

**DETERMINACIÓN DE LOS FACTORES LIMITANTES DE UNA
ESPECIE LIGADA A LOS MEDIOS AGRÍCOLAS DE NAVARRA:
LA PERDIZ ROJA (*Alectoris rufa*)**



Equipo de Caza de GAVRN

TABLA DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Importancia de las estepas en la conservación de la biodiversidad.	
1.2. Importancia de la península Ibérica en la conservación de las aves esteparias en Europa.	
1.3. Tendencia de las aves esteparias.	
1.4. El papel de la perdiz roja en la conservación de otras aves esteparias.	
1.5. Tendencia de la Perdiz roja en su área de distribución.	
1.6. Tendencia de la Perdiz roja en Navarra.	
1.7. Posibles factores implicados en la caída de las poblaciones.	
1.7.1. Descenso de los parámetros reproductivos.	
1.7.2. Incremento de la pérdida directa de ejemplares	
2. METODOLOGÍA.....	11
2.1. Área de estudio	
2.1.1. Descripción	
2.1.2. Diferencias en cuanto a estructura del paisaje entre áreas de estudio.	
2.1.3. Diferencias en cuanto a composición del paisaje entre áreas de estudio.	
2.1.4. Diferencias en cuanto a la climatología entre áreas de estudio.	
2.1.5. Diferencias en cuanto a abundancia de depredadores entre áreas de estudio.	
2.2. Captura y marcaje	
2.3. Seguimiento de las aves	
2.4. Determinación de las causas de muerte	
2.5. Seguimiento de los nidos	
2.6. Caracterización del uso del hábitat	
2.7. Determinación de la abundancia de depredadores	
2.8. Determinación de la abundancia de invertebrados	
2.9. Análisis de resultados	
3. RESULTADOS.....	29
3. 1. Perdices capturadas	
3. 2. Supervivencia	
3. 3. Relación entre supervivencia y hábitat	
3.3.1. Supervivencia hasta el mes de Julio	
3.3.2. Supervivencia hasta Octubre.	

3.4. Causas de muerte.	
3.5. Ubicación de nidos.	
3.6. Éxito de eclosión.	
3.7. Productividad final en el momento de eclosión.	
3. 8. Selección del hábitat.	
3.8.1. A nivel de territorio.	
3.8.3. A nivel de nido.	
3.8.4. Selección de hábitat antes y después del nido.	
3.8.5. Relación de la selección de hábitat con la disponibilidad de invertebrados.	
4. DISCUSIÓN.....	46
4.1. Validez de resultados	
4.2. Supervivencia individuos adultos.	
4.3. Causas de muerte individuos adultos.	
4.4. Ubicación de nidos.	
4.5. Éxito de eclosión.	
4.6. Causas de fracaso de nidadas.	
4.7. Área de campeo.	
4.8. Selección del hábitat.	
4.9. Variación de la selección en relación con las prácticas agrícolas.	
5. CONCLUSIONES.....	55
6. PROPUESTAS.....	55
7. BIBLIOGRAFÍA.....	56

INTRODUCCIÓN

1.1. Importancia de las estepas en la conservación de la biodiversidad.

Por estepas entendemos aquellos medios abiertos, con escasa vegetación, relieve suave y pluviometría muy baja y concentrada en momentos puntuales del año (Suárez et al. 1997; Tucker & Evans, 1997). Tradicionalmente se ha hecho una división en estepas primarias, cuando su origen es natural, y en estepas secundarias o pseudoestepas, cuando son fruto de la expansión de la agricultura y ganadería en el neolítico (Santos & Suárez, 2005).

Dentro de la comunidad Europea, las predominantes son las pseudoestepas, caracterizadas por cultivos herbáceos extensivos de secano, tanto de cereales como de leguminosas forrajeras, alternados con barbechos y pastizales y con aprovechamientos ganaderos extensivos (Casas, 2008).

A pesar de la aparente simplicidad de este tipo de hábitat, las estepas muestran una gran biodiversidad, con multitud de endemismos lo que las dota de alto valor ecológico (Cerrillo et al., 2002). Por este motivo, la Directiva 1992/43/CEE («Directiva de Hábitats») contempla, en su Anexo I, las estepas continentales como uno de los tipos de hábitat naturales de interés comunitario, para cuya conservación es necesario designar zonas especiales de conservación (ZEC) con carácter prioritario.

Las aves que ocupan estos ambientes han desarrollado una serie de adaptaciones que les permiten hacer frente a las duras condiciones climáticas habiéndose convertido en especialistas, lo que condiciona su conservación al mantenimiento de estos hábitats tan peculiares.



1.2. Importancia de la Península Ibérica en la conservación de las aves esteparias en Europa.

La Península Ibérica es sin duda la región más importante para las aves esteparias en la Unión Europea. Esta afirmación se basa en el hecho de que en ella estén presentes todas las especies europeas propias de las estepas, cinco de las cuales además tienen limitada su área de distribución a esta zona (Tucker & Heath, 1994; Hagemeyer & Blair, 1997; Santos & Suárez, 2005).

Además de contar con el mayor número de especies, la península Ibérica cuenta con más de la mitad de los efectivos europeos de avutarda (*Otis tarda*) (Palacín et al., 2004), Sisón (*Tetrax tetrax*), Ganga ibérica (*Pterocles alchata*), Ganga ortega (*Pterocles orientalis*) (Del Hoyo et al., 1996), Cogujada común (*Galerida cristata*) y montesina (*Galerida teklae*), Terrera común (*Calandrella brachydactyla*) y marismeña (*Calandrella rufescens*) (Suárez et al., 2005) y Alondra de Dupont (*Chersophilus duponti*) (Garza & Suárez, 1990) entre otras.



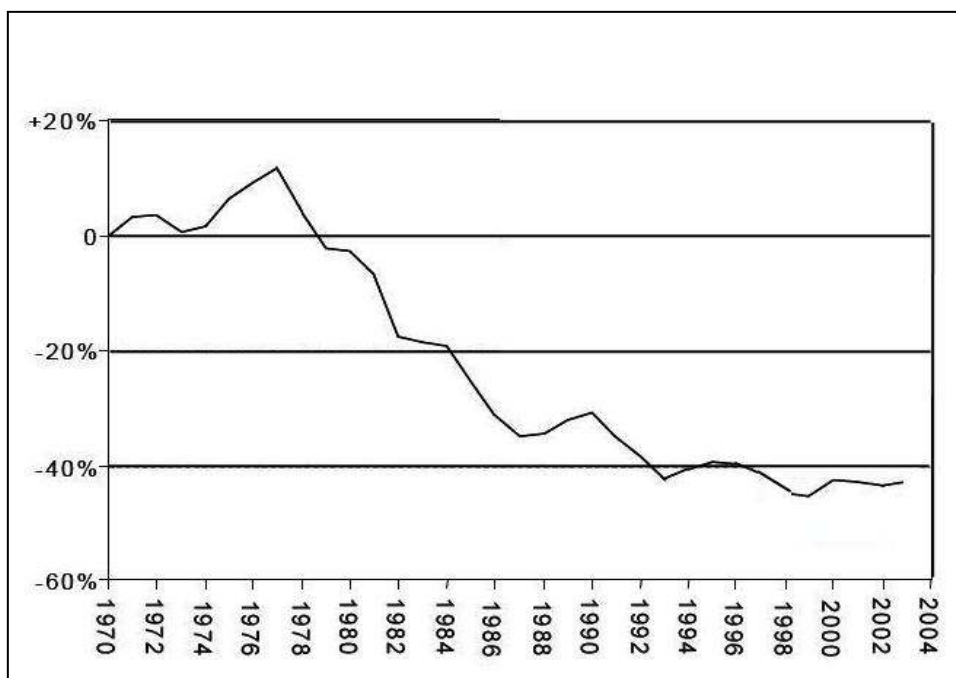
1.3. Tendencia de las aves ligadas a los medio agrícolas.

La tendencia mostrada por las aves esteparias y en general las ligadas a los medios agrícolas es muy negativa (De Juana, 2004), con reducciones de hasta un 50% para el caso del Sisón y de más de un 30% para la Ganga ortega, la Ganga ibérica (De Juana, 2005) y la Avutarda (BirdLife Internacional, 2004; Palacín, 2007) (Figura 1).

Como causas de la regresión aparecen la fragmentación del hábitat por carreteras (Silva et al. 2004; Cardoso et al., 2007), el desarrollo urbanístico (Boutin & Metais, 1995; García de la Morena et al., 2004), la colocación de bebederos para especies cinegéticas (Cardoso et al., 2007), las colisiones con tendidos eléctricos (Janss, 2000; Pelayo & Sampietro, 2000; García de la Morena et al., 2004), la caza directa (García de la Morena *et al.*, 2004), aunque la intensificación de la agricultura (Wolff *et al.*, 2001; Brotons *et al.*, 2004; Santos & Suárez, 2005) parece ser el factor que mayor importancia tiene.

El problema de interpretación surge del alto grado de interrelación existente entre todos estos factores, lo que dificulta la correcta valoración del papel de cada uno. Además, la práctica totalidad de estos trabajos se basan en datos obtenidos mediante observación directa y no de proyectos de radioseguimiento, como sería deseable para obtener información sólida acerca de las causas de muerte, las tasas de reproducción y la influencia directa de los distintos factores ambientales en el comportamiento de las aves (Ricci et al., 1989; Bro, 1998).

Figura 1. Tendencias del as aves ligadas a agrosistemas en Europa. EBCC.



1.4. La perdiz roja como modelo de estudio de las aves ligadas a medios agrícolas.

Como ya se indicaba anteriormente, las aves esteparias muestran un algo grado de adaptación al medio que se ha reflejado en una serie de características morfológicas, fisiológicas y etológicas determinadas que, según Casas (2008) serían las siguientes:

- a) Nidificación en el suelo o cerca.
- b) Coloración críptica.
- c) Propensión a desplazarse caminando.
- d) Marcada tendencia al gregarismo.
- e) Comportamiento influido por el intenso sol y la escasez de agua.
- f) Predominio de cantos aéreos durante el cortejo nupcial.
- g) Alta tasa de depredación del nido.

Al analizar las características de la perdiz roja (*Alectoris rufa*) comprobamos como presenta la mayoría de estas peculiaridades, lo cual, unido a la similar tendencia de sus poblaciones, induce a pensar que esta especie podría ser utilizada como modelo en el que estudiar los factores que están causando el declive de las aves ligadas a los medios esteparios (Casas, 2008).



1.5. Tendencia de la Perdiz roja en su área de distribución.

Las poblaciones de perdiz roja parecen estar sufriendo una marcada regresión en las últimas décadas (Cramp & Simmons, 1980). Este descenso ha sido registrado tanto en su área de distribución natural en Francia (ONC 1986), Italia (Baratti et al 2005) y Península Ibérica (Borrvalho et al. 1998, Lucio 1998, Blanco Aguiar et al 2003), como en la población introducida en el Reino Unido (Aebischer & Potts 1994).

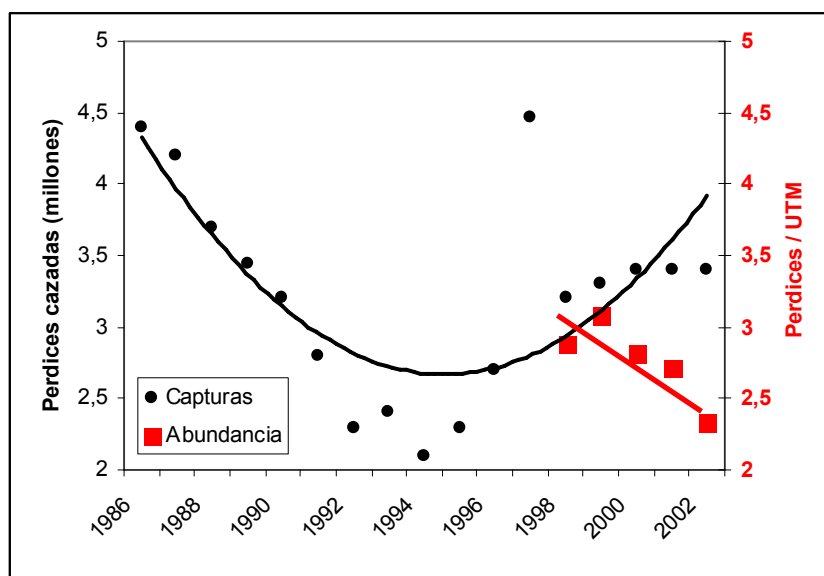
Esta marcada tendencia, unida a su limitada área de distribución, ha hecho que la perdiz roja esté considerada actualmente como especie de estatus "Vulnerable" a nivel mundial (Aebischer & Potts 1994) y haya sido declarada SPEC 2 por Bird Life International (Tucker & Heath, 1994).

Centrándonos en los trabajos acerca de la evolución de sus poblaciones en la Península Ibérica, hay que hacer referencia al fuerte descenso registrado por Lucio (1998) para el caso de Castilla y León. Este autor encuentra, para un periodo de menos de 20 años, una disminución superior al 70 % en las tablas de caza, pasando de una media de 12 perdices capturadas por kilómetro cuadrado a finales de los 70 a tan solo 2 en los 90 (Lucio 1998).

En el mismo sentido van los datos demográficos más recientes, obtenidos mediante el censo por parte de voluntarios de SEO/Birdlife en el programa SACRE, que sugieren una reducción demográfica del 20 % entre 1996 y 2001 (Blanco Aguiar et al. 2003; Figura 2).

Paradójicamente, las estadísticas oficiales de caza a nivel estatal sugieren una notable recuperación en las capturas a partir de mediados de los 90, que parecen tender a estabilizarse en torno a los 3.5 millones anuales (Baragaño & Otero 2001; Figura 2). No obstante, hay que tener en cuenta que anualmente se liberan al campo más de 3 millones de perdices criadas en granja (Millán et al. 2003), de manera que esta recuperación en las tablas de caza podría ser tan sólo el reflejo de tales sueltas.

Figura 2. Tendencias recientes en el número de perdices cazadas anualmente (Anuarios estatales de Estadística Agraria) y de la abundancia de perdiz en los mismos años (resultados programa Sacre, Sociedad Española de Ornitología)



1.6. Tendencia de la Perdiz roja en Navarra.

Desde inicios de los años 90, el Gobierno de Navarra desarrolla un plan de monitorización de las poblaciones de especies cinegéticas por parte del Guarderío de Medio Ambiente.

En el caso de la perdiz se realizan unos censos primaverales para estimar la abundancia de reproductores y otros muestreos en agosto para calcular el éxito reproductivo.

Los primeros de ellos se realizan en el mes de marzo recorriendo unos transectos fijos homogéneamente distribuidos por la Comunidad Foral y con los que se obtiene un índice kilométrico de abundancia (IKA).

Para las estimas del éxito reproductivo no hay unos recorridos fijos, sino que se trata de obtener el mayor número posible de observaciones de bandos, anotando el número de adultos y de pollos para calcular el número medio de pollos por adulto y el porcentaje de contactos sin pollos.

El estudio de los resultados de todos estos controles, llevado a cabo por GAVRN, puso de manifiesto que, mientras la población reproductora muestra oscilaciones anuales con una tendencia negativa más acusada en los últimos

cuatro años (Figura 3), el éxito reproductivo, calculado como número medio de pollos por adulto en el mes de agosto, sigue un progresivo y marcado descenso (Figura 4).

Figura 3. Resultado de los censos primaverales de reproductores de perdiz.

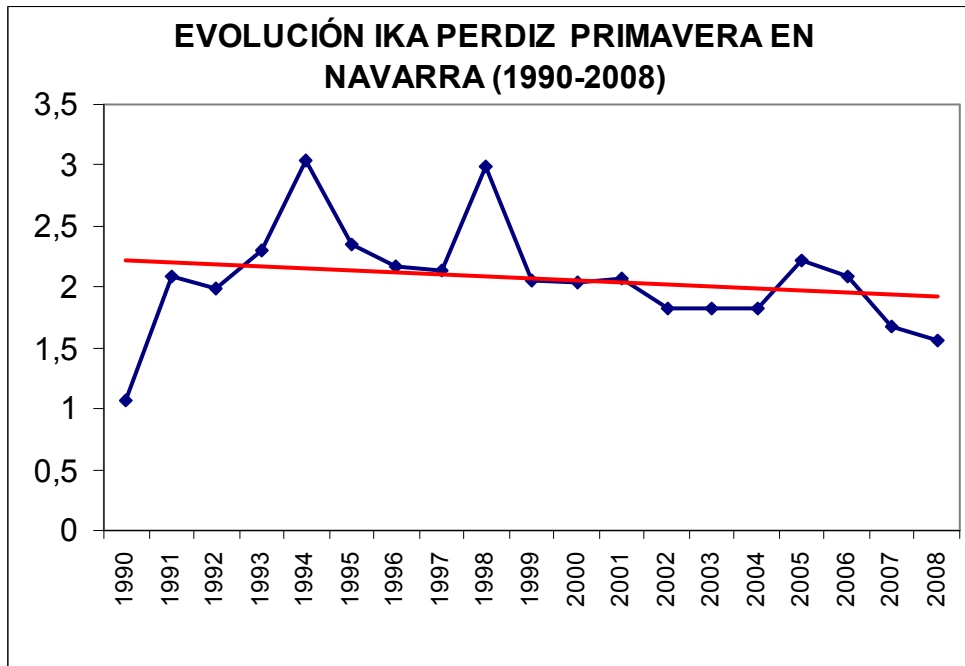
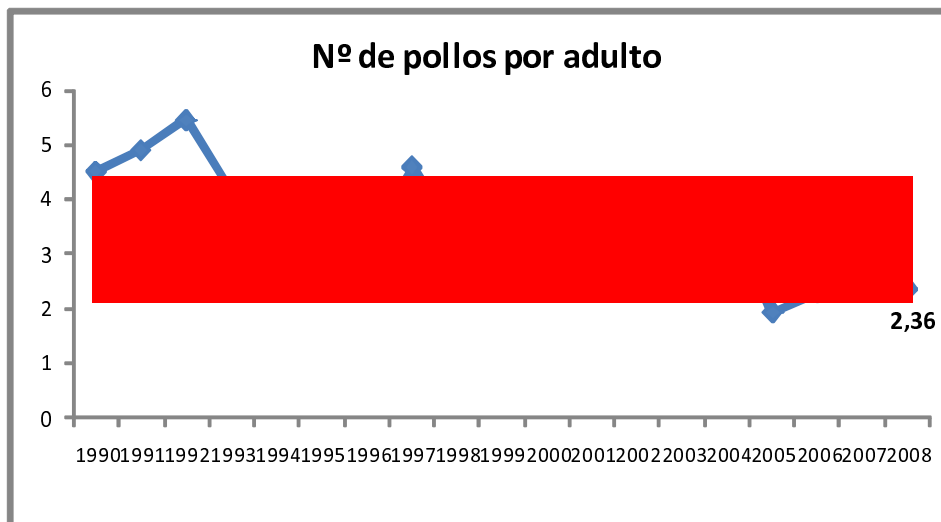


Figura 4. Estima del éxito reproductivo (pollos/adulto) en agosto.



1.7. Posibles factores implicados en la caída de las poblaciones.

En una población natural la abundancia de perdices estaría condicionada por el aporte anual de nuevos individuos con la reproducción y la extracción de ejemplares con la depredación o con la actividad cinegética. Así pues, la disminución de las poblaciones de esta especie durante los últimos años debería estar motivada por la alteración de alguno de estos parámetros.

1.7.1. Descenso de los parámetros reproductivos.

El papel que la perdiz roja desempeña en el ecosistema es el de presa, lo que implica que, de manera natural, va a estar sujeta a numerosas pérdidas de efectivos. Este hecho hace que el éxito reproductivo sea especialmente importante en esta especie, ya que con él debe compensar las numerosas bajas naturales (Lebreton, 1982). Así pues, cualquier causa que pueda limitar la capacidad reproductora de una población de perdices puede desequilibrar de manera decisiva el sensible cociente producción / extracción.

