años 2007 y 2009, tanto por nosotros como por GAVRN. Como factores de cada nido se consideraron: el coto, el año, el sexo







del adulto y si la puesta fue temprana o tardía. Para este último dato, para cada año se calculó la mediana de las fechas de inicio de todas las puestas localizadas y se consideraron como “tempranos” los nidos que se iniciaron antes de dicha fecha y aquellos posteriores se consideraron “tardíos”. Para poder aplicar los resultados a los modelos demográficos de perdiz (ver Capítulo VIII), se excluyeron del análisis aquellos nidos que se perdieron a causa de la depredación del adulto que los incubaba, por estar implícita su pérdida al considerar la muerte del adulto.

## 2.2.-RESULTADOS:

### 2.2.1.- Localización y seguimiento de puestas.

Durante los años de estudio en los que se realizó el radio-seguimiento de perdices adultas (2007, 2008 y 2009) localizamos un total de **51 puestas** de perdiz roja, 40 de las cuales fueron incubadas por hembras y 11 fueron incubadas por machos. No obstante, hay que tener en cuenta que el número de machos radio-seguidos era muy inferior al número de hembras, por lo que se dispone de menos información.

El **37% de los nidos llegaron a eclosionar**, y el 63% se perdieron, principalmente por **depredación** (84% de las pérdidas), bien del nido o del adulto que lo incubaba (Tabla 18).

**Tabla 18:** Puestas de perdiz localizadas a lo largo de los 3 años de estudio, y resultado final de cada una de ellas. Los resultados se expresan de forma numérica y como porcentajes del total y porcentajes de cada causa de pérdida de nidos del total de nidos perdidos (% parciales de depredación)

	ÉXITO	FRACASO	DEPRED. NIDO	DEPRED. ADULTO	AGRIC - GANADERÍA	ABANDONO	DESC.	TOTAL
Nº	19	32	21	6	2	2	1	51
%	<b>37,2</b>	62,8	41,2	11,8	3,9	3,9	2,0	100
% nidos perdidos			65,6	18,8	6,2	6,2	3,1	100





Las tasas medias de eclosión difieren entre los distintos años de estudio (Tabla 19), siendo del **67%** en 2007 (n=6), del **38%** en 2008 (n=21) y del **29%** en 2009 (n=24).

**Tabla 19:** Número de puesta naturales de perdiz localizadas en cada área de estudio durante los tres años en los que se llevó a cabo el radio-seguimiento de perdices adultas.

AÑO	COTO	ZONA	PUESTAS	ÉXITO (%)	DEPR. (%)	OTROS (%)
2007	Corella		<b>6</b>	<b>4 (66,7%)</b>	<b>1 (1,7%)</b>	<b>1(1,7%)</b>
2008	Arróniz	Zona 1	6	2	3	1
		Zona 2	10	2	7	1
	Sesma	Zona 1	2	1	0	1
		Zona 2	3	3	0	0
	<b>TOTAL</b>		<b>21</b>	<b>8 (38%)</b>	<b>10 (48%)</b>	<b>3 (14%)</b>
2009	Arróniz	Zona 1	7	2	5	0
		Zona 2	9	1	8	1
	Sesma	Zona 1	3	1	1	1
		Zona 2	5	3	2	0
	<b>TOTAL</b>		<b>24</b>	<b>7 (29,2%)</b>	<b>15 (62,5%)</b>	<b>2 (8,4%)</b>

El **tamaño medio de las puestas** en las que fue posible contar el número de huevos fue de **10,65 huevos/nido** (n= 20), y el tamaño medio de eclosión de **9,63 pollos/nido**. Por lo tanto, podemos establecer el tamaño medio de las polladas en el momento de la eclosión en torno a 10 pollos/ bando.





La sección de caza de Gestión Ambiental Viveros y Repoblaciones de Navarra (GAVRN), en su estudio llevado a cabo en 4 zonas de Navarra, localizaron un total de **32 puestas** de perdiz: 8 en Villatuerta-Cirauqui (año 2006), 20 en Artajona (2007) y 4 en Falces (2008). Los porcentajes de **eclosión** de las puestas localizadas fueron del **50%** en 2006 (Villatuerta-Cirauqui), **65%** en 2007 (Artajona) y **75%** en 2008 (Falces). En total, el **62,5%** de los nidos eclosionaron, porcentaje superior al observado en nuestras experiencias. La información correspondiente a estos nidos se ha incorporado a la obtenida durante nuestro trabajo de campo para estimar las tasas de supervivencia de nidos.

#### 2.2.2.- Comparación de la supervivencia de las puestas con los resultados de nidos artificiales

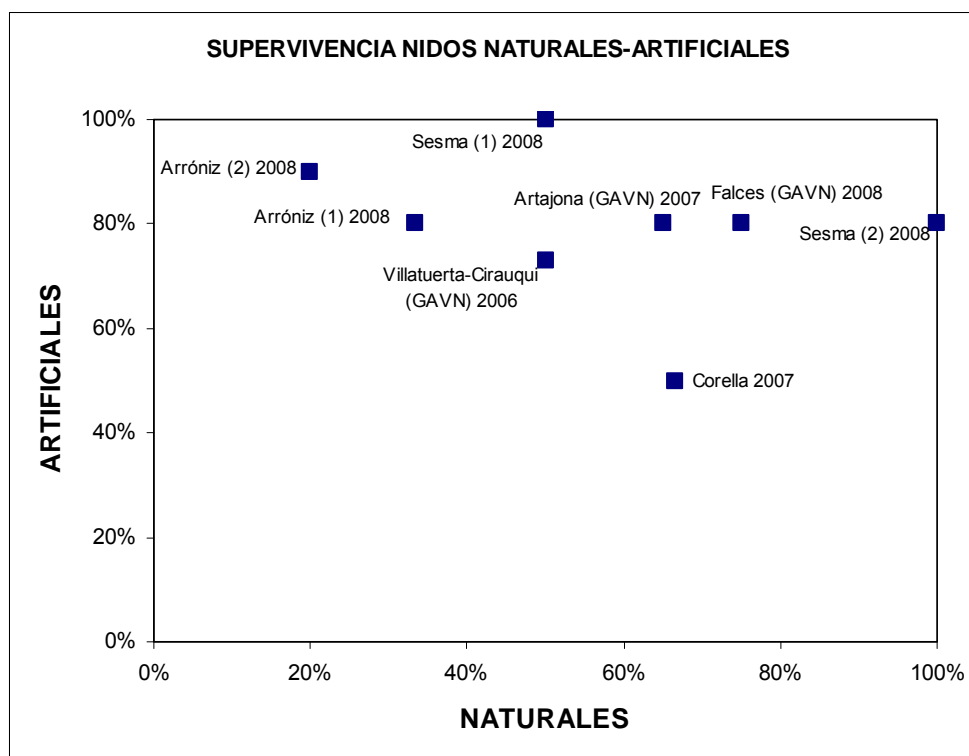
Se han comparado las tasas de supervivencia estimadas mediante el seguimiento de puestas naturales de perdiz y mediante nidos artificiales en los años y cotos donde se emplearon ambos métodos de forma simultánea (Tabla 20). De forma general, la supervivencia estimada mediante nidos artificiales ( $0,79 \pm 0,05$ ) es mayor que la obtenida mediante el seguimiento de nidos naturales ( $0,57 \pm 0,09$ ), aunque la muestra es pequeña en los casos de nidos naturales (media  $7,4 \pm 1,7$  nidos por cada coto-año). No se observa una relación clara entre ambas estimas y su índice de correlación es incluso negativo ( $r = -0,360$ ; figura 20).





**Tabla 20:** supervivencia de nidos de perdiz roja estimada mediante colocación y seguimiento de nidos artificiales y mediante seguimiento de nidos naturales localizados a partir del radio-seguimiento de perdices adultas reproductoras, en trabajos simultáneos realizados en distintas zonas de Navarra entre 2006 y 2008.

AÑO	COTO	NIDOS ARTIFIC.		NIDOS NATURALES	
		N	SUPERV. (%)	N	SUPERV. (%)
2006	Villatuerta-Cirauqui(GAVN)	30	73%	8	50%
2007	Artajona (GAVN)	30	80%	20	65%
2007	Corella	30	50%	6	66,7%
2008	Falces (GAVN)	30	80%	4	75%
2008	Arróniz (1)	20	80%	6	33,3%
2008	Arróniz (2)	20	90%	10	20%
2008	Sesma (1)	20	100%	2	50%
2008	Sesma (2)	20	80%	3	100%
Media ± SE			<b>79%±5%</b>		<b>57%±9%</b>



**Figura 20:** relación entre la supervivencia de nidos artificiales y la tasa de supervivencia de nidos de perdiz naturales estimada a partir del seguimiento de perdices adultas reproductoras.





Para comprobar la validez de los nidos artificiales como método para estimar la incidencia relativa de distintas causas de pérdida en nidos reales, se han comparado los resultados obtenidos con ambas metodologías aplicadas de forma simultánea en dos cotos. Para el año 2007 contamos con el seguimiento de 30 nidos artificiales en cada uno de los cotos de Corella y Artajona, y de una serie de nidos naturales (6 y 17, respectivamente) de las hembras radio-marcadas. Los córvidos fueron el grupo de depredadores con más incidencia sobre los nidos artificiales (20% en Artajona, 46,7% en Corella) y sin embargo es un grupo de nula incidencia en los nidos naturales. Sin embargo el método de los nidos artificiales subestima la incidencia de otros grupos de depredadores de importancia probada en la depredación de nidos naturales, como son los carnívoros o las rapaces. Los adultos de perdiz durante la incubación son muy vulnerables ante estos depredadores al ser fácilmente detectables tanto por rapaces (mediante la vista) como por los carnívoros (por el olfato), a diferencia de los nidos artificiales que carecen de olor y son menos detectables que si hubiera una hembra sobre ellos.

Por todo ello, aunque los nidos artificiales son una metodología ampliamente empleada para estimar las tasas de pérdida de nidos en muchas especies, según nuestros resultados subestima las tasas de pérdida de los nidos naturales en el caso de la perdiz roja. Por otro lado, este método sobrestima el efecto de algunos agentes causantes de pérdidas de nidos, como los córvidos, y subestima el de otros como los carnívoros. Por estas razones, no parece recomendable extrapolar los resultados obtenidos mediante nidos artificiales a las tasas y causas de pérdida de nidos naturales de perdiz. Para ello se hace necesario localizar nidos naturales de perdiz a partir del radio-marcaje y seguimiento de perdices adultas durante la época reproductora. En adelante en este informe se considerarán los resultados obtenidos a partir del seguimiento de puestas naturales como estimas fiables de las tasas de éxito y de las causas de fracaso de los nidos.





### 2.2.3.-Tasa de supervivencias de las puestas.

Se ha partido de un total de **83 nidos**, localizados entre 2006 y 2009 en los cotos de Villatuerta-Cirauqui (2006, GAVRN), Corella (2007, IREC), Artajona (2007, GAVRN), Falces (GAVRN 2008), Arróniz y Sesma (2008 y 2009, IREC). Nueve de los nidos localizados, se perdieron a causa de la depredación del adulto que los incubaba y han sido excluidos del análisis. De no ser excluidos, estaríamos considerando la mortalidad de estos nidos dos veces en el modelo demográfico (ver Capítulo 8), dado que una de sus asunciones es que la muerte del adulto durante el periodo de incubación implica la pérdida del nido. Otros dos de los nidos, localizados en el coto de Artajona, fueron excluidos del análisis porque la información disponible es insuficiente. De modo que las tasas de supervivencia se han estimado con el programa Mark a partir del seguimiento de **72 nidos**.

Entre los modelos planteados, solamente el **modelo que incluye el año** como factor mejoró el modelo de supervivencia constante, aunque no se mostró claramente superior a éste ( $\Delta AIC < 2$ ). Ninguno de los modelos restantes, que incluyen el “coto” (grupos), el factor “periodo” en que se realiza la puesta (temprano/tardío), el factor sexo, o el tiempo, resultaron mejores ( $\Delta AIC > 2$ ) que el modelo que considera la supervivencia constante (no afectada por ningún factor) (Tabla 21).

**Tabla 21:** Modelos seleccionados que mejor explican la supervivencia de los nidos de perdiz.

Modelo	AIC	$\Delta AIC$	AIC Weight	Model Likelihood	Nº param.	Devianza
S. Constante + año	223,860	0	0,463	1	2	219,844
S. Constante	225,282	1,426	0,227	0,490	1	223,278
S.Constante + periodo	226,646	2,789	0,115	0,248	2	222,633
S. Grupos (cotos)	226,832	2,975	0,105	0,226	6	214,742
S Constante + sexo	227,123	3,266	0,090	0,195	2	223,110
S. Tiempo	324,986	101,129	0,000	0,000	72	168,999





Según estos resultados, la supervivencia de las puestas de perdiz que hemos seguido varía entre años (Tabla 22), aunque hay que tener en cuenta que también el tamaño muestral difiere entre unos años y otros (2006: n =5; 2007: n = 23; 2008: n = 23; 2009: n = 21)

**Tabla 22:** Estimaciones de la supervivencia diaria y para toda la incubación para cada uno de los años de los que se dispone de información.

<b>AÑO</b>	<b>SUPERVIVENCIA DIARIA</b>	<b>Error Estandar</b>	<b>SUPERV. PUESTA (24d) (%)</b>
2006	0,984	0,0028	67,5%
2007	0,977	0,0040	56,9%
2008	0,967	0,0057	44,6%
2009	0,953	0,0080	31,5%

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos para el modelo constante, la **supervivencia diaria de los nidos** sería de **0,969** (Intervalo de Confianza 95%: 0,957-0,978), de modo que la supervivencia de las puestas durante el periodo de incubación típico de la perdiz (24 días) es de 0,469, lo cual quiere decir que por término medio el **46,9% de los nidos llegan con éxito** a la eclosión.







**Capítulo 4:**

**SUPERVIVENCIA Y CAUSAS DE MORTALIDAD**  
**DE POLLOS DE PERDIZ**





## **Capítulo 4:**

### **SUPERVIVENCIA Y CAUSAS DE MORTALIDAD DE POLLOS DE PERDIZ**

#### **1.-INTRODUCCIÓN**

El periodo desde la eclosión hasta la etapa adulta parece ser un periodo crítico para muchas especies de galliformes, entre ellas la perdiz roja (Léonard y Reitz, 1998, Hannon y Martin, 2006), ya que a lo largo del mismo se produce una elevada mortalidad, llegando muy pocos de los pollos nacidos a la edad adulta. Este periodo podría ser un “cuello de botella” de la población de perdiz roja, que podría explicar la tendencia decreciente observada en sus poblaciones. Conocer las tasas de mortalidad que sufren los pollos de perdiz durante las primeras fases de su vida resulta de gran importancia para entender cuáles son los principales aspectos sobre los que resultaría más importante actuar a la hora de gestionar la especie.

Esta estima se puede realizar a partir de diversas metodologías. Por una parte, se puede estimar la mortalidad de los pollos de manera indirecta, a partir de censos de perdiz a lo largo de los meses de la época estival, para realizar un cálculo del número de pollos y número de adultos que componen los bandos, y observar la tendencia del índice pollos/adultos a lo largo del tiempo. Aunque es un método ampliamente utilizado, cuenta con una serie de limitaciones, principalmente la dificultad de localizar un número suficiente de bandos de perdiz para obtener una estima realista, sobre todo durante las primeras semanas de vida de los pollos, periodo en el cuál los adultos tratan de minimizar la exposición del bando a los depredadores. Otra limitación es la dificultad en muchos casos de identificar el número exacto de pollos que conforman los bandos. Además, es muy difícil estimar la edad de los pollos en el momento en que son avistados, y generalmente se desconoce el tamaño de los bandos en el momento de la eclosión, por tanto no es posible estimar la mortalidad más temprana. Durante dos de los años en los que se realizó este estudio llevamos a cabo censos de perdiz para estimar la reducción del tamaño de los bandos a lo largo del tiempo.





El radio-seguimiento de animales adultos a los que poder localizar a lo largo de la época reproductiva resulta una alternativa a estos métodos indirectos que aporta información más precisa. A partir de la localización de nidos de perdices adultas radio-marcadas, podemos conocer el tamaño exacto del bando en el momento de la eclosión, y localizarlo posteriormente de forma periódica sin dificultad, para comprobar la evolución del mismo, conociendo en todo momento la edad de los animales. Sin embargo, y a pesar de que parece un método *a priori* sencillo, a menudo resulta difícil averiguar el número exacto de pollos que conforman el bando sin perturbar demasiado a los animales, sobre todo durante las primeras semanas posteriores a la eclosión. Además, a partir de esta metodología podemos estimar la mortalidad de los animales durante esta época, pero no podemos llegar a conocer las causas de esa mortalidad temprana y la incidencia relativa de cada uno de los factores que pueden estar afectando. Durante los años en los que se radio-marcaron perdices adultas en el desarrollo del presente trabajo, se trató de estimar la supervivencia de los pollos desde el momento de la eclosión hasta la cuarta semana de vida, a partir de la localización de adultos y la observación de sus bandos.

El marcaje y radio-seguimiento de individuos recién nacidos supondría una alternativa muy útil a todos estos métodos, que nos permitiría conocer de manera directa las tasas y las causas de mortalidad de los animales durante su radio-seguimiento. Existen varios trabajos realizados en los que se ponen a prueba métodos de radio-marcaje para pollos de diversas especies de galliformes (Kenward et al. 1993; Göth y Jones, 2001; Larson et al. 2001, Gregg et al, 2007). Sin embargo, no existen hasta la fecha trabajos con perdiz roja en los que pollos de pocos días de vida hayan sido radio-marcados con éxito.

Por ello, durante 2006 realizamos experiencias en cautividad para desarrollar métodos efectivos de marcaje de pollos de perdiz, y poder aplicarlos en años posteriores en pollos silvestres. En años posteriores (2007, 2008 y 2009) aplicamos las metodologías desarrolladas en cautividad a pollos nacidos en la naturaleza, para conocer las causas de muerte y las tasas de supervivencia de los pollos de perdiz de varios rangos de edad.





A continuación se exponen los resultados obtenidos con cada una de las metodologías aplicadas para obtener información sobre estas fases más tempranas de la vida de la perdiz.

## **2.-SEGUIMIENTO DE BANDOS FAMILIARES A PARTIR DE CENSOS DE PERDIZ**

### **2.1.-MATERIAL Y MÉTODOS:**

En 10 de las áreas de estudio (ocho durante 2006 y dos durante 2009) se realizaron salidas al campo con el objetivo de observar bandos familiares de perdiz y anotar la conformación de los mismos (número de pollos y de adultos). Estas salidas se realizaron en los meses de julio y agosto, a partir de las fechas en las que se concentran las eclosiones de las puestas de perdiz en Navarra (mediados de junio), y cuando la mayor parte de la superficie agrícola se encontraba ya cosechada, para contar con buena visibilidad. Se realizaron recorridos en coche de diversa longitud (4-32 km, en función de cada coto,) circulando a velocidad entre 10-15 Km/h, atravesando las zonas de los cotos con más densidad de perdiz, para localizar el mayor número de bandos posible. Se anotaron la fecha, el coto y la zona donde se produjo cada avistamiento, y con la ayuda de prismáticos se identificó el número de pollos y el número de adultos que conformaban el bando.

De este modo obtuvimos un índice de productividad (pollos/ adulto) que nos permitió valorar el éxito reproductivo en cada coto durante esa temporada y, de manera indirecta, la mortalidad de los pollos, a partir de la reducción en el número de pollos por adulto a lo largo del tiempo.

### **2.2.-RESULTADOS Y DISCUSIÓN:**

Durante 2006 se analizaron las tendencias del índice pollos/adulto en 8 cotos de estudio (Caparroso, Corella, Cirauqui, Falces, Fontellas, Lerín, Ujué y Villatuerta) a partir de un mínimo de 3 salidas al campo (excepto en el caso de Villatuerta, en que solo se pudieron hacer 2 salidas), espaciadas unas de otras





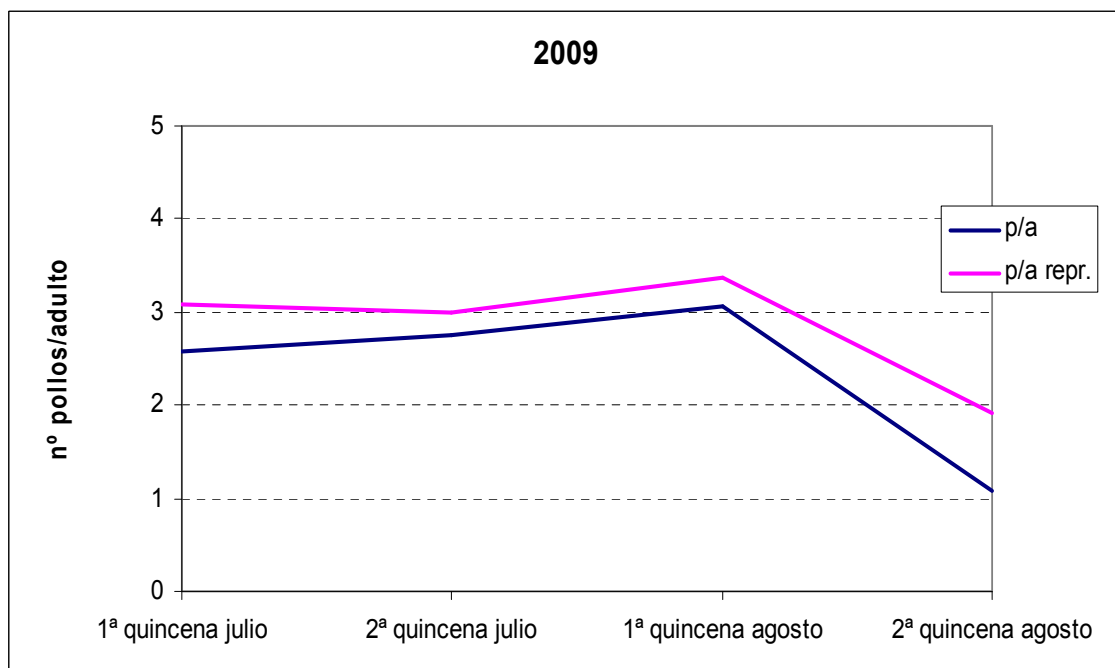
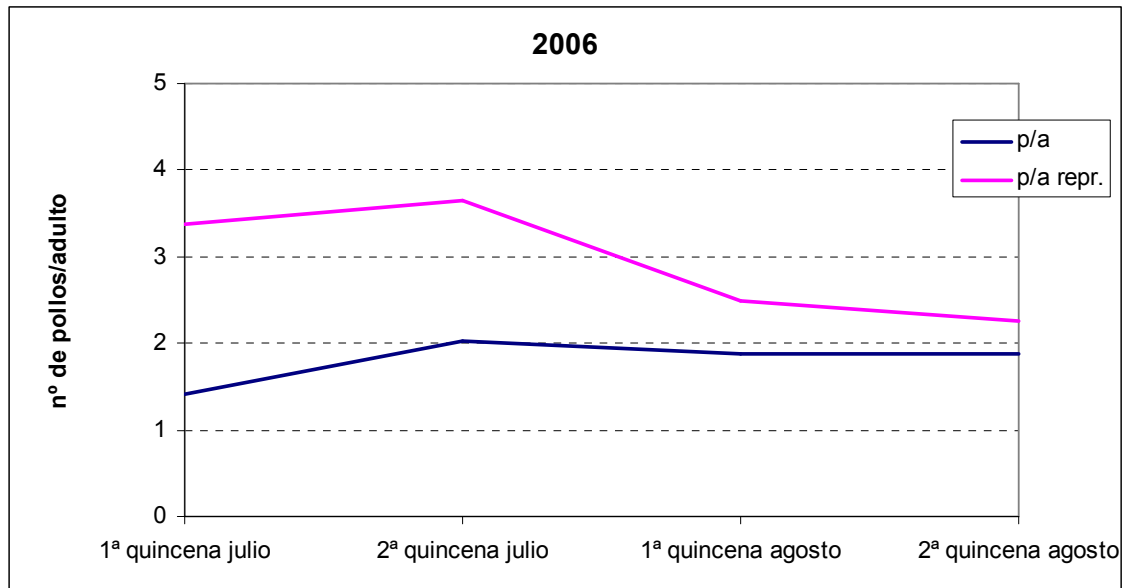
entre 15 días y un mes. Durante el año 2009 se realizaron salidas al campo en dos cotos (Arróniz y Sesma) con frecuencia semanal, aproximadamente, y los datos obtenidos se analizaron agrupados por quincenas.

Calculamos para cada día de avistamientos el número de pollos por adulto y el número de pollos por adulto reproductor, excluyendo en este último caso los avistamientos de parejas sin pollos.

En la mayoría de los cotos (Cirauqui, Villatuerta, Lerín y Caparroso en 2006 y Arróniz y Sesma durante 2009) se comprobó una tendencia decreciente definida del tamaño de grupos de pollos, comenzando con grupos de entre 3-4 pollos por adulto en julio y llegando a finales de agosto con 1-2 pollos por adulto (Figura 21 a y b). En el caso de Ujué esta tendencia decreciente es muy acusada, descendiendo de 6,5 a 2,3 pollos por grupo. El otro caso extremo parece ser Fontellas, con tamaños de pollada muy bajos, incluso en los primeros censos de julio, en los que no se observaron pollos, aunque sí se observaron posteriormente. Además, a menudo se estimaron índices más bajos de pollos / adulto en las primeras fechas que en fechas posteriores. Esto puede estar relacionado con la tendencia de los bandos a minimizar su exposición durante el primer mes de vida de los pollos, periodo en el que son más vulnerables, unido a una mayor cobertura vegetal del territorio en las primeras fechas de observación, en las que algunas parcelas estaban todavía sin cosechar. Esto casos ponen de manifiesto las limitaciones del método para detectar de forma efectiva los grupos de pollos y para extraer información sobre la reducción de su tamaño.

Puesto que a menudo los bandos no coinciden en el mismo punto en que fueron vistos la vez anterior, resulta difícil estimar la mortalidad de los pollos a partir de la disminución del número de pollos por bando. No obstante, la tendencia decreciente del tamaño de los bandos queda reflejada a partir de estas observaciones en la mayoría de los casos, más clara en el caso del número de pollos / adulto reproductor (Figuras 21 a y b).





**Figura 21 a y b:** Evolución del índice de pollos /adulto (p/a) y pollos/ adulto reproductor (p/a repr.) en los dos años en los que se realizaron las observaciones: 2006 (figura a; cotos de Caparroso, Corella, Cirauqui, Falces, Fontellas, Lerín, Ujué y Villatuerta) y 2009 (figura b; cotos de Arróniz y Sesma).





### **3.-SEGUIMIENTO DE BANDOS FAMILIARES CON ADULTOS RADIO-MARCADOS**

#### **3.1.- MATERIAL Y MÉTODOS:**

A partir de la localización de las perdices adultas radio-equipadas a lo largo del tiempo se pudo realizar un seguimiento de los bandos familiares, para observar el descenso del número de pollos que conforman el bando. Durante los años 2007, 2008 y 2009, a partir de las perdices adultas radio-marcadas en tres áreas de estudio (Corella, Arróniz y Sesma) tratamos de determinar una vez por semana y con la mayor precisión posible el número de individuos (radio-marcados o no) que conformaban el bando durante el primer mes de vida de los pollos. A partir de las observaciones realizadas podemos estimar la reducción del tamaño de los bandos a lo largo del tiempo, y de ahí inferir la supervivencia de los pollos durante su primer mes de vida.

Disponemos además del mismo tipo de información de los cuatro acotados (Cirauqui-Villatuerta, Artajona y Falces) donde GAVRN realizó un estudio simultáneo con perdices adultas radio-marcadas entre los años 2006 a 2008. Se presentarán los resultados del seguimiento de bandos de forma conjunta para todas las áreas de estudio.