Una de las causas de fallo reproductivo más frecuente en galliformes es la depredación tanto de huevos y pollos, como de adultos incubando (Rands 1988, Yanes et al. 1998). La perdiz roja no es una excepción, tal y como confirman los trabajos de radio-seguimiento realizados en Francia por Ricci et al. (1990) y Leonanrd & Reitz (1998). En estos estudios se confirma un alto porcentaje de pérdida de nidadas (de un 61% y 59% respectivamente), debidas principalmente a la depredación (>90%). Esta alta tasa de depredación tiene mucho que ver con las preferencias de la especie a la hora de ubicar el nido. Así pues, la perdiz roja selecciona para nidificar linderos, setos o bordes de cultivo (Rands, 1986 a, Ricci et al 1990) en lugar de las manchas más espesas de matorral, donde su éxito podría ser mayor (Carvalho & Borralho, 1998). Estas estructuras son peores a la hora de asegurar el éxito reproductivo por varios motivos; por una parte, se trata de estructuras lineales donde la tasa natural de depredación es mayor (Angelstam, 1986) y por otra son formaciones susceptibles de ser modificadas a lo largo del año por las prácticas agrícolas (Duarte & Vargas, 2002).

Esta estrecha relación existente entre la productividad de la perdiz y agricultura es considerada por multitud de autores como uno de los puntos clave del descenso de las poblaciones (Potts 1980; Lartiges & Mallet, 1983; Rands, 1987; Pepin y Blayac, 1990; Nadal et al., 1996; Crick et al., 1994; Aebischer y Kavanagh, 1997; Lucio, 1998, Borralho et al., 2000; Gortazar et al, 2002) ya que, durante los últimos años, se ha llevado a cabo una transformación radical de las prácticas agrícolas, coincidente en el tiempo con la caída de las poblaciones de perdiz. Las concentraciones parcelarias efectuadas en gran parte del territorio han simplificado enormemente el hábitat agrícola, implantando el monocultivo y reduciendo a la mínima expresión los márgenes necesarios para la ubicación de los nidos y para la protección necesaria frente a depredadores. Además, los recientes avances tecnológicos han permitido reducir el tiempo necesario para realizar las distintas labores, a la vez que se han desarrollado variedades de cultivo de ciclo más corto. Con estas modificaciones, el impacto sobre las especies ligadas al medio agrícola es mucho mayor, sobre todo durante la cosecha, ya que, en el momento en que ésta se lleva a cabo, muchas puestas están todavía sin eclosionar, lo que origina su pérdida por la acción directa de las labores agrícolas (Crick et al. 1994, Green 1995).

1.7.2. Incremento de la pérdida directa de ejemplares

Dentro de este apartado podemos distinguir dos causas diferentes por las cuales una población de perdices puede “perder ejemplares”, y estas son la depredación y la caza. Dentro de la primera podemos nuevamente hacer una separación entre la depredación sobre adultos y sobre pollos, que no se hace semejante hasta los 2-3 meses de edad (Hudson & Rands, 1988).

Pues bien, en lo concerniente a factores que puedan afectar a la depredación sobre pollos nos encontramos, además de con los descritos anteriormente para la pérdida de nidos, con el papel que juega la disponibilidad de insectos, base de la dieta de los pollos de perdiz en los primeros días de vida (Rueda et al., 1993). Teniendo esto en cuenta, es lógico pensar que cuanto menos disponibilidad de insectos haya en esos primeros días de vida, el esfuerzo de búsqueda deberá ser mayor, lo que implica más desplazamientos y

por lo tanto más probabilidades de ser detectado por los depredadores. Esta hipótesis es la barajada por diversos autores que encuentran una relación significativa del descenso del éxito reproductivo de las aves ligadas al medio agrícola con el uso de insecticidas (Rands 1986 b, Potts 1986, Campbell et al. 1997, Brickle et al. 2000) o con aquellas variaciones climáticas capaces también de disminuir la disponibilidad puntual de insectos (Lucio, 1990).

Transcurrida esta primera etapa, las distintas polladas de perdiz se agrupan formando bandos de mayor tamaño, que ofrecen una mayor probabilidad de supervivencia ante el frío y la lluvia, y aumenta la capacidad de vigilancia frente a depredadores (Putala et al., 1995). A partir de este momento la depredación pierde protagonismo como causa de muerte de la perdiz, lugar que pasa a ocupar la caza (Duarte & Vargas, 2002).

La caza, entendida como la extracción racional de los excedentes de unos recursos renovables que serían las poblaciones de fauna silvestre, no tendría que suponer un riesgo para la conservación de dichas especies, ya que, como se dice en su propia definición, sólo se extraerían los excedentes.

En el caso de la perdiz roja, numerosos autores han considerado la sobreexplotación cinegética de la especie como uno de los principales responsables del descenso de las poblaciones (Potts, 1986; Pepin & Blavac, 1990; Lucio & Purroy, 1992; Borralho et al 1997).

Como estos diferentes factores están altamente interrelacionados, la valoración del papel de cada uno de ellos es muy complicada y requiere de técnicas de radio-seguimiento, que permitan obtener información directa de cada ejemplar

2. METODOLOGÍA.

2.1. Área de estudio

2.1.1. Descripción

La zona seleccionada para llevar a cabo esta experiencia ha sido la Navarra media, por ser una de las zonas tradicionalmente perdiceras y haber acusado notablemente el declive de la perdiz.

Dentro de la zona media se seleccionaron las siguientes tres áreas de trabajo:

- **2006. Acotados de Villatuerta (NA-10.465) y Cirauqui (NA-10.017)**

Localizada dentro de la comarca agraria de Tierra Estella, en el Oeste de Navarra, el área de trabajo elegida tendría como límites la sierra de Cirauqui al nordeste, la plana de cereal de Oteiza al suroeste y la A-12 al noroeste con una superficie de en torno a 2.000 has.

El hábitat está constituido por cultivos de cereal de secano alternados con viñas y plantaciones de espárragos. Esta alternancia de cultivos unido al alto porcentaje de márgenes con vegetación natural y a la presencia de múltiples “manchas” de bosque mediterráneo (*Quercus rotundifolia*, *faginea* y *coccifera*, *Juniperus phoenicea* y *oxicedrus...*) intercaladas entre las parcelas agrícolas, hacen de dichos acotados un hábitat aparente de calidad para la perdiz.

- **2007. Acotados de Artajona (NA-10.452), Larraga (NA-10.402) y Mendigoría (NA-10.372)**

Ubicada en el centro de la Comunidad Foral, estaría delimitada aproximadamente por las carreteras NA-6040, NA-6030, NA-6020 y NA-132 y con una superficie de en torno a 2.000 has.

El hábitat predominante en esta zona lo constituyen cultivos de secano con manchas dispersas de vegetación natural de porte bajo (*Thymus vulgaris*, *Rosmarinus officinalis*, *Gensita scorpius...*) y alguna viña con riego por goteo.

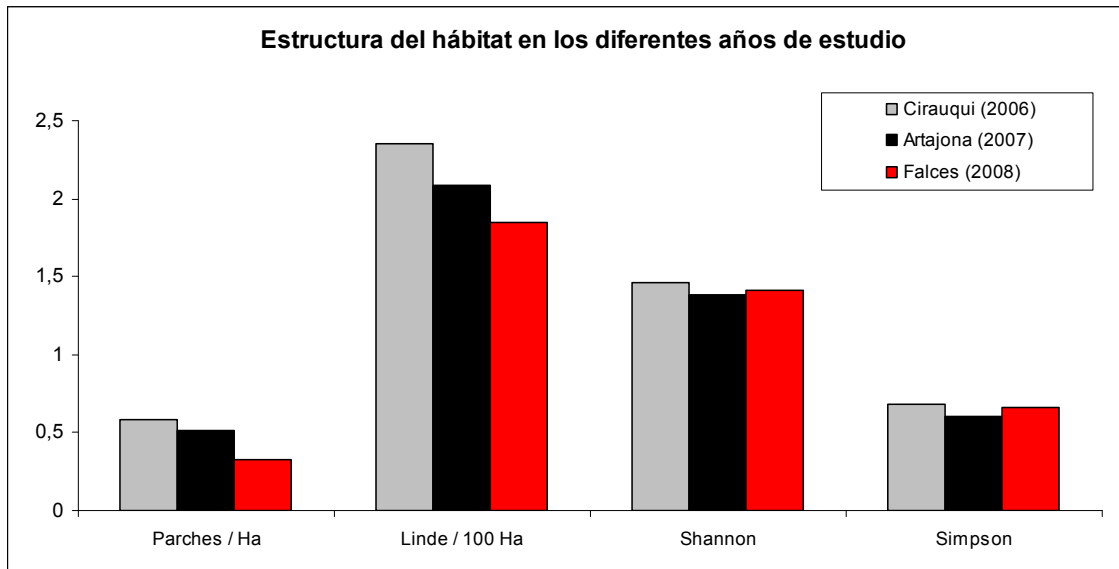
- **2008. Acotado de Falces (NA-10.440)**

Ubicado también en la zona centro de la Comunidad Foral de Navarra y englobado dentro del LIC de los Yesos de la Ribera estellesa (ES 2200031). Los límites geográficos los constituirían la sierra de Falces al norte, el barranco de Vallacuera al sur, los cortados del Arga al este y la muga con Lerín al oeste.

El hábitat estaría constituido principalmente por cultivo de cereal de secano con algún pequeño retazo de vegetación natural propia de los yesos (*Ononis tridentata*...) y alguna repoblación con pino carrasco (*Pinus halepensis*) en los límites del área de trabajo.

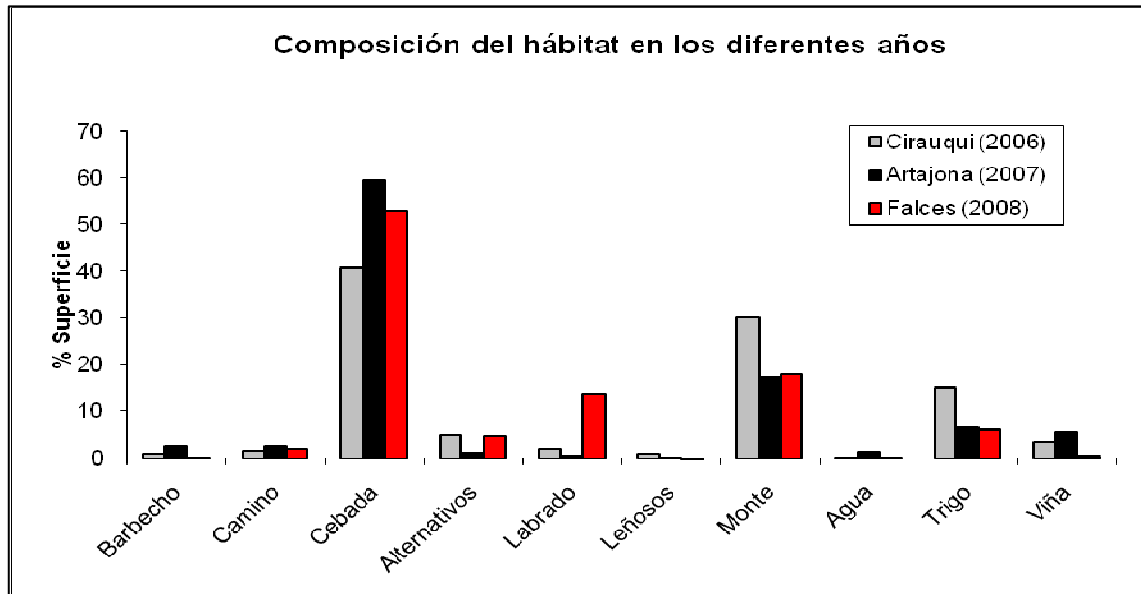
2.1.2. Diferencias en cuanto a estructura del paisaje entre áreas de estudio.

Progresivamente se fueron buscando zonas más simplificadas, lo que a priori implicaría una peor calidad de hábitat para la especie. Fruto de esta selección, cada año se obtuvo una densidad de parches y de linderos menor que la de la temporada anterior. Otros índices de diversidad paisajística, como son el índice de Shannon y de Simpson, no fueron lo suficientemente sensibles como para reflejar esta simplificación.



2.1.3. Diferencias en cuanto a composición del paisaje entre áreas de estudio.

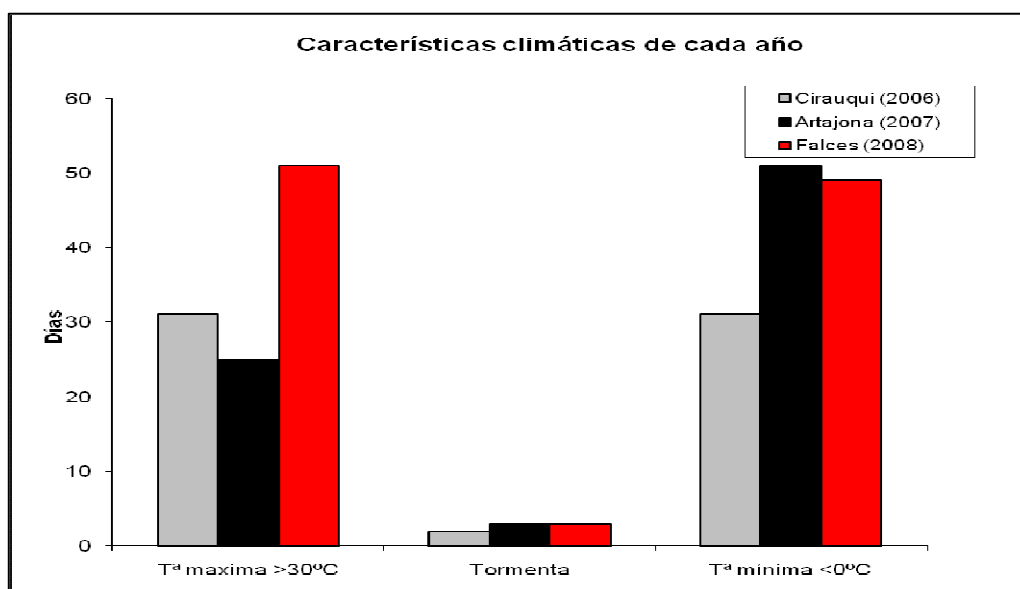
Simultáneamente a la simplificación de la estructura del paisaje se produjo también una mayor simplicidad en cuanto a composición de hábitat según avanzábamos en año de estudio, constatando un incremento de la proporción de suelo ocupado por cultivos de cereal (principalmente de cebada) en detrimento del monte y cultivos alternativos o leñosos.



2.1.4. Diferencias en cuanto a la climatología entre áreas de estudio.

De todos los parámetros meteorológicos posibles a considerar se seleccionaron los que, según trabajos previos, pudieran ser limitantes para la perdiz roja. Estos fueron:

- Los días de tormenta en época de puestas: responsables de pérdida directa de puestas (Lucio 1990)
- El número de días con temperatura máxima por encima de 30°C: equivalente a veranos calurosos y largos
- El número de días de heladas: que reflejarían la dureza y duración del invierno y que tendría como reflejo una menor disposición de insectos en primavera (Villanúa et al., 2009).

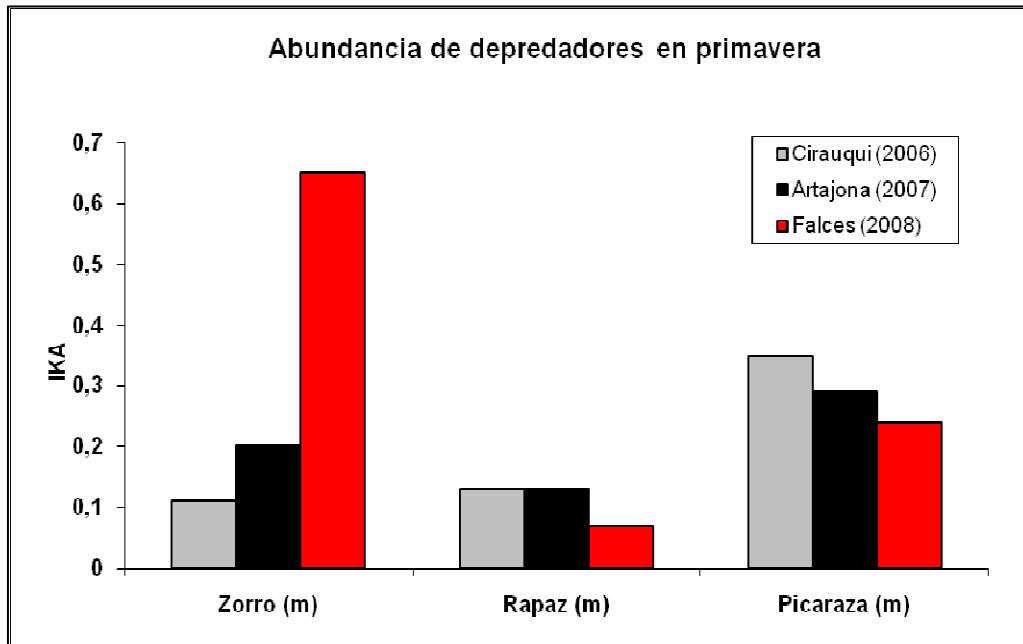


Además de estos, se consideraron también la pluviometría acumulada de Enero a Abril y la humedad relativa de Mayo a Julio, por la posible relación existente con la eclosión de los huevos.

2.1.5. Diferencias en cuanto a abundancia de depredadores entre áreas de estudio.

Tal y como se explicará más adelante, se consideraron los IKA (Índice Kilométrico de Abundancia) de zorro, de rapaces y de picaraza en Marzo como indicadores de la abundancia de depredadores de perdiz o sus nidos. Como

puede verse en la gráfica siguiente, el coto de Falces mostró una abundancia de zorro mucho mayor que los otros dos, mientras que las rapaces y las picarazas alcanzaron menores densidades.



2.2. Captura y marcaje

La captura de las perdices se llevó a cabo durante los meses de Febrero y Marzo utilizando dos métodos diferentes: las jaulas para el control de urracas con un reclamo de perdiz (Casas et al., 2005) y la captura nocturna mediante zarampaña y un foco adicional (Buenestado et al., 2008). Ambas opciones resultaron efectivas, aunque la primera requiere una mayor dedicación de tiempo y la segunda conlleva los riesgos asociados al manejo de las aves por la noche.



Perdiz con radiocollar

De cada animal capturado se registró el peso y la longitud y anchura del tarso, para poder calcular la regresión del peso sobre el tarso al cubo como medida de condición física (Millán et al., 2003) si se estimase necesario.

A todas las hembras capturadas y una parte de los machos se les colocó un radiotransmisor (Biotrack, UK ®), de un peso de 11 g. dotado de sensor de mortalidad con activación a las 9 horas. El resto de los machos se marcó mediante anillas de plástico de colores que permitían su identificación a distancia.

2.3. Seguimiento de las aves

La intensidad de seguimiento de las aves se fue adaptando al ciclo biológico de la perdiz, de las labores agrícolas y el calendario de caza.

Se tuvieron en cuenta sólo aquellas localizaciones confirmadas visualmente o mediante triangulación sin duda acerca de la posición exacta de los individuos (Casas et al., 2005). Además de representar la localización en un mapa de ortofoto, se procedió también al registro de los siguientes parámetros:

- Fecha
- Hora
- Hábitat
- Proximidad a bordes
- Climatología
- Modo de localización (triangulada ó vista)
- Presencia o no de pareja
- Otras observaciones (nido, pollos...)



Radioseguimiento de perdices

2.4. Determinación de las causas de muerte

Tan pronto como se activaba el sensor de mortalidad, se procedía a la localización del ejemplar muerto tratando de registrar todos los detalles de los restos o indicios de las inmediaciones que pudiesen ayudar a la determinación de la causa de muerte. Con el fin de evitar la posible influencia del manejo en la vulnerabilidad de los individuos frente a la depredación (Puutala et al. 1997), no se consideraron las bajas acontecidas en la semana siguiente al marcaje. En líneas generales, los criterios utilizados han sido los propuestos por Pérez et al. (2004) y Sanz et al., (2004) que se podrían resumir en los siguientes:

➤ Depredación por zorro:

- Escasos restos (a menudo sólo la cabeza)
- Cañones de las plumas cortados.
- Restos enterrados.