#### **3.2.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN:**

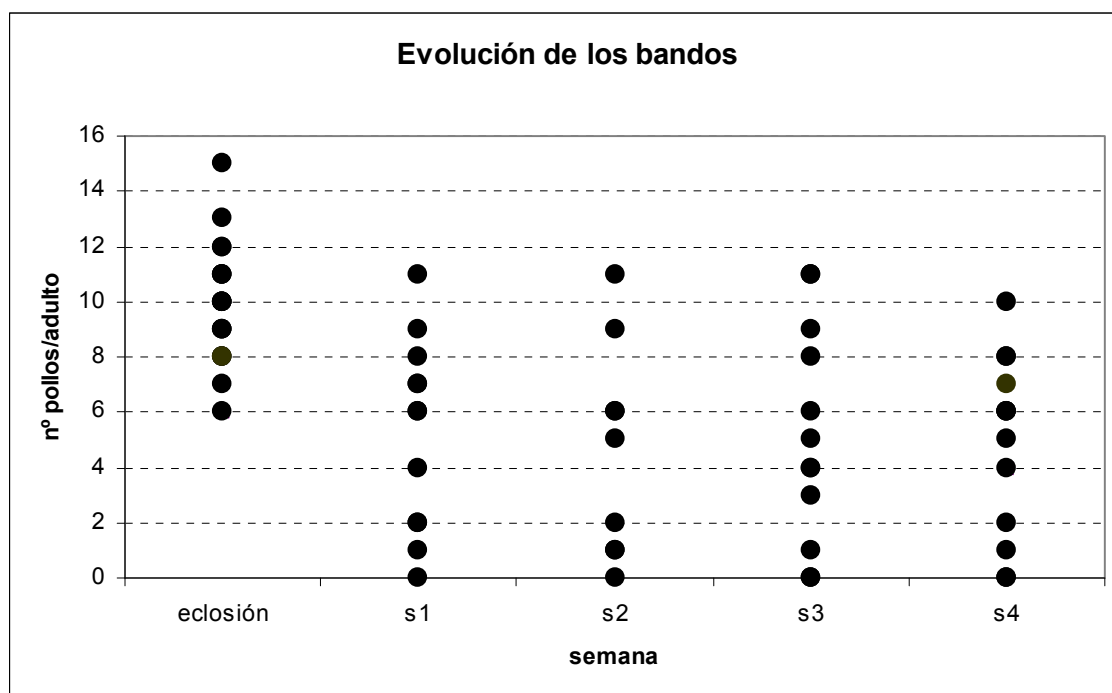
El seguimiento de la evolución de las puestas de perdices radio-marcadas hizo posible conocer con exactitud el número de pollos por nido en el momento de la eclosión y, a partir de observaciones semanales, estimar el descenso en el número de pollos de cada bando familiar. Disponemos de información de 19 bandos de perdiz seguidos durante este estudio los años 2007, 2008 y 2009 en los cotos de Corella (n = 4), Arróniz (n = 7) y Sesma (n = 8), y de 17 bandos de perdiz seguidos durante los años 2006, 2007 y 2008 en los acotados de Cirauqui-Villatuerta (n = 4), Artajona (n = 11) y Falces (n = 2), facilitada por el personal de GAVRN. De modo que contamos con información de un total de **36 bandos** de perdiz a partir de los que hemos calculado el número de pollos /







adulto semanalmente hasta la cuarta semana de vida. De los 36 bandos controlados, al menos 19 (52,8%) tenían uno o más pollos tras cuatro semanas de seguimiento, y ocho (22,2%) habían perdido todos los pollos. En otros tres bandos (8,3%) se produjo la muerte del adulto, lo que implicó la muerte del bando completo. Tan solo en uno (2,8%) de los bandos todos los pollos llegaron vivos al primer mes de edad. De seis de los bandos no se pudo obtener información acerca del tamaño del bando en la cuarta semana de vida. (Figura 22)



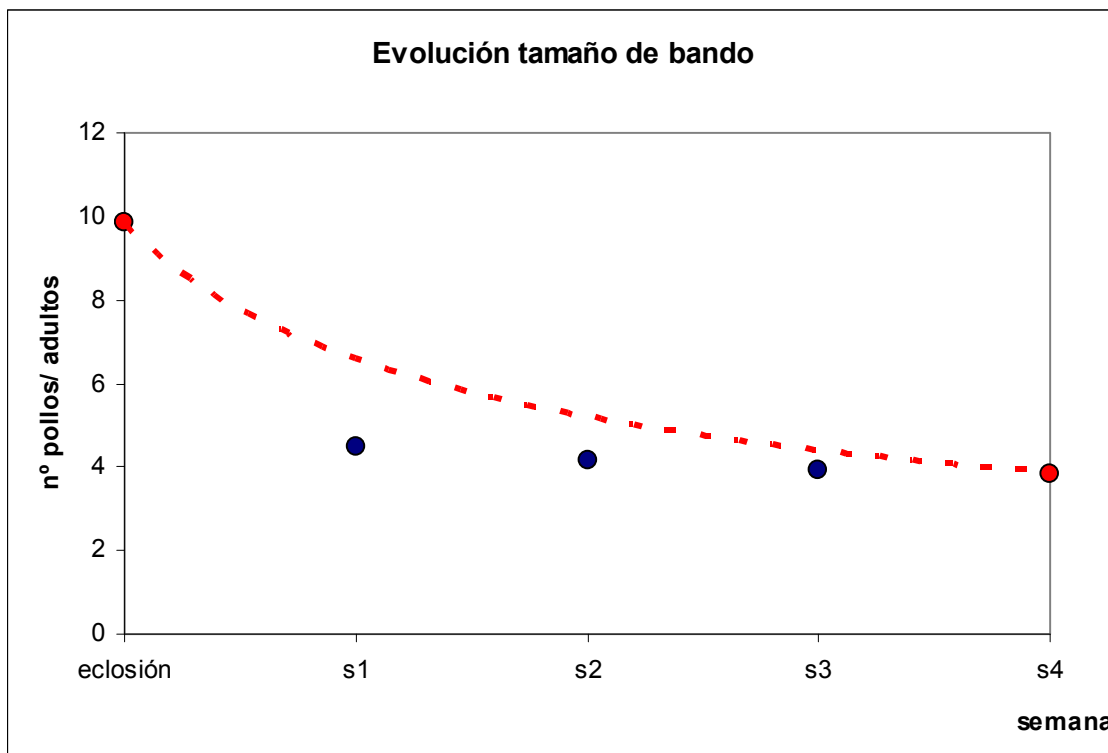
**Figura 22:** Evolución de 36 bandos de perdiz en los que alguno de los adultos estaba radio-marcado en las 6 áreas de estudio entre 2006 y 2009. No se han incluido en el gráfico los bandos que se perdieron por la muerte del adulto (n=3).

El número de pollos por adulto (p/a) decreció a lo largo del tiempo desde la eclosión hasta la cuarta semana de vida de los pollos (Figura 23). El número medio de pollos/adulto en el momento de la eclosión es de 9,8 p/a. Después de una semana de vida este número se reduce aproximadamente a la mitad, con 4,5 p/a estimados, y continúa decreciendo más levemente durante las semanas posteriores. Tras un mes de vida, el número de pollos por adulto se estimó en





3,85 p/a. Tan solo en el momento de la eclosión se cuenta con datos de todos los bandos radio-seguídos completos. Durante los restantes avistamientos, no se ha podido determinar el número exacto que conformaba el bando en todos los casos. Según estos resultados, el tamaño medio de las polladas durante las primeras cuatro semanas tras la eclosión se reduce de 9,8 a 3,85 pollos, y casi la totalidad de las pérdidas ocurre durante la primera semana de vida. La **supervivencia** de los pollos de perdiz durante el primer mes de vida calculada a partir de esta metodología sería del **39,2%** (Figura 23). Mediante este método, Duarte (1998) estimó las pérdidas de pollos entre el 28% y el 43% en olivares andaluces, lo que supondría supervivencias mayores (57%-72%) que la estimada por nosotros.



**Figura 23:** N° medio de pollos/ n° de adultos a lo largo de cuatro semanas de seguimiento de bandos de perdiz en los que alguno de los progenitores estaba radio-marcado.



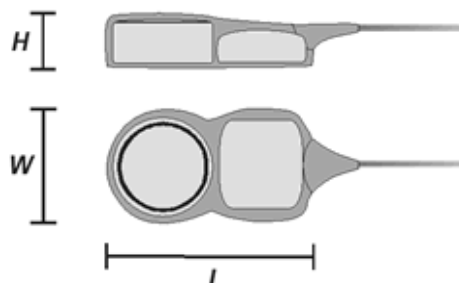


#### 4.-PUESTA A PUNTO DE MÉTODOS DE MARCAJE DE POLLOS DE PERDIZ.

Durante el año 2006 realizamos una serie de experiencias en cautividad para desarrollar métodos efectivos de radio-marcaje de pollos de perdiz en la naturaleza (ver Mateo-Moriones *et al.* sometido). El objetivo de las pruebas era doble: (1) comparar la eficacia de distintos métodos de marcaje para pollos de perdiz de varios grupo de edad y (2) valorar el efecto que el marcaje puede tener sobre el desarrollo de los pollos, a partir de la comparación en el incremento de peso entre los animales marcados y los animales no marcados.

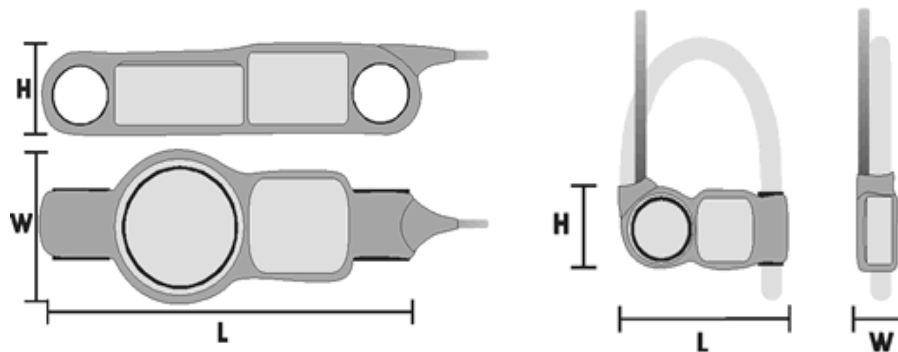
##### 4.1.-MATERIAL Y MÉTODOS:

Los ensayos en cautividad se realizaron en la granja experimental de perdiz roja que el IREC tiene en la finca Dehesa de Galiana (Ciudad Real). Se ensayaron distintos métodos de marcaje en pollos de tres grupos de edad: 3-5 días, 18 días y 27 días de edad. Se emplearon pollos de perdiz nacidos en cautividad, que se mantuvieron con agua y alimento *ad-libitum* durante los ensayos. Se han probado distintos modelos de emisor y sistemas de fijación, en función de la edad y acorde al tamaño de los pollos (Figuras 24 a, b y c). Para ello se fabricaron emisores de peso, forma y dimensiones similares a los de emisores comerciales pero carentes de circuito de radio y por tanto no funcionales.



**Figura 24 a:** Vista lateral y superior de los emisores que se simularon para los experimentos de marcaje de pollos de 3 y 18 días.





**Figuras 24 b y c:** Vista lateral y superior de los emisores que se simularon para los experimentos de marcaje de pollos de 27 días de edad modelo arnés (b) y collar (c).

Sobre los **pollos de 3-5 días de edad** se emplearon emisores simulados de 0,45 gramos, de 14mm x 7mm x 4mm (largo x ancho x grosor) Se ensayaron 2 localizaciones: bajo el ala y en la espalda, y dos tipos de adhesivos: cianocrilato (Loctite®, Henkel) en contacto directo con la piel y cianocrilato aplicado sobre una base de pegamento de látex, con el objetivo de comprobar cuál de los adhesivos resultaba más duradero. Contamos con 38 pollos de esta edad, que dividimos en tres grupos: grupo “control” (n= 8), a los que no colocamos ningún tipo de marca, grupo “espalda” (n = 15) a los que adherimos los emisores en la espalda, en la región interescapular, y grupo “ala” (n=15) a los que adherimos los emisores bajo el ala izquierda, en ambos casos con la antena apuntando caudalmente. Los animales marcados en ambos grupos los dividimos a su vez en otros dos subgrupos, en función del tipo de adhesivo utilizado: cianocrilato (7 individuos de cada grupo) y látex (8 individuos de cada grupo).

Sobre los pollos de **18 días de edad** se ensayaron las mismas posiciones y adhesivos que en el caso anterior, pero con un emisor de mayores dimensiones (1,4g de peso, y 17mm x 8mm x 6mm), dado el mayor tamaño de los animales a marcar. Contamos con 29 pollos de este rango de edad, que dividimos en tres grupos de la manera descrita previamente para el grupo de tres días de edad. Así, formamos un grupo “control” (n = 6), un grupo “espalda”





(n = 12) y un grupo “ala” (n = 11). A su vez, los individuos pertenecientes a los dos últimos grupos se dividieron en dos subgrupos en función del adhesivo ensayado.

En el grupo de **pollos de 27 días** de edad se ensayaron dos sistemas de sujeción diferentes (Fotos 23 y 24). Se colocaron emisores en torno al cuello de los pollos (a modo de collar, de 2,3g y 23mm x 6mm x 8mm) o en la espalda (a modo de *arnés* o *mochila*, de 4,5g y 32mm x 13mm x 7mm) sujetos en ambos casos al animal con goma elástica para permitir el crecimiento de los pollos sin causar perjuicio. Se trabajó con 30 pollos de 27 días de edad, que dividimos en tres grupos en función del sistema de colocación del emisor utilizado: grupo control (n = 10; sin marcas de ningún tipo), grupo “collar”(n = 10) y grupo “arnés” (n = 10).



**Fotografías 23 y 24:** Pollos de 27 días de edad marcados con un emisores simulados de tipo arnés (izquierda) y de tipo collar (derecha)

El procedimiento común a los tres grupos de edad consistió en el pesado e inspección del estado de los pollos cada 3-4 días. Cuando se comprobó que el emisor simulado producía algún tipo de lesión, limitaba la movilidad o los animales sufrían una pérdida continuada de peso, se les quitó el emisor y fueron retirados del experimento.

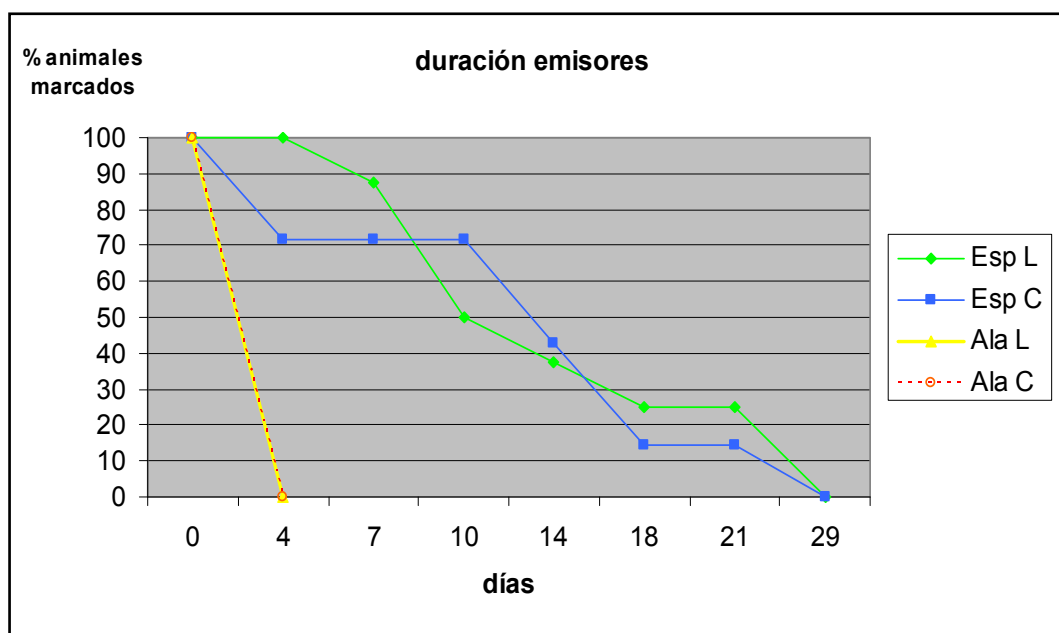




#### 4.2.-RESULTADOS Y DISCUSIÓN:

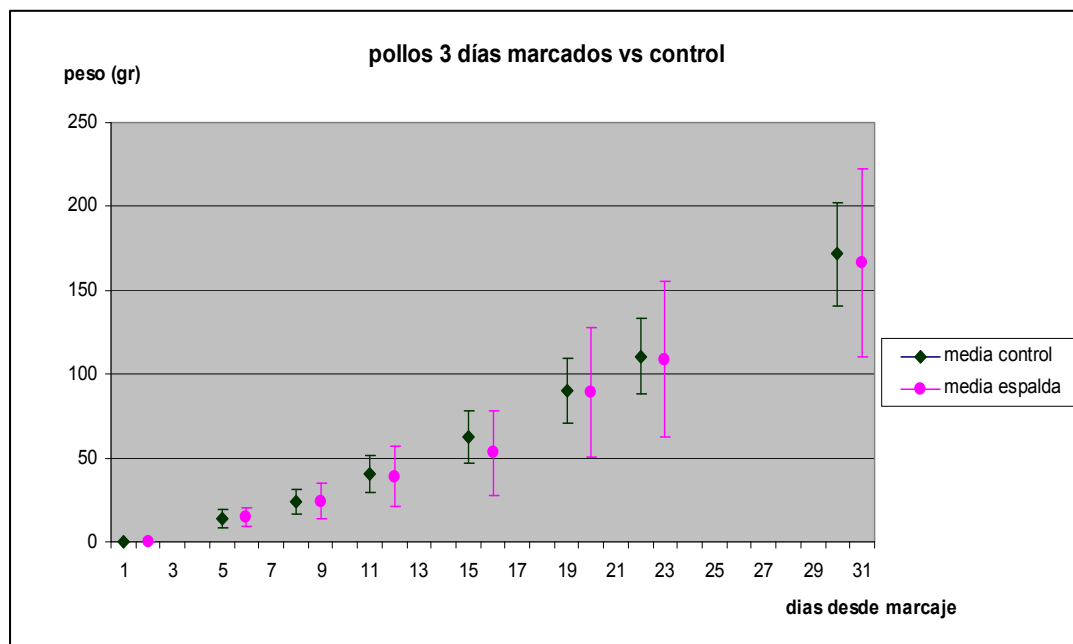
Entre los **pollos de 3-5 días** de edad todos los emisores colocados bajo el ala se cayeron en menos de cuatro días. Resultó más eficaz, por lo tanto, colocar el emisor en la espalda de los pollitos. Los emisores permanecieron adheridos de esta manera hasta un máximo de 21 días. Por otra parte, no existieron diferencias en cuanto al tiempo de permanencia de los emisores en función del adhesivo utilizado (cianocrilato vs. látex). Al cabo de la vida media del modelo de emisor comercial imitado (12 días), entre el 60 y el 40 % de los pollos conservaba pegado el emisor a la espalda. A los 29 días del marcaje, todos los pollos habían perdido el emisor (Figura 25).

El emisor no afectó de manera significativa al incremento de peso de los animales marcados en relación con los no marcados (ANOVA de medidas repetidas  $F_{1,8} = 0,003$ ,  $P = 0,959$ ; Figura 26), por lo que este parece un sistema de marcaje de pollos de esta edad válido para su utilización en el campo que garantizaría en torno a 10 días de seguimiento, sin causar perjuicio a los animales. Este método fue utilizado por Duarte y Vargas (2004) para marcar 11 pollos de perdiz roja en un estudio realizado en la provincia de Málaga.



**Figura 25:** Duración de los emisores en los pollos de 3-5 días de edad según el tipo de marcaje utilizado: en la espalda con pegamento de látex (Esp. L) o cianocrilato (Esp. C), bajo el ala con pegamento de látex (Ala L) con cianocrilato (Ala C).





**Figura 26:** Efecto del marcaje en la espalda sobre el peso de los pollos de 3-5 días de edad. Se representan las ganancias de peso con respecto al día 0, día de marcaje de los grupos espalda (sin marcas).

Para los **pollos de 18 días de edad**, los sistemas de marcaje ensayados no resultaron eficaces, independientemente de la localización del emisor o del adhesivo empleado. Ninguno de los animales permaneció marcado más de 4 días. Entre las razones que podrían explicar esta rápida caída de los emisores, se encuentra que los pollos han perdido el plumón a esta edad, y los cañones de las plumas crecen rápidamente y presionan sobre el emisor adherido a su piel, provocando su desprendimiento. También la mayor actividad de los pollos a esa edad podría haber contribuido al desprendimiento de las marcas.

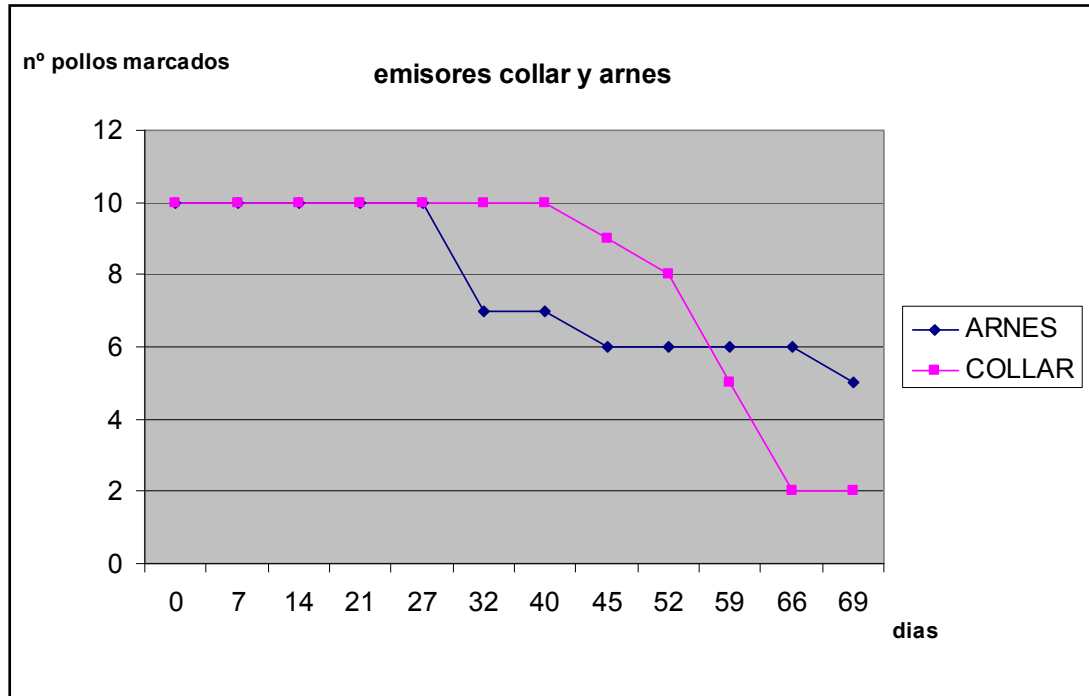
En las experiencias realizadas con los **pollos de 27 días** se comprobó que los emisores han de ser necesariamente colocados con sistemas de fijación elásticos, que les permitan crecer, dado el rápido incremento de peso y de tamaño de los animales a esta edad (que llegan a duplicar su peso en un mes). Entre los sistemas probados, el arnés resultó más eficaz y menos molesto para el pollo que el collar. Al final del experimento (día 69) 5 de los pollos marcados







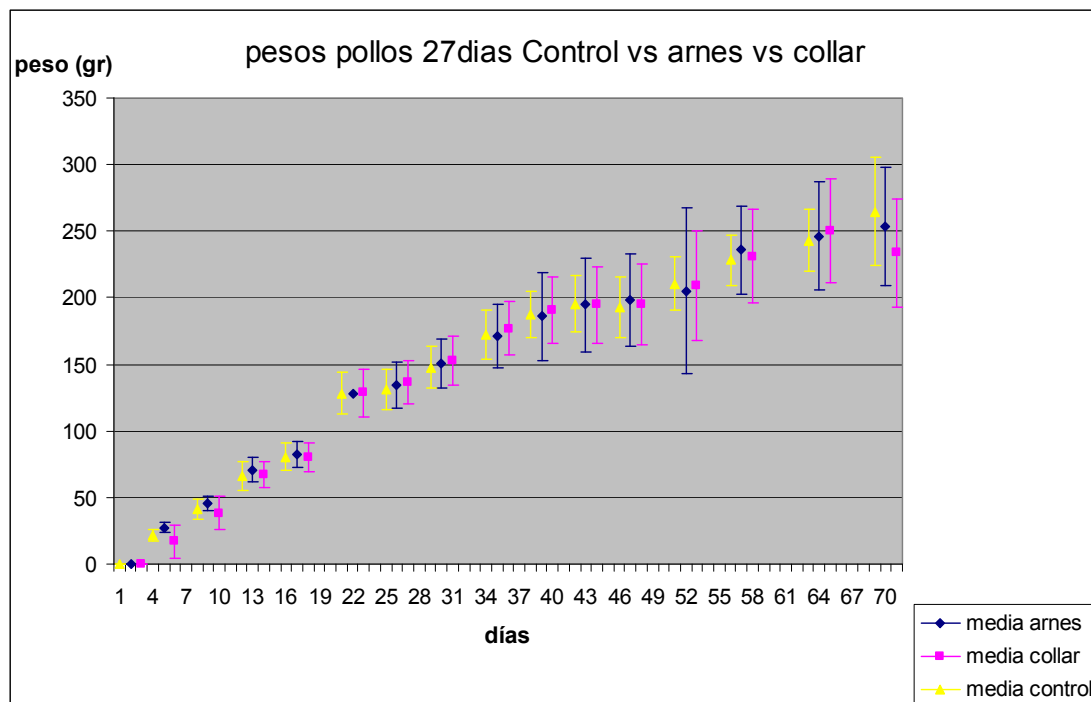
con arnés conservaban la marca, mientras que tan solo dos de los marcados con collar la conservaban (Figura 27).



**Figura 27:** Permanencia de los emisores en los pollos de 27 días según el tipo de marcaje: en la espalda sujeto a las alas mediante un arnés con elásticos (ARNÉS) o sujeto al cuello mediante un cordón elástico (COLLAR).

El efecto del marcaje sobre el incremento de peso a lo largo del experimento no resultó significativo (ANOVA de medidas repetidas,  $F_{2,14} = 0,443$ ,  $P = 0,651$ ). Comparando exclusivamente los individuos marcados con arnés frente al grupo control el efecto tampoco resultó significativo ( $F_{1,8} = 0,003$ ,  $P = 0,959$ ). Sin embargo, al final del experimento se comprobó una tendencia decreciente del peso de los animales marcados con collar, posiblemente debido a que éste comenzó a resultar demasiado ajustado. Por ello, este sistema de marcaje resultaría válido para un periodo de tiempo más corto que el sistema de arnés. Por lo tanto, entre los sistemas de marcaje ensayados para los pollos de este grupo de edad, el arnés sería el método de elección, que permite colocar a los pollos emisores de mayor alcance y vida media más larga, permaneciendo los animales marcados durante más tiempo sin necesidad de recapturarlos para quitar o reemplazar su emisor (Figura 28).





**Figura 28:** Efecto del marcaje sobre el peso de los pollos de 27 días de edad. Se representan las ganancias de peso con respecto al día 0, que es el día de marcaje de los grupos arnés, collar y control (sin marcas).

## 5.- MARCAJE Y RADIO-SEGUIMIENTO DE POLLOS DE PERDIZ ROJA.

### 5.1.-MATERIAL Y MÉTODOS:

#### 5.1.1.- Marcaje y radio-seguimiento de pollos de perdiz.

El radio-seguimiento de las perdices adultas permitió localizar sus puestas, conocer con precisión las fechas de eclosión de aquellas que llegaron a término y el tamaño del bando en el momento de la eclosión. Este radio-seguimiento hizo posible además el radio-marcaje de pollos de perdiz de dos rangos de edad: pollos de pocos días de vida, y pollos en torno al mes de edad. De modo que durante los años 2007, 2008 y 2009 se radio-marcaron pollos en los acotados de Corella, Arróniz y Sesma, capturados gracias al radio-seguimiento de los adultos radio-marcados. En Artajona, a partir de la localización de las puestas de los animales marcadas por GAVRN, fue también





posible la captura y radio-marcaje de pollos de perdiz. Sobre estos pollos se aplicaron las técnicas de marcaje ensayadas en cautividad durante el año 2006. Para capturar los pollos se utilizaron dos metodologías distintas en función de la edad de los animales.

Las capturas de **pollos de perdiz de pocos días de edad** se realizaron durante los meses de junio y julio de los tres años consecutivos (2007-2009). Para capturarlos se localizaba previamente al adulto radio-marcado. Dada la limitada movilidad de los pollos de esta edad, estos fueron capturados manualmente, procediéndose acto seguido a su pesado, marcaje, y suelta en el lugar de captura. Los pollos (de entre 1 y 8 días de edad y unos 15 g de peso medio) se marcaron con pequeños emisores de 0,45 g de peso, modelo PIP21 (Biotrack Ltd, Dorset, Gran Bretaña), adheridos a la espalda en la región interescapular con cianocrilato (Loctite®) en contacto directo con la piel, método desarrollado durante los ensayos en cautividad (Mateo-Moriones *et al.*, sometido).



**Fotografía 25:** Pollo de perdiz de pocos días de edad en el momento de ser marcado con un emisor adherido a la espalda.

Una vez radio-marcados y liberados, los pollos fueron localizados cada 24-48 horas, localizando primero al adulto radio-marcado, y confirmando si el pollo marcado se encontrara con éste y con el resto del bando. De no ser así, se





buscaba al pollo mediante la señal de su radio-emisor. En caso de encontrar sólo el emisor se hacía una inspección minuciosa del mismo y de su entorno en busca de indicios (marcas en el emisor, antena doblada, excrementos de depredador) sobre la causa de la pérdida (depredación del animal, caída del emisor).

En las experiencias de marcaje llevadas a cabo en cautividad durante el año 2006 pudimos comprobar que en torno al 30% de los pollos perdían el emisor durante los cuatro primeros días de seguimiento, por las características del método de fijación utilizado. A pesar de esta limitación, se decidió utilizar este sistema, dado que es un método poco lesivo para los pollos que permite obtener valiosa información sobre las causas de mortalidad y tasas de supervivencia de pollos de perdiz durante las primeras semanas de vida.

Como información de referencia para la identificación de los posibles depredadores a partir de las señales dejadas en el emisor, se realizaron una serie de pruebas en cautividad con distintas especies de depredadores, a los que se les ofrecía como alimento pollos de gallina de un día de edad, muertos, con emisores adheridos iguales a los en el campo. Estas pruebas se realizaron con un visón europeo, un aguilucho lagunero, y un azor en el Centro de Recuperación de Fauna Silvestre de Ilundáin (Navarra), y con seis zorros en las instalaciones experimentales de Comportamiento de carnívoros de la finca Dehesa de Galiana del IREC en Ciudad Real. Las aves rapaces generalmente arrancaban el emisor tirando de la antena, que quedaba doblada, y en el emisor quedaban pegadas porciones de la piel del pollo con plumón. Los zorros, sin embargo, ingerían frecuentemente el emisor junto con el pollo, apareciendo posteriormente en las heces.

Se capturaron también **pollos en torno a un mes de edad**, con el objetivo de estimar sus tasas de supervivencia y conocer las causas de mortalidad. Estos pollos se capturaron por las noches, durante los meses de julio y agosto, siguiendo el protocolo utilizado para las capturas nocturnas de las perdices adultas (ver Capítulo 2). Los bandos se localizaban a partir del radio-seguimiento de los adultos marcados del bando, o bien de manera fortuita durante las salidas nocturnas. Todos los animales capturados eran pesados,





medidos (longitud y diámetro de tarso) y radio-equipados con emisores modelo TW-41 (4,5g de peso, Biotrack Ltd, Dorset, Gran Bretaña) sujetos en torno a las alas a modo de arnés, según la metodología desarrollada en cautividad (ver más arriba).

Los pollos se localizaban cada 24-48 horas durante los primeros dos meses de seguimiento, y entre una y tres veces por semana a partir del tercer mes tras el marcaje. Este seguimiento permitió localizar los emisores que perdieron los animales, y en los casos en los que los pollos murieron, determinar la causa de la muerte del animal a partir de los indicios hallados en el entorno, en el emisor o en el propio animal.

#### 5.1.2.- Estimación de las tasas de supervivencia de pollos de perdiz.

Se estimaron por separado las supervivencias de los pollos desde la eclosión hasta las dos semanas de vida y de los pollos a partir del mes de edad, agrupando los datos provenientes de los tres años de estudio, y de las cuatro zonas donde se realizaron capturas.

Para estimar la supervivencia de los **pollos de pocos días de vida** se utilizó la aplicación *Nest Survival* del programa MARK (ver estima de supervivencia de nidos) lo que nos permitió calcular una supervivencia diaria para estos pollos, en función de su edad (introducida como variable “tiempo”; Moynahan *et al.* 2007). A pesar de ser una aplicación destinada a la estima de supervivencias de nidos, está indicada también para otras aplicaciones, como la estima de la supervivencia en animales radio-marcados en los que el seguimiento no se ha podido realizar en intervalos de tiempo discretos o en los casos en los que un elevado número de individuos son retirados del análisis por causas desconocidas (*censored*), lo que podría sesgar los resultados obtenidos utilizando otras aplicaciones *a priori* más indicadas para este tipo de análisis, como la aplicación *Known fate* del programa MARK (Cooch y White, 2010). Los modelos que presentan los menores valores de AIC serán los que explican mejor los datos con menor número de parámetros, y por tanto los preferibles. En este caso modelamos la supervivencia de los pollos pequeños agrupándolos en 14 grupos correspondientes a los bandos, para evaluar el





efecto del bando sobre la supervivencia, y con el coto de estudio y el año como factores. Excluimos del análisis los dos primeros días posteriores al marcaje de los pollos, para evitar un posible sesgo en la supervivencia durante ese periodo debido a la captura, manipulación y colocación del emisor, y porque durante ese periodo de tiempo se produce el mayor número de caídas de emisores, que supone una de las principales limitaciones del método.

Para estimar la **supervivencia de los pollos a partir de un mes de edad** se utilizó la aplicación *Known Fate* del programa MARK (White y Burnham, 1999) tal y como se hizo para la estima de la supervivencia de los individuos adultos (ver estimación de supervivencia de perdices adultas). Modelamos una tasa de supervivencia semanal durante los cuatro meses de radio-seguimiento, considerando como posibles factores el año y el coto. Excluimos del análisis la primera semana de seguimiento posterior al marcaje, para evitar posibles efectos negativos de la captura, manejo y colocación del emisor sobre la supervivencia de los pollos (Hagen *et al.*, 2006).

En ambos grupos de edad existe un cierto nivel de incertidumbre acerca del destino final de un cierto número de individuos marcados. Por ello, consideramos dos posibilidades: un escenario de “máxima supervivencia”, en el que asumimos que todos los casos de pérdida de señal se debieron al fallo del emisor, y un escenario de “mínima supervivencia”, en el que asociamos todos los casos de pérdida de señal a la muerte del animal. Estimamos las tasas de supervivencia para los dos grupos de edad (pollos entre 1 y 15 días de vida y pollos mayores de un mes) en ambos escenarios.

Para la estima de la supervivencia de los pollos durante la segunda quincena de vida, periodo para el que no disponemos de datos de radio-seguimiento, se promediaron los valores de supervivencia estimados para los dos periodos de vida para los que sí se dispone de información (pollos entre 1 y 15 días, y pollos mayores de un mes), asumiendo que la supervivencia durante esta quincena tiene un valor intermedio entre la estimada para la primera y la tercera quincena de vida de los animales.





## **5.2.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN:**

### 5.2.1.- Marcaje y radio-seguimiento de pollos.

- **Pollos durante las dos primeras semanas de vida.**

En total se radio-marcaron **99 pollos** de entre 1 y 8 días de vida, 37 en 2007 entre Corella (n = 19) y Artajona (n = 18), 18 en 2008 en Arróniz (n = 14) y Sesma (n= 4), y 44 en 2009, también en Arróniz (n = 16) y Sesma (n = 28). Los pollos pertenecían a 20 bandos distintos, en los que marcamos entre 1 y 10 pollos del bando (Tabla 23). En 17 de los bandos alguno de los dos adultos estaba radio-marcado, y en los tres casos restantes los bandos fueron localizados de forma fortuita a lo algo de las salidas al campo. En estos últimos casos carecemos de información acerca del tamaño del bando y fecha exacta de eclosión (ver anexos).

Del total de pollos radio-marcados, 20 (20,2%) permanecieron marcados 12 o más días (vida media esperada de los emisores comerciales), y de ellos 15 (15,2%) llegaron vivos y radio-marcados hasta el fin de la batería de sus emisores (mediana: 15 días).

Treintaiocho de los emisores (38,4%) se desprendieron a lo largo del seguimiento. En estos casos el emisor fue encontrado en el área de campeo del bando sin evidencias de depredación, y en algunas ocasiones se pudo confirmar visualmente que el animal había perdido el emisor y seguía en el bando familiar. De los 38 emisores caídos, 25 (25,3% del total) se desprendieron durante los cuatro primeros días posteriores al marcaje, lo que coincide con lo observado en los ensayos en cautividad (29% de caída de emisores durante los cuatro primeros días) y, por tanto, está dentro de las pérdidas esperables inherentes al método.

Veintidós (22,2%) de los animales marcados fueron depredados con seguridad. Habitualmente resulta difícil determinar la identidad del depredador, debido al pequeño tamaño de los pollos a esa edad, que hace que muchas veces no quede ningún resto de ellos en el lugar de la depredación. A partir de la ubicación de los emisores encontrados, del estado de los mismos o de la







vegetación del entorno, y de algunas de las marcas características observadas en las pruebas realizadas con animales en cautividad, pudimos determinar que al menos **7 pollos** fueron **depredados por rapaz** (antena ligeramente doblada, emisores en lo alto de árboles) **3 por mustélido** (localizados en torno a una madriguera) y **2 por zorro** (localizados en el interior de la madriguera). En al menos dos de los casos se produjeron depredaciones del bando completo, en uno de ellos fue depredada también la hembra, y en otro se vio a los adultos sin pollos en las localizaciones posteriores.

Tres (3%) de los individuos murieron a consecuencia directa del marcaje, quedando trabados en la vegetación, por el emisor o su antena. No pudimos determinar la causa de la muerte de dos pollos que encontramos muertos, enteros y sin signos de depredación, aunque parece posible que se dispersaran del bando a consecuencia de algún ataque o amenaza y no fueran capaces de reagruparse. Estos dos casos coincidieron con grandes desplazamientos del bando, a consecuencia de situaciones excepcionales, como la cosecha de la parcela en la que se encontraban.

La señal de 19 de los emisores (19,2%) se perdió durante el radio-seguimiento, por lo que fue imposible determinar el destino final de los pollos radio-marcados. Desconocemos si se trata de casos de depredación en los que los emisores fueron dañados o transportados distancias muy superiores al radio de alcance de los pequeños emisores (en torno a 300 m), en cuyo caso el porcentaje de pollos depredados ascendería al 41,8%, o si se trata de fallos de los propios emisores o al agotamiento prematuro de las baterías. (Tabla 23)





**Tabla 23:** Pollos de pocos días de edad marcados con radio-emisores durante los tres años de estudio en cada uno de los acotados y destino final de los mismos.

AÑO	COTO	Nº pollos (bandos)	Fin Batería	Depr.	Caída emisor	Marcaje	Muerte Indet.	Pérdida señal.
2007	Artajona	18 (3)	5	7	5	0	0	1
	Corella	19 (4)	6	4	5	0	0	4
2008	Arróniz	14 (3)	1	3	6	0	0	4
	Sesma	4 (2)	0	0	4	0	0	0
2009	Arróniz	16 (3)	2	3	8	1	1	1
	Sesma	28 (5)	1	5	10	2	1	9
<b>TOTAL</b>		<b>99 (20)</b>	<b>15</b>	<b>22</b>	<b>38</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>19</b>

- **Pollos a partir de un mes de vida**

Se capturaron y radio-marcaron **63 pollos** de perdiz de entre cuatro y diez semanas de vida (Tabla 24). Los pollos marcados pertenecían a 26 bandos familiares diferentes, 16 de los cuales contaban con algún adulto radio-equipado, a partir del que se localizó el bando para realizar la captura de los pollos. Los otros 10 bandos familiares fueron localizados visualmente, sin que ningún adulto del bando estuviera previamente marcado.

Del total de los animales marcados, 30 (47,6%) seguían radio-marcados y emitiendo señal al final del seguimiento, que duró aproximadamente cuatro meses. Dieciocho (28,6%) de los pollos radio-seguídos perdieron el emisor, sin que se observasen signos de depredación en los mismos o en el entorno. Probablemente esto se debió al desprendimiento del emisor bien por la rotura de su sistema de sujeción (cordón de goma elástica), al quedar enganchado en la vegetación, o bien por haberse soltado el cordón. Además, uno de los animales murió a consecuencia del marcaje, al trabarse el emisor en la vegetación y no poder liberarse.





Ocho (12,7%) de los animales marcados fueron depredados con seguridad. Sólo en cinco casos fue posible identificar el tipo de depredador a partir de los indicios hallados en el entorno y en los restos de los pollos depredados. Así, **tres de los pollos fueron depredados por carnívoros y dos por rapaces**. No pudimos determinar la identidad de los depredadores en los otros tres casos.

Por último, la señal de seis de los emisores se perdió, sin poder determinar la causa de la pérdida ni el destino final de estos animales. Podrían tratarse de casos en los que los pollos fueron depredados y trasladados grandes distancias, o de fallos del propio emisor (Tabla 24).

**Tabla 24:** Pollos a partir de un mes de edad, marcados con radio-emisores entre 2007 y 2009 en cada una de las áreas de estudio y destino final de los mismos.

AÑO	COTO	Nº pollos (bandos)	Fin Batería	Depr.	Caída emisor	Marcaje	Pérdida señal.
2007	Artajona	12 (4)	6	1	3	1	1
	Corella	5 (4)	0	2	2	0	1
2008	Arróniz	12 (4)	6	3	3	0	0
	Sesma	4 (2)	3	0	0	0	1
2009	Arróniz	12 (5)	5	1	4	0	2
	Sesma	18 (7)	10	1	6	0	1
<b>TOTAL</b>		<b>63</b>	<b>30</b>	<b>8</b>	<b>18</b>	<b>1</b>	<b>6</b>

### 5.2.2.- Estimación de las tasas de supervivencia de pollos de perdiz.

- **Pollos durante las dos primeras semanas de vida**

Se modelizó la supervivencia de los pollos de perdiz durante las primeras semanas de vida a partir del radio-seguimiento de **61 individuos**. Del total de pollos capturados y marcados durante los tres años de estudio (N = 99), 38 fueron excluidos del análisis al descartar los dos primeros días de seguimiento,





para evitar posibles efectos debidos a la captura y marcaje (Hagen *et al.*, 2006). Estimamos la tasa de **supervivencia diaria “S”** durante quince días de seguimiento. Los datos se agruparon por bandos (N = 14), y valoramos el efecto de los factores “año” (2007, 2008 y 2009), y “coto” de estudio (Artajona, Corella, Arróniz y Sesma) sobre la tasa supervivencia. Estimamos la supervivencia en dos escenarios alternativos: (1) escenario de “máxima supervivencia” y (2) escenario de “mínima supervivencia”.

Los modelos seleccionados en ambos escenarios son los que consideran la supervivencia constante, es decir no afectada por ninguna de los factores (año y coto), ni por el bando al que pertenecen los animales. No obstante no se mostró claramente superior ( $\Delta AIC < 2$ ) a los modelos que incluían los factores “año” (en ambos escenarios) y “coto” (en el escenario pesimista) (Tablas 25 y 26).

**Tabla 25:** resultados de los modelos seleccionados por MARK para la supervivencia diaria de los pollos de perdiz de pocos días de edad, en el **escenario de máxima supervivencia**.

MODELO	AIC	$\Delta AIC$	AIC Weights	Model Likelihood	n° param	Devianza
<b>S. Constante</b>	<b>90,523</b>	<b>0</b>	<b>0,378</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>88,513</b>
S. Constante + año	91,672	1,149	0,213	0,563	2	87,641
S. Cte + coto + año	91,826	1,303	0,197	0,521	3	85,763
S. Constante + coto	92,537	2,013	0,138	0,365	2	88,505
S. tiempo	93,865	3,342	0,071	0,188	12	69,029
S. Grupo (bando)	102,156	11,632	0,001	0	15	70,859
S. Grupo*tiempo	370,323	279,799	0	0	118	29,139





**Tabla 26:** resultados de los modelos seleccionados por MARK para la supervivencia diaria de los pollos de perdiz de pocos días de edad, en el **escenario de mínima supervivencia**.

MODELO	AIC	$\Delta$ AIC	AIC Weights	Model Likelihood	n° param	Devianza
<b>S. Constante</b>	<b>88,142</b>	<b>0</b>	<b>0,377</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>86,130</b>
S. Constante + año	88,959	0,817	0,251	0,664	2	84,925
S. Cte + coto + año	89,749	1,606	0,169	0,448	3	86,677
S. Constante + coto	90,065	1,922	0,144	0,382	2	86,029
S. tiempo	91,953	3,810	0,056	0,148	12	67,007
S. Grupo (bando)	98,923	10,78	0,001	0,004	14	69,642
S. Grupo*tiempo	370,413	282,270	0	0	114	27,413

Según los resultados obtenidos, la supervivencia diaria de los pollos de perdiz durante las dos primeras semanas de vida estaría entre 0,971 (ES: 0,009; IC 95%: -0,843-0,946) y 0,974 (ES: 0,008; IC 95%: 0,952-0,986) en los supuestos en que todas las pérdidas de señal se debieran bien a muertes de los animales marcados o a fallos de los emisores, respectivamente. Para todo el periodo completo (15 días), el valor promedio de supervivencia entre los dos escenarios es de 0,6594 (Tabla 27). De modo que estimamos que en torno al **65,9% de los pollos de perdiz** llegarían con vida a las **dos primeras semanas de edad**. Duarte y Vargas (2004) estimaron en la provincia de Málaga una supervivencia del 9% durante los 10 días siguientes a la eclosión, a partir del radio-seguimiento de un bando de 11 pollos de perdiz con emisores similares a los empleados en este trabajo.





**Tabla 27:** Supervivencia diaria estimada y supervivencia acumulada para las dos primeras semanas de vida de los pollos de perdiz, para cada uno de los escenarios.

Escenario	S diaria	Error Estándar	IC 95%		S periodo (15 días)
			Inferior	Superior	
Máxima Supervivencia	0,9742	0,008	0,9527	0,9860	0,6756
Mínima Supervivencia	0,9710	0,009	0,9469	0,9843	0,6431
<b>Promedio</b>	<b>0,9726</b>				<b>0,6594</b>

- **Pollos a partir del primer mes de edad**

Contamos con la información del radio-seguimiento de **49 pollos** de entre 3 y 10 semanas de vida para estimar la supervivencia de los pollos a partir del primer mes de vida. Para evitar posibles efectos debidos a la captura y marcaje se excluyó del análisis la primera semana posterior al radio-marcaje de los animales (Hagen *et al.*, 2006), de modo que 14 del total de los animales marcados (63) no fueron considerados para el análisis.

Para estimar la tasa de supervivencia “S” consideramos intervalos de tiempo semanales, y valoramos la influencia de los factores: “bando”, en función del bando al que pertenecían, “año” (2007, 2008 y 2009) y “coto” de estudio (Artajona, Corella, Arróniz y Sesma). Estimamos la supervivencia de los animales para los dos escenarios planteados: (1) escenario de “máxima supervivencia” y (2) escenario de “mínima supervivencia”.

En ambos escenarios resultó seleccionado el modelo que considera la supervivencia constante a lo largo del tiempo, por encima de los modelos que incluyen alguno de los factores o su interacción. Sin embargo, los modelos en los que se incluyeron los factores “año”, “coto” y “bando” resultaron próximos al modelo constante ( $\Delta AIC < 2$ ) (Tablas 28 y 29).





**Tabla 28:** resultados de los modelos seleccionados por MARK para la supervivencia semanal de los pollos de perdiz a partir del mes de edad, en el **escenario de máxima supervivencia**.

MODELO	AIC	$\Delta$ AIC	AIC Weights	Model Likelihood	n° param	Devianza
<b>S. Constante</b>	<b>67,532</b>	<b>0</b>	<b>0,359</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>65,518</b>
S. Constante + año	68,51	0,978	0,220	0,613	2	64,467
S. Constante + coto	69,138	1,605	0,161	0,448	2	65,094
S. Constante + bando	69,283	1,751	0,149	0,416	2	65,240
S. Cte + año + coto	70,261	2,729	0,091	0,255	3	64,175
S. Tiempo	73,613	6,080	0,017	0,047	12	48,449

**Tabla 29:** resultados de los modelos seleccionados por MARK para la supervivencia semanal de los pollos de perdiz a partir del mes de edad, en el **escenario de mínima supervivencia**.

MODELO	AIC	$\Delta$ AIC	AIC Weights	Model Likelihood	n° param	Devianza
<b>S. Constante</b>	<b>136,419</b>	<b>0</b>	<b>0,311</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>134,404</b>
S. Constante + bando	136,832	0,413	0,253	0,813	2	132,789
S. Constante + coto	137,67	1,251	0,166	0,534	2	133,628
S. Constante + año	137,815	1,396	0,155	0,497	2	133,772
S. Cte + año + coto	139,701	3,282	0,060	0,193	3	133,616
S. Tiempo	139,999	3,580	0,052	0,166	12	114,856







Según el modelo más sencillo, que es además el más plausible, la supervivencia semanal estimada para los pollos entre uno y cinco meses de edad estaría entre 0,937 (ES: 0,0144; IC 95%: 0,902 – 0,960) en el supuesto en el que asumimos que la pérdida de señal implica la muerte del animal radio-marcado, y 0,975 (ES: 0,0093; 95% IC: 0,949 – 9,988) para el supuesto en el que todas las pérdidas de señal son consecuencia de un fallo en los emisores. De modo que la mortalidad mensual promedio de ambos escenarios para los pollos a partir de un mes de edad es de 0,8372 y de 0,51 para el periodo completo de cuatro meses. Es decir, el **51% de los pollos sobrevivirían entre el primer y el quinto mes de vida** (Tabla 30)

**Tabla 30:** Supervivencia semanal y supervivencia acumulada entre el primer y el quinto mes de vida de los pollos de perdiz, estimadas para los dos escenarios considerados y su promedio.

Escenario	S semanal	Error Estándar	IC 95%		S mensual	S periodo (4 meses)
			Inferior	Superior		
Máxima Supervivencia	0.9750	0.0093	0.9486	0.9880	0.9036	0.6669
Mínima Supervivencia	0.9370	0.0144	0.9023	0.9599	0.7708	0.3530
<b>Promedio</b>	<b>0.956</b>				<b>0.8372</b>	<b>0.5099</b>

No disponemos de información proveniente del radio-seguimiento de pollos de perdiz durante su segunda quincena de vida, dado que los emisores colocados durante los primeros días de vida agotan su batería a los 12-15 días de su colocación, y los métodos de marcaje utilizados para los pollos a partir del mes de edad no son válidos para pollos más pequeños. Los métodos ensayados en cautividad no dieron resultados con animales de esta edad. De modo que existe un “vacío” en ese intervalo de tiempo en la información del radio-seguimiento de los pollos. Asumimos que la supervivencia de los animales durante ese intervalo de tiempo debe ser un valor intermedio entre la estimada para la primera y la tercera quincena de vida, por lo que





consideraremos como el valor de la supervivencia para los pollos de perdiz durante la segunda quincena de vida el promedio entre las supervivencias en la primera y en la tercera quincena de vida (Tabla 31). Según esto, la supervivencia de los pollos de perdiz durante el primer mes de vida, resultante del producto de la supervivencia de la primera y la segunda quincena, estará comprendida entre **el 48,9 % y el 55,0%**.

**Tabla 31:** Supervivencia estimada para la primera, segunda y tercera quincena y primer mes de vida para los pollos de perdiz roja.

	1ª quincena	3ª quincena	2ª quincena (promedio 1ª y 3ª)	1er MES (producto 1ª y 2ª)
Máxima supervivencia	0,676	0,950	<b>0,813</b>	<b>0,550</b>
Mínima supervivencia	0,643	0,878	<b>0,7605</b>	<b>0,489</b>
<b>Promedio</b>	0,659	0,914	<b>0,787</b>	<b>0,519</b>





**Capítulo 5:**

**EFFECTO DEL CONTROL DE DEPREDADORES**  
**SOBRE LA SUPERVIVENCIA DE LA PERDIZ.**





## **Capítulo 5:**

# **EFFECTO DEL CONTROL DE DEPREDADORES SOBRE LAS POBLACIONES DE DEPREDADORES Y PERDIZ ROJA EN NAVARRA.**

## **1.- INTRODUCCIÓN**

El principal objetivo del proyecto durante 2008 y 2009 fue evaluar el papel de la depredación en la supervivencia de los nidos, pollos y adultos de perdiz roja en Navarra mediante experiencias de control de depredadores. Para ello se estimaron tanto el éxito de los nidos de perdiz como las tasas de supervivencia de los pollos y adultos en distintas zonas de Navarra, sometidas algunas de ellas a una reducción experimental de las poblaciones de depredadores generalistas (zorros y picarazas). El efecto de estos depredadores se evaluó mediante la comparación de las supervivencias de nidos, pollos y perdices adultas entre las zonas donde se realizó control de depredadores y aquellas donde no se realizó dicho control.

## **2.- MATERIAL Y MÉTODOS**

### **2.1.- Áreas de estudio**

Previo al estudio, se seleccionaron las áreas potenciales donde realizar las experiencias de control de depredadores, en función de una serie de características. Por ejemplo, ambas áreas deberían ser similares desde el punto de vista ambiental, para evitar posibles diferencias en los parámetros a evaluar (supervivencias de perdiz) ocasionadas por las diferencias ambientales y ajenas a los tratamientos. Cada área debería ser suficientemente extensa como para poder distinguir claramente dentro de ella dos zonas donde aplicar los tratamientos. También deberían contar con abundancias medias de perdices, zorros y urracas. Sin embargo la abundancia de conejos no debía ser





tan elevada como para producir daños en la agricultura, dado que una reducción de las poblaciones de zorro podría ocasionar aumentos en las poblaciones de conejos e incrementar sus daños a la agricultura. Por otro lado, en las áreas de estudio no deberían realizarse de forma habitual tareas de control de depredadores asociadas a planes de conservación de otras especies, dado que estas tareas deberían suspenderse en la zona que actuase como control. Finalmente las áreas de estudio deberían contar con guarda de caza, que sería quien realizaría las medidas de control de zorro y urraca. Entre los cotos con estas características se seleccionaron, con la ayuda del personal de GAVRN, los acotados de Arróniz y Sesma, ambos localizados en la Comarca de Estella. En cada acotado se definieron dos sectores de aproximadamente igual extensión, y en un sector de cada acotado se llevó a cabo durante 2008 una reducción experimental de las poblaciones de zorro y urraca, no realizándose esta reducción en el otro sector de los acotados. En el año 2009 se invirtieron los sectores de tratamiento.

En **Arróniz** se eligió la sierra que lo atraviesa como divisoria natural entre las dos áreas experimentales. A lo largo de la primavera y el verano de 2008, el guarda del coto realizó control de zorros y urracas en la mitad Sur del coto, y en la mitad Norte no se llevó a cabo ninguna medida de control, invirtiéndose los tratamientos en 2009 (Figura 29).

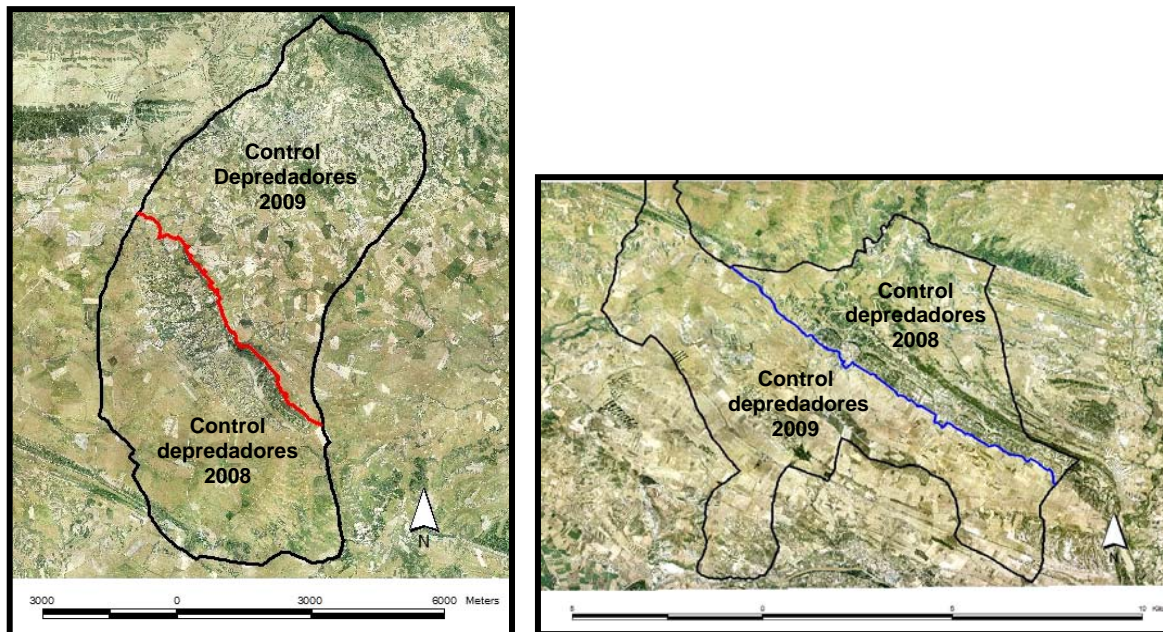
En **Sesma**, la separación física que suponen la carretera y el pueblo sirvieron para delimitar las dos áreas experimentales (Figura 30). En la mitad Nor-Oriental se aplicaron medidas de control de zorros y urracas a lo largo de 2008, y en la mitad Sur-Occidental no se llevó a cabo ninguna medida de control de depredadores, invirtiendo los tratamientos en el año 2009.

En las zonas de control de depredadores de ambos cotos, los guardas realizaron un control de zorros mediante métodos legales, contando para ello con la correspondiente autorización de la administración. Se utilizaron lazos con tope colocados al paso, salidas nocturnas con escopeta y foco, y esperas en la madriguera. También se realizó control de urracas, para lo que se utilizaron jaulas-trampa con una urraca viva en el interior como reclamo (Díaz-Ruiz *et al.*, 2010). En el acotado de Arróniz, a pesar de contar con autorización





para ello, no se realizó control de urracas durante 2009, dadas las bajas densidades de esta especie.



**Figuras 29 y 30:** Mapas de los cotos de Arróniz (arriba) y Sesma (abajo) con la línea divisoria de las dos zonas de trabajo rojo (Arróniz) y azul (Sesma), y la zona donde se realiza control de depredadores en los años 2008 y 2009.

## 2.2.- Estima de las supervivencias de adultos, nidos y pollos de perdiz

En cada una de las cuatro áreas experimentales se capturaron perdices adultas durante los meses de febrero a mayo, siguiendo las metodologías descritas en el capítulo 2. El seguimiento de estas perdices permitió la localización de sus puestas (ver metodología en el capítulo 3), y posteriormente la captura y radio-marcaje de pollos de distintas edades (ver metodología en el capítulo 4).

La **supervivencia de las perdices adultas** se estimó mediante la aplicación *Known Fate* del programa MARK, tal y como se hizo para estimar la supervivencia del conjunto de las perdices adultas radio-marcadas, (ver capítulo 2) incluyendo únicamente los datos correspondientes al radio-seguimiento de los acotados de Sesma y Arróniz durante 2008 y 2009. Introdujimos como factores el “año”, el “coto”, “el tratamiento” dado a la zona de la perdiz (control/no control de depredadores) el sexo y la edad





(adulto/subadulto) de los animales marcados, con el objetivo de comprobar qué modelo se ajusta mejor a la realidad, por una parte, y para estimar la supervivencia de las perdices adultas con cada uno de los tratamientos.

Para estimar la **supervivencia de los nidos** y compararla entre distintas situaciones se emplearon los modelos de supervivencia de nidos (modelos *Nest Survival*) del programa MARK (White y Burnham, 1999, Rotella et al., 2004), tal como se ha descrito en el capítulo 3. En este caso se modelizó la supervivencia de los nidos de perdiz localizados a partir del radio-seguimiento de perdices adultas durante 2008 y 2009, considerando como factores de cada nido: el “coto”, el “tratamiento” de control de depredadores (con o sin control), el “año” (2008 o 2009), el “sexo” del adulto que lo incubó y el “periodo” de la puesta (si fue temprana o tardía). Esto permitirá conocer si el control de depredadores tiene un efecto sobre la supervivencia de los nidos más importante que el de otros factores.

Se estimó la **supervivencia** por separado **de los pollos** durante los primeros quince días de vida, por un lado, y de los pollos de más de un mes de edad, por otro. Para ello calculamos la supervivencia de cada uno de los grupos de edad con dos aplicaciones distintas del programa MARK: la aplicación *Nest Survival* para los pollos durante las primeras semanas de vida, y la aplicación *Known Fates* para las estimas de supervivencia a partir del primer mes de vida (ver capítulo 4). Introdujimos como factores predictivos el “año”, el “coto” y el “tratamiento” dado a la zona”. En el caso de los pollos más pequeños introdujimos también la variable “edad” (que es la edad de los pollos en el momento del marcaje) y distribuimos a los individuos en grupos en función del bando, por si existen diferencias en la supervivencia en función del bando al que pertenecen los pollos. En los pollos a partir del mes de edad, añadimos la variable peso como indicativo de la edad del animal. Estimamos el valor de la supervivencia para cada grupo de edad en función del tratamiento (control/ no control de depredadores) que se dio a la zona donde se encontraba el bando.

Dado que en ocasiones existe cierto grado de incertidumbre respecto al destino de los pollos, contemplamos los dos posibles escenarios extremos ya descritos (capítulo 4) para ambos grupos de edad: un escenario de “mínima







supervivencia”, en el que se asume que la pérdida de señal del emisor es debida a la muerte del pollo, y un escenario de “máxima supervivencia”, en el que la pérdida de señal se considera debida a un fallo en el emisor, y por tanto no implica la muerte del animal. La supervivencia real debería estar, por tanto, comprendida dentro de la horquilla definida por las estimas de ambos escenarios, de mínima y máxima supervivencias.

### **3.- RESULTADOS**

#### 3.1.- Efecto del control sobre las poblaciones de depredadores

Como parte del diseño experimental la guardería de los cotos ha realizado durante los dos años de estudio una extracción selectiva de depredadores generalistas, principalmente zorros y urracas, aunque también de forma secundaria gatos asilvestrados (Tabla 32). Este control se ha realizado durante cada año en una de las zonas en las que se dividió cada acotado, invirtiendo las zonas de tratamiento en cada coto el segundo año.

**Tabla 32:** Extracción de zorros y urracas a lo largo de la primavera- verano de 2008 y 2009 en las distintas zonas de estudio.