Predación por zorro

➤ Depredación por rapaz:

- Abundantes restos.
- Huesos de las extremidades limpios de carne y sin morder ni romper.
- Cañones de las plumas intactos (arrancadas no cortadas).
- Punta de las primarias doblada.
- Desplumadero evidente en las proximidades.



Predación por rapaz

➤ Depredación por pequeño carnívoro:

- Abundantes restos (a menudo aparece todo el cuerpo salvo la cabeza).
- Huesos de la quilla mordisqueados.
- Cañones de las plumas cortados.
- Restos escondidos en zarzales o matorral denso.

2.5. Seguimiento de los nidos

Para la determinación de la ubicación exacta de los nidos se esperó a que las hembras fuesen localizadas con precisión en varias ocasiones seguidas en un mismo punto susceptible de alojar un nido.

Una vez determinado el punto donde se suponía estaba ubicado el nido mediante triangulación a una distancia prudencial, se procedía a la comprobación del mismo mediante una única observación directa o triangulación al máximo filtro. Para realizar este proceso se utilizaban calzas de tela lavadas en una solución desodorante de bicarbonato en saturación y se invertía el menor tiempo posible, de cara a no dejar rastros que pudiesen interferir en la detectabilidad del nido por depredadores terrestres (Götmark, 1992).



Confirmación de la ubicación de un nido en un lindero

Tras confirmar la existencia del nido, se procedía a registrar la localización exacta con la ayuda de un GPS con el fin de poder encontrar el nido tras la eclosión de los huevos. Cuando fue posible, se tomó también alguna fotografía del emplazamiento, con vistas a facilitar la posterior localización.

Los días siguientes se confirmaba la presencia de la hembra en el nido mediante triangulación a distancia hasta que se producía la eclosión y la hembra abandonaba el nido. En este momento, se efectuaba una segunda

visita al nido en la cual se registraban una serie de parámetros con los cuales caracterizar tanto los parámetros reproductivos como el macro y micro hábitat en torno al nido.

La caracterización del macrohábitat se realizó de manera similar a la empleada para la definición de territorios y zonas de alto uso de perdiz (ver variables empleadas en el apartado siguiente). En cuanto a la caracterización del microhábitat de cada nido, se recogió la siguiente información en las fichas de campo, una vez era localizado con exactitud el nido:

- N ° de huevos eclosionados/sin eclosionar
- % de uso del suelo para cada tipo de vegetación presente en un diámetro de 1 m y 10 m entorno al nido. Tipos de usos de suelo incluidos:
 - Suelo desnudo
 - Suelo arado
 - Piedra menor de 20cm
 - Roca mayor de 20cm
 - Hojarasca
 - Herbáceas
 - Cultivo
 - Matorral menor de 50cm
 - Arbusto mayor de 50cm
 - Árbol
- Tipo de árbol, cultivo y matorral dominante en ese entorno del nido de 1 y 10 m.
- Distancia mínima a:
 - Árbol
 - Arbusto
 - Cultivo

- Lleco
- Lindero
- Nº de cultivos diferentes
- Cobertura del nido y tipo de vegetación:
 - A menos de 0,3m de altura
 - Entre 0,3 y 1m de altura
 - A más de 1 m de altura
- Visibilidad: al norte, sur, este, oeste y cenital.

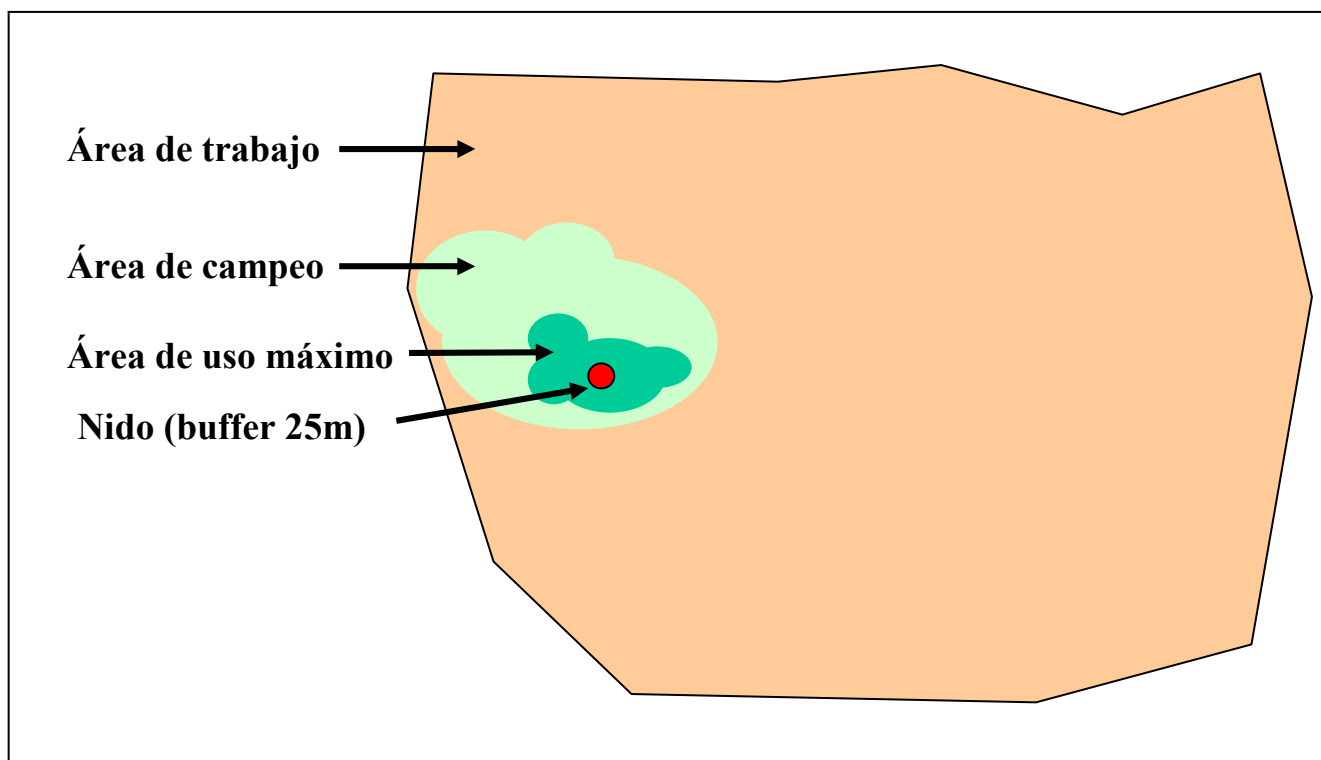
En aquellos casos en los que se comprobaba el abandono continuado del nido por parte de la hembra sin ir acompañada de pollitos se siguió el mismo protocolo, pero registrando aquellos detalles que pudiesen ser útiles para la determinación de las causas de depredación (Casas et la., 2005).



2.6. Caracterización del uso del hábitat

Para el estudio de la selección del hábitat por parte de las perdices radiomarcadas se calcularon los siguientes parámetros:

- Área de trabajo: mínimo polígono convexo resultante de unir todos los puntos de captura y localización.
- Área de campeo o territorio: área Kernell con el 95 % de las localizaciones de un ejemplar (Guyon, 2005).
- Área de uso máximo: área Kernell con el 50 % de las localizaciones de un ejemplar (Guyon, 2005).



A partir de estos parámetros se procedió a la comparación del hábitat a dos niveles (Aebischer, 1993):

- Territorios (área de campeo frente al área de trabajo)
- Alto uso (área de uso máximo frente al territorio).
- Nido (Buffer de 25 m frente al territorio).

Los elementos del paisaje considerados fueron los propuestos en trabajos similares anteriores (Rands, 1987; Ricci, 1990; Lucio, 1991; McGarigal & Marks, 1994; Eiden et al., 2000; Armendariz et al., 2004; Guyon, 2005; Villanúa et al., 2009), que se resumen en los siguientes:

Usos del suelo

- % de suelo ocupado por:
 - Cebada: % del área destinado al cultivo de cebada
 - Trigo: % del área destinado al cultivo de trigo
 - Barbecho: % de tierra de cultivo que se ha dejado descansar durante uno o varios años, es decir, que no ha sido cultivada en el último/últimos ciclos agrícolas.



- Campos labrados.



- Cultivos alternativos: % de área destinado a cultivos distintos a cereal, viñedo o leñosos, tales como esparragueras, habas,...



- Cultivos leñosos: % de área destinado a cultivos leñosos, excluyendo la viña. En este grupo se incluyen frutales, olivos, almendros...



- Viña: % del área destinado al cultivo de la vid



- Lleco: % de área de vegetación natural, considerando la vegetación tanto de bajo como alto porte (desde herbáceas, plantas aromáticas, matorrales, arbustos o monte mediterráneo).



- Agua: % de área ocupada por agua.
- Camino: % de área ocupada por cualquier tipo de vía de tránsito, ya sea camino agrícola o carretera.

Densidad de elementos

- Densidad general de parches (nº parches / ha).

Densidad de bordes

- Longitud de lindes por unidad de superficie (km de lindero / 100 ha).

Diversidad paisajística

- Shanon $H' = - \sum p_i \cdot \log p_i$

Siendo “ p_i ” el porcentaje de superficie ocupada por cada tipo de uso del suelo.

- Simpson $D = \frac{\sum_{i=1}^S n_i(n_i - 1)}{N(N - 1)}$

Siendo “ N ” el número total de parches existentes y “ n ” el número de parches ocupados por cada tipo de uso.

La información tratada fue obtenida mediante registro directo en campo sobre el mapa parcelario de escala 1:5.000, procesada mediante el software ARCGIS.

2.7. Determinación de la abundancia de depredadores

Como posibles depredadores de la perdiz roja se tuvieron en cuenta los planteados por Calderón (1983). Para estimar su abundancia se diseñó un seguimiento mensual por un trazado fijo realizado desde vehículo a 20 km/h en las primeras horas de la mañana para el censo de rapaces y córvidos (Bustamante & Seoane, 2004) y por la noche con foco adicional para el censo de zorro, gato montés, mustélidos y rapaces nocturnas (Williams et al., 2007).



Los recorridos tuvieron una longitud total de 49 km, estando estos distribuidos de la siguiente manera:

- Cirauqui (2006): 17 Km
- Artajona (2007): 15 Km
- Falces (2008): 17 Km

2.8. Determinación de la abundancia de invertebrados

La supervivencia de los pollos es un factor determinante en la dinámica de las poblaciones de galliformes (Potts, 1986) hasta el punto de que pequeñas alteraciones en este parámetro pueden modificar notablemente la posterior abundancia de perdices en la época reproductiva (Blank et al., 1967). Entre los factores limitantes de la supervivencia de los pollos destaca la abundancia de invertebrados (Green 1984, Lucio 1991, Panek 1992) base de la dieta de los pollos de perdiz.

Para cuantificar la abundancia de éstos en los distintos hábitats y en las distintas épocas del año, se estableció un seguimiento mensual con 2 puntos de muestreo en cereal, 2 en viña y 2 en terrenos llercos. El método elegido fueron las trampas de caída colocadas formando una red de 9 vasos de 50 mm de diámetro, separados 3 m. el uno del otro y rellenas parcialmente con solución alcohólica (SEA, 2007).



Para la estima de abundancia de saltamontes se realizó un conteo directo de los mismos en una franja de 1 m en el perímetro de cada estación.

Los invertebrados capturados fueron almacenados a $-14\text{ }^{\circ}\text{C}$ y posteriormente clasificados en grupos por tipo y tamaño. A cada grupo se le asignó un valor en unidades alimentarias (Rueda, 1993) que facilitase la interpretación de los resultados.

2.9. Análisis de resultados

Las diferencias existentes entre las distintas zonas de estudio a nivel de abundancia de depredadores, condiciones meteorológicas, estructura del hábitat, causas de muerte de las perdices y ubicación y causas de fracaso de las puestas se analizaron mediante test de Chi^2 .

El análisis comparativo de la supervivencia en machos y hembras y entre años se llevó a cabo mediante el test de Kaplan-Meier.

La relación entre los distintos parámetros de hábitat con la supervivencia hasta Julio y Octubre se testó mediante Modelos Lineales Generalizados (GLMz, distribución binomial, link logit).

La relación entre algunas variables binomiales relativas al hábitat y la probabilidad de éxito de la nidada han sido testadas mediante ANOVA univariante.

La selección del hábitat se analizó siguiendo las indicaciones de Aebischer, et al. (1993).

A los distintos porcentajes calculados (supervivencia, uso del hábitat...) se les calculó el intervalo de confianza asociado al tamaño muestral según el trabajo de Gullón (1971).

2.10. Esfuerzo de captura y tamaño muestral.

Durante los tres años de proyecto, se han capturado un total de **121** perdices, de las cuales fueron marcadas con emisor un total de **74 ejemplares**. La mayoría de las capturas tuvieron lugar en el mes de marzo (86 capturas), aunque también se capturaron ejemplares durante el mes de febrero (35 capturas). La distribución de los ejemplares capturados por zona de estudio, sexos y edades fue la siguiente:

			TIPO DE MARCAJE				
AÑO	SEXO	EDAD	EMISOR	ANILLA	NINGUNO	TOTAL	TOTAL
2006	M	J	2	2	2	6	22
		A	3	3	9	15	
		-	0	1	0	1	
	H	J	6	0	0	6	12
		A	6	0	0	6	
			17	6	11		34
2007	M	J	3	8	0	11	19
		A	1	7	0	8	
	H	J	17	0	0	17	28
		A	11	0	0	11	
				32	15	0	
2008	M	J	2	9	0	11	23
		A	6	5	1	12	
	H	J	8	0	0	8	17
		A	9	0	0	9	
				25	14	1	40
Total			74	35	12		121

La distribución por sexos y edades de los **ejemplares finalmente radiomarcados** fue la siguiente:

SEXO	EDAD	EJEMPLARES	
M	J	7	17
	A	10	
H	J	31	57
	A	26	
		74	

Como se puede apreciar en la tabla, la mayor parte de los ejemplares radiomarcados fueron hembras, objeto principal del estudio.

En cuanto a la **franja horaria** en la que se realizaron las capturas, éstas se distribuyeron de la siguiente manera:

FRANJA HORARIA	EJEMPLARES
Noche (23-6)	10
Mañana (6-12)	47
Mediodía (12-18)	38
Tarde (18-23)	24
Indeterminada	2
	121

A pesar de que se pudo evidenciar el menor peso y longitud del tarso de las hembras y de los juveniles, estas diferencias no alcanzaron el nivel de significación exigido (Chi^2 ; $p > 0,05$) En las siguientes tablas se registran los valores obtenidos para estos parámetros.

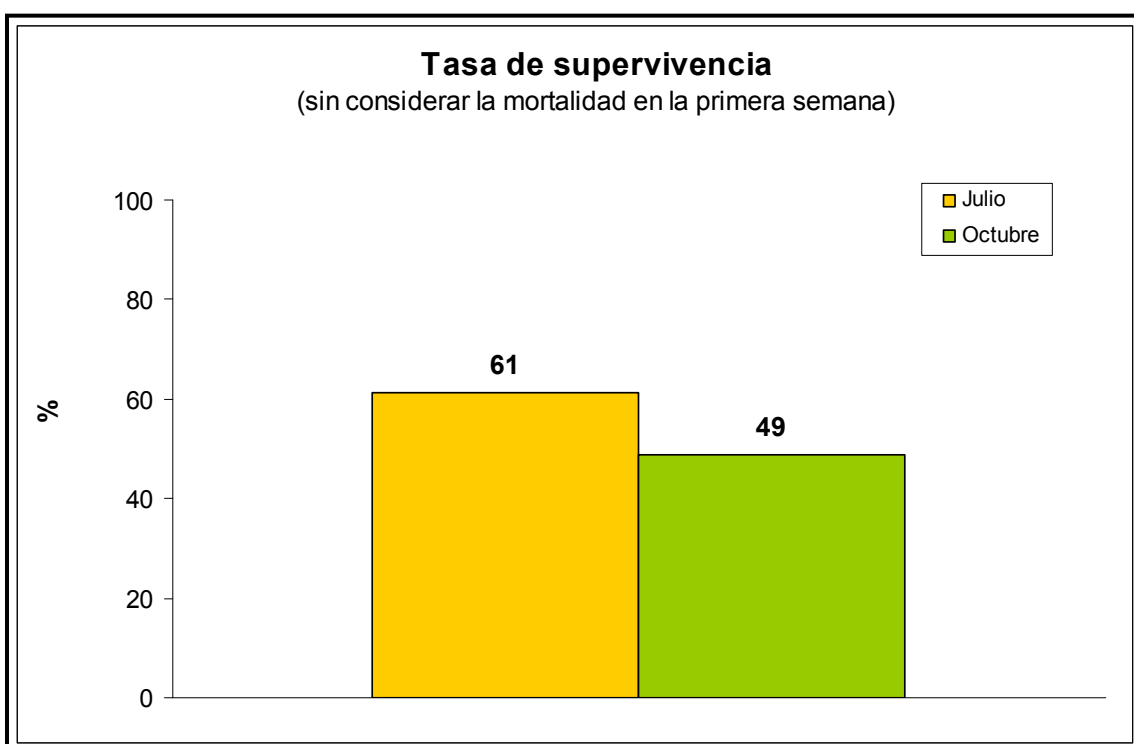
		PESO (g)					TARSO				
EDAD	SEXO	N	MEDIA	MIN	MAX	DE	N	MEDIA	MIN	MAX	DE
J	M	28	538,57	440	580	32,40	24	43,68	38,7	47,6	1,64
	H	31	468,23	400	580	37,74	27	40,58	33,7	46,6	2,62
		59	501,61	400	580	49,81	51	42,04	33,7	47,6	2,69
A	M	34	571,35	510	620	30,14	28	44,46	40,4	53,0	2,73
	H	26	476,73	430	580	32,40	23	40,93	38,5	46,3	1,85
		60	530,35	430	620	56,47	51	42,87	38,5	53,0	2,94

3. RESULTADOS.

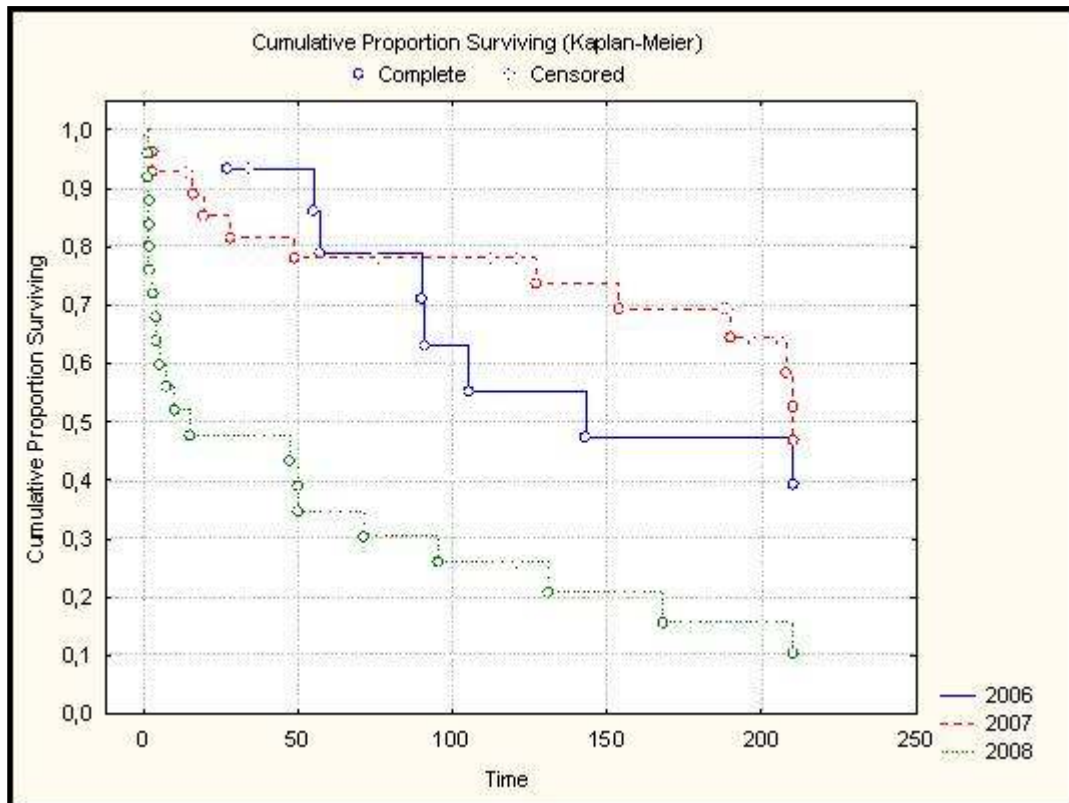
3.1. Supervivencia

La tasa de supervivencia al inicio de la caza (fin del mes de Octubre) para el conjunto de los tres años fue de un **49%** (38–62%; n=41), es decir, el 51% de las perdices marcadas murieron antes del comienzo de la temporada de caza.