COTO	2008		2009	
	Zorro	Urraca	Zorro	Urraca
<b>Arróniz</b>	30	32	34 <sup>1</sup>	0
<b>Sesma</b>	40	28	39	26
<b>TOTAL</b>	70	60	73	26

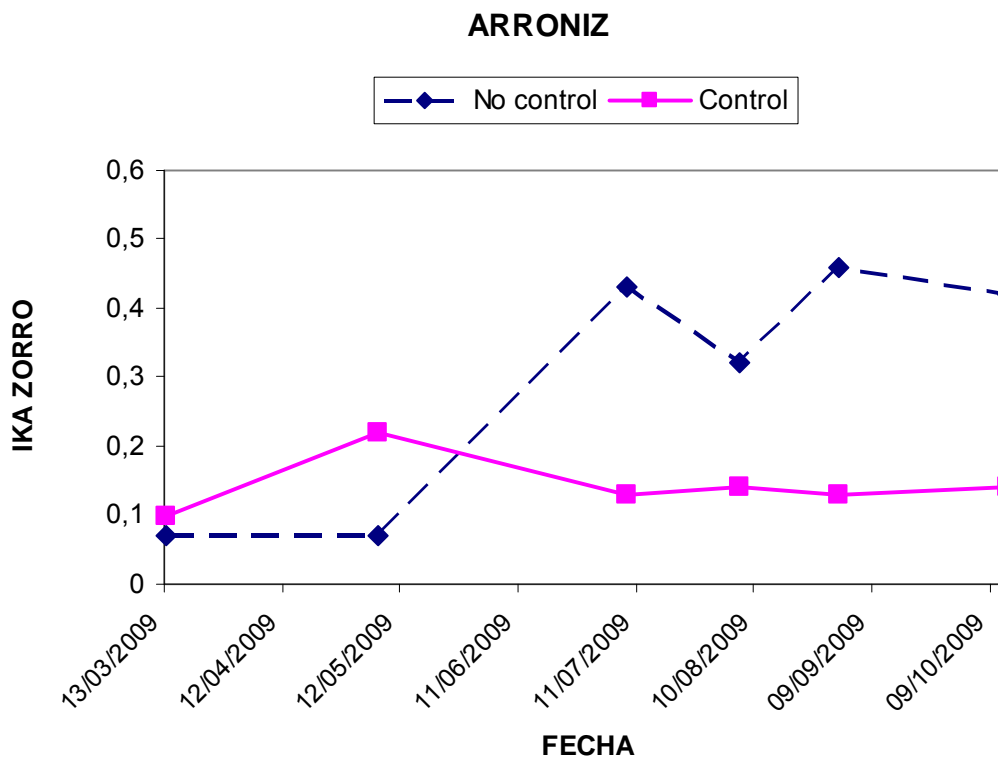
1: En Arróniz durante 2009 también se extrajeron 10 gatos asilvestrados

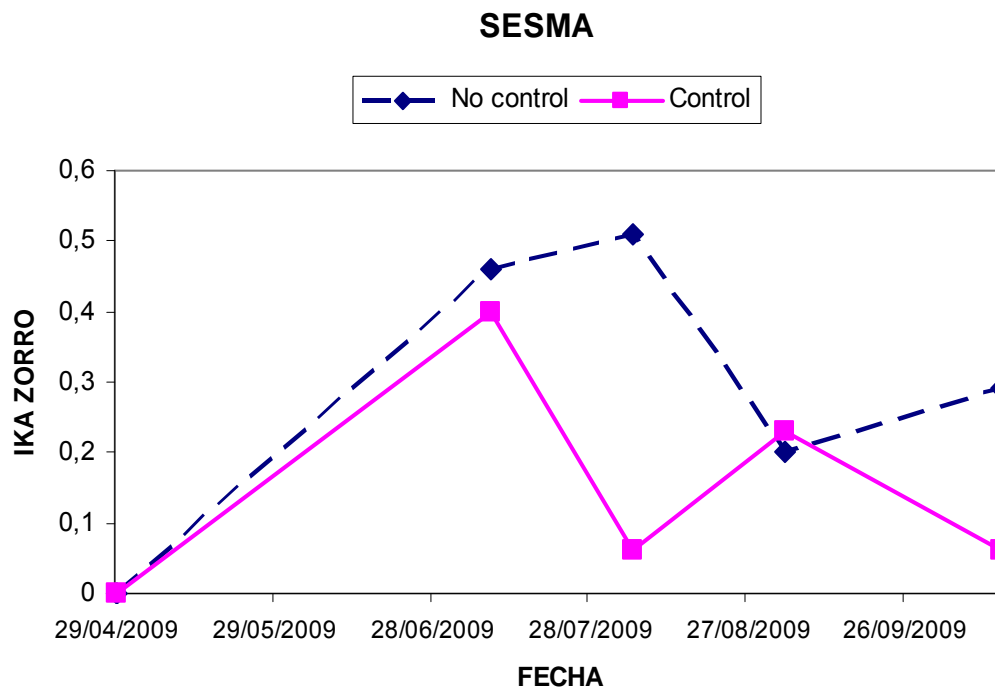
Para comprobar si estas medidas de control han sido efectivas en la reducción de la abundancia de depredadores, se han analizado los índices kilométricos de abundancia de zorros obtenidos durante los fareos nocturnos a





lo largo de la primavera, el verano y otoño de 2009. Durante 2008 tan sólo se realizó un fareo, por lo que no ha sido posible realizar un análisis similar. En el caso de 2009 se observa un claro efecto de reducción de la abundancia de zorro en Arróniz, estabilizándose el IKA en torno a 0,22 en verano-otoño en la zona donde se han controlado, mientras que en la misma época en la zona sin control de zorros el IKA alcanza el valor de 0,46 (Figura 31). Esto indica que el control de depredadores en Arróniz durante 2009 fue efectivo al evitar el pico estival de abundancia de zorros resultante de la reproducción. En Sesma los efectos son menos claros, y aunque el índice de abundancia de zorros en la zona sin control de depredadores se mantiene siempre por encima, el efecto no parece ser tan claro como en Arróniz, aunque los niveles del IKA en otoño son menores en ambas zonas de Sesma que en la zona sin control de Arróniz (Figura 32). Esto podría deberse a que los efectos del control de zorros se hacen patentes también en la zona sin control, bien porque en esa zona también se haya realizado cierto control sin estar autorizado, o bien por emigración de zorros desde la zona sin control a la zona con control, que haya hecho equilibrarse las densidades





**Figuras 31 y 32:** Índices Kilométricos de Abundancia de zorros calculados a partir de fareos nocturnos en las zonas con y sin control de depredadores en los cotos de Arróniz y Sesma durante la primavera-verano-otoño de 2009.

### 3.2.- Efecto del control sobre las perdices adultas

Del total de 89 perdices adultas radio-seguidas entre 2008 y 2009 en los cotos de Sesma y Arróniz, 52 fueron marcadas en zonas con control y 37 en zonas sin control de depredadores. Globalmente, el 44% de las perdices marcadas en zonas con control y el 54% de las marcadas en zonas sin control de depredadores llegaron vivas hasta el final del seguimiento o hasta el agotamiento de la batería, lo cual parecería indicar una menor supervivencia en las zonas con control de depredadores. Al estimar la supervivencia de las perdices adultas con el programa MARK, el modelo seleccionado es aquel que considera que la supervivencia no se encuentra afectada por ninguno de los factores incluidos, de modo que el tratamiento no tendría efecto sobre la supervivencia de las perdices adultas ( $\Delta AIC = 2,030$ ). De hecho, por encima del modelo que incluye el tratamiento se encuentran los modelos que incluyen el factor “edad”, el factor “año” y el factor “coto” (Tabla 33).





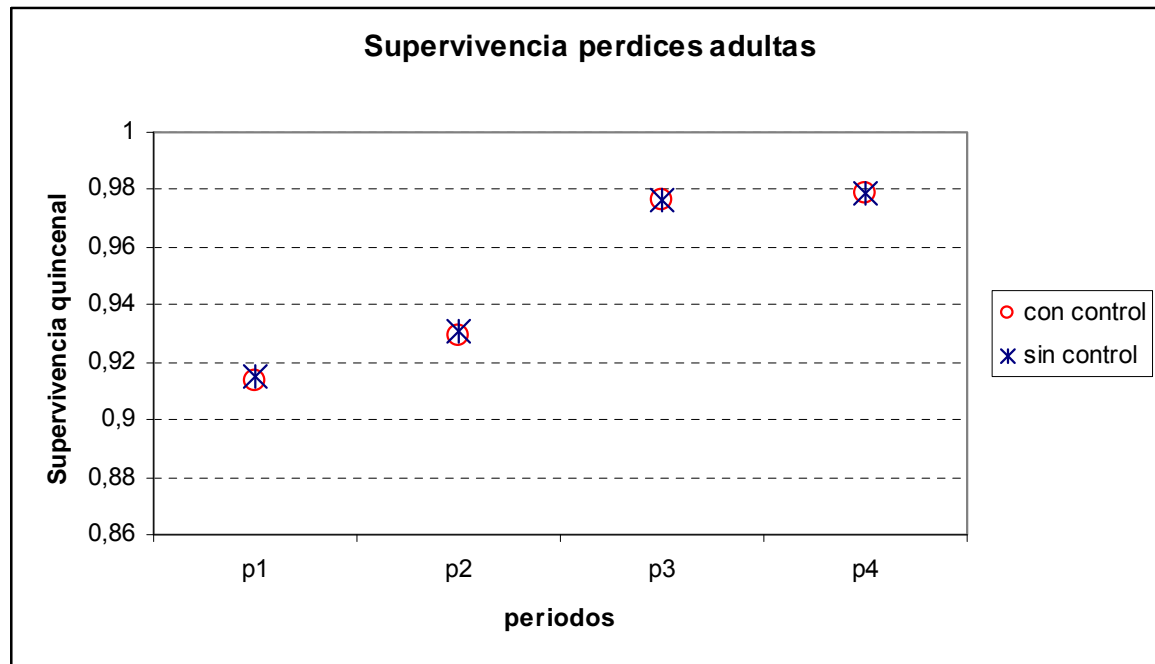
**Tabla 33:** modelos seleccionados por el programa MARK que mejor explican la supervivencia de las perdices adultas.

Modelo	AICc	$\Delta$ AICc	AICc Weights	Model Likelihood	Num. Param.	Devianza
S 4 periodos	259,515	0	0,213	1	4	251,448
S 4 periodos + edad	260,111	0,596	0,158	0,742	5	250,009
S 4 periodos + año	260,429	0,914	0,134	0,633	5	250,327
S 4 periodos + coto	261,528	2,013	0,077	0,365	5	252,426
S 4 periodos + tratamiento	261,545	2,030	0,077	0,362	5	251,443
S 4 periodos + sexo	261,546	2,031	0,077	0,362	5	251,444
S constante	262,655	3,139	0,044	0,208	1	260,648

La supervivencia estimada para el periodo completo en las zonas donde no se llevó a cabo control de depredadores fue del 0,459 (Error Estándar = 0,093; IC 95%: 0,291-0,639) mientras que la supervivencia estimada para las zonas donde se realizó control de depredadores fue de 0,452 (Error Estándar = 0,083; IC 95%: 0,300- 0.613).

En cuanto a las supervivencias estimadas para cada uno de los cuatro periodos, en ninguno de ellos la supervivencia estimada en las zonas con control de depredadores es superior a la estimada en las zonas donde no se realizó ningún control, aunque las supervivencias son muy similares entre ambos tratamientos en todos los periodos (Figura 33).





**Figura 33:** Supervivencias quincenales estimadas para las perdices adultas durante cada uno de los periodos de seguimiento, agrupadas en función de si se realiza o no control de depredadores. Datos globales de 2008 y 2009 en Sesma y Arróniz.

### 3.3.- Efecto del control sobre la supervivencia de los nidos.

Los nidos localizados mediante el seguimiento de perdices adultas durante 2009 tuvieron una tasa de eclosión del 28,6% (N = 14) en las zonas con control de depredadores y del 30% (N = 10) en las zonas sin control de depredadores. Estas diferencias no son estadísticamente significativas ( $\chi^2 = 0,006$ , 1 g.l., P = 0,939), al igual que ocurrió con los nidos encontrados durante 2008 (38,5%, N = 13 en ZC y 37,5%, N = 8 en ZNC,  $\chi^2 = 0,002$ , 1 g.l., P = 0,965). Estos resultados indican que las medidas de control de depredadores realizadas durante 2008 y 2009 en las zonas de estudio no mejoraron de forma significativa la proporción de nidos de perdiz que eclosionan.

Hemos elaborado modelos de supervivencia de los nidos mediante el programa MARK, considerando conjuntamente todos los nidos localizados de perdices marcadas durante 2008 y 2009 en los cotos de Arróniz y Sesma. Como posibles factores de la supervivencia se han incluido: el "coto", el





“tratamiento” (control/sin control), el “sexo”, el “año” y si el nido era temprano o tardío (“periodo”). De los siete mejores modelos seleccionados para la supervivencia de los nidos, cinco incluyeron el “coto” (Tabla 34), aunque ningún modelo se mostró claramente superior ( $\Delta AIC < 2$ ) al modelo de supervivencia constante (no afectada por ningún factor). El factor “control” de depredadores tan sólo fue incluido en el quinto de los modelos seleccionados (Tabla 34). El factor “coto”, incluido en los tres mejores modelos seleccionados, explica mucho mejor la supervivencia de los nidos que el factor “control” de depredadores. Esto viene a confirmar que las medidas de control realizadas durante los dos años de estudio en los cotos de Arróniz y Sesma no mejoraron de forma significativa la tasa de eclosión de los nidos de perdiz.

**Tabla 34:** modelos seleccionados por el programa MARK que mejor explican la supervivencia de los nidos

Modelo	AICc	$\Delta AICc$	AICc Weights	Model Likelihood	Num. Param.	Devianza
Coto	195,352	0	0,263	1	2	191,331
Coto + Sexo	195,791	0,439	0,211	0,802	3	189,750
Coto + Año	196,600	1,248	0,141	0,535	3	190,559
S (.) (Constante)	197,158	1,806	0,106	0,405	1	195,151
Control + Coto	197,279	1,927	0,101	0,381	3	191,238
Coto + Periodo	197,365	2,013	0,096	0,365	3	191,324
Sexo	197,715	2,363	0,081	0,306	2	193,695

### 3.4.- Efecto del control sobre los pollos en la primera quincena de vida.

Del total de 62 pollos de pocos días radio-equipados en Sesma y Arróniz (18 en 2008 y 44 en 2009), 28 fueron marcados en zonas sin control de depredadores y 34 en zonas con control de depredadores. Cuatro de los pollos se siguieron hasta el final de la batería (1 en ZC y 3 en ZNC) entre 15 y 18 días después de su marcaje, 11 fueron depredados con seguridad (5 en ZC y 6 en ZNC), y otros 28 emisores se encontraron caídos sin señales de depredación (21 en ZC y 7 en ZNC), aunque no se puede descartar por completo que fueran





depredados. Entre los modelos de supervivencia evaluados para las pollos de perdiz durante la primera quincena de vida no queda seleccionado entre los mejores el modelo que incluye el factor tratamiento en ninguno de los dos escenarios, aunque en el caso del supuesto de mínima supervivencia se encuentra próximo al modelo seleccionado ( $\Delta AIC = 0,373$ ). La supervivencia diaria de los pollos durante la primera quincena de vida en la zona donde se realizó control de depredadores se estimó en 0,967 (promedio entre las supervivencias de los escenarios de mínima y máxima supervivencia, Tabla 35) y en 0,612 para la quincena completa. La supervivencia diaria de los pollos en las zonas donde no se realizó control de depredadores fue de 0,953 (promedio de ambos escenarios, tabla 35) y de 0,556 para la quincena completa. El valor de la supervivencia diaria promedio de ambos escenarios es ligeramente superior para las zonas donde se realizó control de depredadores. No obstante, el tratamiento no explica las diferencias en la supervivencia de los pollos durante este periodo de tiempo, por lo que podemos afirmar que el control de depredadores no mejoró significativamente la supervivencia de los pollos de perdiz durante los primeros 15 días de vida.

**Tabla 35:** supervivencia diaria y error estándar de los pollos durante la primera quincena de vida, estimada en las zonas de control y no control de depredadores durante los años 2008 y 2009, en los acotados de Sesma y Arróniz, para los dos escenarios de supervivencia planteados.

TRATAMIENTO	SUPERVIVENCIA DIARIA				
	Mínima supervivencia	Error estándar	Máxima supervivencia	Error estándar	PROMEDIO
Control	0,961	0,017	0,974	0,015	<b>0,967</b>
No control	0,918	0,029	0,988	0,011	<b>0,953</b>

### 3.5.- Efecto del control sobre los pollos a partir del mes de edad

Del total de 46 pollos de más de un mes de edad marcados durante 2008 y 2009 en Sesma y Arróniz, 11 fueron seguidos en zonas sin control de







depredadores y 35 en zonas con control de depredadores. De estos, 24 sobrevivieron hasta el final del seguimiento o agotamiento de la batería, 5 (45%) en las zonas sin control de depredadores y 19 (54%) en las zonas con control. Al menos 2 (18%) fueron depredados en la zona sin control y 3 (9%) en las zonas con control.

En este caso, a partir de los modelos de supervivencia realizados con el programa MARK hemos obtenido resultados diferentes en función del escenario de supervivencia en el que nos situemos. Así, en el escenario de máxima supervivencia, el modelo que mejor se ajusta a la supervivencia de los pollos a partir del primer mes de edad es el que considera la supervivencia constante y no afectada por ningún factor. Sin embargo, el modelo que tiene en cuenta el tratamiento dado a la zona se encuentra cercano al mejor modelo, con una diferencia de AIC < 2 (Tabla 36).

**Tabla 36:** modelos seleccionados por el programa MARK que mejor explican la supervivencia de los pollos a partir del mes de edad en el escenario de máxima supervivencia.

Modelo	AICc	$\Delta$ AICc	AICc Weights	Model Likelihood	Num. Param.	Devianza
S (.) constante	41,435	0	0,228	1	1	39,415
Tratamiento	41,926	0,491	0,178	0,782	2	37,867
Coto	41,993	0,557	0,172	0,756	2	37,934
Peso	42,246	0,811	0,152	0,666	2	38,187
Año	43,254	1,819	0,918	0,403	2	39,195
Tiempo	57,217	15,782	0	0	12	31,592

En el escenario de mínima supervivencia, el modelo que resultó seleccionado es el que incluye el tratamiento como factor (tabla 37), con una diferencia de AIC de 1,461 sobre el siguiente modelo (el modelo de supervivencia constante). Este es el único caso en el que el tratamiento parece tener influencia sobre la supervivencia de la perdiz en alguna de sus fases de vida.





**Tabla 37:** modelos seleccionados por el programa MARK que mejor explican la supervivencia de los pollos a partir del mes de edad en el escenario de mínima supervivencia.

Modelo	AICc	$\Delta$ AICc	AICc Weights	Model Likelihood	Num. Param.	Devianza
Tratamiento	103,428	0	0,421	1	2	99,371
S(.) Constante	104,889	1,461	0,203	0,482	1	102,871
Peso	104,952	1,524	0,196	0,467	2	100,894
Año	106,271	2,842	0,102	0,241	2	102,213
Coto	106,818	3,389	0,077	0,183	2	102,760
S tiempo.	116,865	13,437	0	0	12	91,281

La supervivencia para los pollos a partir del primer mes de vida se estimó para intervalos de tiempo semanales. La supervivencia semanal de los pollos en la zona donde se realizó control de depredadores fue de 0,969 (promedio de los escenarios de mínima y máxima supervivencia; tabla 38), y de 0,882 para un mes completo. La supervivencia semanal en las zonas donde no se realizó control de depredadores fue de 0,911 (promedio de los escenarios de mínima y máxima supervivencia; tabla 38) y de 0,690 para todo un mes completo.

**Tabla 38:** supervivencia semanal y error estándar de los pollos a partir de 1 mes de edad, estimada en las zonas con control y sin control de depredadores durante los años 2008 y 2009, en los acotados de Sesma y Arróniz, para los dos escenarios de supervivencia planteados.

TRATAMIENTO	SUPERVIVENCIA SEMANAL				PROMEDIO
	Mínima supervivencia	Error estándar	Máxima supervivencia	Error estándar	
Control	0,951	0,017	0,987	0,009	<b>0,969</b>
No control	0,867	0,050	0,956	0,031	<b>0,911</b>





### 3.6.- Efecto conjunto del control sobre las poblaciones de perdiz

Para las distintas etapas del ciclo vital de la perdiz consideradas (adulto, nido, primer mes de vida de los pollos, y meses 2 a 5) el efecto de las medidas de control de depredadores realizadas en los dos cotos de estudio no han supuesto una mejora significativa de la supervivencia. Tan solo en uno de los escenarios planteados para los pollos a partir del primer mes de vida parece tener un efecto favorable sobre la supervivencia. En el caso de la tasa de eclosión de los nidos se ha detectado un efecto importante del área (coto), que no guarda relación con la gestión de los depredadores, aunque sí podría estar relacionado con diferencias de hábitat que afecten indirectamente a la depredación. Esto no significa que la depredación no tenga un efecto importante sobre la dinámica de las poblaciones de perdiz, más bien todo lo contrario, porque es una de las causas de mortalidad más importantes detectadas para las distintas etapas vitales de la perdiz. Lo que estos resultados indican es que las herramientas actualmente disponibles de forma legal para reducir la depredación (control de las poblaciones de zorros y urracas), al menos en las áreas de estudio y bajo las condiciones en las que se realizó el trabajo, no son eficaces para mejorar los parámetros demográficos de la perdiz considerados, salvo en el caso mencionado de los pollos a partir de un mes de edad. Hay que tener en cuenta también la corta duración del experimento (dos años) y que sólo se dispone de dos réplicas. En un estudio, ya clásico, realizado con perdiz gris (*Perdix perdix*), Tapper et al. (1996) realizaron una experiencia de control de depredadores en dos fincas del sur de Inglaterra. Manteniendo el control de depredadores durante tres años consecutivos en una de las fincas, y cambiando dicho control a la otra finca durante los tres años posteriores, observaron un aumento tanto en la densidad de perdices como en el tamaño de pollada al cabo de los tres años de duración del control. Algunas diferencias con el mencionado estudio podrían explicar los distintos resultados obtenidos. En primer lugar, el tratamiento en nuestro estudio duró tan sólo un año en cada zona, mientras que en el experimento inglés se mantuvo durante tres años consecutivos. En el estudio inglés los efectos del control de depredadores fueron acumulándose a lo largo de los tres





años y al final del experimento fueron muy patentes. En nuestro caso tal vez la corta duración del experimento impide que los efectos del control sean patentes. En segundo lugar, una persona con dedicación exclusiva se encargó del control de depredadores en el estudio inglés, actuando sobre zorros, varias especies de córvidos, y pequeños mustélidos. En nuestro caso el guarda de cada acotado se encargó del control de depredadores, además de dedicarse a otras tareas. Finalmente, aunque ambas especies de perdices tienen ecología hasta cierto punto similar, sin embargo ambas situaciones (Gran Bretaña y la Península Ibérica) tienen numerosas diferencias ecológicas, principalmente en cuanto a diversidad ambiental y composición de las comunidades de depredadores, más ricas en el caso ibérico, y que posiblemente impliquen también una depredación más diversa sobre la perdiz roja, que no es posible eliminar mediante el control de las poblaciones de dos depredadores generalistas.

En cualquier caso, este estudio ha permitido identificar las etapas biológicas más sensibles a la depredación, que son la época pre-reproductiva para las perdices adultas, la supervivencia de los nidos y las primeras semanas de la vida de los pollos. Otras medidas tendentes a reducir la mortalidad durante estas fases (mejora del hábitat, disponibilidad de alimento y refugio) podrían mejorar la supervivencia de las perdices y por tanto reducir indirectamente los efectos de la depredación.





**Capítulo 6:**

**MODELOS DE DINÁMICA POBLACIONAL DE  
PERDIZ ROJA.**





## Capítulo 6:

### **MODELOS DE DINÁMICA POBLACIONAL DE PERDIZ ROJA**

#### **1.-INTRODUCCIÓN.**

Los modelos de dinámica poblacional son una herramienta valiosa en conservación y gestión de poblaciones de fauna silvestre (Beissinger y Westphal, 1998), incluidas las especies cinegéticas (De Leo et al., 2004). Este tipo de modelos permiten, por ejemplo, conocer cuáles son los parámetros demográficos que mejor explican las tendencias poblacionales observadas (Potts y Aebischer, 1994) y elegir entre distintas alternativas de gestión (Cotilla y Villafuerte, 2007).

Hemos elaborado un **modelo de dinámica poblacional** de la perdiz roja en Navarra basado en la información obtenida a lo largo de los 5 años de estudio a partir principalmente del radio-seguimiento de perdices, complementado con información procedente de la bibliografía disponible. El objetivo con la elaboración de este modelo es identificar los parámetros demográficos que más influyen en la dinámica poblacional y que determinan la tendencia actual de la población de la perdiz roja en Navarra. Además, el modelo permitirá predecir la respuesta de la población a modificaciones en los valores de los parámetros demográficos, cómo ciertos cambios en la gestión influirían sobre las poblaciones de perdiz, y plantear escenarios de mejora de la situación actual de la especie. Los resultados permitirán determinar qué actuaciones de gestión resultarían más interesantes para mejorar determinados parámetros bien porque tienen una elevada sensibilidad, y pequeños cambios se traducirían en mejoras sustanciales de la tasa de crecimiento de la población, o bien porque los valores actuales son más susceptibles de mejora que los de otros parámetros.





## **2.- MATERIAL Y MÉTODOS:**

### 2.1.- Estructura del modelo

El modelo de simulación elaborado para la dinámica poblacional de la perdiz roja considera los siguientes grupos de edad:

- adultos y subadultos ( $\geq 6$  meses).
- huevos.
- pollos de menos de un mes (“pollos 1”).
- pollos entre 1 y 5 meses (“pollos 2”).

A cada clase de edad se le ha asignado la mortalidad estimada en el campo a partir del radio-seguimiento de perdices de los distintos grupos de edad. El modelo distingue entre machos y hembras, que pueden reproducirse al año siguiente de su nacimiento. La reproducción tiene lugar entre los meses de mayo a julio, pudiendo incubar tanto hembras como machos, aunque en distintas proporciones, según las tasas reproductivas estimadas en el campo (ver más adelante). Los pasos temporales del modelo son mensuales, distinguiéndose los 12 meses del calendario, y en cada paso se aplica a cada grupo de edad las supervivencias estimadas en el campo para cada mes. Cada simulación parte de un número fijo de individuos (1.000) y el modelo corre hasta alcanzar un número de años fijado por el usuario o hasta que la población se extingue.

Durante el primer año de simulación se mantuvo los valores nominales de los parámetros (los estimados en la situación actual, ver más abajo), y en el segundo año de cada simulación se aplicaron los cambios de los parámetros correspondientes a cada escenario. Como indicador de la dinámica poblacional se ha considerado la **tasa finita de crecimiento (Lambda;  $\lambda$ )** calculada como el cociente entre el tamaño de población en un año determinado y el tamaño de población en el año anterior. El valor de Lambda nos indica la tendencia de la población:  $\lambda > 1$  indica una tendencia creciente,  $\lambda = 1$  indica estabilidad, y  $\lambda < 1$  indica decrecimiento de la población. Se ha calculado este parámetro el tercer







año de cada simulación como indicador de la tendencia de la población bajo cada combinación de parámetros.

Aunque el modelo es determinista (los parámetros permanecen constantes en cada simulación), existe cierta estocasticidad en las mortalidades, que son aplicadas como probabilidades, por lo que los resultados con cada combinación de parámetros difiere entre las distintas simulaciones. Por eso para cada combinación de parámetros se ha calculado el promedio de la tasa intrínseca de crecimiento para un número elevado de simulaciones (1000 simulaciones para la combinación inicial de parámetros y 100 simulaciones para los distintos escenarios).

Para evaluar la influencia de las variaciones de cada parámetro en la dinámica poblacional de la perdiz roja se ha comprobado el comportamiento de  $\Lambda$  ante cambios de cada parámetro en todo su rango de valores posibles. Además, se ha estimado la sensibilidad de  $\Lambda$  ante pequeños cambios del parámetro.

El modelo se ha elaborado mediante el programa **Netlogo** (versión 3.1.5, <http://ccl.northwestern.edu/netlogo/3.1.5/>), cuyo lenguaje de programación sigue la filosofía del modelado basado en agentes y permite trabajar con individuos que operan individualmente y pueden interaccionar entre ellos. Netlogo proporciona un entorno flexible de modelización programable para simular fenómenos sociales y naturales, y está especialmente indicado para modelizar sistemas complejos con dinámica temporal.

## 2.2.-Información de partida:

Para elaborar el modelo demográfico es necesario contar con información sobre las **tasas de mortalidad** en función de los grupos de edad y los periodos de tiempo considerados, además de información sobre las características reproductivas de la especie. La fuente principal de la que se obtuvo esta información fue el seguimiento de perdices adultas, nidos y pollos realizado durante los años de duración de nuestro estudio (2007-2009) y del estudio realizado por GAVRN (2006-2008). Además, parte de los datos utilizados provienen del seguimiento poblacional realizado por el guarderío de Medio Ambiente de Navarra y de una serie de cotos de caza de la zona de Navarra





donde la perdiz roja supone un recurso cinegético. Las estimas de mortalidad se han realizado con distintas aplicaciones del programa MARK 4.0, y están explicadas de manera detallada en los capítulos previos dedicados a cada grupo de edad.

Hemos agrupado la información de partida con la que se diseñó el modelo en los siguientes apartados:

- Información relativa a las perdices adultas:
  - Mortalidad mensual.
  - Mortalidad por caza.
- Información relativa a la reproducción:
  - % de adultos (macho y hembras) que incuban.
  - Tamaño medio de las puestas.
  - Tasa de éxito/ fracaso de los nidos.
- Información relativa a los pollos:
  - Mortalidad mensual durante el primer mes de vida.
  - Mortalidad mensual entre el 1º y 5º mes de vida.
- Información sobre tendencias poblacionales y productividad:
  - Tendencia de las poblaciones de perdiz a partir de IKAs.
  - Productividad observada (relación pollos/adulto en agosto).

#### 2.2.1.-Información relativa a perdices adultas:

- Estima de la **mortalidad natural** de las perdices adultas.

A partir de la supervivencia estimada para los cuatro periodos del seguimiento anual (periodo pre-reproductivo, periodo de incubación, periodo de bandos con pollos y periodo de bandos otoñales) se calculó la mortalidad de las perdices correspondiente a cada mes del año. Para los meses invernales (desde noviembre hasta febrero), asumimos que la mortalidad natural (excluida la caza) es similar a la estimada para los meses de septiembre y octubre (periodo de bandos otoñales). Carecemos de información para calcular la mortalidad durante estos meses, dado que la vida media de los emisores colocados a las perdices es de entre 7 y 9 meses, y por lo tanto la batería de





las perdices marcadas en febrero-marzo se agota durante el periodo invernal. Además, parece lógico pensar que durante el periodo comprendido entre septiembre y febrero la mortalidad de las perdices sea relativamente constante, dado que se encuentran ya en grupos numerosos formados por varios bandos familiares, y no se exponen a ser depredados de manera diferente, como puede ocurrir, por ejemplo, durante el periodo pre-reproductivo, en el que se están formando las parejas, o durante la incubación. Se calculó la mortalidad mensual a partir de las estimas quincenales de supervivencia obtenidas con MARK, en función del periodo del año. De este modo calculamos lo que denominamos la “mortalidad natural” de las perdices adultas para cada mes del año (Tabla 39).