La tasa de supervivencia al final del periodo de incubación (mes de Julio) fue de un 61% (40-70%; n=49), es decir, el 39 % de las perdices marcadas no llegaron a completar el periodo reproductivo.

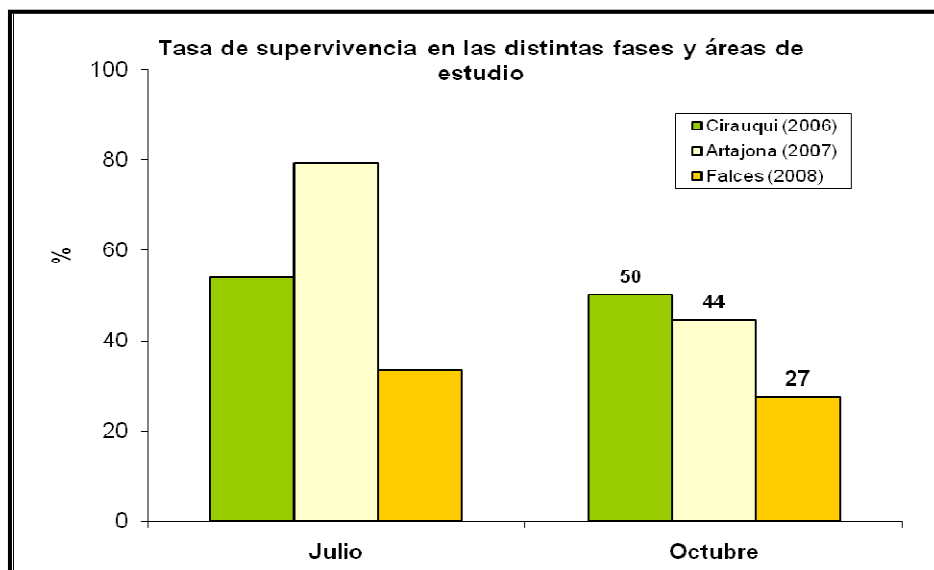


A estas bajas habría que añadir las acontecidas durante la primera semana tras la captura que, por poder estar influenciadas por el marcaje, no se tuvieron en cuenta en los diferentes análisis.



No se encontraron diferencias significativas en la supervivencia en función del sexo (KM; $Z = -0,50$; $p > 0,05$) ni de la edad (KM; $Z = -0,12$; $p > 0,05$) de los ejemplares marcados.

Por el contrario, sí se detectaron diferencias significativas en función del **año/localidad** (KM; $Z = 17,35$; $p < 0,001$) con una supervivencia significativamente menor en el año 2008, tal y como puede observarse en la gráfica siguiente.



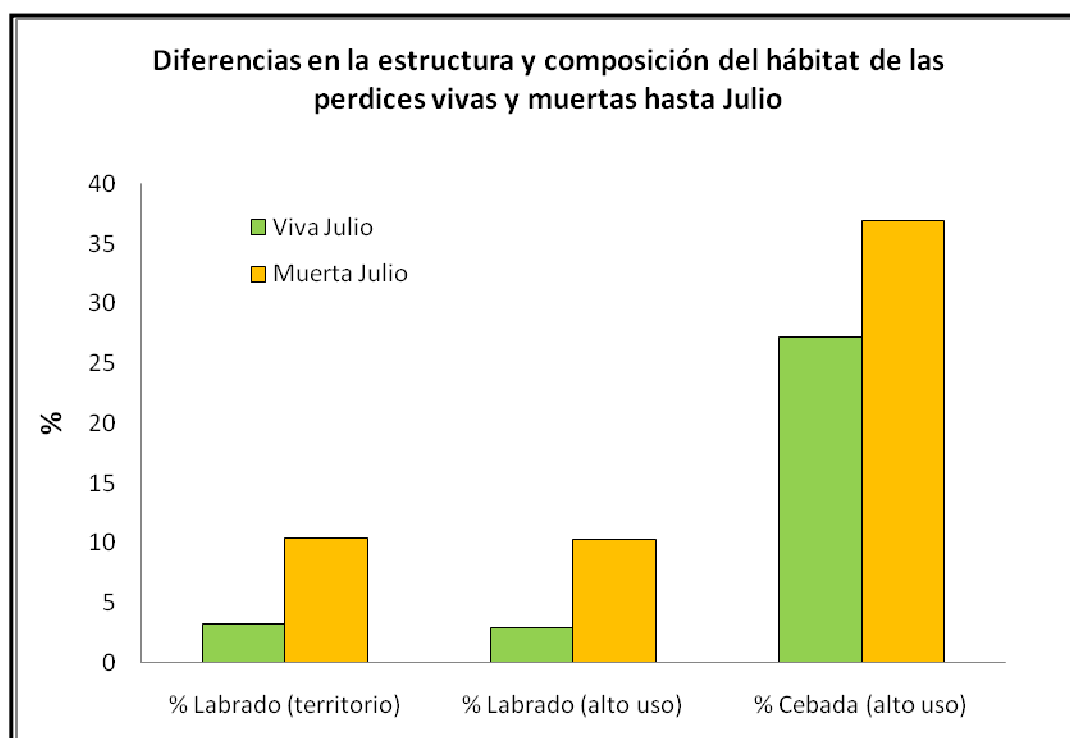
3. 2. Relación entre supervivencia y hábitat

3.2.1. Supervivencia hasta el fin de periodo de incubación

La supervivencia hasta julio se vio influenciada por el año (tal y como se comentó anteriormente), pero también por la estructura y composición del hábitat tanto a nivel de territorio como a nivel de la zona de alto uso de la perdiz, tal y como queda reflejado en las tablas de los modelos finales y en las gráficas siguientes:

	Territorio				Alto uso			
		g.l.	Wald	Sign.		g.l.	Wald	Sign.
Estructura	Intercepto	1	5,929	0,015	Intercepto	1	0,728	0,394
	Año	2	7,539	0,023	Año	2	4,647	0,098
	Parches / Ha	1	3,285	0,070	Linde / 100Ha	1	3,475	0,062
	Linde / 100Ha	1	1,954	0,162	Índice de Shanon	1	2,249	0,134
Composición	Intercepto	1	3,339	0,068	Intercepto	1	7,532	0,006
	% Barbecho	1	1,626	0,202	% Cebada	1	4,514	0,033
	% Cebada	1	1,762	0,184	% Labrado	1	6,309	0,012
	% Labrado	1	4,776	0,029	% Agua	1	0,753	0,385

* En negrita y sombreado aparecen las variables significativas en el modelo final.



En el gráfico anterior se representa la relación entre los factores ligados al hábitat finalmente significativos ($p < 0,05$) y la variable supervivencia en el mes de julio.

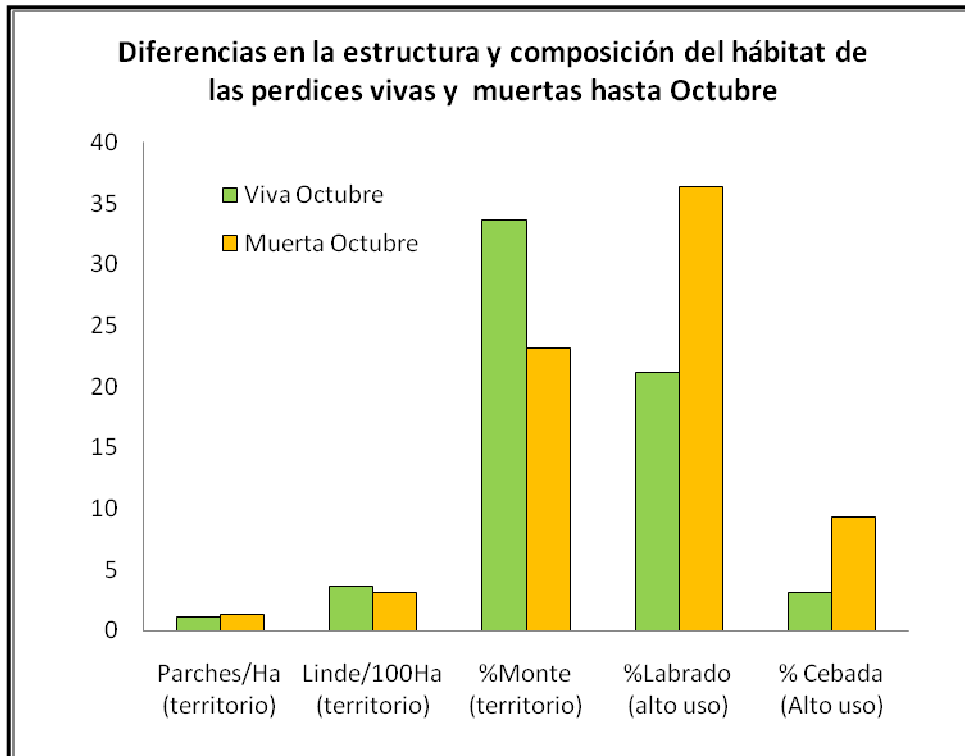
Como puede observarse, las perdices que murieron antes del mes de julio empleaban zonas con mayor porcentaje de cultivo de cebada y de zona labrada (variables significativas).

3.2.2. Supervivencia hasta la caza

La supervivencia hasta octubre se vio influenciada por el año (tal y como se comentó anteriormente) pero también por la estructura y composición del hábitat tanto a nivel de territorio como a nivel de la zona de alto uso, como se puede apreciar en las tablas de los modelos finales y en las gráficas siguientes:

	Territorio			Alto uso				
		g.l.	Wald	Sign.		g.l.	Wald	Sign.
Estructura	Intercepto	1	1,294	0,255	Intercepto	1	0,225	0,636
	Parches / Ha	1	5,399	0,020	Linde / 100Ha	1	3,281	0,070
	Linde / 100Ha	1	4,232	0,040	Índice de Shanon	1	2,348	0,125
Composición	Intercepto	1	5,295	0,021	Intercepto	1	2,881	0,090
	% Barbecho	1	3,160	0,075	% Camino	1	2,878	0,090
	% Labrado	1	2,561	0,110	% Cebada	1	7,592	0,006
	% Monte	1	6,490	0,011	% Labrado	1	7,542	0,006
	% Viña	1	2,015	0,156	-	-	-	-

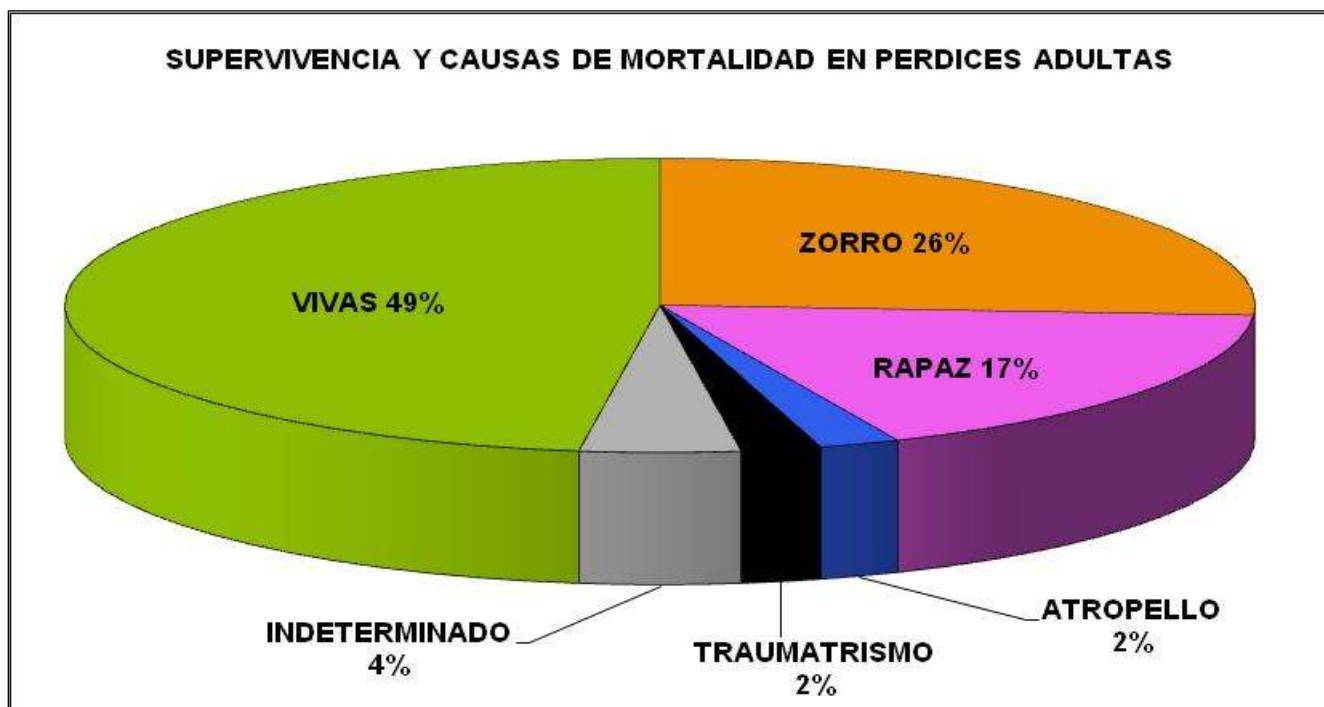
* En negrita y sombreado aparecen las variables finalmente significativas en el modelo final.



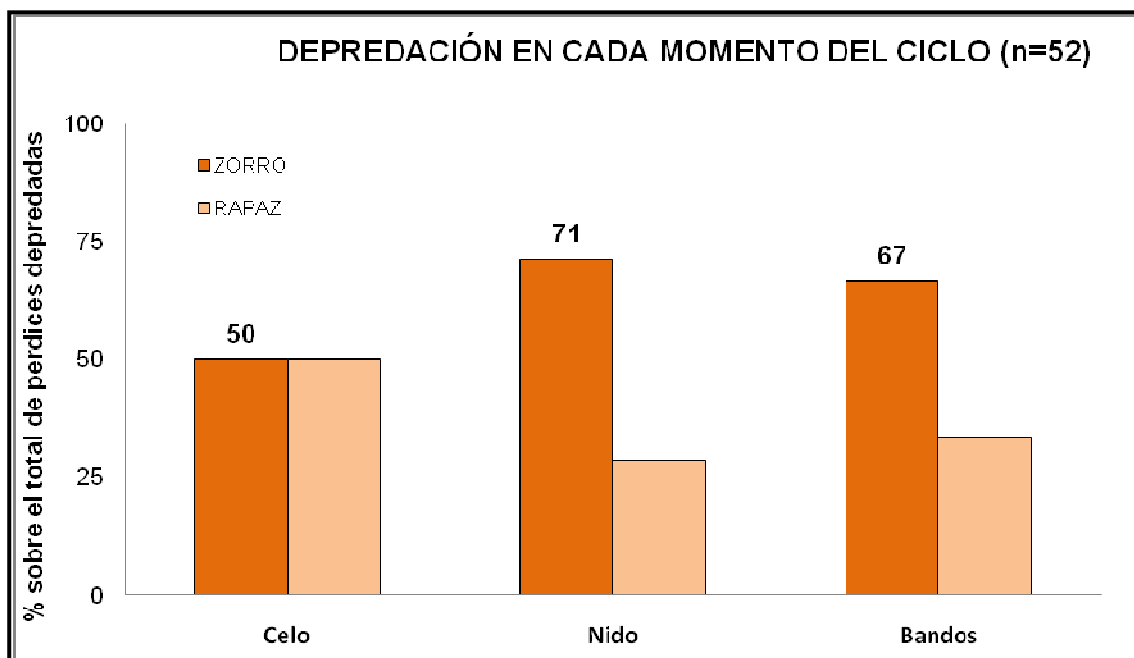
Como puede observarse, las perdices que murieron antes del mes de octubre empleaban zonas caracterizadas por un menor porcentaje de superficie de monte, menor cantidad de linderos pero mayor densidad de parches, frecuentaban además zonas con mayor porcentaje de zonas labradas y cultivos de cebada (zonas de alto uso).

3.3. Causas de muerte.

La depredación por zorro fue la principal causa de muerte, afectando al menos al **26%** (15-38%, n=45) de las perdices marcadas. La segunda causa de muerte resultó ser la depredación por rapaz con un **17%**(8-32%, n=45). Se consideraron únicamente las bajas hasta fin de Octubre, momento en que la mayoría de los radio-collares dejaron de funcionar. Por este motivo no se han incluido las bajas causadas por la caza, que se inicia el 1 de Noviembre.



Al analizar las causas de depredación en los distintos momentos del ciclo vital de la perdiz, comprobamos que, durante la época de nido y de bandos, el zorro es responsable de aproximadamente el **70%** (52-82%, n=52) de las bajas causadas por depredación.



En cuanto a sexos, en el momento del celo las hembras fueron igualmente depredadas por zorro y rapaz, mientras que los machos fueron únicamente depredados por rapaz. En la época de nido, la depredación fue causada en ambos sexos únicamente por zorro.

No obstante, comprobamos como no existe relación positiva aparente del porcentaje de perdices depredadas por zorro y rapaz con las abundancias de estos depredadores en las distintas áreas de estudio, lo que induce a pensar que puedan existir otros factores moduladores de la depredación.

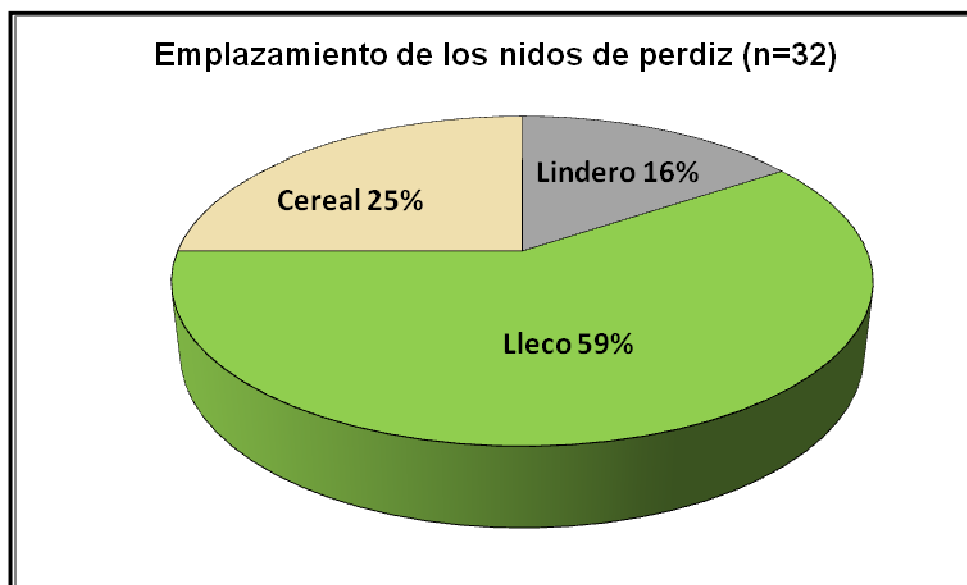
3.4. Ubicación de nidos.

En el conjunto de los tres años de estudio se ha conseguido determinar la ubicación de 32 nidos de perdiz: 8 en el año 2006, 20 en el 2007 y tan sólo 4 en el 2008.