**Tabla 39:** Valores de mortalidad natural, por caza y total de las perdices adultas para cada mes del año. Los valores con \* son aquellos que se han asumido a partir de los valores de los meses de otoño por no disponer de datos de radio-seguimiento para esos meses. En rojo se marcan las mortalidades más elevadas.

Mortalidad	P. Bandos invierno		P. Pre-reproductivo		P. Incubación		P. Bandos pollos		P. Bandos invierno		
	Enero	Febr.	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept. Oct.	Nov.	Dic.
Natural	0,047*	0,047*	0,164	0,164	0,142	0,120	0,088	0,054	0,047	0,047*	0,047*
Caza	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,23	0
<b>TOTAL</b>	<b>0,047*</b>	<b>0,047*</b>	<b>0,164</b>	<b>0,164</b>	<b>0,142</b>	<b>0,120</b>	<b>0,088</b>	<b>0,054</b>	<b>0,047</b>	<b>0,277*</b>	<b>0,047*</b>

- Estima de la **mortalidad por caza**.

La mortalidad por caza se consideró de forma aditiva a la mortalidad natural de las perdices adultas. A partir de los datos de densidad de perdices en primavera (obtenida de las batidas de perdiz que los cotos deben realizar anualmente en cumplimiento de su POC), calculamos el número total de perdices vivas en el periodo pre-reproductivo. A esta población le aplicamos las mortalidades y la productividad medias hasta el momento previo a la caza (octubre) calculadas mediante radio-seguimiento, para estimar la población de perdiz inmediatamente anterior a la temporada de caza. Con los datos de la





bolsa de caza calculamos qué porcentaje de estas perdices son cazadas, y este porcentaje constituye la “mortalidad por caza”. Se utilizó la información de 23 acotados para los que había datos suficientes y fiables entre 2007 y 2009 (Tabla 40). De los demás cotos no se dispone de datos de caza para el año en que se han estimado de forma fiable las poblaciones de primavera. La mortalidad por caza se aplica en el modelo en el mes de noviembre, por considerar que el mayor número de perdices cazadas lo son durante este mes, en las primeras jornadas cinegéticas (Tabla 39).

**Tabla 40:** Estima de la población de perdiz inmediatamente anterior a la caza, nº de perdices cazadas y mortalidad de perdices por caza de los cotos de referencia.

Matrícula	Coto	Zona	Total perdices pre-caza	Nº perdices cazadas	% perdices cazadas	Mort. perdices caza
10002	Baigorri	Estella	883	178	20,15	0,20
10017	Cirauqui	Estella	1465	120	8,19	0,08
10064	Viana	Estella	2244	816	36,36	0,36
10163	<b>Sesma</b>	Estella	2122	300	14,14	0,14
10184	Los Arcos	Estella	1025	176	17,17	0,17
10211	Lerin	Estella	2808	905	32,23	0,32
10267	<b>Arroniz</b>	Estella	1439	550	38,22	0,38
10375	Bargota	Estella	888	350	39,41	0,39
10402	Larraga	Estella	2118	518	24,45	0,24
10465	Villatuerta	Estella	513	15	2,92	0,03
10084	Añorbe	Tafalla	426	330	77,52	0,78
10216	Beire	Tafalla	517	62	12,00	0,12
10398	Sada	Tafalla	380	75	19,72	0,20
10433	Sangüesa	Tafalla	675	333	49,30	0,49
10440	Falces	Tafalla	1014	205	20,22	0,20
10451	Cáseda	Tafalla	446	160	35,91	0,36
10526	Tirapu	Tafalla	512	210	41,03	0,41
10013	Tudela	Tudela	1043	234	22,44	0,22
10047	Arguedas	Tudela	626	135	21,57	0,22
10071	Cascante	Tudela	2609	850	32,58	0,33
10169	Carcastillo	Tudela	1286	450	35,00	0,35
10183	Ablitas	Tudela	3582	479	13,37	0,13
10429	Caparroso	Tudela	694	30	4,32	0,04
	<b>Media</b>		<b>1399</b>	<b>325</b>	<b>23,25</b>	<b>0,23</b>





### 2.2.2.-Información relativa a la reproducción:

A partir del radio-seguimiento de 96 perdices adultas que llegaron vivas a la época reproductiva, comprobamos que el **92% de las hembras** y el **44% de los machos incubaron** al menos una puesta. Estas proporciones coinciden con las descritas en otras poblaciones ibéricas de perdiz roja (94% de las hembras y 41% de los machos en Ciudad Real, Casas et al., 2009), por lo que fueron las consideradas en el modelo. Las hembras que pierdan la puesta durante los primeros meses reproductivos harán además otra puesta de reposición, tal como se observó en el campo. En cambio, aquellos machos que pierdan la puesta por algún motivo no incubarán una nueva. Además, la muerte del adulto durante la incubación implica la pérdida de su puesta.

La tasa de **supervivencia de los nidos** se estimó con el programa Mark a partir del seguimiento de 72 nidos, considerando una supervivencia constante a lo largo de la incubación. Se estimó una supervivencia diaria de 0,969 (Intervalo de Confianza 95%: 0,957-0,978), lo que supone una supervivencia durante el periodo de incubación completo (24 días) de 0,469 (Intervalo de Confianza 95%: 0.348-0.586). Por tanto, la **tasa de pérdida de nidos** considerada como valor base en el modelo fue **0,531**. Este valor es mayor que el estimado para las pérdidas de nidos completos en el centro peninsular (40% y 5.6% para nidos incubados por hembras y machos, respectivamente; Casas et al., 2009).

El **tamaño medio de las puestas** en las que fue posible contar el número de huevos fue de **10,65 huevos/nido** (n= 20), y el tamaño medio de eclosión de **9,63 pollos/nido**. Estos datos también coinciden con lo descrito en otras poblaciones ibéricas de perdiz (Casas et al, 2009). Por lo tanto, en el modelo consideramos un tamaño medio de las polladas en el momento de la eclosión de **10 pollos/ nido**.

### 2.2.3.- Información relativa a los pollos de perdiz.

A partir del radio-seguimiento de los pollos más pequeños (n=61) durante la primera quincena de vida y de los pollos mayores (n=49) a partir del mes de vida estimamos la supervivencia de los pollos de perdiz para el primer mes de





vida entre 0,489 y 0,550 (escenarios de mínima y máxima supervivencia respectivamente). La supervivencia mensual de los pollos entre el primer y el quinto mes se estimó entre 0,771 y 0,904. Por tanto, la **mortalidad mensual durante el primer mes** para los pollos después de la eclosión estaría **entre 0,511 y 0,450, con un valor promedio de 0,481**, y de entre **0,096 y 0,229 entre el primer y el quinto mes**, con un valor **promedio de 0,163**.

Además de estos valores de mortalidad asignados a los pollos en el modelo se ha considerado que la muerte del adulto durante los dos primeros meses de vida de los pollos implica la muerte de todo el bando, dado que los pollos a esa edad son dependientes del adulto para su protección y para conseguir alimento.

#### 2.2.4- Información sobre tendencias poblacionales y productividad.

Como método para calibrar los resultados del modelo sobre la tendencia de las poblaciones de perdiz roja contamos con información independiente obtenida en las tres comarcas de perdiz de Navarra. Esta información consiste en los índices kilométricos de abundancia (IKAs) de perdiz en primavera y la productividad (nº de pollos/ adulto) estimada en el mes de agosto desde 1990 hasta la actualidad en treinta cotos distribuidos en las tres comarcas. La información proviene de los censos realizados por el guarderío de medio ambiente de Navarra y por los guardas de caza de los acotados. A partir de los IKAs de estos años se puede calcular la tendencia de la población (mediante la tasa finita de crecimiento anual, Lambda) a lo largo del tiempo, y contrastarla con la tendencia resultante de las simulaciones realizadas con el modelo de dinámica poblacional a partir de nuestras estimas. También podremos calibrar el modelo comparando la productividad observada en la naturaleza con la obtenida con el modelo poblacional.

#### 2.3.- Calibrado del modelo

Una vez introducida la información en el modelo poblacional, realizamos una serie de simulaciones para obtener varias estimas. Para evaluar la





tendencia de la población según el modelo, calculamos la tasa intrínseca de crecimiento anual ( $\lambda$ ) con los valores nominales introducidos. También calculamos el valor de  $\lambda$  en dos escenarios diferentes, considerando los valores extremos de los parámetros para los que tenemos una mayor incertidumbre en su estima: la mortalidad de los pollos pequeños (< 1 mes) y de pollos grandes (1-5 meses). Así calculamos  $\lambda$  de la población para un escenario de alta supervivencia, en la que damos a ambos grupos de edad los valores de mortalidad más bajos entre los estimados, y un escenario de baja supervivencia, con los valores de mortalidad más altos estimados. Realizamos 1000 repeticiones de cada uno de los escenarios, para obtener el valor promedio de  $\lambda$  para cada escenario.

Estimamos también la “**productividad**” **media** estimada con el modelo poblacional (nº de pollos / adultos) durante el mes de agosto (valor promedio de la productividad el 1 agosto y la productividad el 1 septiembre) para cada uno de los tres escenarios, y contrastamos el resultado con el promedio estimado en el campo a partir de observaciones en 30 cotos de Navarra en los últimos 10 años.

A partir de estas comparaciones seleccionamos los valores de los parámetros de mortalidad de los pollos de perdiz con los que obtenemos estimas de  $\lambda$  más próximas a lo estimado en el campo.

Una vez seleccionado el escenario más realista, realizamos una serie de simulaciones con el modelo de dinámica poblacional para evaluar el efecto de los distintos parámetros:

- Simulaciones para evaluar el efecto de cambios en los parámetros en todo su rango de variación sobre la tasa finita de crecimiento anual de la población. Calculamos la “ $\lambda$ ” dando valores a la mortalidad de cada uno de los grupos de edad de manera individualizada, desde 0 hasta 1, en intervalos de 0,1. Se han hecho 100 repeticiones con cada uno de los valores de mortalidad.







- Simulaciones de la sensibilidad de Lambda frente a pequeños cambios de los distintos parámetros. Se ha calculado la sensibilidad de Lambda frente a pequeñas variaciones ( $\pm 10\%$ ) de cada parámetro en torno al valor nominal estimado.

#### 2.4.- Escenarios de mejora

Se han diseñado escenarios de gestión tendentes a mejorar los parámetros demográficos, basándonos en los factores que afectan a las distintas tasas de supervivencia. En el caso de las perdices adultas, se comprobó que la supervivencia es mayor en paisajes más parcheados, con menos cultivos, y con más terrenos forestal e improductivo (Ver capítulo 2). En el caso de los nidos, se sabe que su supervivencia aumenta con la cobertura vegetal, siendo mayor en zonas como las lindes que en los cultivos (Casas y Viñuela, 2010). Finalmente, en el caso de los pollos, sometidos a elevadas tasas de depredación, sobre todo en las primeras semanas de vida, se verían igualmente beneficiados por un aumento de la cobertura vegetal que reduciría el riesgo de depredación. Por ello como escenarios alternativos de mejora se han considerado situaciones con menor proporción de cultivos, mayor disponibilidad de linderos, y mayor proporción de terreno forestal y de terreno improductivo. Todas estas características aumentarían simultáneamente la supervivencia de las perdices adultas, el éxito de las puestas y la supervivencia de los pollos de las dos edades consideradas.

Con el objetivo de asignar valores realistas a cada parámetro en estos escenarios de gestión, nos hemos fijado en la variabilidad de los parámetros estimada a partir de los modelos de supervivencia. Para cada uno de los grupos de edad (adultos, nidos, pollos menores de un mes y pollos entre uno y cinco meses) seleccionamos el modelo de supervivencia proporcionado por el programa MARK que mejor se ajusta a los datos. La supervivencia puede variar según factores como el coto o el año dependiendo del modelo seleccionado en cada caso. Consideramos el rango de valores que puede tomar la supervivencia para cada grupo de edad en función del factor que tiene más peso (coto o año), y obtenemos así unos valores de supervivencia máxima





y supervivencia mínima correspondiente a cada grupo de edad. Con las tasas de supervivencia máximas observadas para cada grupo, diseñamos un escenario “óptimo” (**escenario 1**) en el que se asigna a los distintos parámetros (adultos, nidos y pollos de las dos edades) la tasa de mortalidad mínima estimada en situaciones reales. En un escenario “subóptimo” (**escenario 2**) asignamos a los parámetros valores intermedios, calculados como el promedio entre los asignados en el escenario actual (valores nominales) y los asignados en el escenario “óptimo”.

Mediante el modelo de demografía hemos estimado la Lambda promedio para cada uno de los escenarios (óptimo o 1, y subóptimo o 2). Además, para comprobar el efecto que tendrían sobre la tasa de crecimiento de la población distintos niveles de presión de caza aplicados simultáneamente a cada uno de los escenarios planteados, realizamos simulaciones asignando a la mortalidad por caza valores de 0 a 1, en incrementos de 0,1.

#### 2.4.1.- Estima de tasas de mortalidad:

El modelo seleccionado por el programa Mark que mejor explica la supervivencia de las perdices adultas es el que considera la supervivencia diferente para los cuatro periodos del año establecidos, seguido del modelo que además incluye el factor “coto”, con una diferencia de AIC de 1,531 (Ver tabla 10). A partir de este modelo, estimamos la supervivencia de las perdices adultas para cada uno de los seis cotos de estudio, en cada periodo (Tabla 12).

Las mortalidades para el escenario 1 son las correspondientes para cada mes del año a partir de las tasas de mortalidad estimadas para el coto de Villatuerta (con la máxima supervivencia). Las mortalidades asignadas al escenario 2 son las mortalidades promedio entre estas y las consideradas en la situación de partida (Tabla 41).





**Tabla 41:** tasas de mortalidad de las perdices adultas consideradas en los escenarios de mejora: escenario óptimo (1) y escenario subóptimo (2)

	ener.	febr.	mar.	abril	may.	jun.	jul.	ago.	sept.	oct.	nov.	dic.
Escenario 1	0,038	0,038	0,137	0,137	0,118	0,098	0,071	0,048	0,038	0,038	0,038	0,038
Escenario 2	0,043	0,043	0,151	0,151	0,130	0,109	0,079	0,049	0,043	0,043	0,043	0,043

En el caso de los nidos, el modelo seleccionado por Mark que mejor explica los datos es aquel con supervivencia constante a lo largo de la incubación, con diferencias entre años (tabla 20). La mayor tasa de supervivencia de las puestas (67,5%) correspondió al año 2006 ( tabla 21). Por tanto, la mortalidad a incorporar en el modelo en el **escenario 1** es de **0,325**. Este valor es próximo al estimado en otro trabajo realizado con radio-marcaje de adultos en Castilla la Mancha (Casas y Viñuela, 2010) en el que las mayores supervivencias de nidos de perdiz se encontraban en torno al 60%. Para el **escenario 2**, el valor de la mortalidad de las puestas es de **0,428** (promedio entre el valor nominal y el valor del escenario 1).

Los modelos de supervivencia seleccionados por el programa Mark para los pollos de perdiz (tanto pequeños como grandes) en el supuesto de máxima supervivencia, consideran la supervivencia constante y no afectada por ningún factor. También en ambos casos, el siguiente mejor modelo seleccionado es aquel que incluye el factor “año”, con diferencias de AIC inferiores a 2 ( $\Delta$  AIC pollos pequeños = 1,149;  $\Delta$  AIC pollos medianos = 0,978; tablas 24 y 25). Por ello estimamos las tasas de supervivencia de los pollos de ambos grupos de edad para cada año de seguimiento (tabla42).





**Tabla 42:** tasas de supervivencia diarias (pollos < de 1 mes) y semanales (pollos entre 1 y 5 meses) para los pollos de perdiz cada año de estudio.

AÑO	Pollos < 1 mes	Pollos 1-5 meses
	S. diaria	S. semanal
2007	<b>0,983</b>	0,960
2008	0,976	0,975
2009	0,967	<b>0,984</b>

Para el **escenario 1** se ha asignado una mortalidad mensual de **0,323** a los **pollos durante el primer mes de vida**, y de **0,062** a los **pollos entre 1 y 5 meses de vida**, correspondientes a las tasas de mortalidad observadas en 2007 y 2009 respectivamente. En el **escenario 2**, los valores introducidos son de **0,386** para el primer mes de vida y de **0,079** entre el primer y el quinto mes de vida.

### 3.-RESULTADOS Y DISCUSIÓN:

#### 3.1.- Tasa finita de crecimiento anual y productividad observadas en el campo:

Se ha calculado la tasa finita de crecimiento anual (Lambda) de las poblaciones de perdiz roja de Navarra a partir de los IKAs de primavera de cada uno de los 30 cotos de seguimiento para el periodo 1991-2010. Aunque hay oscilaciones interanuales, con algunos años con crecimiento positivo, la tendencia de la tasa de crecimiento media para el periodo 1991-2010 es decreciente, tanto de forma global para todos los cotos de Navarra (Figura 34), como para cada una de las comarcas de perdiz.



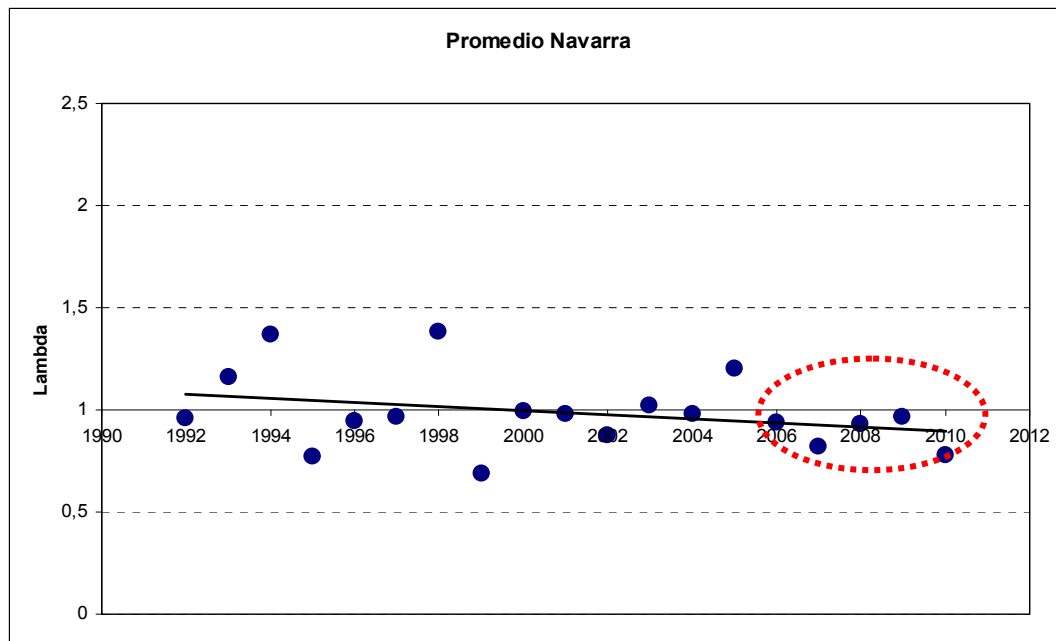


Figura 34: Tendencia de las poblaciones de perdiz observada a partir de los Índices Kilométricos de Abundancia calculados en primavera, entre 1991 y 2010, para el conjunto de toda Navarra. En rojo, los años para los que está estimado el valor de Lambda.

La **tasa media de crecimiento anual** para los cotos de seguimiento de Navarra estimada para el periodo de tiempo en el que se realizó el presente estudio (2006-2010) es de **0,885**, lo que indica una tendencia decreciente de las poblaciones, aunque próxima a la estabilidad (tabla 43).

**Tabla 43:** Valores de IKA y Lambda estimados para la perdiz en las poblaciones naturales en las tres comarcas Cinegéticas de perdiz de Navarra (Estella, Tafalla y Tudela), y para el global de la zona de perdiz, durante los últimos 5 años (2006-2010), y promedio de estos.

COMARCA		2006	2007	2008	2009	2010	Promedio
ESTELLA	IKA	2,399	1,815	1,532	1,475	1,175	
	Lambda	0,937	0,757	0,844	0,963	0,797	<b>0,859</b>
TAFALLA	IKA	1,800	1,791	1,773	1,611	1,197	
	Lambda	0,943	0,995	0,990	0,909	0,743	<b>0,916</b>
TUDELA	IKA	1,814	1,280	1,267	1,401	1,081	
	Lambda	0,924	0,705	0,990	1,106	0,772	<b>0,899</b>
<b>GLOBAL</b>	IKA	2,050	1,680	1,559	1,505	1,171	
	<b>Lambda</b>	0,936	0,819	0,928	0,966	0,778	<b>0,885</b>





La productividad media estimada a lo largo del mes de agosto en Navarra muestra también una tendencia decreciente a lo largo del tiempo, desde 1990 hasta la actualidad, aún cuando existen marcadas variaciones interanuales. (Figura 35)

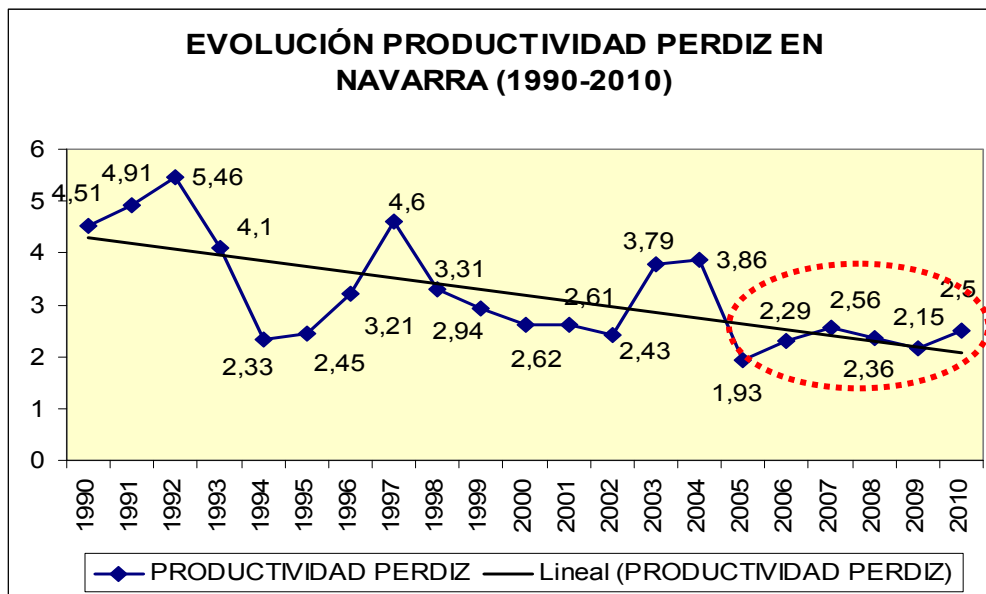


Figura 35: Productividad media anual de la perdiz roja en Navarra y línea de tendencia de la misma entre 1991 y 2010. En rojo se señalan los últimos 5 años, para los que está estimado el valor promedio de la productividad. (Gráfica cedida por GAVRN)

La **productividad media** en agosto estimada en Navarra para los cinco años en los que se realizó el trabajo de campo es de **2,37 pollos por adulto**.

3.2.- Estimaciones de la tasa finita de crecimiento anual y productividad a partir del modelo de dinámica poblacional. “Calibrado” del modelo.

Realizamos las simulaciones del modelo de dinámica poblacional de la perdiz roja introduciendo los valores de mortalidad señalados (ver material y métodos) y creamos los tres escenarios de supervivencia definidos (media, mínima y máxima). Estimamos también el índice de productividad para cada uno de los tres escenarios a partir del modelo. En el escenario de **máxima supervivencia**, en el que asignamos a los pollos las mortalidades más bajas,





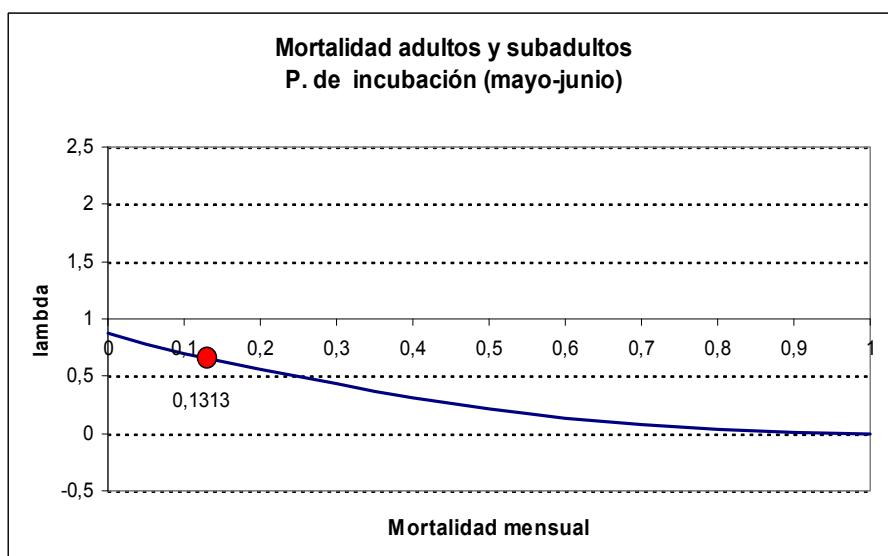
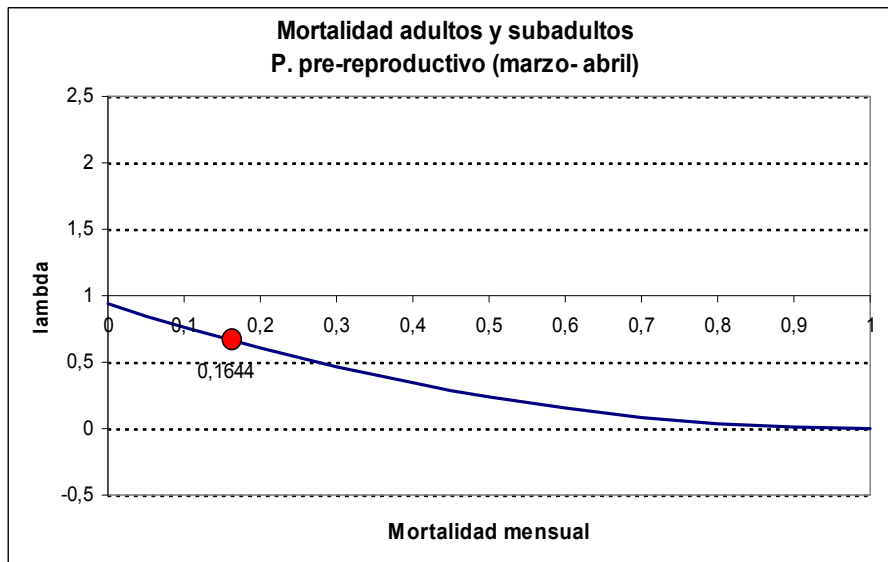
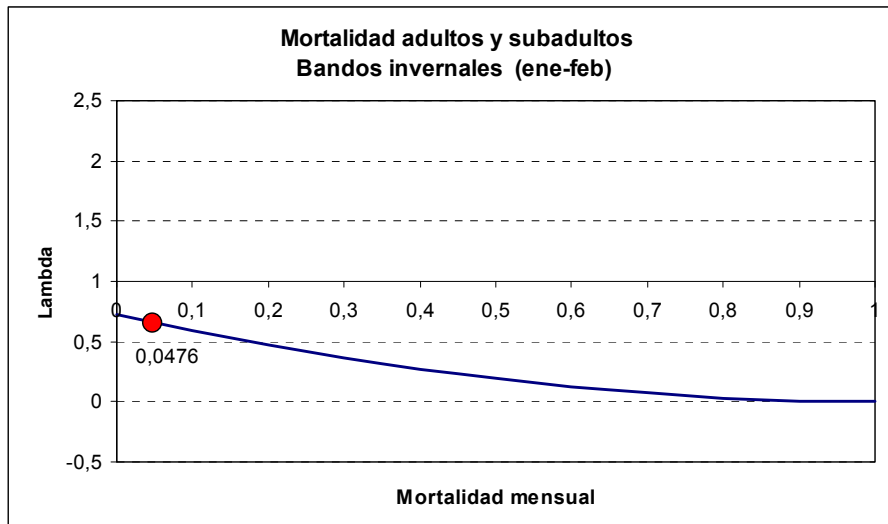
el valor de **Lambda** es de **0,661**, y la **productividad** media es de **1,865** pollos por adulto. En el escenario de **mínima supervivencia** de los pollos, asignando los valores de mortalidad más altos estimados, la **Lambda** es de **0,453**, y la **productividad** media para el mes de agosto es de **1,519** pollos por adulto. En el **escenario intermedio**, con las mortalidades promedio obtenemos valores de **0,544** de **Lambda** y **1,669** de **productividad**. Por lo tanto, y por proximidad a los valores de ambos índices observados en el campo, seleccionamos el escenario de máxima supervivencia de los pollos como más realista. Las estimas y simulaciones realizadas con el modelo se basarán en adelante en estos valores de mortalidad de los pollos de perdiz.

### 3.3.- Efecto de los parámetros demográficos sobre la tasa de crecimiento de la población

Comprobamos las respuestas de Lambda frente a los cambios en los distintos parámetros demográficos (Figuras 36 a 45). Todas las simulaciones incluyen el valor medio de mortalidad por caza estimado en 23 cotos de Navarra entre 2007 y 2009 (23%, tablas 38 y 39).