Los sustratos elegidos por las perdices marcadas para ubicar el nido fueron tres:

- Manchas de vegetación natural (lleco)
- Campos de cereal
- Linderos o ribazos de caminos o carreteras.

El más frecuentemente escogido fue el lleco con casi el **59%** (40-72%, n=32) de los nidos localizados, seguido por los campos de cereal con un 25% (15-45%, n=32) y por último los linderos con un 16% (6-30%, n=32) de los nidos. Hay que resaltar que de los 5 nidos ubicados en linderos, 2 estaban en el borde de la carretera.





Nido en lleco



Nido en cereal



Nido en lindero

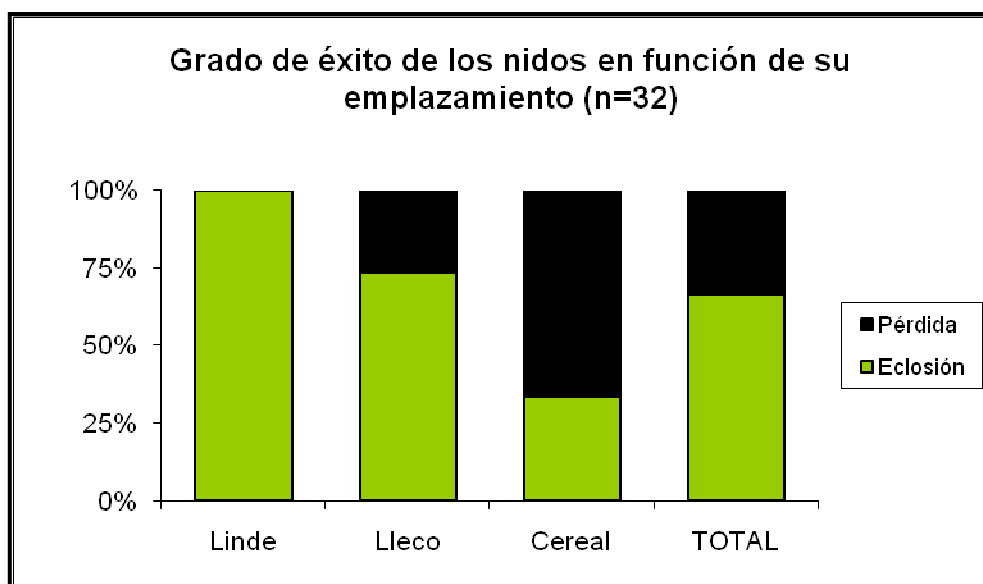
3.5. Éxito de eclosión.

El tamaño medio de puesta fue de 11,43 huevos (DE=2,83) con una eclosión media de 7,57 huevos (DE=4,92).

El porcentaje de nidos que llegaron a eclosionar fue de un **67%** (48-82%, n=32). Este porcentaje varió notablemente en función del sustrato de la ubicación elegida, siendo significativamente menor en los nidos ubicados en cereal.

Sustrato	Test Chi ²	
	z	p
Linde-Lleco	2,00	0,20
Lleco-Cereal	4,17	0,04
Cereal-Linde	5,83	0,02

En este sustrato sólo el 30% (15-38%, n=32) de los nidos salieron adelante, mientras que en los nidos ubicados en lleco eclosionaron un 75 % (57-88%, n=32) y en los linderos eclosionaron el 100% (89-100%, n=32), tal y como queda representado en la gráfica siguiente:



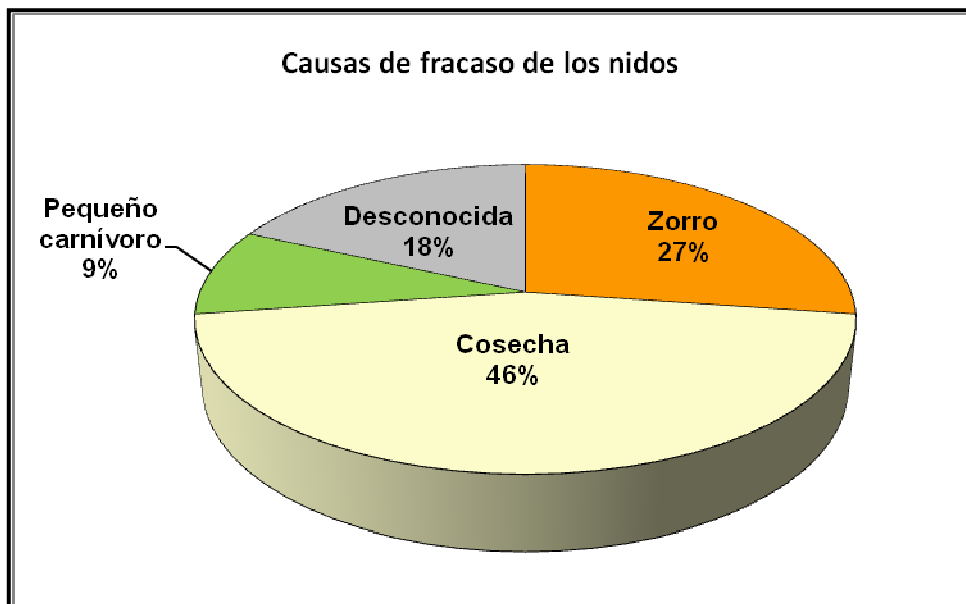
Esta diferencia en cuanto a probabilidad de éxito del nido según el emplazamiento resultó significativa en los análisis estadísticos realizados. No sucedió lo mismo en el caso de la ubicación en borde de parcela o el tipo de lindero más próximo, como podemos ver en la tabla siguiente:

Modelos finales	SS	ANOVA Univariante			
		g.l.	MS	F	Sign.
Intercepto	14,026	1	14,027	61,444	0,000
Borde	0,026	1	0,027	0,116	0,736
Error	6,848	30	0,228		
Intercepto	11,810	1	11,810	61,608	0,000
Emplazamiento	1,315	2	0,658	3,432	0,046
Error	5,559	29	0,192		
Intercepto	6,173	1	6,174	25,907	0,000
Tipo de lindero próximo	0,440	4	0,110	0,462	0,763
Error	6,434	27	0,238		

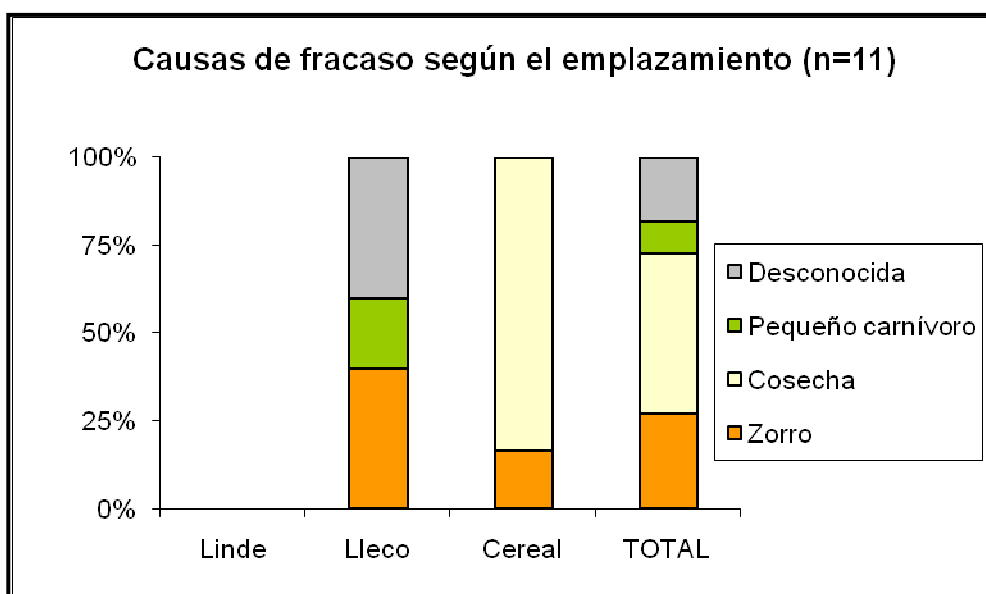
Dentro de las causas de pérdida de nidadas se pudieron identificar la depredación por zorro y por pequeño carnívoro y la cosecha. Llama la atención que en ningún caso se encontró un nido aparentemente depredado por

córvidos, especies a las que a menudo se les atribuye un importante papel en la depredación de puestas de perdiz.

La principal causa de fracaso de nidos fueron las prácticas agrícolas (más concretamente la cosecha), suponiendo un 46%(17-75%, n=11) de los nidos perdidos. La siguiente causa fue la depredación por zorro, con un 27% (6-65%, n=11) de nidos depredados por esta especie.

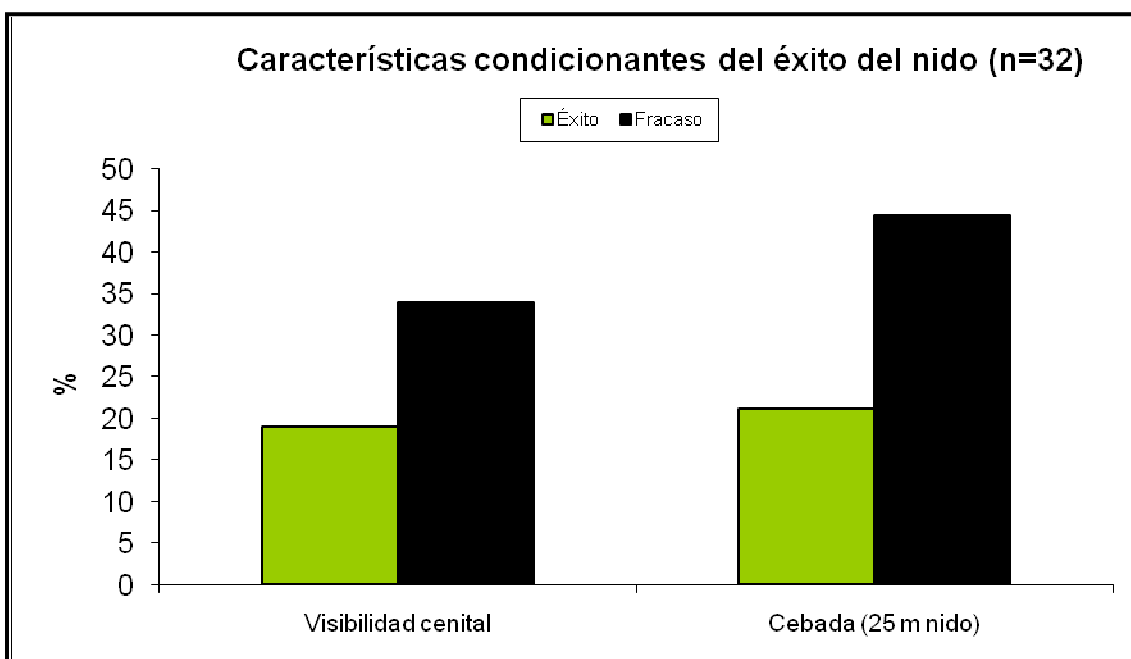


Como es lógico, la incidencia de una u otra causa se vio influenciada por el sustrato en el que se ubicaba el nido, tal y como se refleja en la gráfica siguiente.



El éxito de la nidada también estuvo influido por otros factores relacionados con el hábitat del entorno del nido y del territorio del adulto. En la siguiente tabla se muestran los modelos finales obtenidos con las variables significativas sombreadas y en negrita:

Escala	Modelos finales	GLMZ, Binomial (logit)		
		g.l.	Wald	p
Microhábitat	Intercepto	1	4,809	0,03
	Distancia monte	1	1,015	0,31
	Intercepto	1	0,095	0,76
	% Herbáceas (1m)	1	2,568	0,11
	Intercepto	1	0,041	0,84
	Cobertura (0,3-1m de altura)	1	0,787	0,38
Entorno de 25 m	Intercepto	1	4,458	0,04
	Visibilidad al este	1	2,557	0,11
	Visibilidad cenital	1	3,802	0,05
	Intercepto	1	5,310	0,02
	% Cebada	1	3,829	0,05
	% Trigo	1	0,000	0,99
Territorio	Intercepto	1	6,004	0,01
	% C.Alternativos	1	0,000	0,99
	Intercepto	1	0,356	0,55
	Parches / Ha	1	0,078	0,78
Territorio	Intercepto	1	2,128	0,15
	Linde /Ha	1	1,212	0,27
	Intercepto	1	2,606	0,11
	% Leñosas	1	0,556	0,46



Como se puede apreciar en la tabla y gráfica anterior, las características del hábitat que parecen haber tenido una influencia significativa en el éxito o fracaso de la nidada (que los huevos llegasen o no a eclosionar) han sido la visibilidad cenital del nido y la superficie de cultivo de cebada en el entorno de 25 m alrededor del nido. Como parecía lógico, cuanto más visibilidad tenga y mayor superficie de cebada, menor es la probabilidad de éxito de la nidada.

3.6. Productividad final en el momento de eclosión.

El **96%** de las hembras que llegaron vivas al periodo reproductor pusieron huevos, siendo el tamaño medio de puesta de **11,43** huevos /nido (6-17).

Una parte importante de los nidos, el **68,75%** tuvo éxito total, es decir, eclosión plena.

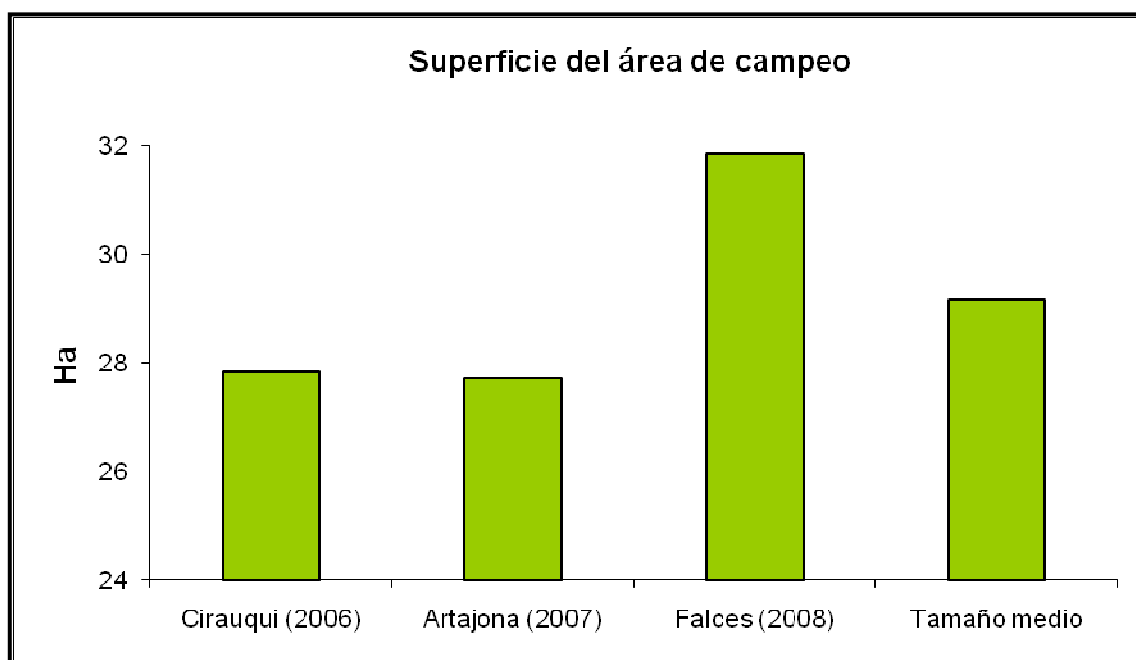
Teniendo en cuenta el conjunto de las puestas, el **88,3%** de los huevos fueron fértiles.

Sin embargo, al considerar conjuntamente las tasas de supervivencia de los adultos y de los nidos, el porcentaje de hembras que sacan adelante finalmente pollos es tan sólo del **47,5%**, lo que nos daría una productividad real de **1,75** pollos por hembra marcada al inicio del trabajo.

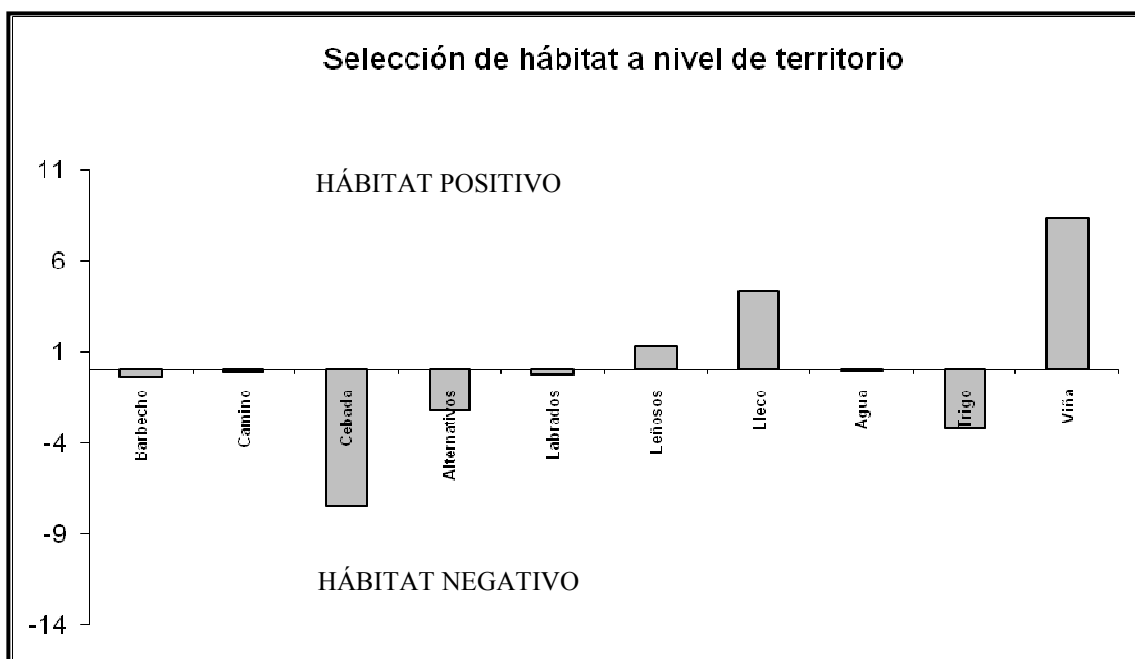
3.7. Selección del hábitat.

3.7.1. A nivel de territorio.

El tamaño medio del territorio o área de campeo de las perdices marcadas fue de **29,14 Ha** (DE=13,60), siendo esta superficie mayor en Falces (2008) con una media de 31,85 Ha (DE=15,54), seguida de Cirauqui (2006) y Artajona (2007), ambos con valores muy similares: 27,84 Ha (DE=13,98) y 27,72 Ha (DE=11,29) respectivamente.

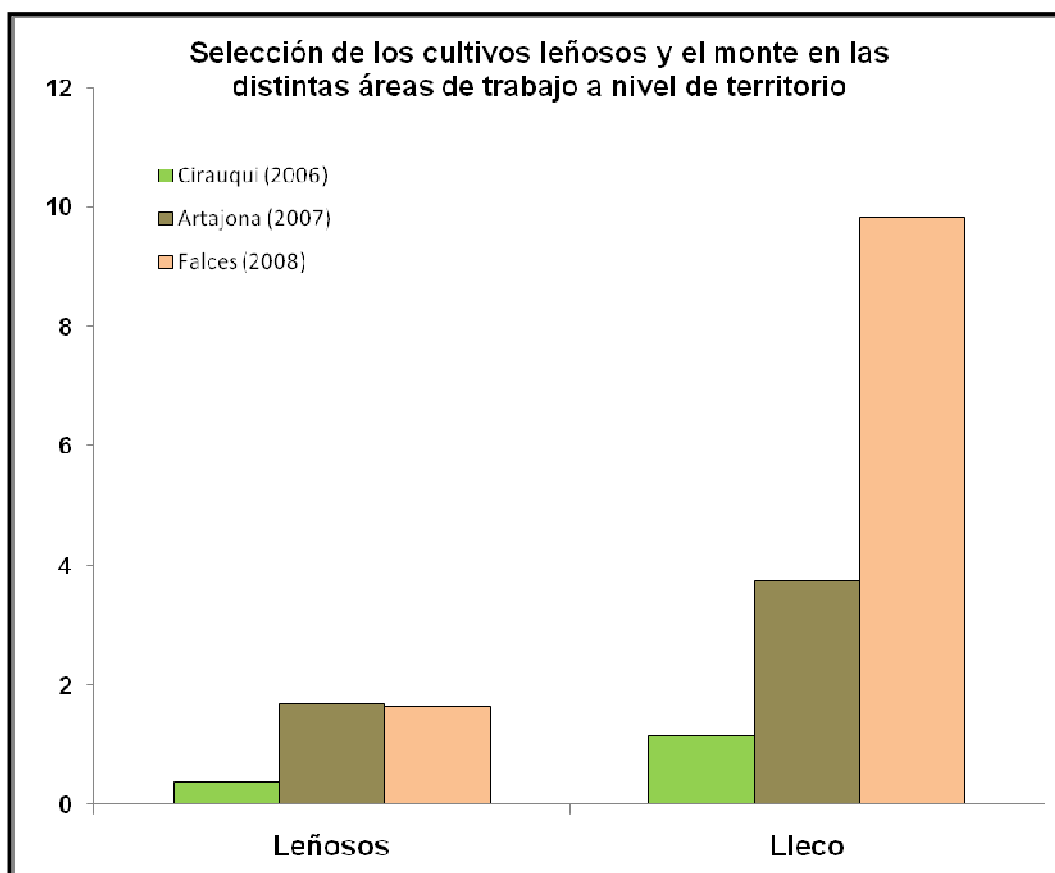


La composición del hábitat de los territorios de las perdices no fue aleatoria sino que se pudo confirmar una selección significativa positiva y negativa de determinados usos del suelo ($\chi^2=135,3$; $gl=10$; $p<0.0001$).



Como usos del suelo seleccionados positivamente aparecen las viñas, el lleco y los cultivos leñosos, mientras que la cebada, el trigo y los cultivos alternativos fueron evitados. Los labrados, barbechos, caminos y masas de agua apenas mostraron diferencias entre la proporción disponible en el área de trabajo y la utilizada en el territorio.

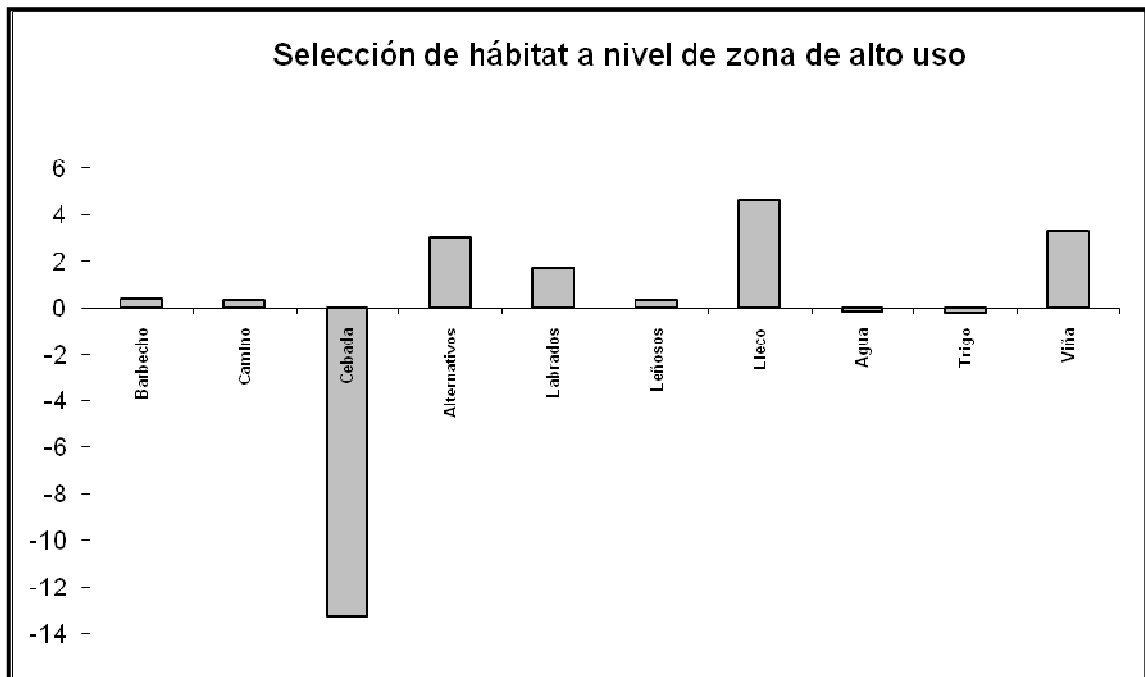
La selección positiva del llecos y cultivos leñosos fue tanto mayor cuanto más simplificada era el área de trabajo.



3.7.2. A nivel de zona de alto uso.

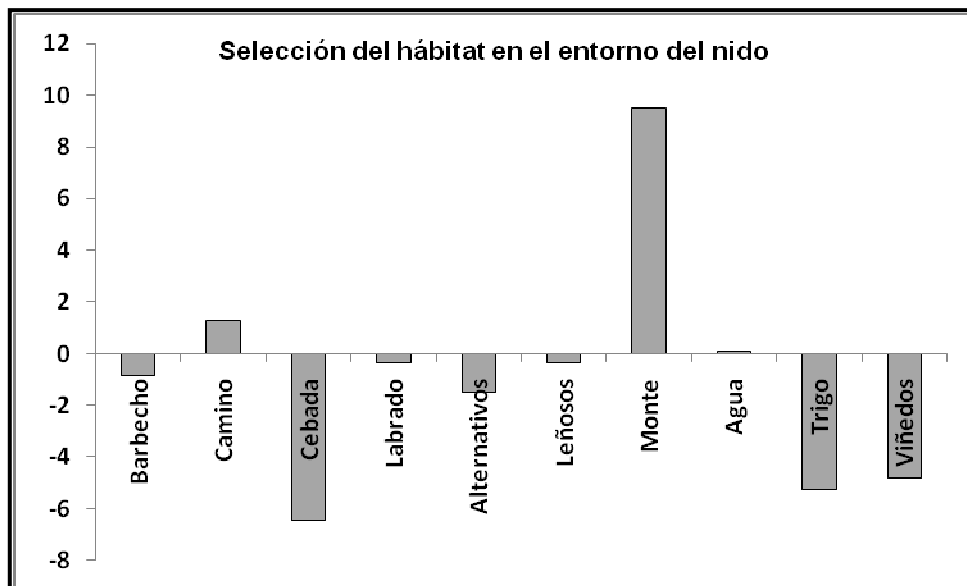
Dentro del área que concentra más actividad, las perdices también hacen una selección ($\text{Chi}^2=34,6$; $\text{gl}=9$; $p<0.0001$).

Como usos evitados aparecen nuevamente las cebadas, mientras que los cultivos alternativos y los labrados son para este caso seleccionados positivamente, al igual que las viñas y los llecos. Los cultivos leñosos, el trigo, los barbechos, los caminos y las masas de agua apenas mostraron diferencias entre la proporción disponible y utilizada dentro del territorio.



3.7.3. A nivel de nido.

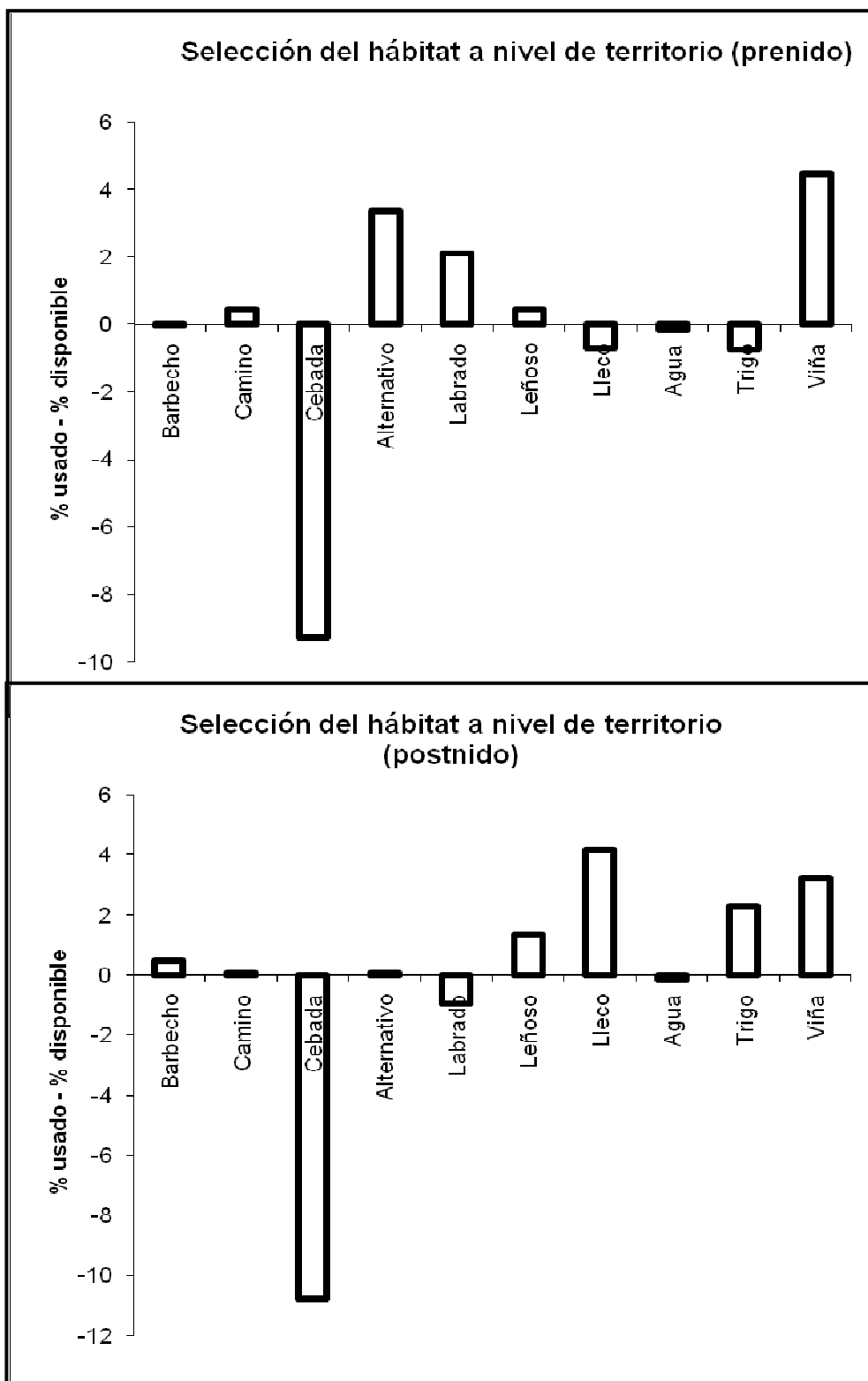
A la hora de emplazar el nido, se pudo detectar nuevamente una selección significativa del hábitat del entorno del nido con respecto al disponible dentro del territorio ($\chi^2=29,3$; $gl=9$; $p<0.0001$).



En este caso seleccionaron los llecos y los caminos en detrimento del resto de usos disponibles. Esta selección vendría a reflejar la preferencia de las perdices por los elementos lineales y las masas de vegetación natural.

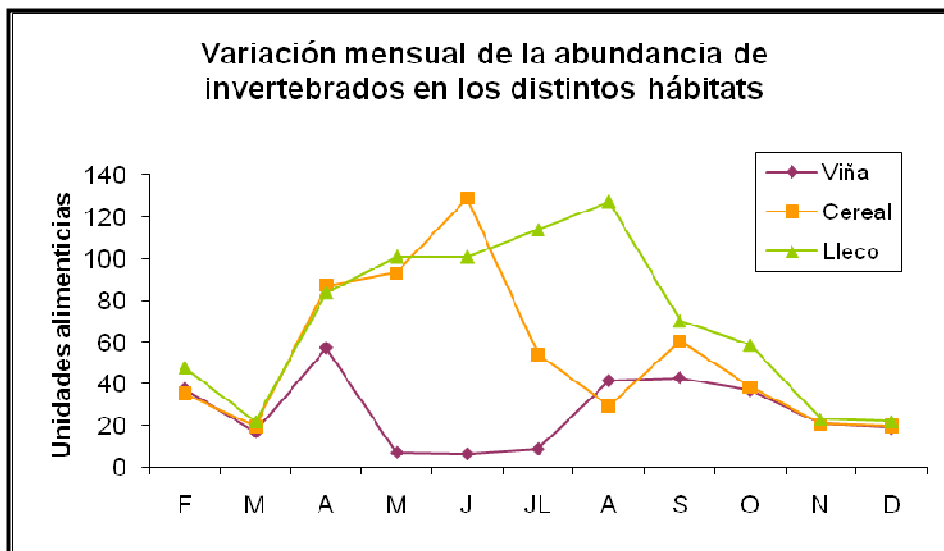
3.7.4. Selección de hábitat antes y después del nido.

Aunque a grandes rasgos el patrón de selección de hábitat en el periodo anterior y posterior al nido fue semejante, se pudieron encontrar ciertas diferencias, con un aumento del uso de los llecos y el barbecho tras el nido, en detrimento del uso de la viña, los cultivos alternativos o los labrados.

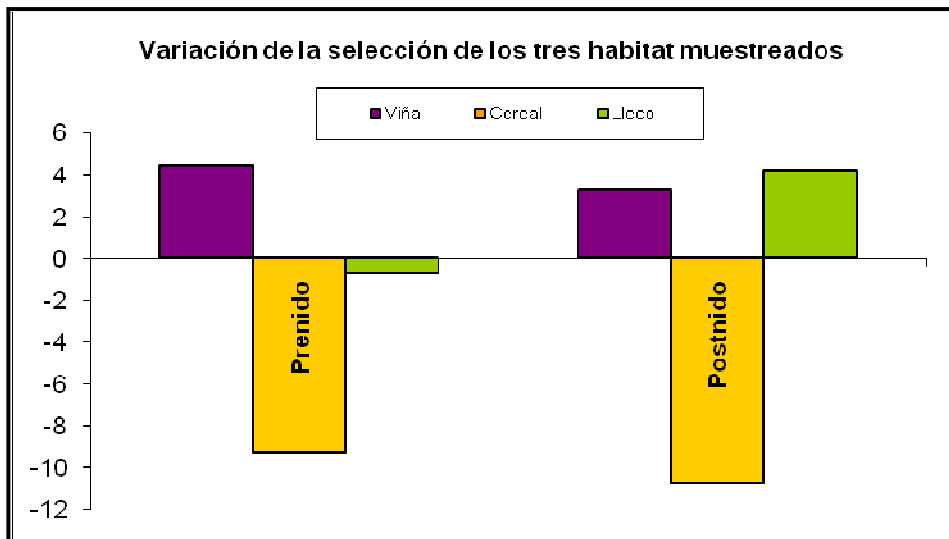


3.7.5. Relación de la selección de hábitat con la disponibilidad de invertebrados.

Los patrones de variación de la abundancia de insectos a lo largo del año difieren notablemente en los tres usos del suelo estudiados. Por una parte aparece el patrón natural mostrado en las estaciones de lleco, con un incremento de la abundancia con la llegada de la primavera que desciende progresivamente durante el otoño. En la viña por el contrario comprobamos cómo se produce una fuerte caída en el mes de mayo, coincidiendo con el inicio de los tratamientos, y de la que no se recupera hasta finales de verano. Por último, en el cereal, aparece un descenso vertiginoso en el mes de Julio, coincidiendo en este caso con la cosecha.



Si analizamos el uso que de estos hábitat hacen las perdices en las distintas fechas vemos como se aumenta el uso del monte tras el mes de julio, en detrimento de la viña y del cereal, lo que viene a coincidir con la falta de insectos en estos hábitats durante la época de crianza de los pollos.



4. DISCUSIÓN.

4.1. Validez de resultados.

El número de ejemplares marcados y la distribución de las áreas de trabajo del presente estudio nos permiten establecer conclusiones sólidas acerca de los mecanismos que pueden estar actuando sobre las poblaciones de perdiz en los medios agrícolas simplificados como los que encontramos en la zona media de Navarra. Dado que éste es el ambiente predominante en la zona “perdicera” de la Comunidad Foral (Elósegui, 1985), los resultados del presente trabajo pueden considerarse representativos del total de Navarra. No obstante, existen poblaciones residuales de perdiz en la zona norte o en zonas más forestadas que podrían seguir patrones diferentes de selección de hábitat y estar limitadas por otros factores.

Dado que, como ya se comentó al inicio de esta memoria, la perdiz puede ser utilizada como modelo de estudio de la población de aves ligadas a medios pseudo-esteparios (Casas, 2008), los resultados acerca de las causas de muerte y fracaso de nidadas obtenidos para esta especie, serían en gran medida extrapolables al resto de aves esteparias presentes en el centro sur de Navarra.

4.2. Supervivencia de individuos adultos.

Los resultados muestran una **supervivencia media** de individuos adultos del **61%** desde el comienzo del celo hasta el **fin de la época de nidificación** (1 de Julio), cifra semejante al 52,5% encontrado por Meriggi et al. (1992) en agrosistemas mixtos del norte de Italia. Los trabajos anteriores al nuestro, realizados en España, presentan resultados muy diversos que van de un 80% de parejas con reproducción constatada encontrado por Lucio y Sáenz de Buruaga (2002) al 32% planteado por Pérez-Garrido (2008). Estas variaciones podrían ser debidas a las diferencias metodológicas, ya que el trabajo de los primeros autores se basó en censos y observación directa en el campo mientras que en el de Pérez-Garrido utilizaron técnicas de radiomarcaje. Estudios más semejantes al realizado en Navarra tanto en metodología como

en resultados serían los de Salek et al., (2002) con perdices pardillas (*Perdix perdix*) radiomarcadas en Eslovaquia, donde registran un 72% de perdices radio-marcadas con intento de reproducción.

Así pues parece que el porcentaje de perdices que llegan a reproducirse en Navarra no resulta especialmente llamativo al encontrado en el resto de la Península Ibérica y otras zonas de Europa, si bien, las diferencias metodológicas hacen que estas afirmaciones deban tomarse con cautela.

4.3. Variación de la supervivencia en los distintos momentos del ciclo biológico y con la simplificación del hábitat.

Al analizar las diferencias entre el porcentaje de perdices depredadas en el periodo previo a la eclosión en nuestro trabajo (39%) y en el periodo post-nido (12%) vemos como la tasa de depredación fue mucho mayor en la primera fase. Esta diferencia podría explicarse por la mayor vulnerabilidad de los machos en las exhibiciones durante el celo y de las hembras en el periodo de incubación al permanecer inmóviles en el nido, con la consiguiente menor capacidad de vigilancia o huída frente a los depredadores y de refugio frente a inclemencias climáticas, tal y como se ha comentado para otras especies de galliformes (Putala et al. 1995). El hecho de que la depredación sea mayor en este momento tiene una importancia vital, ya que la estrategia demográfica de la perdiz roja se basa en el éxito reproductivo (Lebreton, 1982), de manera que los factores que intervengan en este proceso serán los limitantes de las poblaciones (Lucio, 1990; Pepin et al., 2007).

Cuando analizamos **la supervivencia** encontrada en las distintas zonas de trabajo, comprobamos como ésta **disminuía** notablemente **conforme se simplificaba el hábitat**. Así pues, la tasa de supervivencia final encontrada en la **zona de trabajo con mayor cantidad de linderos por hectárea y menor tamaño de parcela** alcanzó valores del **50%**, mientras que en la **zona más simplificada** apenas se alcanzó un **27%**. Estos resultados confirman la hipótesis comentada en estudios previos que señalan la importancia del hábitat en la supervivencia de la perdiz roja (Potts, 1980; Rands, 1987; Nadal, 1995; Lucio, 1995; Duarte & Vargas, 2002) y por consiguiente en las densidades

alcanzadas por esta especie al inicio de la temporada (Nadal et al. 1996; Gortázar et al., 2002).