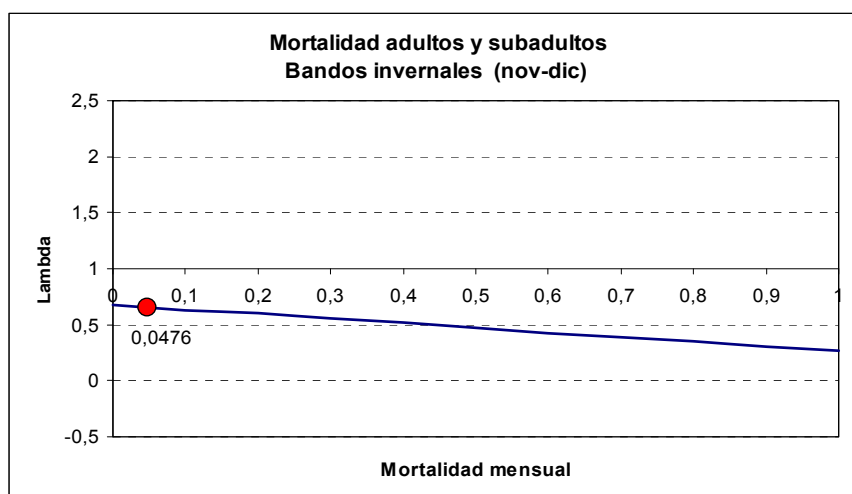
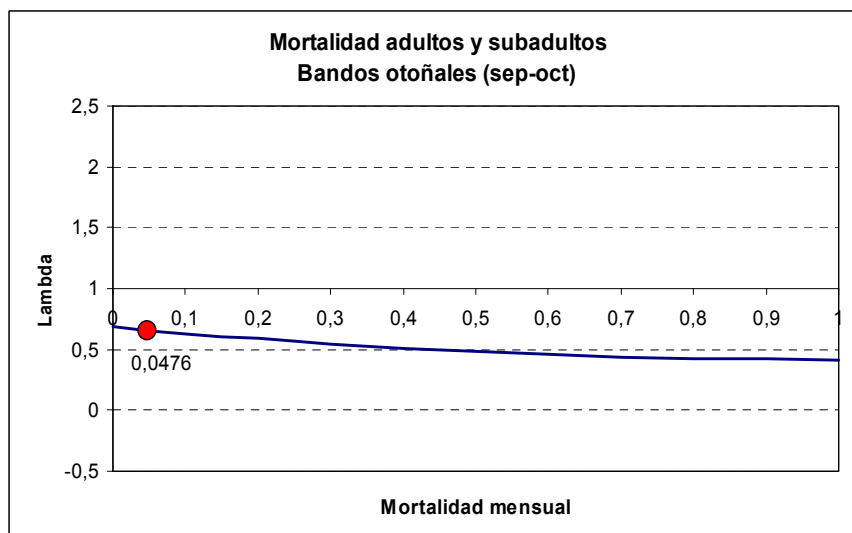
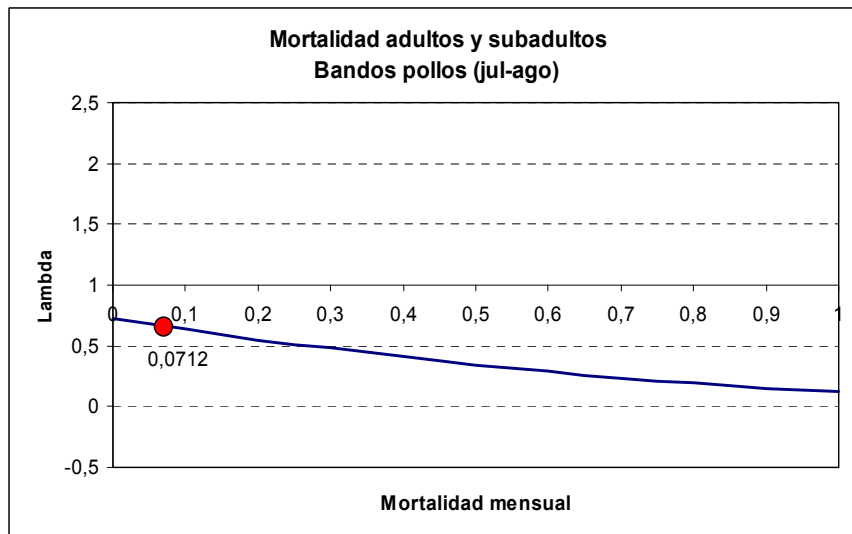






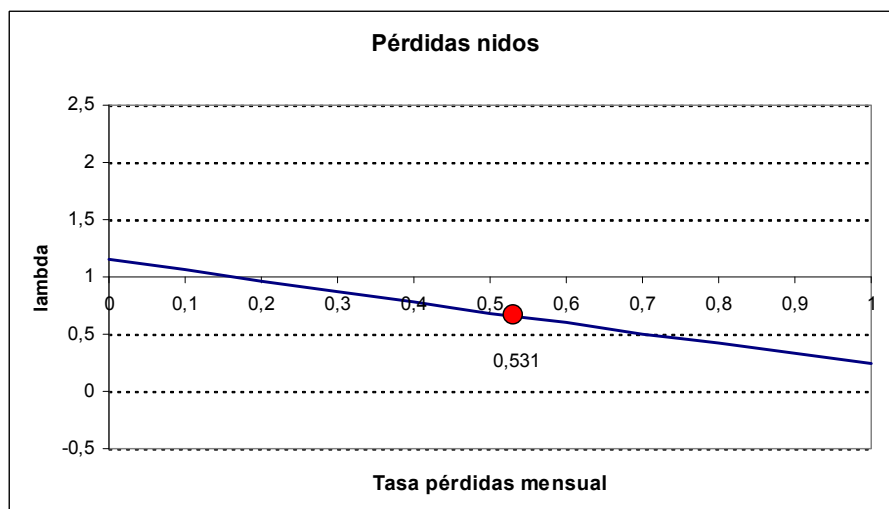
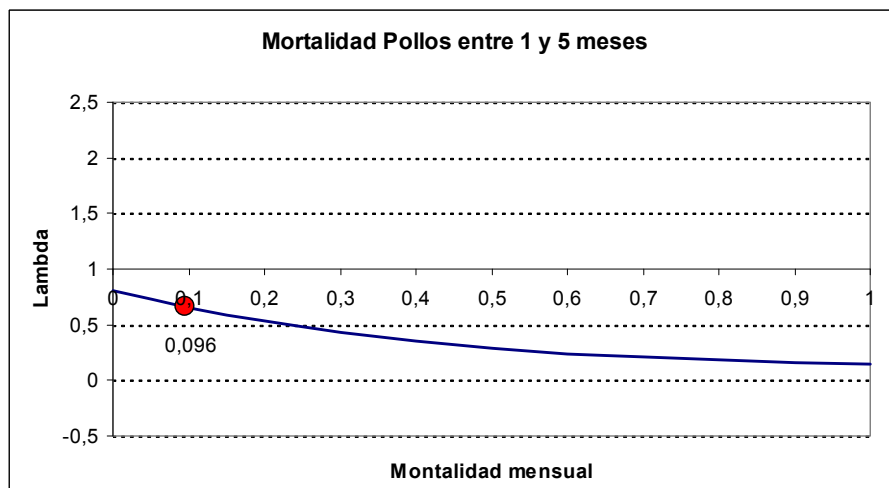
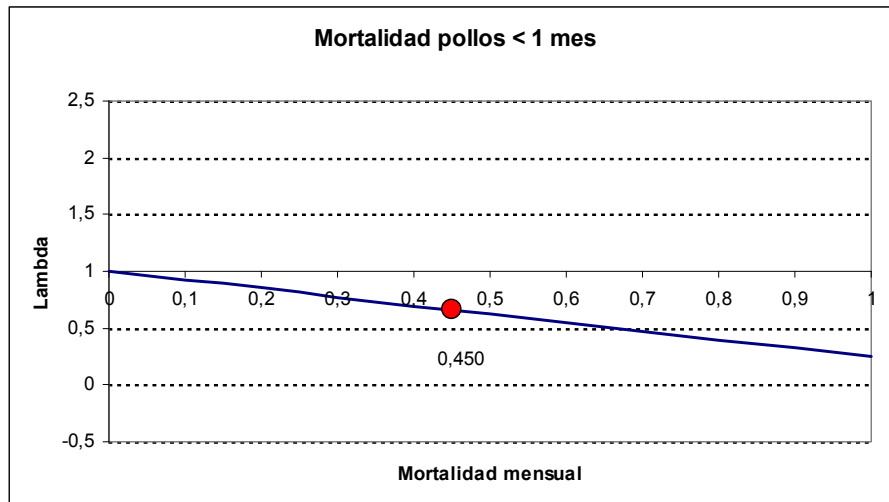
**Figuras 36 a 38:** Cambios en el valor de la Lambda para la mortalidad de adultos en distintos periodos, asignando valores de mortalidad entre 0 y 1 en intervalos de 0,1. Los círculos rojos indican el valor estimado de cada parámetro en los cotos de estudio entre 2006 y 2009.





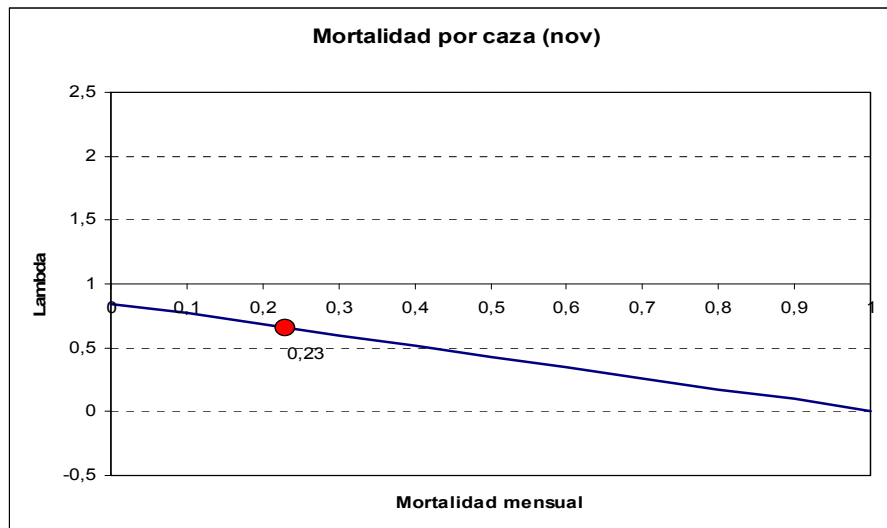
**Figuras 39 a 41:** Cambios en el valor de la Lambda para la mortalidad de adultos en distintos periodos, asignando valores de mortalidad entre 0 y 1 en intervalos de 0,1. Los círculos rojos indican el valor estimado de cada parámetro en los cotos de estudio entre 2006 y 2009.





**Figuras 42 a 44:** Cambios en el valor de la Lambda para las mortalidades de pollos de distintas edades y la pérdida de nidos, asignando valores de mortalidad entre 0 y 1 en intervalos de 0,1. Los círculos rojos indican el valor estimado de cada parámetro en los cotos de estudio entre 2006 y 2009.





**Figura 45:** Cambios en el valor de la Lambda para la mortalidad por caza, asignando valores de mortalidad entre 0 y 1 en intervalos de 0,1. El círculo rojo indica el valor del parámetro estimado en la situación actual a partir de las bolsas de caza y las estimas de la población pre-caza.

El único parámetro cuya reducción de forma aislada produce valores de Lambda superiores a 1 (población creciente) es la tasa de pérdidas de nidos (Figura 44). Según este resultado, una reducción en la tasa de pérdida de nidos podría por si sola mejorar notablemente la situación de las poblaciones de perdiz roja en Navarra. Respecto a la mortalidad de los adultos, tan solo la mejora aislada en los periodos pre-reproductivo (marzo-abril, Figura 37) y de incubación (mayo-junio, Figura 38) permitiría aproximarse a los valores de estabilidad poblacional, aunque para ello sería necesario reducirla hasta valores próximos a cero, lo que parece poco realista. Por otro lado, una reducción aislada de la mortalidad de los pollos menores de un mes (Figura 42) proporcionaría tasas de crecimiento próximas a la estabilidad, aunque de nuevo sería necesario reducir la mortalidad de los pollos hasta valores próximos a cero. No obstante, la aplicación de medidas de gestión para corregir los valores de mortalidad de un parámetro no actuarían de manera aislada sobre ese parámetro, de modo que sería de esperar modificaciones simultáneas de varios de los parámetros, y por tanto valores de Lambda que no se reflejan en los gráficos, probablemente superiores a 1 en un mayor número





de casos. Resulta destacable que aparentemente una interrupción de la actividad cinegética como medida aislada de gestión, sin introducir mejoras de otro tipo no conllevaría por sí sola, a priori, una tendencia creciente de la población, que seguiría teniendo tendencia negativa (Figura 45).

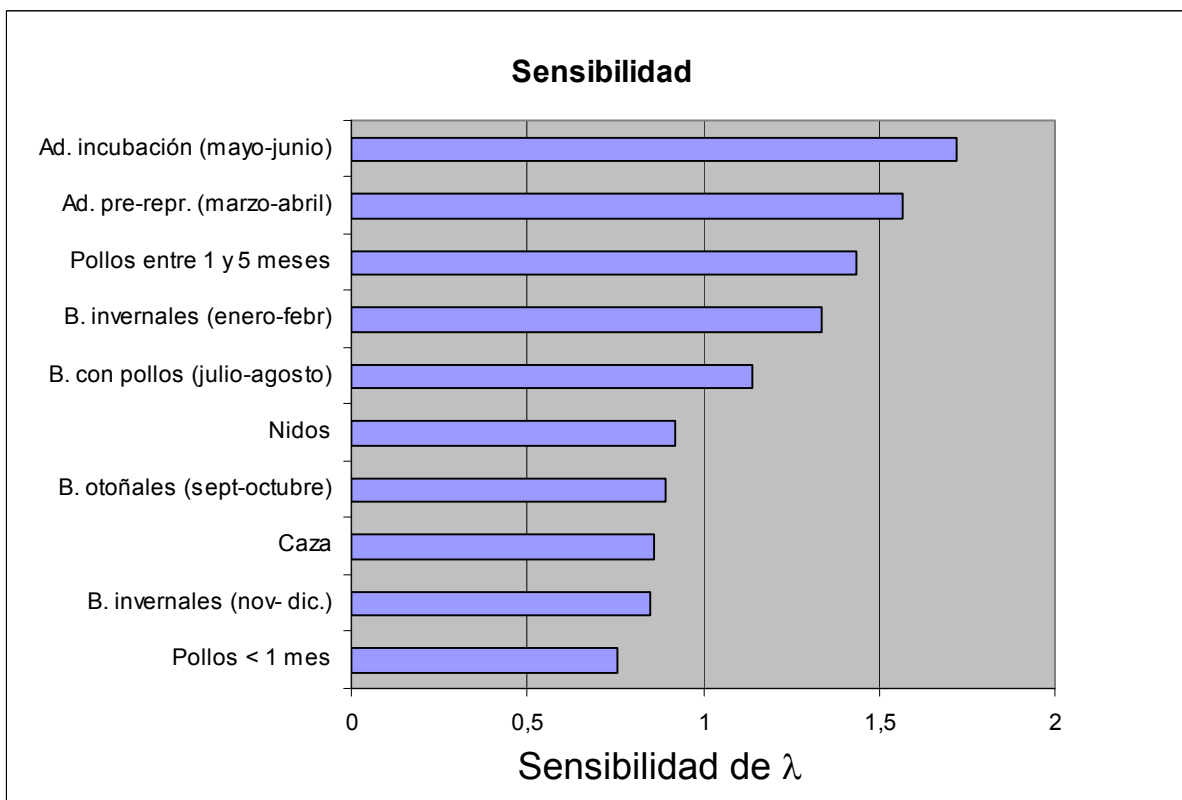
### 3.4.- Sensibilidad de Lambda frente a los distintos parámetros

Según los resultados de sensibilidad obtenidos para cada parámetro, el parámetro que más influye en Lambda es la mortalidad de los adultos durante los meses de incubación de las puestas, seguidos de la mortalidad de los adultos en el periodo pre-reproductivo (Figura 46). Con pequeñas variaciones de estos parámetros se consiguen los mayores cambios en la tasa de crecimiento de la población. Ambos son valores de mortalidad relativamente elevados (en torno al 15%) y por tanto susceptibles de mejora. El siguiente parámetro para el que Lambda presenta mayor sensibilidad es la mortalidad de los pollos entre 1 y 5 meses de edad, que sin embargo tienen una mortalidad bastante baja (9%) y quizás más difícilmente mejorable. La mortalidad de los nidos estimada en Navarra es bastante elevada (53%, algo menor que el 63% estimado en agrosistemas del centro de España, Casas y Viñuela, 2010) y es un parámetro a tener en cuenta de cara a la gestión, ya que tiene un gran potencial de mejora; de hecho es el único parámetro cuya mejora de forma aislada permitiría obtener tasas de crecimiento de la población positivas, si se consiguiera reducir al 15% (ver figura 44), a pesar de no tener valores de sensibilidad muy elevados. Además, está muy relacionado, de manera indirecta, con la mortalidad de los adultos durante el periodo de incubación. La mortalidad debida a la caza, a pesar de no tener un valor de sensibilidad muy elevado (en torno a 0,5) se trata de un parámetro sobre el que se puede actuar dado los valores estimados en la situación actual (promedio 23% en toda Navarra). No obstante, como ya hemos señalado previamente, una actuación aislada sobre este parámetro en la situación actual no se traduciría en la obtención de tasas positivas de crecimiento de la población. También merece mención la mortalidad de los pollos de menos de un mes, que a pesar de mostrar una sensibilidad relativamente baja, el valor estimado del parámetro es





muy elevado (45%, Figura 42) y por tanto susceptible de reducción mediante medidas de gestión (hábitat fundamentalmente), al igual que se ha mencionado para la mortalidad de los nidos. En ambos casos, es de esperar que cambios en el paisaje que mejorasen el refugio (linderos, barbechos, estructuras lineales) supongan una reducción de la mortalidad, con efectos positivos esperables en la tasa de crecimiento de la población.



**Figura 46:** Sensibilidad de la tasa finita de crecimiento (Lambda) de la población de perdices ante cambios del 10% de cada uno de los parámetros demográficos.

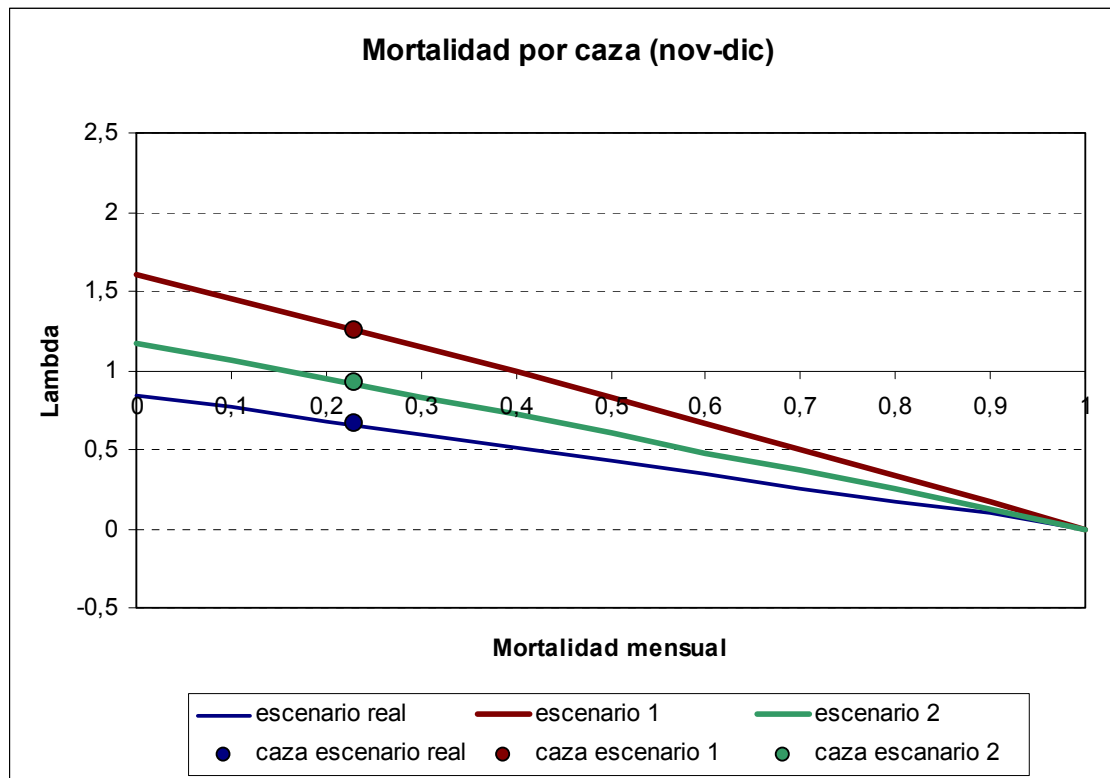
### 3.5.- Escenarios de mejora

El valor de Lambda obtenida en el **escenario 1** (escenario óptimo) es de **1,257**. La tendencia de la población con los valores de supervivencia máximos observados para cada grupo de edad sería, por tanto, creciente. En el **escenario 2** (escenario subóptimo) la tendencia sería de **0,918**, ligeramente decreciente, pero cercana a la estabilidad.





En ambos escenarios, realizamos simulaciones asignando a la mortalidad por caza valores desde 0 (ninguna actividad cinegética) hasta 1, en intervalos de 0,1, para comprobar el efecto que tiene el aumento o descenso de la mortalidad por caza en los dos escenarios planteados (figura 47)



**Figura 47:** Cambios en el valor de Lambda para cambios en la mortalidad por caza, asignando valores de mortalidad entre 0 y 1 en intervalos de 0,1, en los escenarios actual (línea azul), escenario 1 o de gestión óptima (línea roja) y escenario 2 o de gestión intermedia (línea verde). Los círculos indican el valor de la mortalidad de caza en la situación actual estimada a partir de las bolsas de caza y las estimas de la población pre-caza.

En ambos escenarios (óptimo y subóptimo), las poblaciones de perdiz tendrían una tendencia creciente en el caso en que no se cazara, con valores de Lambda por encima de 1 (1,60 en el escenario 1; 1,17 en el escenario 2). Con las actuales tasas de mortalidad debidas a la caza, la tendencia de la población en el escenario 1 se mantendría creciente, con un valor de Lambda de 1,257. En este escenario, la mortalidad por caza podría aumentar hasta 0,4 manteniendo una tendencia poblacional estable.





Por lo tanto, en caso de lograrse una reducción de las tasas de mortalidad de los distintos parámetros demográficos de la perdiz hasta los valores planteados en el escenario 1, valores que por otra corresponden a situaciones reales observadas en el campo, la tendencia de la población sería a la recuperación de sus poblaciones, siendo esta compatible con el mantenimiento de una actividad cinegética igual e incluso superior a la que se realiza en la actualidad.

En el segundo escenario diseñado, la actividad cinegética tendría que verse ligeramente reducida para conseguir tasas de crecimiento de población superiores a 1. La estabilidad de la población se alcanzaría con tasas de mortalidad por caza ligeramente inferiores a 0,2. La reducción de las tasas de mortalidad en este escenario es menos ambiciosa que la planteada en el escenario anterior, aparentemente más fáciles de alcanzar a corto plazo, y, sin embargo, supondrían una notable mejoría de la actual situación de las poblaciones de perdiz roja en Navarra.

La mortalidad de las perdices adultas varía en función del coto en el que se marcaron. Al analizar las características de hábitat de los cotos donde se ha trabajado y relacionarlas con la supervivencia de las perdices se ha encontrado que existe una relación positiva (aunque en ningún caso significativa) con el porcentaje de terreno forestal e improductivo que hay en el coto y negativa con el porcentaje de terreno dedicado a cultivo y con el tamaño medio del parche. De modo que aumentando la cobertura vegetal y la superficie improductiva, y reduciendo la simplificación del medio, se podrían conseguir un aumento de las tasas de supervivencia de las perdices adultas.

Entre los parámetros con mayor sensibilidad en el modelo de dinámica poblacional de perdiz se encuentran las mortalidades de los adultos en los periodos pre-reproductivo y de incubación. El periodo pre-reproductivo es un periodo en el que las perdices se exponen mucho a sus depredadores. Un alto porcentaje de las depredaciones son debidas a aves rapaces. Un aumento de la cobertura vegetal durante este periodo, en el que los animales tienden a exponerse más y carecen de la protección de los cultivos de cereal, que están todavía sin crecer, se traduciría previsiblemente en un descenso importante de la mortalidad de las perdices adultas. Un incremento de la disponibilidad de







lindes, que son seleccionadas positivamente para nidificar (Casas y Viñuela, 2010), en paisajes menos simplificados, aumentaría no solo la supervivencia de las perdices adultas sino que además incrementaría el porcentaje de éxito de las puestas (Casas y Viñuela, 2010), parámetro este muy susceptible de mejora.

Cabe esperar que las medidas de mejora de hábitat se reflejaran también en un aumento las tasas de supervivencia de los pollos perdiz, principalmente en las primeras semanas de vida, aunque las variaciones observadas en las tasas de supervivencia de los pollos parecen responder más a condiciones climáticas que al coto al que pertenecían, tal como indica la influencia del año pero no del coto. En cualquier caso, el aumento de la cobertura vegetal reduciría el riesgo de depredación de los pollos de forma directa, al ser menos detectable por los depredadores, e indirectamente al aumentar el alimento animal disponible para los pollos pequeños, disminuyendo de esa manera los movimientos que deben realizar para adquirirlo y el tiempo de exposición frente a depredadores.



## **CONCLUSIONES**

- 1.- Los principales depredadores de la perdiz roja en Navarra son el zorro (*Vulpes vulpes*), que depreda sobre todas las clases de edad, la urraca (*Pica pica*), que depreda principalmente sobre nidos, y varias especies de aves rapaces diurnas, que depredan sobre adultos y pollos. La tendencia de la abundancia de zorros y urracas en los últimos años en Navarra es estable.
- 2.- La abundancia de zorros en Navarra es mayor en cotos con mayor proporción de terreno improductivo, cercanos a poblaciones pequeñas. En los últimos años su abundancia ha aumentado más en cotos con mayor abundancia de zorros, situados más hacia el Este, cercanos a poblaciones grandes, de menor altitud y con mayor proporción de terreno improductivo.
- 3.- La abundancia de urracas en Navarra es mayor en cotos más próximos a poblaciones de tamaño medio (>1.000 habs.), con menor proporción de terreno forestal y situados más al Sur. Su abundancia ha aumentado más en los últimos años en cotos con poblaciones de perdiz en aumento y con menor proporción de terreno improductivo. Las medidas de control de urracas son efectivas para reducir su productividad anual.
- 4.- La mayor abundancia de zorros y urracas se localiza en el sur de Navarra, principalmente en el valle del Ebro. El riesgo potencial de depredación de la perdiz por aves rapaces es relativamente uniforme a lo largo del área de distribución, localizándose el mayor número de especies depredadoras de perdiz en el centro y sur de la comunidad.
- 5.- Se radio-marcaron 167 perdices adultas en 6 cotos de Navarra entre 2006 y 2009. El 34% murieron depredadas, 30 por carnívoros, 24 por rapaces y 3 por depredador no identificado. La tasa de supervivencia de las perdices adultas varía a lo largo del ciclo anual, siendo menor en los periodos pre-reproductivo (marzo-mayo) y de incubación (mayo-julio), cuando sufren una mayor exposición ante los depredadores. La mayor supervivencia ocurre en cotos con menor proporción de cultivos y con hábitat más parcheado, que corresponden a una mayor disponibilidad de refugio ante los depredadores.



- 6.- A partir del radio-seguimiento de perdices adultas en 6 cotos de Navarra se localizaron 83 puestas, 68 incubadas por hembras y 15 por machos. El 34% de las puestas se perdieron durante la incubación, principalmente por depredación, incluyendo la depredación del adulto (11%). El 48% de las hembras que perdieron su primera puesta realizaron una segunda puesta. El tamaño medio de puesta fue de 10,65 huevos y 9,63 pollos en la eclosión.
- 7.- Mediante modelos de supervivencia (programa MARK) se estimó una tasa de supervivencia de los nidos de perdiz del 47%, aunque existe una gran variación anual (31%-67%). El efecto de factores como el coto o el sexo del adulto que incuba es despreciable.
- 8.- La tasa media de pérdida de nidos por coto estimada mediante nidos artificiales (11 cotos entre 2006 y 2008) fue del 30%, aunque varió mucho entre cotos (0%-97%) y entre años (14%-42%). Los córvidos fueron los depredadores más importantes (20% del total de nidos), seguidos de los carnívoros (10%). Las labores agrícolas causaron mayores pérdidas (4%) que otros depredadores menores (lagarto 3%, jabalí 2%). La tasa de depredación de nidos artificiales estuvo positivamente relacionada con la proporción de cultivos y con la abundancia de urracas.
- 9.- Los nidos artificiales sobrestimaron la supervivencia y la incidencia de los córvidos en relación a los nidos naturales, mientras que subestimaron la incidencia de carnívoros y rapaces. Por ello, y a pesar de su uso común, no es recomendable extrapolar los resultados obtenidos con nidos artificiales a las tasas y causas de pérdida de nidos naturales de perdiz roja.
- 10.- Se ensayaron distintos sistemas para estimar la supervivencia de los pollos de perdiz. El seguimiento del tamaño de los grupos familiares a lo largo del verano mediante observación directa de adultos con pollos tiene muchas limitaciones para detectar el descenso, por lo que su uso no es recomendable.
- 11.- La observación semanal de grupos familiares de perdices adultas marcadas permite conocer con cierta precisión el descenso en el tamaño de pollada. Mediante el seguimiento de 36 grupos familiares en tres cotos de



- Navarra durante tres años se estimó una supervivencia media del 39% durante el primer mes de vida de los pollos.
- 12.- Se pusieron a punto métodos eficaces para radio-marcas pollos de perdiz de distintas edades mediante experiencias en cautividad. Pegar un pequeño emisor en la espalda de pollos de pocos días de edad permite seguirlos durante dos semanas sin afectar al peso de los animales. Para marcar pollos de 4 semanas de edad, el sistema de arnés con elásticos, que les permitan crecer, resulta más eficaz y menos molesto que los collares empleados para los adultos, y permite colocar emisores de mayor alcance y vida media.
  - 13.- Se marcaron con pequeños emisores pegados a la espalda 99 pollos de perdiz de entre 1 y 8 días de edad en 4 cotos de Navarra entre 2007 y 2009. El 25% de los emisores se desprendieron durante los 4 primeros días tras el marcaje y el 20% de los pollos permanecieron marcados más de 12 días. Al menos 22% de los pollos fueron depredados, principalmente por aves rapaces y carnívoros. Por término medio el 66% de los pollos sobreviven a los primeros 15 días de vida, siendo la variación debida al año mayor que la del coto y el bando, según modelos de supervivencia elaborados con el programa MARK. La supervivencia durante el primer mes de vida se estimó entre el 49% y el 55%.
  - 14.- Se marcaron 63 pollos de entre 4 y 10 semanas de vida con emisores de arnés con elásticos. Al menos el 13% de los pollos fueron depredados por carnívoros y aves rapaces. Por término medio el 51% de los pollos sobreviven entre el primer y el quinto mes de vida, siendo la variación debida al bando y al año más importante que la debida al coto.
  - 15.- Para comprobar la efectividad del control de depredadores sobre las poblaciones de perdiz roja se realizaron experiencias de control de depredadores en dos cotos de Navarra. El control de depredadores no afectó a la supervivencia de las perdices adultas, de los nidos ni de los pollos pequeños. Existe un efecto importante del área (coto) en la supervivencia de los nidos, que podría estar relacionado con diferencias de hábitat que afectan indirectamente a la depredación. Tan sólo en el caso de los pollos grandes bajo el escenario de mínima supervivencia, el modelo



que incluye el tratamiento (control de depredadores) es seleccionado por encima del modelo de supervivencia constante. Estos resultados indican es que las herramientas actualmente disponibles de forma legal para reducir la depredación (control de las poblaciones de zorros y urracas), al menos bajo las condiciones estudiadas, no son eficaces para mejorar los parámetros demográficos de la perdiz considerados, salvo en el caso mencionado de los pollos a partir de un mes de edad

- 16.- Las etapas del ciclo vital de la perdiz roja más sensibles a la depredación son la época pre-reproductiva y de incubación para las perdices adultas, la supervivencia de los nidos y las primeras semanas de la vida de los pollos. Otras medidas tendentes a reducir la mortalidad durante estas fases (mejora del hábitat, disponibilidad de alimento y refugio) podrían mejorar la supervivencia de las perdices y por tanto reducir indirectamente los efectos de la depredación.
- 17.- Se ha elaborado un modelo de dinámica poblacional de la perdiz roja teniendo en cuenta la información sobre parámetros demográficos (supervivencia, reproducción y mortalidad por caza) obtenida durante 4 años a partir del radio-seguimiento en 6 cotos de Navarra. La tasa de pérdida de nidos es el único parámetro cuya reducción de forma aislada permite tasas de crecimiento de la población positivas. Una reducción aislada de la mortalidad de los pollos menores de un mes proporcionaría tasas de crecimiento próximas a la estabilidad, aunque sería necesario reducir la mortalidad de los pollos hasta valores próximos a cero. Respecto a la mortalidad de los adultos, tan solo la mejora aislada en los periodos pre-reproductivo y de incubación permitiría aproximarse a los valores de estabilidad poblacional, aunque para ello sería necesario reducirla hasta valores próximos a cero, lo que parece poco realista. Una interrupción de la actividad cinegética como medida aislada no conllevaría por sí sola una tendencia creciente de la población en la situación actual.
- 18.- Según los análisis de sensibilidad del modelo, el parámetro que más influye en la tasa de crecimiento es la mortalidad de los adultos durante los meses de incubación de las puestas, seguido de la mortalidad de los adultos en el periodo pre-reproductivo. Aunque la tasa de pérdida de nidos y



la mortalidad de pollos de menos de un mes tienen valores de sensibilidad intermedios, dados los altos valores estimados en el campo, serían parámetros con gran potencial de mejora.