Con la eliminación de linderos y homogeneización de cultivos asociada a las concentraciones parcelarias se reduce la disponibilidad de zonas adecuadas para el emplazamiento de los nidos de la perdiz roja, que queda limitada a los pocos linderos con vegetación natural, ribazos de caminos y franjas perimetrales de los campos de cultivo (Casas & Viñuela, 2009; presente trabajo). Esta distribución incrementa notablemente el efecto de la depredación por zorro, ya que esta especie muestra un patrón de búsqueda de comida siguiendo estructuras lineales y elementos singulares (Angelstam, 1986; Fedriani, 1996; Gortázar, 1997).

Así pues, una modificación del hábitat estaría originando un incremento de la tasa de depredación (Duarte & Vargas, 2002; Whittingahm & Evans, 2004) que, en poblaciones muy escasas, podría llegar a ocasionar la desaparición de la especie (Evans, 2004; Whittingahm & Evans, 2004).

4.4. Causas de muerte de individuos adultos.

La **principal causa de muerte** identificada en nuestro trabajo fue la **depredación por zorro** con un 26% de las perdices marcadas, seguida de la depredación por rapaz. Este resultado coincide con los obtenidos por Gortázar et al. (2000) ó Duarte y Guerrero (2001) ambos con repoblaciones de perdiz de granja en un hábitat similar al de nuestra zona de trabajo. Pérez (2008) encuentra sin embargo una mayor tasa de depredación por rapaz que por zorro con perdices silvestres radiomarcadas en un monocultivo cerealista de Castilla y León. Esta diferencia podría ser debida a la mayor simplicidad del paisaje, ya que la comunidad de rapaces de esa zona es mucho menor que la existente en la zona media de Navarra (S.A.M.N.C.N. – SEO, 2006). Apoyando esta hipótesis estaría el **aumento de la tasa de depredación por rapaz** encontrado en el presente trabajo **en el área de estudio** con menor densidad de rapaces pero con hábitat **más simplificado** donde la rapaces tendrían una mayor facilidad para prospectar y encontrar presas (Duarte & Vargas, 2002).

4.5. Ubicación de nidos.

En el presente trabajo, los sustratos seleccionados para ubicar el nido fueron, por orden de frecuencia: las manchas de **vegetación natural** con casi un **60%** de nidos, los campos de **cereal**, con un **25%** y los **linderos** de caminos o carreteras con un **16%**. Este orden de preferencia coincide bastante con los resultados encontrados por Ricci (1985) en Francia y Rands (1987b) en Reino Unido, los cuales proponían la vegetación natural y los linderos como principal hábitat de nidificación. Sin embargo, contrasta notablemente con el trabajo de Casas (2008) en un agrosistema del centro peninsular, que encuentra un 47% de los nidos en cereal, mientras que la vegetación natural apenas supone un 7,20%. Estas grandes diferencias podrían ser el reflejo de una composición de hábitat muy diferente a la encontrada en nuestro caso, con un entorno mucho más simplificado en el que apenas existe vegetación natural y vendrían a sugerir que la elección del sustrato de nidificación podría depender más de la disponibilidad que de una selección marcada, tal y como se ha visto en la perdiz pardilla en Francia (Bro et al., 2000).

4.6. Fertilidad y éxito de eclosión.

En el presente trabajo se ha valorado la fertilidad con los parámetros habitualmente empleados en este tipo de estudios, porcentaje de hembras que llegan a poner huevos, el porcentaje de huevos que eclosionan y el tamaño medio de puesta. El primero de los parámetros estudiados fue en nuestro caso ligeramente mayor al encontrado en trabajos previos, con un **96% hembras** que **llegan a poner huevos** en nuestro caso, frente al 88,01% de Lucio y Sáenz de Buruaga (2002) y o el 80-90% de Casas (2008). Por el contrario, los **11,43 huevos puestos de media en cada nido** fue ligeramente inferior al registrado por estos autores, con 12,35 huevos encontrado por Lucio y Sáenz de Buruaga (2002) y 13,25 huevos/nido encontrado por Casas (2008). En cuanto al porcentaje de huevos que son infértiles no se han encontrado en la bibliografía datos acerca de perdices silvestres, si bien el **88,3% de huevos con eclosión** encontrado en nuestro caso es ligeramente superior al 74% registrado de media en las granjas de perdices (APROCA, 2004). Estos

resultados sugieren que a día de hoy **no existe un problema de infertilidad** en las perdices navarra.

En cuanto a la **tasa de eclosión de nidos**, la encontrada en el presente trabajo fue de un **67%** para el total de los nidos. Esta cifra es considerablemente mayor a la encontrada en otros trabajos de radio-seguimiento realizados en Francia por Ricci et al. (1990) y Leonanrd y Reitz (1998), donde el porcentaje de nido en los que se alcanzaba la eclosión era de tan sólo un 39% y 41% respectivamente. Estas diferencias podrían estar asociadas al tipo de hábitat, que, como comentamos anteriormente, condicionaría a su vez el tipo de sustrato en el que se ubica el nido. Basamos esta afirmación en las importantes diferencias que hemos encontrado en el presente trabajo en relación con el porcentaje de nidos con éxito según el sustrato en que se encontrasen. Así pues, el mayor éxito se dio **en los linderos**, con un **100%** de éxito mientras que para los emplazados en **cereal** el porcentaje descendía hasta un **30%**. Estas diferencias han sido puestas de manifiesto en los trabajos previos de Rands (1987b), Bro et al. (2000) y Casas (2008), los cuales encontraban también un mayor éxito en los nidos ubicados en los linderos.

Finalmente, al considerar conjuntamente las tasas de supervivencia de los adultos y de los nidos, el porcentaje de **hembras que sacan adelante finalmente pollos es tan sólo del 47,5%**, lo que nos daría una productividad real de **1,75 pollos por hembra marcada** al inicio del trabajo.

4.7. Causas de fracaso de nidadas.

Se pudieron constatar tres causas de pérdida de nidadas que por orden de importancia fueron: la **cosecha (46%)**, la **depredación por zorro (27%)** y la depredación por pequeño carnívoro (9%). Estos resultados son bastante coincidentes con los trabajos de Meriggi et al. (1992), Vargas y Cardo (1996), Duarte y Vargas (1998) y Casas (2008), los cuales encuentran que las prácticas agrícolas suponen la primera causa de fracaso de nidos naturales de perdiz, por encima de la depredación. Por el contrario otros trabajos exponen el resultado contrario, con un mayor peso de la depredación (Rands, 1988; Ricci

et al., 1990; Leonanrd & Reitz, 1998). Llama la atención no haber encontrado ningún nido con indicios de haber sido depredado por córvido, causa que suponía el 76% de las pérdidas en un trabajo realizado por Herranz et al. (2002) con huevos de escayola.

El porcentaje de nidadas **perdidas por la cosecha** en los nidos ubicados **en cereal** aumenta, como era de esperar, hasta un **80%**, mientras que no aparece en los **nidos ubicados en los llecos**. En estos últimos, la causa principal de fracaso fue la **depredación por zorro**, con **casi un 50%** de las pérdidas, coincidiendo en este caso con los trabajos de Rands (1988), Ricci et al. (1990) y Leonanrd y Reitz (1998), los cuales encontraban en la depredación por zorro la principal causa de fracaso de los nidos. Esta alta incidencia del zorro podría deberse en gran medida a la tendencia de la perdiz a ubicar sus nidos en las proximidades de los bordes, donde, como ya se ha comentado anteriormente, la tasa natural de depredación es mayor (Angelstam, 1986), unido a la simplificación del hábitat, hecho que aumenta la eficacia del zorro en la búsqueda de los nidos (Fedriani, 1996).

4.8. Área de campeo.

Las **29,14 Ha de tamaño medio de las área de campeo** de las perdices seguidas en nuestra zona están bastante por debajo de las 52,6 Ha de la zona sur de la Península Ibérica (Buenestado et al., 2008) o las 56,3 Ha del sur de Francia (Berger & Marchadeau, 1988). Este **menor tamaño** podría ser el **reflejo de una mejor calidad del hábitat**, que estaría aportando todo lo necesario para el desarrollo de especie en una superficie menor (Ricci, 1985). En consonancia con esta idea, aparecería las diferencias existentes entre nuestras tres zonas de estudio, con un tamaño de territorio mayor en el área más simplificada y los resultados de Buenestado et al. (2008) con un descenso del tamaño del territorio conforme se incrementaba la densidad de linderos y se reducía el tamaño de parcela. Otra de las situaciones en las que pueden darse tamaños de territorio pequeños son las sueltas de aves de granja, donde las área de campeo pueden oscilar en torno a las 5-10 Ha (Green, 1983; Alonso et al., 2005), si bien esto podría ser tan sólo una consecuencia de la rápida muerte de los individuos (Gortázar et al., 2000; Alonso et al., 2005).

4.9. Selección de hábitat.

En lo concerniente a la selección del hábitat **no se encontraron diferencias entre machos y hembras**, coincidiendo con los resultados de Buenestado et al. (2008). Esta similitud está relacionada con el semejante patrón de comportamiento de ambos sexos en esta especie, en la que **los machos** realizan también una fuerte inversión en la cría (Pérez-Rodríguez & Viñuela, 2008; Casas et al., in eval.) hasta el punto de que **llegan a incubar puestas de manera independiente a la hembra**, tal y como hemos podido constatar en nuestro caso y como ya comentaron otros autores (Green, 1984; Casas et al., in eval.). **Tampoco se detectaron diferencias en función de la edad** hecho que, al menos en parte, sí se había puesto de manifiesto en otros trabajos (Buenestado et al., 2008).

Como **hábitats seleccionados** positivamente a nivel del territorio encontramos por orden de preferencia **la viña, los llecos y los cultivos leñosos**, mientras que los cultivo de **cebada, trigo y cultivos alternativos fueron evitados** por las perdices a la hora de elegir el territorio. Parece pues que la selección ha ido dirigida hacia aquellos hábitats que proporcionan una mayor cobertura en detrimento de los cereales donde, al menos en una buena parte del año, la cobertura es muy escasa. Coincidentes con este patrón estarían los trabajos de Fortuna (2002) y Tellería et al. (1988) con una selección positiva del lindero y monte en el primero y de los pastizales en el segundo. En otra línea estarían los resultados de Buenestado et al. (2008), los cuales coinciden con los nuestros en la selección positiva del matorral pero muestran por contra una selección positiva de los campos de cereal.

Estas diferencias podrían ser fruto de la distinta disponibilidad de uno y otro tipo de uso del suelo en los diferentes trabajos, y tratando en todos ellos de ocupar las zonas más diversas, es decir, los ecotonos. De este modo, en áreas muy forestadas la selección iría encaminada probablemente hacia los bordes y por tanto hacia los hábitats más abiertos como puedan ser los cereales, mientras que en las zonas cerealistas, el ecotono se centrará en el entorno de las zonas de viñedo, llecos o cultivos leñosos. Este hecho vendría a confirmarse con el incremento de la selección del lleco y los leñosos en nuestro trabajo conforme se simplifica el hábitat.

Así pues, considerando todos los trabajos existentes en conjunto, podríamos extraer la conclusión de que lo que **la perdiz está seleccionando** no es un hábitat concreto sino las **zonas de contacto entre diferentes hábitats**. En estas zonas de ecotono las perdices dispondrían de vegetación natural que aportase **alimento para sus pollos** (Vizeu, 1977; Peiró, 1997; Fortuna, 2002), **defensa frente a depredadores** aéreos (Lucio, 1989; Fortuna, 2002; Bro et al., 2004), **hábitat de nidificación** (Ricci, 1985; Rands, 1987) y campos de cultivo donde encontrar **alimento los adultos** (Lucio, 1991).

4.10. Variación de la selección en relación con las prácticas agrícolas.

Al analizar de manera independiente la selección de hábitat antes y después de la eclosión se ha puesto de manifiesto un **incremento del uso del monte y el barbecho durante el periodo de cría de los pollos en detrimento de la viña y el cereal**. Esta modificación **coincide con el descenso** en la abundancia de **insectos**, factor fundamental para el éxito de la cría (Green, 1984), detectado **en las viñas a partir de mayo y en cereal en julio** y con la **menor cobertura frente a depredadores que aporta el cereal cosechado**.

La causa del descenso detectado en las viñas sería, en nuestra opinión, la **aplicación de fitosanitarios** los días calurosos de primavera siguientes a los días de lluvia, práctica necesaria para combatir el Oidio (*Uncinula necátor*) (EVENA, 2008). Basamos esta afirmación en los trabajos previos que demuestran el efecto negativo tanto de los herbicidas (Sotherton, 1982) como de los fungicidas (Sotherton & Moreby, 1984) sobre los insectos. Al coincidir este descenso de la disponibilidad de insectos con la cría de los pollos, eminentemente insectívoros (Rueda et al., 1993), las perdices se ven obligadas a utilizar más las manchas de vegetación natural que continúan teniendo disponibilidad de invertebrados.

Con el cereal sucedería algo semejante pero con la **cosecha**, acontecimiento que supone un cambio brutal del hábitat para los invertebrados que pierden instantáneamente su protección frente a los depredadores y la meteorología, factores que pueden producir un rápido y marcado descenso (Braschler, 2005). Si a este descenso de los insectos añadimos la pérdida de

refugio para las propias perdices, resulta lógico el incremento del uso de la vegetación natural en detrimento de los campos de cereal.

A pesar de que en la zona de trabajo de 2008 existían varias parcelas en las que se seguían medidas agroambientales, éstas tan sólo fueron empleadas durante el final del invierno y siempre en muy baja medida, no habiéndose ubicado ningún territorio en la zona durante el periodo reproductor. Este hecho induce a pensar que esas prácticas no estarían siendo útiles para el caso de la perdiz roja.

5. CONCLUSIONES

- Las poblaciones de perdiz roja sufren una mortalidad muy elevada que da lugar a una tendencia negativa constante.
- La causa última de esta tendencia parece ser la simplificación del hábitat, este hecho podría estar amplificando la depredación.
- La pérdida de adultos se debe a la depredación por zorro y en menor medida por la depredación por rapaz.
- La pérdida de nidos se debe principalmente a la cosecha y a la depredación por zorro.
- De no aumentar la diversidad paisajística, las poblaciones navarras de perdiz y otras esteparias tenderán a desaparecer en un futuro no lejano.

6. PROPUESTAS DE GESTIÓN

- Para corregir esta tendencia se debe actuar sobre el hábitat y sobre la depredación.
- Deben de ensayarse métodos de diversificación paisajística baratos, eficaces y no costosos para el agricultor.
- Deben revisarse las acciones agroambientales para conseguir aumentar sustancialmente su eficacia.
- Debe disminuirse la densidad de zorros, sobre todo en las fechas previas a la reproducción.

7. BIBLIOGRAFÍA.

Aebischer, N.J., Roberson, P.A. & Kenward, R.E. (1993). Compositional Analysis of Habitat Use From Animal Radio-Tracking Data. *Ecology*, 74(5): 1313-1325

Aebischer, N.J. & Ewald, J.E. (2004). Managing the UK Grey Partridge *Perdix perdix* recovery: population change, reproduction, habitat and shooting. *Ibis*, 146: 181-191.

Aebischer, N.J. & Kavanagh, B. (1997). Grey partridge. In Hagemeyer, W.J.M., Balir, M.J. (eds.), *The EBCC Atlas of European Breeding Birds, their Distribution and Abundance*. T&AD Poyser, London, pp. 212-213.

Aebischer, N.J. & Potts, G.R. (1994). Red-legged partridge. In Tucker G.M., Heath, M.F. (Eds.). *Birds in Europe. Their conservation Status*. BirdLife Conservation Series nº3. BirdLife International. Cambridge, UK.

Armendariz, C., Meyer, A., Campion, D. & Urra, F. (2004). Selección de índices para valorar y monitorizar los cambios en la heterogeneidad del paisaje provocados por una concentración parcelaria. Informe de GAVRN para el Gobierno de Navarra.

Bartolomé, C. Rejós, F.J. & Álvarez, J. (2002). Flora y vegetación de la Baja Alcarria de Guadalajara. Ed. Unión FENOSA. Madrid, 204 pp.

Berger, F. & Marchandeu, S. (1988). Domaine vital printanier chez la perdrix eouge (*Alectoris rufa*) au nord de son aire de répartition en France. *Gibier Faune Sauvage*, 5: 475-476.

BirdLife Internacional (2004). Birds in Europe: population estimates, trends and conservation status. Birdlife Conservation Series, 12. Cambridge.

Borralho, R., Rego, F. & Vaz Pinto, P. (1997). Demographic trends of red-legged partridges (*Alectoris rufa*) in southern Portugal after implementation of management actions. *Gibier Faune Sauvage*, 14: 585-599.

Borralho, R., Rito, A., Rego, F., Simoes, H. & Vaz-Pinto, P. (1998). Summer distribution of Red-legged partridge (*Alectoris rufa*) in relation to water availability on Mediterranean farmland. *Ibis*, 140: 620-625.

Borrvalho, R., Carvalho, S., Rego, F. & Vaz-Pinto, P. (1999). Habitat correlates of red-legged partridge (*Alectoris rufa*) breeding density on Mediterranean farmland. *Revue de Ecologie (La Terre et la Vie)*, 54: 59-69.

Borrvalho, R., Stoate, C. & Araujo, M. (2000). Factors affecting the distribution of Red-legged Partridges *Alectoris rufa* in an agricultural landscape of southern Portugal. *Bird Study*, 47: 304-310.

Boutin, J. M., & Metais, M. (1995). L'Outarde Canepetière. Eveil Editeur. Saint Yrieix.

Blanco-Aguilar, J.A., Virgós, E. & Villafuerte, R. (2003). Perdiz Roja (*Alectoris rufa*). En: Martí R. and Del Moral. J. C. (Eds), Atlas de las aves reproductoras de España. Dirección General de Conservación de la Naturaleza y Sociedad Española de Ornitología, Madrid, Spain, pp. 212-213

Blank, T.H., Southwood, T.R.E. & Cross, D.R. (1967). The ecology of the partridges. I. Outline of population processes with particular reference to chick mortality and nest density. *Journal of Animal Ecology*, 36: 549-556.

Braschler, B.M. (2005). Effects of Experimental Small-Scale Grassland Fragmentation on the Population Dynamics of Invertebrates. Retrieved from "http://en.wikipedia.org/wiki/Endangered_arthropod".

Brickle, N.W., Harper, D.G.C., Aebischer, N.J. & Cockayne, S.H. (2000). Effects of agricultural intensification on the breeding success of corn buntings *Miliaria calandra*. *Journal of Applied Ecology*, 37: 742-755.

Bro, E., Reitz, F & Clobert, J. (2000), Nest-site selection of grey partridge (*Perdix perdix*) on agricultural lands in North-Central France. *Game and Wildlife Science*, 17(1): 1-16.

Bro, E., Mayot, P., Corda, E. & Reitz, F. (2004). Impact of habitat management on grey partridge populations: assessing wildlife cover using a multisite BACI experiment. *Journal of Applied Ecology*, 41: 846-857.

Brotons, L., Mañosa, S. & Estrada, J. (2004). Modelling the effects of irrigation schemes on the distribution of steppe birds in Mediterranean farmland. *Biodiversity and Conservation*, 13: 1039-1058.

Buenestado, F., Ferreras, P., Delibes-Mateos, M., Tortosa, P., Blanco-Aguilar, J. & Villafuerte, R. (2008). Habitat selection and home range size of red-legged partridges in Spain. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 126: 158-162.

Bustamante J. & Seoane J. (2004). Predicting the distribution of four species of raptors (Aves: Accipitridae) in southern Spain: statistical models work better than existing maps. *Journal of Biogeography*, 31(2): 295-306.

Calderón, J. (1983). La perdiz roja, *Alectoris rufa*. Aspectos morfológicos, taxonómicos y biológicos. Tesis Doctoral UCM.

Campbell, L.H., Avery, M.I., Donald, P., Evans, A.D., Green, R.E. & Wilson, J.D. (1997). A review of the indirect effects of pesticides on birds. JNCC Report No. 227. Joint Nature Conservation Committee, Peterborough, UK.