- 19.- Se han simulado escenarios de mejora simultánea de varios parámetros como resultado de medidas de gestión del hábitat tendentes a reducir el riesgo de depredación (aumento de linderos, diversidad de hábitat). Actuando simultáneamente sobre la supervivencia de los adultos y pollos y sobre la tasa de pérdida de nidos, llegando a los valores realistas observados se conseguiría una tasa de crecimiento poblacional positiva (1,257), incluso manteniendo el nivel de caza actual. En un escenario subóptimo, con valores intermedios de las supervivencias, se conseguiría una población prácticamente estable sin cambiar el nivel de caza.
- 20.- Se plantea la necesidad de actuaciones sobre el hábitat tendentes a reducir los niveles de depredación para conseguir revertir las tendencias negativas actuales de las poblaciones de perdiz en Navarra. En función del grado de mejora del hábitat, y por tanto de las supervivencias, serían o no necesarias medidas simultáneas de reducción de la presión de caza para conseguir tasas de crecimiento positivas de la población.



## **BIBLIOGRAFIA**

- Aebischer, N.J. y Potts, G.R. (1994). Red-legged partridge. En: Birds in Europe. Their conservation status (Tucker, G. M. y Heath, M. F., eds.). Birdlife Conservation Series No. 3, Birdlife International, Cambridge, UK.
- Alonso, M.E., Pérez, J.A., Gaudioso, V.R., Díez, C. y Prieto, R. (2005) Study of survival, dispersal and home range of autumn-released red-legged partridges (*Alectoris rufa*). *British Poultry Science*, 46: 401-406.
- Amores, F. (1975) Diet of the red fox (*Vulpes vulpes*) in the western Sierra Morena. *Doñana, Acta Vertebrata*, 2: 221-239.
- Arroyo, B. (1997) Diet of Montagu's Harrier *Circus pygargus* in central Spain: analysis of temporal and geographic variation. *Ibis* 139: 664-672
- Arroyo, B. (2004) Águila real. *Aquila chrysaetos*. En: *Libro Rojo de las Aves de España*. Madroño, A., González, C y Atienza, J.C. Dirección General para la Biodiversidad, Ministerio de Medio Ambiente – SEO/Birdlife. Madrid
- Balbás, R., González-Vélez, M., y Mañosa, S. (2003) Azor común *Accipiter gentilis* En: Martí, R. y Moral, J.C. *Atlas de las Aves Reproductoras de España*. Organismo Autónomo de Parques Nacionales, Dirección General de Conservación de la Naturaleza-Sociedad Española de Ornitología, Madrid.
- Baratti, M., Ammannati, M., Magnelli, C. y Dessi-Fulgheri, F. (2005) Introgression of chukar genes into a reintroduced red-legged partridge (*Alectoris rufa*) population in central Italy. *Animal Genetics*, 36(1): 29-35.
- Barbosa, A., Segovia, J., Vargas, J., Torres, J. y Real, R. (2005) Predictors of red fox (*Vulpes vulpes*) helminth parasite diversity in the provinces of Spain. *Wildlife Biology Practice*, 1(1): 3-14.
- Barilani, M., Bernard-Laurent, A., Mucci, N., Tabarroni, C., Kark, S., Garrido, J.A.P. y Randi, E. (2007) Hybridisation with introduced chukars (*Alectoris chukar*) threatens the gene pool integrity of native rock (*A. graeca*) and red-legged (*A. rufa*) partridge populations. *Biological Conservation*, 137(1): 57-69.
- Bart, J. y Robson, D.S. (1982) Estimating Survivorship When The Subjects Are Visited Periodically. *Ecology*, 63(4): 1078-1090.
- Beissinger, S.R. y Westphal, M.I. (1998) On the use of demographic models of population viability in endangered species management. *Journal of Wildlife Management*, 62(3): 821-841.
- Bernard-Laurent, A. (1990). Biologie de reproduction d'une population de perdrix rochassière *Alectoris graeca saxatilis* x *Alectoris rufa rufa* dans les Alpes Méridionales. *Revue d'Ecologie (Terre et Vie)* 45: 321-344
- Birkhead, T.R. (1991) *The Magpies. The ecology and behaviour of black-billed and yellow-billed Magpies*. T & A D Poyser, London.
- Blanco-Aguilar, J.A. (2007) *Variación espacial en la biología de la perdiz roja. (Alectoris rufa): una aproximación multidisciplinar*, Tesis Doctoral, Universidad de Castilla-La Mancha. Ciudad Real.



- Blanco-Aguiar, J.A., García, J.F., Ferreras, P., Viñuela, J. y Villafuerte, R. (2001). Effect of game management on artificial nest predation in central Spain. In *25th International Union of Game Biologists (IUGB) and the 9th International Symposium Perdix*, Limasol, Chipre.
- Blanco-Aguiar, J.A., González-Jara, P., Ferrero, M.E., Sánchez-Barbudo, I., Virgós, E., Villafuerte, R. y Dávila, J.A. (2008) Assessment of game restocking contributions to anthropogenic hybridization: the case of the Iberian red-legged partridge. *Animal Conservation*, 11: 535-545.
- Blanco-Aguiar, J.A., Virgos, E. y Villafuerte, R. (2003). Perdiz Roja (*Alectoris rufa*). En: *Atlas de las aves reproductoras de España* (eds M. R. y D.M.J. C.), pp. 212-213. Dirección General de Conservación de la Naturaleza y Sociedad Española de Ornitología, Madrid, Spain.
- Borralho, R., Rito, A., Rego, F., Simoes, H. y Pinto, P.V. (1998) Summer distribution of Red-legged Partridges *Alectoris rufa* in relation to water availability on Mediterranean farmland. *Ibis*, 140(4): 620-625.
- Brun, J.C. (1991). La nidification des perdrix : une période bien délicate. *Bulletin Mensuel de l'Office National de la Chasse*, 161: 11-20.
- Buenestado, F.J., Ferreras, P., Blanco-Aguiar, J.A., Sánchez-Tortosa, F. y Villafuerte, R. (2009) Survival and causes of mortality among wild Red-legged Partridges *Alectoris rufa* in southern Spain: implications for conservation. *Ibis*, 154(4): 720-730.
- Buenestado, F.J., Ferreras, P., Delibes-Mateos, M., Tortosa, F.S., Blanco-Aguiar, J.A. y Villafuerte, R. (2008) Habitat selection and home range size of red-legged partridges in Spain. *Agriculture Ecosystems & Environment*, 126(3-4): 158-162.
- Calderón, J. (1977) El papel de la Perdiz roja (*Alectoris rufa*) en la dieta de los predadores ibéricos. *Doñana, Acta Vertebrata*, 4: 61-126.
- Calderón, J. (1983). La perdiz roja, *Alectoris rufa* (L.). Aspectos morfológicos, taxonómicos y biológicos. Tesis Doctoral. Universidad Complutense de Madrid.
- Calviño, F., Canals, J.L.S., Bas, S., De Castro, A. y Guitián, J. (1984) Régimen alimenticio del zorro (*Vulpes vulpes* L.) en Galicia, Noroeste de la Península Ibérica. *Boletín de la Estación Central Ecología*, 13 (25): 83-90.
- Casas, F. y Viñuela, J. (2010) Agricultural practices or game management: which is the key to improve red-legged partridge nesting success in agricultural landscapes? *Environmental Conservation*, 37(02): 177-186.
- Casas, F., Mougeot, F. y Vinuela, J. (2009) Double-nesting behaviour and sexual differences in breeding success in wild Red-legged Partridges *Alectoris rufa*. *Ibis*, 151(4): 743-751.
- Clark Labs (2001). *Idrisi 32 Release 2. GIS software package*. Clark Labs. Clark University, Worcester, MA.
- Cooch, E. y White, G. (2010). *Program Mark: A gentle introduction*. Acceso online: <http://www.phidot.org/software/mark/docs/book/>
- Côté, I.M. y Sutherland, W.J. (1997) The effectiveness of removing predators to protect bird populations. *Conservation Biology*, 11(2): 395-405.
- Cotilla, I. y Villafuerte, R. (2007) Rabbit conservation: models to evaluate the effects of timing of restocking on recipient and donor populations. *Wildlife Research*, 34(4): 247-252.





- Cramp, S. y Simmons, K. E. L. (1980). Handbook of the birds of Europe, the Middle East and North Africa. Oxford University Press, Oxford, London & New York.
- De Leo, G.A., Focardi, S., Gatto, M. y Cattadori, I.M. (2004) The decline of the grey partridge in Europe: comparing demographics in traditional and modern agricultural landscapes. *Ecological Modelling*, 177(3-4): 313.
- Delibes, M., Calderón, J. e Hiraldo, F. (1975) Selección de presa y alimentación en España del Águila real (*Aquila chrysaetos*). *Ardeola* 21, 285-303.
- Delibes, M. y Mañez, M. (1984) Alimentación de una camada de zorros (*Vulpes vulpes*) en Castilla la Vieja, España. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia"*, *Zoología*, 37: 361-360.
- Díaz-Ruiz, F., García, J., Pérez-Rodríguez, L. y Ferreras, P. (2010) Experimental evaluation of live cage-traps for black-billed magpies *Pica pica* management in Spain. *European Journal of Wildlife Research*, 56(3): 239-248.
- Dowell, S.D. (1992) Problems and pitfalls of gamebird reintroduction and restocking: an overview. *Gibier Faune Sauvage*, 9: 773-780.
- Duarte, J. (1998) *La perdiz roja (Alectoris rufa) en el olivar: métodos de estimación demográfica*. Tesis Doctoral, Universidad de Málaga, Málaga, 337 pp..
- Duarte, J. y Vargas, J.M. (2001) Mamíferos depredadores de nidos de perdiz roja (*Alectoris rufa*, Linnaeus 1758) en olivares del sur de España. *Galemys*, 13: 47-58.
- Duarte, J. y Vargas, J.M. (2004) Field interbreeding of released farm-reared red-legged partridges (*Alectoris rufa*) with wild ones. *Game and Wildlife Science*, 21, 55-61.
- Duarte, J., Farfan, M.A. y Guerrero, J.C. (2008). Importancia de la predación en el ciclo anual de la perdiz roja. En: *Especialista en Control de Predadores* (ed J.L. Garrido), pp. 133-141. FEDENCA.
- Duarte, J., Rubio, P.J. y Vargas, J.M. (1999). Mamíferos predadores de nidos y huevos de perdiz roja en olivares del sur de España. Pp. 28-29, en Resúmenes de las IV Jornadas de Conservación y Estudio de Mamíferos, Segovia 1999, SECEM, Málaga.
- Fedriani, J.M. (1996) Dieta anual del zorro, *Vulpes vulpes*, en dos habitats del Parque Nacional de Doñana. *Doñana, Acta Vertebrata*, 23(2): 143-152.
- Fernández, C. (1993) Effect of the viral haemorrhagic pneumonia of the wild rabbit on the diet and breeding success of the golden eagle *Aquila chrysaetos* (L.). *Revue d'Ecologie - La Terre et la Vie*, 48: 323-329.
- Fernández, C. y Purroy, F.J. (1990) Tendencias geográficas en la alimentación del águila real (*Aquila chrysaetos* L.) en Navarra. *Ardeola*, 37: 197-206.
- García, F.J. y Vargas, J.M. (1999). Papel del jabalí (*Sus scrofa* Linnaeus, 1758) como predador de las puestas de la perdiz roja (*Alectoris rufa* Linnaeus 1758). Un experimento realizado mediante simulación de nidos. Pp. 45-46, en Resúmenes de las IV Jornadas de Conservación y Estudio de Mamíferos, Segovia 1999, SECEM, Málaga.
- García, F.J. y Vargas, J.M. (2000) Los jabalíes, los mayores predadores de nidos. *Trofeo*, 360: 46-50.
- García, J.T. (2003) *Relaciones ecológicas entre dos especies simpátricas de aguiluchos, Circus pygargus y Circus cyaneus, en medios esteparios*. Tesis Doctoral, Universidad Complutense de Madrid.



- García, J.T. y Arroyo, B. (2003a) Aguilucho cenizo. *Circus pygargus*. En: Martí, R. y Moral, J.C. *Atlas de las Aves Reproductoras de España*. Organismo Autónomo de Parques Nacionales, Dirección General de Conservación de la Naturaleza-Sociedad Española de Ornitología, Madrid.
- García, J.T. y Arroyo, B. (2003b) Aguilucho pálido. *Circus cyaneus*. En: Martí, R. y Moral, J.C. *Atlas de las Aves Reproductoras de España*. Organismo Autónomo de Parques Nacionales, Dirección General de Conservación de la Naturaleza-Sociedad Española de Ornitología, Madrid.
- González, J.L. (1991) *El aguilucho lagunero Circus aeruginosus (L., 1748) en España. Situación, Biología de la reproducción, alimentación y conservación*. Colección Técnica, ICONA, Madrid.
- Gortázar, C. (1997) *Ecología y patología del zorro (Vulpes vulpes) en el valle medio del Ebro*. Tesis Doctoral. Universidad de Zaragoza, Zaragoza.
- Gortázar, C. (1998). Las repoblaciones con perdiz roja. Pp. 119-134, en La perdiz roja. FEDENCA, Madrid.
- Gortázar, C., Villafuerte, R. y Martín, M. (2000) Success of traditional restocking of red-legged partridge for hunting purposes in areas of low density of northeast Spain Aragon. *Zeitschrift Fur Jagdwissenschaft*, 46(1): 23-30.
- Göth, A. y Jones, D.N. (2001) Transmitter attachment and its effects on Australian brush-turkey hatchlings. *Wildlife Research*, 28(1): 73-78.
- Gregg, M.A., Dunbar, M.R. y Crawford, J.A. (2007) Use of implanted radiotransmitters to estimate survival of greater sage-grouse chicks. *Journal of Wildlife Management*, 71(2): 646-651.
- Hagen, C.A., Sandercock, B.K., Pitman, J.C., Robel, R.J. y Applegate, R.D. (2006) Radiotelemetry survival estimates of lesser prairie-chickens in Kansas: Are there transmitter biases? *Wildlife Society Bulletin*, 34(4): 1064-1069.
- Hannon, S.J. y Martin, K. (2006) Ecology of juvenile grouse during the transition to adulthood. *Journal of Zoology*, 269(4): 422-433.
- Heisey, D.M. y Fuller, T.K. (1985) Evaluation of survival and cause-specific mortality rates using telemetry data. *Journal of Wildlife Management*, 49(3): 668-674.
- Herranz, J. (2000) *Efectos de la depredación y del control de predadores sobre la caza menor en Castilla-La Mancha*, Tesis Doctoral, Universidad Autónoma de Madrid, 337pp.
- Herranz, J., Yanes, M. y Suárez, F. (1999). Efecto de los predadores sobre la caza menor y evaluación de sistemas selectivos para regular los niveles de depredación. Informe final. In, p 318. CSIC, Madrid.
- Jubete, F. (2003) Aguilucho cenizo. *Circus pygargus*. En: Martí, R. y Moral, J.C. *Atlas de las Aves Reproductoras de España*. Organismo Autónomo de Parques Nacionales, Dirección General de Conservación de la Naturaleza-Sociedad Española de Ornitología, Madrid.
- Kenward, R.E., Robertson, P.A., Coates, A.S., Marcstrom, V. y Karlbom, M. (1993) Techniques for radio-tagging pheasant chicks. *Bird Study*, 40: 51-54.
- King, D.I., Degraaf, R.M., Griffin, C.R. y Maier, T.J. (1999) Do predation rates on artificial nests accurately reflect predation rates on natural bird nests? *Journal of Field Ornithology*, 70(2): 257-262.



- Larson, M.A., Clark, M.E. y Winterstein, S.R. (2001) Survival of ruffed grouse chicks in northern Michigan. *Journal of Wildlife Management*, 65(4): 880-886.
- Leonard, Y. y Reitz, F. (1998) Reproductive characteristics of the red-legged partridge (*Alectoris rufa*) in the Centre of France. *Gibier Faune Sauvage - Game And Wildlife, Vol 15 (Special Number Pts 2 And 3) 1998: 747-757.*
- Lucio, A.J. (1989). Bioecología de la perdiz roja en la provincia de León. Tesis Doctoral, Universidad de León.
- Lucio, A.J. (1990). Influencia de las condiciones climáticas en la productividad de la perdiz roja (*Alectoris rufa*). *Ardeola* 37: 207-218.
- Lucio, A.J. (1998). Recuperación y gestión de la perdiz roja en España. Pp. 63-92, en La perdiz roja. FEDENCA, Madrid.
- Lucio, A.J. y Llamas, O. (1992). Analysis of the *Perdix perdix* and *Alectoris rufa* bags in the national game hunting reserve of Riano (northern Spain). *Trans. Congr. Int. Union Game Biol.*, 18(2): 271-274.
- Lucio, A.J. y Purroy, F.J. (1992). Red-legged partridge (*Alectoris rufa*) habitat selection in Northwest Spain. En First International Symposium on Partridges, Quails and Francolins (M. Birkan, G.R. Potts, N.J. Aebisher y S.D. Dowell, eds.) *Gibier Faune Sauvage* 9:417-430.
- Mañosa, S. (1991) Biología tròfica, ús de l'hàbitat i biología de la reproducció de l'astor *Accipiter gentilis* (Linnaeus, 1758) a la Segarra. Ph.D. Thesis, University of Barcelona, Barcelona.
- Mañosa, S. (1994) Goshawk diet in a Mediterranean area of Northeastern Spain. *Journal of Raptor Research* 28, 84-92.
- Mañosa, S. y Cordero, P.J. (1992) Seasonal and sexual variation in the diet of the common buzzard in Northeastern Spain. *Journal of Raptor Research* 26, 235-238.
- MARM (2006) Anuario de estadística forestal 2006. Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino. [http://www.mma.es/portal/secciones/biodiversidad/montes\\_politica\\_forestal/estadisticas\\_forestal/pdf/16\\_2006.pdf](http://www.mma.es/portal/secciones/biodiversidad/montes_politica_forestal/estadisticas_forestal/pdf/16_2006.pdf). Acceso online diciembre 2010.
- Martí, R. y Moral, J.C. (2003) *Atlas de las Aves Reproductoras de España* Dirección General de Conservación de la Naturaleza-Sociedad Española de Ornitología, Madrid.
- Martínez de Castilla, A. y Rodríguez, C. (2002) *Influencia de la depredación y de otros factores sobre la pérdida de nidos de perdiz roja (Alectoris rufa) en la Encomienda de Mudela, Castilla-La Mancha (Ciudad Real)*. Organismo Autónomo de Parques Nacionales, Madrid.
- Martínez, J.E. (2002) *Ecología del águila calzada (Hieraetus pennatus) en ambientes mediterraneos*. Tesis Doctoral. Universidad de Murcia, Murcia.
- Mateo-Moriones, A., Villafuerte, R. y Ferreras, P. (Sometido) Evaluation of techniques for radio-tagging Red-legged Partridge *Alectoris rufa* chicks. *Ibis*
- Mathon, J. F. (1984). Recherches sur la perdrix rouge dans l'Hérault. *Bulletin Mensuel de l'Office National de la Chasse*, 83: 40-41.
- Moleón, M., Almaraz, P. y Sánchez-Zapata, J.A. (2008) An emerging infectious disease triggering large-scale hyperpredation. *PLoS ONE*, 3(6): e2307. doi:10.1371/journal.pone.0002307.



- Moynahan, B.J., Lindberg, M.S., Rotella, J.J. y Thomas, J.W. (2007) Factors affecting nest survival of greater sage-grouse in northcentral Montana. *Journal of Wildlife Management*, 71(6): 1773-1783.
- Muñoz-Gallego, A.R. y Blas-García, J. (2003). Aguililla calzada. *Hieraaetus pennatus*. Pp. 190-191. En: Martí, R., Del Moral, J. C. (Eds.) (2003). *Atlas de las Aves Reproductoras de España*. Dirección General de la Conservación de la Naturaleza-Sociedad Española de Ornitología, Madrid.
- Nadal, J., Nadal, J. y Rodríguez-Teijeiro, J.D. (1990). Red-legged partridge comparisons between agrosystems and years. Pp 117-124 en: Proc. Congr. I.U.G.B. 1989.
- Nadal, J., Nadal, J. y Rodríguez-Teijeiro, J.D. (1992). The car, strip and zig-zag census to measure *Alectoris rufa* populations in the low Cinca. En Actas IUGB Cong. Krakov, 1987.
- Nadal, J., Nadal, J. y Rodríguez-Teijeiro, J.D. (1996) Red-legged partridge (*Alectoris rufa*) age and sex ratios in declining populations in Huesca (Spain) applied to management. *Revue D Ecologie-La Terre Et La Vie*, 51(3): 243-257.
- OFFICE NATIONAL DE LA CHASSE (1986). La Perdix rouge. Notes techniques. Bull. No. 106. ONC, París.
- Ontiveros, D., Pleguezuelos, J.M. y Caro, J. (2005) Prey density, prey detectability and food habits: the case of Bonelli's eagle and the conservation measures. *Biological Conservation*, 123(1): 19-25.
- Padial, J.M., Avila, E. y Sanchez, J.M. (2002) Feeding habits and overlap among red fox (*Vulpes vulpes*) and stone marten (*Martes foina*) in two Mediterranean mountain habitats. *Mammalian Biology - Zeitschrift fur Saugetierkunde*, 67(3): 137-146.
- Palomares, F. y Ruiz-Martinez, I. (1994) The density of red fox and the effect of its preying on small game during the kit season in Southeastern Spain. *Zeitschrift Fur Jagdwissenschaft*, 40(3): 145-155.
- Pärt, T. y Wretenberg, J. (2002) Do artificial nests reveal relative nest predation risk for real nests? *Journal of Avian Biology*, 33: 39-46.
- Peiro, V. y Seva, E. (1991). Age/sex ratios and population management of *Alectoris rufa* in the Alicante province of Spain. Trans. Congr. Int. Union Game Biol. 20(1): 308-314.
- Pepin, D. y Birkan, M. (1981) Comparative total-census and strip-census estimates of hares and partridges. *Acta Oecologica*, 2(2): 151.
- Perez, J.A., Alonso, M.E., Gaudioso, V.R., Olmedo, J.A., Diez, C. y Bartolome, D. (2004) Use of radiotracking techniques to study a summer repopulation with red-legged partridge (*Alectoris rufa*) chicks. *Poultry Science*, 83(6): 882-888.
- Pollock, K.H., Winterstein, S.R., Buck, C.M. y Curtis, P.D. (1989) Survival analysis in telemetry studies: the staggered entry design. *Journal of Wildlife Management*, 53(1): 7-15.
- Potts, G.R. (1980) The effects of modern agriculture, nest predation and game management on the population ecology of partridges (*Perdix perdix* and *Alectoris rufa*). *Advances in Ecological Research*, 11: 1-79.
- Potts, G.R. (1989). The impact of releasing hybrid partridges on wild red-legged populations. *The Game Conservancy Review* 20: 81-85.
- Potts, G.R. y Aebischer, N.J. (1995) Population-Dynamics Of The Grey Partridge *Perdix-Perdix* 1793-1993 - Monitoring, Modeling And Management. *Ibis*, 137: S29-S37.



- Rands, M.R.W. (1988) The effect of nest site selection on nest predation in Grey Partridge *Perdix perdix* and Red-legged partridge *Alectoris rufa*. *Ornis Scandinavica*, 19: 35-40.
- Real, J. (2004) Águila-azor perdicera. En: *Libro Rojo de las Aves de España*. Madroño, A., González, C y Atienza, J.C. Dirección General para la Biodiversidad, Ministerio de Medio Ambiente – SEO/Birdlife. Madrid
- Ricci, J.G., Mathon, J.F., Garcia, A., Berger, F. y Esteve, J.P. (1990) Effect of habitat structure and nest-site selection on nest predation in red-legged partridges (*Alectoris rufa* L.) in French Mediterranean farmlands. *Gibier Faune Sauvage*, 7: 231-253.
- Rotella, J.J., Dinsmore, S.J. y Shaffer, T.L. (2004) Modeling nest-survival data: a comparison of recently developed methods that can be implemented in MARK and SAS. *Animal Biodiversity and Conservation*, 27(1): 187-205.
- Tapper, S.C. (1999). *A question of balance. Game animals and their role in the British countryside*. The Game Conservancy Trust, Fordingbridge, UK.
- Tapper, S.C., Green, R.E. y Rands, M.R.W. (1982) Effects of mammalian predators on partridge populations. *Mammal review*, 12(4): 159-167.
- Tapper, S.C., Potts, G.R. y Brockless, M.H. (1996) The effect of an experimental reduction in predation pressure on the breeding success and population density of grey partridges *Perdix perdix*. *Journal of Applied Ecology*, 33: 965-978.
- Tucker, G. M. y Heath, M. F. (1994) *Birds in Europe. Their conservation status*. Birdlife Conservation Series No. 3, Birdlife International, Cambridge, UK.
- Vargas, J. M. y Cardo, M. (1996). El declive de la perdiz roja en el olivar. *Trofeo* 317: 22-27.
- Villafuerte, R., Viñuela, J. y Blanco, J.C. (1998) Extensive predator persecution caused by population crash in a game species: The case of red kites and rabbits in Spain. *Biological Conservation*, 84(2): 181-188.
- Villanúa, D. (2008) *Parásitos de la perdiz roja: implicaciones para su aprovechamiento cinegético y conservación*. Tesis Doctoral. Universidad de Castilla-La Mancha, Ciudad Real.
- Villanúa, D., Pérez-Rodríguez, L., Casas, F., Alzaga, V., Acevedo, P., Viñuela, J. y Gortázar, C. (2008) Sanitary risks of red-legged partridge releases: introduction of parasites. *European Journal of Wildlife Research*, 54(2): 199.
- Villanúa, D., Perez-Rodriguez, L., Rodriguez, O., Vinuela, J. y Gortazar, C. (2007) How effective is pre-release nematode control in farm-reared red-legged partridges *Alectoris rufa*? *Journal of Helminthology*, 81(1): 101.
- Viñuela, J. (2004) Milano real. *Milvus milvus*. En: *Libro Rojo de las Aves de España*. Madroño, A., González, C y Atienza, J.C. Dirección General para la Biodiversidad, Ministerio de Medio Ambiente – SEO/Birdlife. Madrid
- Viñuela, J. y Arroyo, B. (2002). Gamebird hunting and biodiversity conservation: synthesis, recommendations, and future research priorities. Informe no publicado, Proyecto REGHAB, Comisión Europea, Bruselas, Bélgica.
- Viñuela, J. y Villafuerte, R. (2003). Predators and rabbits in Spain: a key conflict for European raptor conservation. Pp. 511-526 en: Thompson, D.B.M., Redpath, S., Fielding, A., Marquiss, M., Galbraith, C.A. (Eds.), *Birds of Prey in a Changing Environment*. The Stationery Office, London.



- Virgos, E. y Travaini, A. (2005) Relationship between small-game hunting and carnivore diversity in central Spain. *Biodiversity and Conservation*, 14(14): 3475-3486.
- White, G.C. y Burnham, K.P. (1999) Program MARK: survival estimation from populations of marked animals. *Bird Study*, 46: 120-139.
- Yanes, M., Herranz, J., De la Puente, J. y Suárez, F. (1998). La perdiz roja. Identidad de los depredadores e intensidad de la depredación. En: *I Curso. La perdiz roja*, pp. 135-147. FEDENCA, Alcobendas, Madrid.
- Zanette, L. (2002) What do artificial nests tells us about nest predation? *Biological Conservation*, 103(3): 323-329.
- Zanette, L. y Jenkins, B. (2000) Nesting success and nest predators in forest fragments: A study using real and artificial nests. *Auk*, 117(2): 445-454.





## **AGRADECIMIENTOS.**

La elaboración de este proyecto no hubiera sido posible sin la constancia e interés de Enrique Castián, que desde el Departamento de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio y Vivenda (DMAOTV) del Gobierno de Navarra ha supuesto un firme apoyo en todo momento, y de Jose Ardaiz y Ana Palacios, también del DMAOTV.

Tenemos que agradecer especialmente la colaboración del personal de la sección de caza de Gestión Ambiental Viveros y Repoblaciones de Navarra S.A: Vanesa Alzaga, Alejandro Cormenzana, Isabel Leranoz, Fermín Ros, Javier Torres y Diego Villanúa. Además de la ayuda prestada, han aportado gran cantidad de información a este informe.

Fundamental también ha sido la participación en este proyecto y la ayuda prestada de los guardas, presidentes y miembros de las sociedades de caza de todos los cotos en los que se ha trabajado a lo largo de los años de estudio.

Ha sido imprescindible la colaboración de Irene Cotilla con la elaboración del modelo de la dinámica poblacional de perdiz roja, y de Silvia Fernández y Nerea Mateo en el desarrollo del trabajo de campo. Agradecer también a François Mougeot, Francisco Buenestado, Fabian Casas y Jose Luis Guzmán su asesoramiento y participación en las capturas y el radio-seguimiento de las perdices. Elisa Pérez, Sandra Sanz y Valeria Gutiérrez realizaron las necropsias y exámenes coprológicos de las perdices, Rafael Mateo realizó los análisis toxicológicos y Miguel Delibes-Mateos ayudó en la elaboración de los mapas. Catarina Ferreira nos guió con los análisis estadísticos y Lorenzo Pérez aportó información acerca de la especie. El apoyo logístico en tareas administrativas de Luis Enrique Mínguez fue también fundamental.

Por último, agradecer especialmente a todos aquellos que de un modo u otro y de manera desinteresada han participado en este estudio. Citar, entre otros, a Uxua Barkos, Miriam Briongos, Arrate Corres, Marco A. Escudero, Iosu Ibáñez, Javier M. Liberal, Arantxa Moriones y Mikel Roa.

Muchas gracias.



## **ANEXOS.**

**Anexo I:** Perdices adulta capturadas durante 2007 (tabla 1) 2008 (tabla 2) y 2009(tabla 3). Se indica el coto al que pertenecen, fecha de captura y final del seguimiento y causa de baja, y si llegaron a realizar puesta. Además, en las tablas correspondientes a los años 2008 y 2009 se agrupan en función del tratamiento de control de depredadores llevado a cabo en la zona.

**Anexo II:** Nidos localizados durante la época reproductiva durante 2007, (tabla 1) 2008 (tabla 2) y 2009 (tabla 3). Se especifica coto, el éxito o fracaso de la puesta, número de huevos eclosionados en relación con el número de huevos puestos y causa de la pérdida de la puesta en los casos en que se pudo determinar. En las tablas 2 y 3 se especifica también el tratamiento de control de depredadores llevado a cabo en la zona.

**Anexo III:** Pollos capturados durante los primeros días de vida en 2007 (tabla 1) 2008 (tabla 2) y 2009 (tabla 3). Se separa la información en función del coto, y el bando al que pertenecían. Se detalla la fecha de eclosión, en caso de conocerse, la fecha de marcaje, edad y peso de los pollos en el momento del marcaje, fecha final del seguimiento, el número total de días de radio-seguimiento y la causa del final del mismo. En las tablas 2 y 3 se especifica también la zona a la que pertenece el bando en función de si se realiza o no control de depredadores.

**Anexo IV:** Pollos capturados con aproximadamente un mes de vida durante los años 2007 (tabla 1) 2008 (tabla 2) y 2009 (tabla 3). Se divide la información en función del coto y el bando al que pertenecen. Se especifica la fecha de nacimiento (en caso de conocerse), la fecha de captura, edad y peso en el momento de la captura, la fecha del fin del seguimiento, número total de días de radio-seguimiento y la causa de la interrupción de éste. En las tablas 2 y 3 se especifica también la zona (Control/no control) a la que pertenecen.





**Anexo I: Perdices adultas**

• **Tabla 1: Año 2007.**

<b>COTO</b>	<b>MÉTODO CAPTURA</b>	<b>PERDIZ</b>	<b>FECHA CAPTURA</b>	<b>FECHA BAJA</b>	<b>CAUSA BAJA</b>	<b>PUESTA (S/N)</b>
CORELLA	Red	H20	14/03/2007	18/06/2007	Depredado Rapaz	Sí
	Red	H21	14/03/2007	-	Fin batería	Sí
	Red	H22	14/03/2007	24/03/2007	Pérdida de collar	No
	Jaula	H23	23/03/2007	10/04/2007	Depredado carnívoro	No
	Jaula	H24	23/03/2007	31/10/2007	Fin seguimiento	Sí
	Jaula	H25	23/03/2007	26/03/2007	Depredado rapaz	No
	Jaula	H26	29/04/2007	25/04/2007	Depredado rapaz	No
	Red	H27	19/04/2007	02/06/2007	Depredado rapaz	Si
	Red	H28	19/04/2007	16/11/2007	Fin seguimiento	Sí



• **Tabla 2: Año 2008**

ZONA	COTO	PERDIZ	FECHA CAPTURA	FECHA BAJA	CAUSA BAJA	PUESTA (S/N)
<b>ZONA NO CONTROL</b>	<b>Arróniz</b>	HA1	26/02/08	25/03/08	Depredada rapaz	NO
		HA2	27/02/08	21/08/08	Depredada mustélido	SI
		HA4	28/02/08	02/04/08	Depredada	NO
		HA6	01/03/08	07/03/08	Depredada rapaz	NO
		HA7	01/03/08	04/03/08	Marcaje	NO
		HA8	07/03/08	24/09/08	Fin batería	SI
		HA13	12/03/08	30/10/08	Fin batería	SI
		HA14	14/03/08	02/06/08	Depredada carnívoro	SI
		HA17	26/03/08	05/05/08	Depredada rapaz	NO
		MA12	13/03/08	03/10/08	Fin batería	SI
		MA15	28/03/08	03/10/08	Fin batería	NO
	<b>Sesma</b>	HS1	02/04/08	26/05/08	Depredad carnívoro	NO
		HS2	03/04/08	-	Fin seguimiento	SI
		MS3	03/04/08	09/05/08	Pérdida de señal	NO
		MS4	08/04/08	23/04/08	Depredada rapaz	NO



• **Tabla 2 (continúa)**

ZONA	COTO	PERDIZ	FECHA CAPTURA	FECHA BAJA	CAUSA BAJA	PUESTA (S/N)
<b>ZONA CONTROL</b>	<b>Arróniz</b>	HA3	28/02/08	19/08/09	Pérdida de señal	SI
		HA5	28/02/08	24/10/08	Fin batería	SI
		HA9	07/03/08	26/05/08	Depredada carnívoro	NO
		HA10	07/03/08	10/03/08	Marcaje	NO
		HA11	11/03/08	30/10/08	Fin batería	SI
		HA12	11/03/08	18/06/08	Depredada carnívoro	SI
		HA15	14/03/08	03/10/08	Fin batería	SI
		HA16	26/03/08	24/04/08	Depredada rapaz	NO
		HA18	27/03/08	08/07/08	Depredada carnívoro	SI
		HA19	27/03/08	28/03/08	Marcaje	NO
		HA20	09/04/08	30/10/08	Fin batería	SI
		MA13	17/03/08	19/03/08	Marcaje	NO
		MA14	27/03/08	-	Fin seguimiento	SI
	<b>Sesma</b>	HS3	10/04/08	12/05/08	Muerte indeterminada	NO
		HS4	16/04/08	05/09/08	Depredada carnívoro	SI
		HS5	24/04/08	03/10/08	Fin batería	SI
		MS5	09/04/08	26/05/08	Depredada carnívoro	NO
		MS10	16/04/08	-	Fin seguimiento	SI
		MS11	16/04/08	-	Fin seguimiento	NO



• **Tabla 3: Año 2009**

ZONA	COTO	PERDIZ	FECHA CAPTURA	FECHA BAJA	CAUSA BAJA	PUESTA (S/N)
<b>ZONA CONTROL</b>	Arróniz	AH2	04/03/09	06/03/09	Depredada rapaz	NO
		AH3	13/03/09	25/09/09	Fin batería	SI
		AH4	13/03/09	16/03/09	Pérdida señal	NO
		AH5	17/03/09	08/09/09	Fin batería	SI
		AH7	27/03/09	25/09/09	Depredada carnívoro	SI
		AH10	02/04/09	-	Fin seguimiento	SI
		AH11	16/04/09	17/04/09	Muerte captura	NO
		AH12	16/04/09	28/05/09	Depredado carnívoro	NO
		AH14	22/04/09	30/04/09	Depredado carnívoro	NO
		AM2	03/03/09	18/05/09	Depredado carnívoro	NO
		AM3	04/03/09	21/05/09	Depredado rapaz	SI
		AM4	12/03/09	13/03/09	Depredado	NO
		AM6	17/03/09	08/06/09	Muerte indeterminada	SI
		AM8	26/03/09	28/04/09	Depredado rapaz	NO
		AM9	31/03/09	-	Fin seguimiento	NO
		AM11	02/04/09	03/04/09	Depredado carnívoro	NO
		AM13	16/04/09	23/04/09	Depredado Carnívoro	NO
AM14	16/04/09	-	Fin seguimiento	SI		
AM16	23/04/09	-	Fin seguimiento	NO		
AM17	24/04/09	02/06/09	Depredado carnívoro	NO		



• **Tabla 3 (continúa)**

ZONA	COTO	PERDIZ	FECHA CAPTURA	FECHA BAJA	CAUSA BAJA	PUESTA (S/N)
ZONA CONTROL	Sesma	SH2	09/03/09	-	-	SI
		SH3	10/03/09	24/09/09	Fin batería	SI
		SH4	11/03/09	03/06/09	Muerte Agricultura.	SI
		SM1	09/03/09	15/06/09	Pérdida señal	NO
		SM2	09/03/09	25/03/09	Depredado rapaz	NO
		SM4	10/03/09	28/04/09	Depredado rapaz	NO
		SM7	13/03/09	16/10/09	Fin batería	NO
		SM8	13/03/09	16/10/09	Fin batería	SI
		SM10	19/03/09	31/03/09	Pérdida señal	NO
		SM11	25/03/09	27/03/09	Muerte captura	NO
		SM12	26/03/09	-	-	SI
		SM14	03/04/09	06/04/09	Depredado rapaz.	NO
		SM16	22/04/09	-	-	NO



• **Tabla 3 (continúa)**

ZONA	COTO	PERDIZ	FECHA CAPTURA	FECHA BAJA	CAUSA BAJA	PUESTA (S/N)
<b>ZONA NO CONTROL</b>	Arróniz	AH1	03/03/09	02/09/09	Fin batería	SI
		AH6	25/03/09	-	Fin seguimiento	SI
		AH8	01/04/09	-	Fin seguimiento	SI
		AH9	01/04/09	-	Fin seguimiento	SI
		AH13	22/04/09	11/05/09	Depredada Carnívoro	NO
		AM1	03/03/09	14/09/09	Fin batería	SI
		AM5	12/03/09	25/09/09	Fin batería	SI
		AM7	17/03/09	18/06/09	Pérdida señal	SI
		AM10	31/03/09	14/04/09	Depredado	NO
		AM12	16/04/09	17/04/09	¿?	NO
	AM15	22/04/09	02/10/09	Fin batería	NO	
	Sesma	SH1	03/03/09	29/09/09	Fin batería	SI
		SH5	18/03/09	16/04/09	Depredada rapaz	NO
		SH6	26/03/09	-	Fin seguimiento	SI
		SH7	02/04/09	27/05/09	Muerte indeterminada	NO
		SH8	16/04/09	08/10/09	Fin batería	NO
		SM3	09/03/09	28/07/09	Depredado Carnívoro	NO
		SM5	11/03/09	08/10/09	Fin batería	NO
		SM6	13/03/09	14/04/09	Depredado rapaz	NO
		SM9	13/03/09	01/10/09	Fin batería	NO
SM13		02/04/09	-	Fin seguimiento	NO	
SM15	16/04/09	16/05/09	Depredado	NO		



**Anexo II: Nidos localizados**

• **Tabla 1: Año 2007.**

COTO	PERDIZ	PUEST.1 (SI/NO)	ECL.1 (SI/NO)	POLLOS /HUEVOS	CAUSA PÉRDIDA	PUEST.2 (SI/NO)	ECL. 2 (SI/NO)	POLLOS /HUEVOS	CAUSA PÉRDIDA
<b>Corella</b>	H20	SI	SI	14/14	-	NO	-	-	-
	H21	SI	SI	8/11	-	NO	-	-	-
	H24	SI	SI	10/11	-	NO	-	-	-
	H27	SI	NO	-	Indet.	SI	NO	-	Depr.(1)
	H28	SI	SI	6/11	-	NO	-	-	-



• **Tabla 2: Año 2008.**

ZONA	COTO	PERDIZ	PUEST.1 (SI/NO)	ECL.1 (SI/NO)	POLLOS /HUEVOS	CAUSA PÉRDIDA	PUEST.2 (SI/NO)	ECL. 2 (SI/NO)	POLLOS /HUEVOS	CAUSA PÉRDIDA
Zona No Control	Arróniz	HA2	SI	NO	-	Depr.	SI	SI	10p. /10h.	-
		HA8	SI	SI	9p. /10h.	-	NO	NO	-	-
		HA13	SI	NO	-	Arado	NO	NO	-	-
		HA14	SI	NO	-	Depr. (1)	-	-	-	-
		MA12	SI	NO	-	Depr. (2)	NO	NO	-	-
	Sesma	HS2	SI	SI	7p. /8h.	-	SI	NO	-	abandono
ZC	Arróniz	HA3	SI	NO	-	Abandono	NO	NO	-	-
		HA5	SI	NO	3 huevos.	Depr.	NO	NO	-	-
		HA11	SI	NO	-	Depr.	NO	NO	-	-
		HA12	SI	NO	-	Depr. (1)	-	-	-	-
		HA15	SI	NO	-	Depr.	SI	NO	-	Depr.(2)
		HA18	SI	NO	10 huevos.	Depr. (2)				
		HA20	SI	NO	-	Depr.	SI	SI	10p. /11h.	-
		MA14	SI	SI	6p. /9h.	-	-	-	-	-
	Sesma	HS4	SI	SI	12p. /13h	-	NO	NO	-	-
		HS5	SI	SI	12p. /12h	-	NO	NO	-	-
MS10		SI	SI	7p. /10h.	-	NO	NO	-	-	





• **Tabla 3: Año 2009.**

ZONA	COTO	Perdiz	P1 <sup>(1)</sup>	ECL <sup>-(2)</sup>	P /H <sup>(3)</sup>	CAUSA PÉRDIDA	P.2 <sup>(1)</sup>	ECL <sup>-(2)</sup>	P /H <sup>(3)</sup>	CAUSA PÉRDIDA	
ZC	Arróniz	AH3	SI	NO	-	Depr. (1)	NO	-	-	-	
		AH5	SI	NO	-	Depr.	SI	NO	-	Depredad o	
		AH7	SI	SI	11/11	-	-	NO	-	-	-
		AH10	SI	NO	-	-	Depr.	SI	NO	-	Ganadería
		AM3	SI	NO	-	-	Depr. (1)	NO	-	-	-
		AM6	SI	NO	-	-	Depr. (1)	NO	-	-	-
		AM14	SI	NO	-	-	Depr.	NO	-	-	-
	Sesma	SH2	SI	NO	-	-	Depr.	NO	-	-	-
		SH3	SI	SI	10/11	-	-	NO	-	-	-
		SH4	SI	SI	5/6	-	-	-	-	-	-
		SM8	SI	SI	12/12	-	-	NO	-	-	-
		SM12	SI	NO	-	-	Depr.	NO	-	-	-



**Tabla 3: Año 2009 (continúa)**

ZONA	COTO	Perdiz	P1 <sup>(1)</sup>	ECL <sup>-(2)</sup>	P /H <sup>(3)</sup>	CAUSA PÉRDIDA	P.2 <sup>(1)</sup>	ECL <sup>-(2)</sup>	P /H <sup>(3)</sup>	CAUSA PÉRDIDA
ZNC	Arróniz	AH1	SI	NO	-	Depr. mustélido	NO	-	-	-
		AH6	SI	SI	9/9	-	NO	-	-	-
		AH8	SI	SI	9/9	-	NO	-	-	-
		AH9	SI	NO	-	Depr.	NO	-	-	-
		AM5	SI	NO	-	Depr.	NO	-	-	-
		AM1	SI	NO	-	Depr.	NO	-	-	-
		AM7	SI	NO	-	Depr. Mustélido	NO	-	-	-
	Sesma	SH1	SI	NO	-	Depr. Córvido	SI	NO	-	Abandono
		SH6	SI	SI	15/16	-	NO	-	-	-

(1): Puestas en las que se depredó al adulto.

(2): Puestas de las que desaparecieron todos los huevos del nido, sin hallarse restos de los huevos depredados en las inmediaciones del nido.



**Anexo III: Pollos durante el primer mes de vida.**

• **Tabla 1: Año 2007.**

COTO	BANDO	POLLO	FECHA ECLOSIÓN	MARCAJE			FECHA FINAL	Nº DÍAS	CAUSA BAJA			
				FECHA	EDAD	PESO(g)						
ARTAJONA	(A.77)	P1	16/06/2007	20/06/07	5 días	17,7g	21/06/07	2 d	Emisor Caído			
		P2				17,7g						
		P3				20,3g						
		P4				19,8g						
	A1	P1	19/06/2007	21/06/07	3 días	13,3g	05/07/07	15 d	Fin batería			
		P2				12,6g						
		P3				15,7g						
		P4				12,7g						
		P5				12,9g	21/06/07	1 d	Pérdida de señal			
		P6				12,9g						
		P7				13,5g				22/06/07	2 d	Emisor Caído
		P8				13,9g				29/06/07	9 d	Depredado
	A.63	P1	18/06/2007	21/06/07	4 días	17,6g	22/06/07	2 d	Depredado			
		P2				17,8g						
		P3				17,4g						
		P4				17,2g						
		P5				17,5g						
		P6				17,3g						



• **Tabla 1 (continúa).**

COTO	BANDO	POLLO	FECHA ECLOSIÓN	MARCAJE			FECHA FINAL	Nº DÍAS	CAUSA BAJA
				FECHA	EDAD	PESO(g)			
CORELLA	H.24	P1	06/06/2007	12/06/07	7 días	25g*	25/06/07	14 d	Fin batería
		P2		14/06/07	9 días	25g*	15/06/07	2 d	Pérdida de señal
	H.20	P1	12/06/2007	13/06/07	2 días	15g*	13/06/07	1 d	Emisor caído
		P2				15g*	14/06/07	2 d	
		P3				15g*			
		P4		15g*	16/06/07	4 d			
		P5		14/06/07	3 días	15g*	14/06/07	1d	Pérdida señal
		P6				15g*			
		P7				15g*	16/06/07	3 d	Depredado
	H.21	P1	04/07/2007	05/07/07	2 días	13,7g	23/07/07	19 d	Fin Batería
		P2				12,6g			
		P3				14,9g	20/07/07	16 d	
		P4				14g			
		P5				14,6g	10/07/07	6 d	Pérdida señal
		P6				14,3g			Depredado
		P7				14g			Depredado
	H.28	P1	06/07/2007	09/07/07	4 días	Falta	09/07/07	1 d	Depredado
		P2		10/07/07	5 días	Falta	11/07/07	2 d	Pérdida señal
		P3				Falta	23/07/07	14 d	Fin batería



• **Tabla 2: Año 2008.**

ZONA	COTO	BANDO	POLLO	FECHA ECLOSIÓN	MARCAJE			FECHA FINAL	Nº DÍAS	CAUSA BAJA
					FECHA	EDAD	PESO(g)			
ZNC	Arróniz	HA2	P1	17/07/08	17/07/08	1 día	13,8g	18/07/08	2	Depredación
			P2				13,8g			Depredación
			P3				14,2g			Depredación
		HA8	P1	14/07/08	2 días	14,7g	16/07/08	3	Pérdida de señal	
			P2			14,6g	18/07/08	5	Pérdida de señal	
			P3			14,9g	16/07/08	3	Pérdida de señal	
			P4	13/07/08	3 días	14,2g	18/07/08	5	Emisor caído	
			P5			14,9g	18/07/08	5	Emisor caído	
			P6	15/07/08	3 días	16g	16/07/08	2	Pérdida de señal	
			P7			17,8g	29/07/08	15	Fin pilas	
ZC	Arróniz	HA20	P1	18/07/08	18/07/08	1 día	15,3	20/07/08	3	Emisor caído
			P2				13,4			Emisor caído
			P3				14,2			Emisor caído
			P4				14,6			Emisor caído
	Sesma	HS4	P1	14/06/08	17/06/08	4 días	-	18/06/08	1	Emisor caído
			P1	11/06/08	13/06/08	3 días	-	16/06/08	4	Emisor caído
		HS5	P2				26/06/08	14	Emisor caído	
			P3				-	24/06/08	12	Emisor caído



• Tabla 3: Año 2009

ZONA	COTO	BANDO	POLLO	FECHA ECLOSIÓN	MARCAJE			FECHA FINAL	Nº DÍAS	CAUSA BAJA
					FECHA	EDAD	PESO(g)			
			P6				-	26/06/09	10d	Pérdida de señal
ZC	Arróniz	AH7	P1	17/06/09	17/06/09	0días	13,6	18/06/09	2d	Pérdida de señal
			P2				13,9	22/06/09 <sup>(1)</sup>	5d	Emisor caído
			P3				13,3	17/06/09	1d	Emisor caído
			P4				13,1	29/06/09 <sup>(2)</sup>	13d	Emisor caído
			P5				15	19/06/09 <sup>(3)</sup>	2d	Emisor caído
			P6				14,4	22/06/09 <sup>(1)</sup>	5d	Emisor caído
			P7				15,4	19/06/09 <sup>(3)</sup>	2d	Emisor caído
			P8				14,7	19/06/09 <sup>(3)</sup>	2d	Emisor caído
			P9				14,1	01/07/09	15d	Fin batería
			P10				13,1	22/06/09 <sup>(1)</sup>	5d	Muerte indet.
	Sesma	SM8 <sup>(4)</sup>	P1	13/06/09	15/06/09	2 días	16	19/06/09	5d	Emisor caído
			P2				14,9	15/06/09	1d	Depredado
			P3				15,5	19/06/09	5d	Depredado
			P4				12,3	15/06/09	1d	Depredado
			P5				14,4	15/06/09	1d	Depredado
		SH3 <sup>(5)</sup>	P1	13/06/09	15/06/09	2 días	15	16/06/09	2d	Pérdida de señal
			P2				16,4	16/06/09	2d	Emisor caído
			P3				15	17/06/09	3d	Pérdida de señal
			P4				16,3	15/06/09	1d	Marcaje
			P5				16,1	21/06/09	7d	Emisor caído
		A.1	P1	14/06/09	16/06/09	2 día	-	18/07/09	3d	Emisor caído
			P2				-	26/06/09	10d	Depredación
			P3				-	23/06/09	8d	Emisor caído
			P4		17/06/09	3 días	-	26/06/09	10d	Muerte indeterminada.
			P5				-	26/06/09	10d	Emisor caído



• **Tabla 3 (continúa)**

ZONA	COTO	BANDO	POLLO	FECHA ECLOSIÓN	MARCAJE			FECHA FINAL	Nº DÍAS	CAUSA BAJA	
					FECHA	EDAD	PESO(g)				
ZNC	Arróniz	AH6	P1	16/06/09	16/06/09	0 días	13,5	19/06/09	4d	Depredación zorro	
			P2				12,6	17/06/09	2d	Perdida emisor	
			P3				13,3	19/06/09	4d	Depredación zorro	
			P4				14,1	18/07/09	3d	Marcaje	
		AH8	P1	26/06/09	28/06/09	2 días	15,4	02/07/09	5d	Depredación	
			P2				14,8	15/07/09	18d	Fin batería	
		Sesma	SH6(9)	P1	12/06/09	12/06/09	0 días	13,6	26/06/09	15d	Emisor caído
				P2				13,2	26/06/09	15d	Fin batería
	P3			12,4				14/06/09	3d	Pérdida de señal	
	P4			13,4				17/06/09	6d	Pérdida de señal	
	P5			12,5				15/06/09	4d	Emisor caído	
	P6			13,8				15/06/09	4d	Emisor caído	
	P7			13,4				16/06/09	5d	Marcaje	
	P8			13,5				16/06/09	5d	Pérdida de señal	
	P9			13,9				26/06/09	15d	Emisor caído	
	P10			13,2				14/06/09	3d	Pérdida de señal	
	A.2		P1	¿?	25/06/09	4 días	22,3	29/06/09	4d	Pérdida de señal	
			P2			4 días	20,6	25/06/09	1d	Pérdida de señal <sub>(10)</sub>	



**Anexo IV: Pollos a partir de 1 mes de vida.**

• **Tabla 1: Año 2007**

COTO	BANDO	POLLO	MARCAJE			FECHA FINAL	Nº DÍAS	CAUSA BAJA	
			FECHA	EDAD*	PESO(g)				
ARTAJONA	A1	P1	25/07/07	50 d	240g	26/07/07	2	Pérdida señal	
		P2		45 d	215g		2	Depredado	
		P3		38 d	185g	21/11/07	118	Fin seguimiento	
	A2	P1	25/07/07	39 d	190g	21/11/07	118	Fin seguimiento	
	A3	P1	25/07/07	37d	180g	31/07/07	7	Emisor caído	
		P2		41d	200g	26/07/07	2	Emisor caído	
		P3	26/07/07	46 d	220g	21/11/07	117	Fin seguimiento	
		P4		48 d	230g		117	Fin seguimiento	
		P5		46 d	220g	27/07/07	2	Marcaje	
	A4	P1	25/07/07	46 d	220g	07/09/07	45	Emisor caído	
		P2		40 d	195g	21/11/07	118	Fin seguimiento	
		P3	01/08/07	49 d	235g	21/11/07	113	Fin seguimiento	
	CORELLA	B1	P1	30/07/07	50 d	240g	03/08/07	5	Dep. Carnívoro
		B2	P1	16/08/07	76 d	360g	16/08/07	1	Emisor caído
			P2		60 d	285g	16/08/07	1	Emisor caído
B3 (H21)		P1	30/07/07	27d	130g	06/08/07	8	Dep. Rapaz	
		P2	07/08/07	35d	180g	14/08/07	8	Perdida señal	





• **Tabla 2: Año 2008**

ZONA	COTO	BANDO	POLLO	FECHA ECLOSIÓN	MARCAJE			FECHA FINAL	Nº DÍAS	CAUSA BAJA		
					FECHA	EDAD	PESO(g)					
ZNC	Arróniz	HA8	P1	13/07/08	19/08/08	38	140	25/08/08	7	Depredado		
			P2		21/08/08	40	152	10/11/08	82	Fin seguimiento		
ZC	Arróniz	HA20	P1	18/07/08	25/08/08	39	189	03/10/08	40	Emisor caído.		
			P2				194	26/08/08	2	Emisor caído		
			P3		27/08/08	41	200	19/09/08	24	Depredado		
			P4				195	10/11/08	76	Fin seguimiento		
		MA14	02/07/08	28/08/08	58	P1	06/08/08	36	187	11/08/08	6	Depredado
						P2	28/08/08	58	279	10/11/08	75	Fin seguimiento
				P3	319	01/09/08			5	Emisor caído		
				P4	359	10/11/08	75	Fin seguimiento				
	B1(2)	¿?(2)	P1	21/08/08	¿?(2)	¿?(2)	¿?(2)	10/11/08	82	Fin seguimiento		
			P2	28/07/08	¿?(2)	¿?(2)	¿?(2)	10/11/08	76	Fin seguimiento		
	Sesma	HS5	P1	11/06/08	05/08/08	56	277	10/11/08	98	Fin seguimiento		
		MS10	P1	17/06/08	25/08/08	70	314	03/10/08	40	Perdida de señal		
			P2			70	369	10/11/08	78	Fin seguimiento		
			P3			70	359	10/11/08	78	Fin seguimiento		



• **Tabla 3: Año 2009.**

ZONA	COTO	BANDO	POLLO	FECHA ECLOSIÓN	MARCAJE			FECHA FINAL	Nº DÍAS	CAUSA BAJA	
					FECHA	EDAD	PESO(g)				
ZC	Arróniz	AH3	P1	-	17/08/09	-	400g.	08/09/09	23d	Depredado	
			P1	17/06/09	22/07/09	36 d	230g.	27/07/09	5d	Emisor caído	
			P2			36 d	260g.	07/08/09	17d	Emisor caído	
		AH7	P3		27/07/09	41 d	260g.	07/08/09	12d	Emisor caído	
			P4		10/08/09	55 d	330g.	08/09/09	30d	Pérdida señal	
			P5		12/08/09	57 d	350g.	17/08/09	5d	Pérdida señal	
		AM9	P1		-	27/07/09	-	295g.	02/10/09	68d	Depredado carnívoro
			P2	-	-		295g.	29/07/09	2d	Emisor caído	
			P3	-	12/08/09	-	380g.	-	-	Fin seguimiento	
		AM14	P1	-	10/08/09	-	310g.	-	-	Fin seguimiento	
			P2	-	17/08/09	-	410g.	-	-	Fin seguimiento	
		Sesma	SH3	P1	13/06/09	22/07/09	40 d	230g.	28/07/09	7d.	Emisor caído
				P2		28/07/09	46 d	255g.	-	-	Fin seguimiento
	SM12		P1	-	13/08/09	-	340g.	-	-	Fin seguimiento	
			P2	-	18/08/09	-	420g.	-	-	Fin seguimiento	
	A.1		P1	-	30/07/09	-	285g.	-	-	Fin seguimiento	
			P2	-		-	265g.	11/08/09	13d.	Emisor caído	
			P3	-		-	310g.	03/08/09	5d	Emisor caído	
			P4	-		-	300g.	-	-	Fin seguimiento	
			P5	-	13/08/09	-	330g.	-	-	Fin seguimiento	
A.2	P1	-	11/08/09	-	240g.	-	-	Fin seguimiento			



• **Tabla 3 (continúa)**

ZONA	COTO	BANDO	POLLO	FECHA ECLOSIÓN	MARCAJE			FECHA FINAL	Nº DÍAS	CAUSA BAJA	
					FECHA	EDAD	PESO(g)				
ZNC	Arróniz	AH8	P1	¿?	24/08/09	¿?	430g.	-	-	Fin seguimiento	
	Sesma	SM5	SH8	P1	-	18/08/09	-	350g.	-	-	Fin seguimiento
			P1	-	-		400g.	27/08/09	10d.	Emisor caído	
			P2	-	-		370g.	01/09/09	15d.	Pérdida señal	
			P3	-	-	375g.	-	-	Fin seguimiento		
			P4	-	25/08/09	-	350g.	01/09/09	8d.	Depredado rapaz	
			P5	-		-	345g.	01/09/09	8d.	Emisor caído	
		SM9	P1	-	21/07/09	-	175g.	24/08/09	35d.	Emisor caído	
			P2	-	13/08/09	-	340g.	-	-	Fin seguimiento	