Cardoso, A.C., Poeiras, A.S. & Carrapato (2007). Factors responsible for the presence and distribution of black bellied sandgrouse *Pterocles orientalis* in the Natura Park "Vale do Guadiana". *Ardeola* 54(2), diciembre 2007. Páginas 205-215.

Carvalho, J. & Borralho, R. (1998). Productividade e sucesso reproductivo de duas populações de perdiz-vermelha (*Alectoris rufa*) em diferentes habitats. *Silva Lusitanica*, 6(2): 215-226.

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

Casas, F. & Viñuela, J. (2009). Agricultural practices or game management: which is the key to improve red-legged partridge nesting success in agrarian pseudosteppes? *Journal of Applied Ecology*, in press.

Casas, F. Mougeot, F. & Viñuela, J. (in eval). Double brooding, clutch size variation, and hatching success in wild red-legged partridges *Alectoris rufa*: novel insights into a peculiar avian breeding system. *Behavioural Ecology*, in eval.

Cerrillo, M.I., Dana, E.D., Castro, H. Rodríguez Tamayo, M.L. & Mota, J.F. (2002). Selección de áreas prioritarias para la conservación de flora gipsícola en el sureste de la Península Ibérica. *Revista Chilena de Historia Natural* 75, 395-408.

Cramp, S. & Simmons, K.E.L. (1980). The Birds of the Western Palearctic. Vol. II. Oxford University Press. Oxford.

Crick, H.Q.P., Dudley, C., Evans, A.D. & Smith, K.W. (1994). Causes of nest failure among buntings in the UK. *Bird Study*, 41: 88-94

De Juana, E. (2004). Cambios en el estado de conservación de las aves en España, años 1954 a 2005. *Ardeola*, 51(1): 19-50.

Del Hoyo, J., Elliot, A. & Sargatal, J. (Eds.) (1996). Handbook of the Birds of the World. Lynx Edicions. Barcelona.

Delibes, M. (1988). La caza de la perdiz roja en España. Destino (eds.). Barcelona.

Delibes M. & Hiraldo, F. (1981). The rabbit as prey in the Iberian Mediterranean ecosystems. Proceedings of the World Lagomorph Conference (eds. K. Myers and C.D. MacInnes pp. 614-622. University of Guelph and Wildlife Research, Ministry of Natural Resources, Ontario).

Duarte, J. & Guerrero, C. (2001). Historia de una repoblación de perdices. *Trofeo*, 370: 40-47.

Duarte, J. & Vargas, J.M. (1998). Nesting of the red-legged partridge breeding on olive tree trunks in the south of Spain. *Alauda*, 66: 317-319.

Duarte, J. & Vargas, J.M. (2002). Los sumideros de perdiz roja a lo largo del ciclo anual. En Lucio, J.A. & Sáenz de Buruaga, M. (eds). Aportaciones a la gestión sostenible de la caza. FEDENCA-EEC: 63-80.

Eiden, G., Jlayadjanian, M & Vidal, C (2000). Capturing landscape structures: tolos. Available: <http://europa.eu.int/comm/dgn06/publi/landscape/ch1.htm>.

Elósegui, J. (1985). Atlas de aves nidificantes. Navarra. Caja de Ahorros de Navarra.

Evans, K.L. (2004). The potential for interactions between predation and habitat change to cause population declines of farmland birds. *Ibis*, 146: 1-13.

EVENA (2008). <http://www.cfnavarra.es/evena/evvitic.htm>

Fedriani, J.M. (1996). Dieta anual del zorro *Vulpes vulpes* en dos hábitats del Parque Nacional de Doñana. *Doñana Acta Vertebrata*, 23(2): 143-152.

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

García de la Morena, E. L., De Juana, E., Martínez, C., Morales, M. B. & Suárez, F. (2004). Sisón común, *Tetrax tetrax*. En, A. Madroño, C. González

y J. C. Atienza (Eds.): Libro Rojo de las Aves de España, pp. 202-207. Dirección General de Conservación de la Naturaleza - Sociedad Española de Ornitología. Madrid.

Garza, V. & Suárez, F. (1990). Distribución, población y selección de hábitat de la Alondra de Dupont (*Chersophilus duponti*) en la Península Ibérica. *Ardeola* 37(1): 3-12.

Gortázar, C. (1997). Ecología y patología del zorro (*Vulpes vulpes*. L.) en el Valle Medio del Ebro. PhD Thesis, Universidad de Zaragoza, Zaragoza,

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 Aragón. *Zeitschrift für Jagdwissenschaft*, 46: 23-30.

Gortázar, C., Villafuerte, R., Escudero, M.A. & Marco, J. (2002). Post-breeding densities of the red-legged partridge (*Alectoris rufa*) in agrosystems: a large scale study in Aragón, Northeastern Spain *Z. Jagdwiss.* 48: 94-101.

Götmark, F. (1992). The effects of investigator disturbance on nesting birds. *Current Ornithology*, 9: 63-104.

Green, R.E. (1983). Spring dispersal and agonistic behavior of the red-legged partridge (*Alectoris rufa*). *Journal of Zoology of London*. 201: 541-555.

Green, R.E. (1984). The feeding ecology and survival on partridge chicks (*Alectoris rufa* and *Perdix perdix*) on arable farmland in East Anglia. *Journal of Applied Ecology*, 21: 817-830.

Green, R.E. (1995). The decline of the corncrake *Crex crex* in Britain continues. *Bird Study* 42: 66-75.

Guyon, A. (1971). Introducción a la estadística aplicada. Ed. Alhambra, S.A. Madrid.

Guyon, J. (2005). Influence d l'heterogemeite du paysage sur l'utilisation de l'espace et l'interaction habitat-predation. Exemple de la pedrex grise en plaine cerealiere. These, Universite de Rennes.

Hagemeijer, W.J.M. & Blair, M.J. (1997). The EBCC Atlas of European Breeding Birds. Their distribution and abundance. T and AD Poyser. London.

Herranz, J & Suárez, F. (1999). La Ganga Ibérica (*Pterocles alchata*) y la Ganga Ortega (*Pterocles orientalis*) en España. Distribución, abundancia, biología y conservación. Ministerio de Medio Ambiente. Madrid.

Herranz, J., Yanes, M. & Suárez, F. (2002). El impacto de la depredación sobre las poblaciones de perdiz roja. En Lucio, J.J. y Sáenz de Buruaga, M. (Eds.) Aportaciones a la gestión sostenible de la caza. FEDENCA-EEC: 81-99

Hudson, P.J., Dobson, A.P. & Newborn, D. (1992). Do parasites make prey vulnerable to predation? Red grouse and parasites. *Journal of Animal Ecology*, 61, 681-692

Janss, G. F. E. (2000). Avian mortality from powerlines: a morphologic approach of a species-specific mortality. *Biological Conservation*, 95: 353-359.

Madroño, A., González, C. y Atienza, J. C. (Eds.). (2004). Libro Rojo de las Aves de España. Dirección General de Conservación de la Naturaleza – Sociedad Española de Ornitología. Madrid.

Lartiges, A. & Mallet, C. (1983). Conséquences sur le petit gibier de l'évolution de l'agriculture française. *Bulletin technique d'information*, 377-378, 103-117.

Lebreton, P. (1982). Quelques remarques d'ordre écologique formulées à propos des gallinacées européens. *Alauda*, 50(4): 260-277.

Leonard, Y. & Reitz, F. (1998). Caractéristiques de la reproduction de la Perdrix Rouge (*Alectoris rufa*) dans le centre de la France = Reproductive characteristics of the Red-Legged partridge (*Alectoris rufa*) in the Centre of France. *Gibier faune sauvage* 15: 747-757.

Lucio, A.J. (1989). Bioecología de la perdiz roja en la provincia de León. Bases para su gestión cinegética. PhD Tesis, Universidad de León.

Lucio, A.J. (1990). Influencia de las condiciones climáticas en la productividad de la perdiz roja (*Alectoris rufa*). *Ardeola*, 37(2): 207-218.

Lucio, A.J. (1991). Selección de hábitat de la perdiz roja (*Alectoris rufa*) en matorrales supramediterráneos del NW de la cuenca del Duero. Aplicaciones a la gestión del hábitat cinegético. *Ecología* 5: 337-353.

Lucio, A.J. (1995). Gestión cinegética y depredación en el marco de la nueva P.A.C. En: Caza y vida silvestre. Fundación La Caixa. Ed. Aedos, 31-59.

Lucio A.J. (1998). Perdiz roja. In: F.J. Purroy (ed.) Atlas de las aves de España. Barcelona: Lynx.

Lucio, A.J. & Purroy, F.J. (1992). Caza y conservación de aves en España. *ARDEOLA*, 39(2): 85-98.

Lucio, A.J. & Sáenz de Buruaga, M. (2002). La perdiz roja en España. Directrices para su recuperación y gestión. En Lucio, J.A. & Sáenz de Buruaga, M. (eds). Aportaciones a la gestión sostenible de la caza. FEDENCA-EEC: 127-140.

Martín-Herrero, J., Cirujano, S., Moreno, M., Peris, J. & Stübing, G. (2003). La vegetación protegida en Castilla-La Mancha. Dirección General del Medio Natural, Consejería de Agricultura y Medio Ambiente, Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha. Toledo, 375 pp.

Martínez, C. (1994). Habitat selection by Little Bustard (*Tetrax tetrax*) in cultivated areas of Central Spain. *Biological Conservation*, 67: 125-128.

McGarigal, K. & Marks, B.J. (1994). Appendix C. Definition of FRAGSTATS metrics. In: *Fragstats for Categorical Maps*. Computer software program produced by the authors at the University of Massachusetts, Amherst.

Merigi, A., Saino, N., Montagna, D. & Zacchetti, D. (1992). Influence of habitat on density and breeding success of grey and red-legged partridge. *Bolletino di Zoologia*, 59: 289-295.

Millán, J., Gortázar, C., Buenestado, F.J., Rodríguez, P., Tortosa, F. & Villafuerte, R. (2003). Effects of a fiber-rich diet on physiology and survival of farm-reared red-legged partridges (*Alectoris rufa*). *Comparative Biochemistry and Physiology* 134(1): 85-91

Morales, M.B. & Martín, C.A. (2002). *Otis tarda*, Great Bustard. *BWD Update*, 4:217-232.

Morgano, R. & Moreira, F. (2000). Seasonal population dynamics, nest selection, sex-ratio and clutch size do the Great Bustard *Otis tarda* in two adjacent lekking areas. *Ardeola*, 47: 237-246.

Mota, J.F., Alvarado, J.J., Gómez, F., Valle, F. & Cabello, J. (1993). Vegetación gipsícola y conservación de la naturaleza. *Colloques Phytosociologiques* 21, 677-688.

Mota, J.F., Rodríguez-Tamayo, M.L., Peñas, J. Pérez-García, F.J., Dana, E. & Merlo, M.E. (1998). Examen de la vegetación de los aljezares ibéricos con especial atención a la provincia de Almería. *Investigación y Gestión* 3, 147-158.

Nadal, J. (1995). Impacto de la depredación en las poblaciones de perdiz roja. En: *Caza y vida silvestre*. Fundación La Caixa. Ed. Aedos, 31-59.

Nadal, J., Nadal, J. & Rodríguez-Tejerieiro, J.D. (1996). Red-legged partridge (*Alectoris rufa*) age and sex ratios in declining populations in Huesca (Spain) applied to management. *Rev. Ecol. (Terre Vie)* 51: 243-257.

O'Connor, R.J. & Shrubbs, M. (1986). Farming and birds. Cambridge University Press. Cambridge.

OFFICE NATIONAL DE LA CHASSE (1986). La Perdix rouge. Notes techniques. Bull. No. 106. ONC, París.

Palacín, C., Alonso, J.C., Martín, C.A., Alonso, J.A., Magaña, M. & Martín, B. (2004). Avutarda común (*Otis tarda*). En Madroño, A., González, C. y Atienza, J.C. (eds). Libro rojo de las aves de España. 209-213. SEO / BirdLife y Dirección General de Conservación de la Naturaleza, Ministerio de Medio Ambiente. Madrid.

Palacín, C. (2007). Comportamiento migratorio de la Avutarda común en la Península Ibérica. Phd. Tesis, Universidad Complutense de Madrid.

Panek, M. (1992). The effect of environmental factors on survival of grey partridge (*Perdix perdix*) chicks in Poland during 1987-89. *Journal of Applied Ecology*, 29: 745-750.

Peiró, V. (1997). Gestión ecológica de los recursos cinegéticos. Universida de Alicante.

Pelayo, E. & Sampietro, F. J. (2000). Incidencia de los tendidos eléctricos sobre aves sensibles en Aragón. Serie: Investigación. Publicaciones del Consejo de Protección de la Naturaleza de Aragón. Zaragoza.

Pepin, D. & Blayac, J. (1990). Impacts d'un aménagement de la garrigue et de l'instauration d'un plan de chasse sur la démographie de la perdix rouge (*Alectoris rufa*) en milieu méditerranéen. *Gibier Faune Sauvage, Game Wild.* 7: 145-158.

Pepin, D., Birkan, M & Angibault, J.M. (2007). Factors affecting changes in grey partridge population dynamics in a Frech arable farmland over an eleven-year period. *European Journal of Wildlife Research*,

Pérez, J.A., Alonso, M.E., Gaudioso, V.R., Olmedo, J.A., Díez, C. & Bartolomé, D. (2004). Use of radiotracking techniques to study a summer

repopulation with red-legged partridge (*Alectoris rufa*) chicks. Poultry Science, 83: 882-888.

Pérez-Rodríguez, L. & Viñuela, J. (2008). Carotenoid-based bill and eye ring coloration as honest signals of condition: an experimental test in the red-legged partridge (*Alectoris rufa*). Naturwissenschaften, 95(9): 821-30.

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*). Ecol. Res. 2: 2-79.

Potts, G.R. (1986). The partridge, pesticide, predation and conservation. London: Collins. Putaala et al., 1995

Rands, M.R.W. (1986 a). Effect of hedgerow characteristics on partridge breeding densities. Journal of Applied Ecology, 23: 479-487.

Rands, M.R.W. (1987a). 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.

Rands, M.R.W. (1987b). Hedgerow management for the conservation of partridge *Perdix perdix* and *Alectoris rufa*. Biological Conservation, 40: 127-139.

Rands, M.R.W. (1988). The effect of nest predation on grey partridge (*Perdix perdix*) and red-legged partridge (*Alectoris rufa*). Ornis Scandinavica, 19: 35-40

Ricci, J.C. (1985). Utilization of some natural resources by red-legged partridges (*Alectoris rufa*) broods in an agricultural habitat of diverse cropping and stock farming. Gibier Faune Sauvage, 44: 15-38.

Ricci, J.C., Mathon, J.F., Garcia, A., Berger, F. & Esteve, J.P. (1990). Effect of habitat structure and nest selection on nest predation in red-legged partridges (*Alectoris rufa*) in french mediterranea farmlands. Gibier Faune Sauvage, 7: 321-253.

Rueda, M.J., Baragaño, J.R., Notario, A. & Castresana, I. (1993). Estudio de la alimentación natural de los pollos de perdiz roja (*Alectoris rufa*). Ecologia, 7: 429-454.

Salek, M., Marhoul, P. & Pintir, J. (2002). Spring to autumn home range and hábitat use of a high density population of the grey partridge (*Perdix perdix*) in Praha, Czech Republic. Folia Zoologica, 51(4): 299-306.

Santos, T. & Suárez, F. (2005). Biogeography and population trends of Iberian steppe birds. En, G. Bota, M. B. Morales, S. Mañosa y J. Camprodon (Eds.), Ecology and Conservation of Steppe-land Birds, pp. 70-102. Lynx Edicions. Barcelona.

Santos, C.P. (2000). Sucesion of breeding bird communities after the abandonment of agricultural fields in south-east Portugal. *Ardeola*, 47: 171-181.

Sanz, B., Balmorí, A & Turón, J.V. (2004). Huellas y rastros de los mamíferos Ibéricos. 2ª edición. Felix de Azara Ed. Zaragoza.

Silva, J. P., Pinto, M. & Palmeirim, J. M. (2004). Managing landscapes for the little bustard *Tetrax tetrax*: lessons from the study of winter habitat selection. *Biological Conservation*, 117: 521-528.

S.A.M.N.C.N. – SEO (2006). Atlas virtual de las aves terrestres de España. <http://161.111.161.171/Atlas/index.html>

Con la colaboración de la Sociedad Española de Ornitología

Sociedad Entomológica Aragonesa (2007). Protocolos estandarizados de muestreo. <http://www.sea-entomologia.org/>

Sotherton, N.W. (1982). The effect of herbicides on the chrysomelid beetle *Gastrophysa polygoni* in the laboratory and field. *Zeitschrift für angewandte Entomologie*, 94: 446-451.

Sotherton, N.W. & Moreby (1984). Contact toxicity of some foliar fungicide sprays to three species of polyphagous predators found in cereal fields. *Test of Agrochemicals and Cultivars 5, Annals of Applied Biology, Supplement*, 104: 16-17.

Suárez, F., Martínez, C. Herranz, J. & Yaes, M. (1997). Conservation status and farmland requirements of Pin-tailed Sandgrouse *Pterocles alchata* and Black-bellied Sandgrouse *Pterocles orientalis* in Spain. *Biological Conservation*, 82: 73-80.

Suárez, F., Garza, V. & Morales, M.B. (2002). Habitat use of two sibling species, the Short-toed *Calandrella brachydactyla* and the Lesser Short-toed *Calandrella rufescens* Larks, in mainland Spain. *Ardeola*, 49: 259-272.

Suárez, F., Garza, V. & Morales, M.B. (2003). The role of extensive cereal crops, dry pasture and shrub-steppe in determining Sky-lark *Alauda*

arevnsis densities in the Iberian Peninsula. *Agriculture, Ecosystem and Environment*, 95: 551-557.

Suárez, F. Herranz, J., Yanes, M. Sánchez, A.M., García, J.T. & Manrique, J. (2005). Variación estacional e interanual en la reproducción de cuatro alondras en España mediterránea: fecha y tamaño de puesta, tamaño de los huevos y asincronía de puesta. *Ardeola* 52(1): 103-117.

Tellería, J.L., Santos, T., Alvarez, G. & Sáez-Royuela, C. (1988). Avifauna de los campos de cereales del interior de España. En: F. Bernis (Ed.): *Aves de los medios urbanos y agrícola de las mesetas españolas*, pp. 173-319. SEO. Madrid.

Tucker, G.M. & Heath, M.F. (1994). *Birds in Europe. Their conservation status.* Bird Life International. Cambridge.

Tucker, G.M. & Evans, M.I. (1997). *Habitats for birds in Europe: a conservation strategy for the wider environment.* Bird Life International (Conservation series nº 3). Cambridge, U.K.

Villanúa, D. Acevedo, P., Escudero, M., Marco, J. & Gortázar, C. (2009). Factors affecting summer densities of the red-legged partridge (*Alectoris rufa*). *Bird Study*, in press.

Vizeu, M.J. (1977). Estudio sobre la alimentación de la perdiz roja (*Alectoris rufa*). *Boletín de la Estación Central de Ecología*, 6: 105-116

Whittingham, M.J., & Evans, K.L. (2004). The effects of habitat structure in predation risk of birds in agricultural landscapes. *Ibis*, 146: 210-220.

Williams, D., Acevedo, P., Gortázar, P., Escudero, M.A., Labarta, J.L., Marco, J. & Villafuerte (2007). Hunting for answers: rabbit (*Oryctolagus cuniculus*) population trends in northeastern Spain. *European Journal of Wildlife Research*, 53(1): 19-28.

Wolff, A., Paul, J. F., Martin, J. L. & Bretagnolle, V. (2001). The benefits of extensive agriculture to birds: the case of the Little Bustard. *Journal of Applied Ecology*, 38: 963-975.

Yanes, M., Herranz, J., de la Puente, J., Tognoni, C & Suárez, F. (1998). Efectos de los predadores sobre la caza menor y evaluación de sistemas selectivos para regular los niveles de predación. *Consejería de Agricultura y Medio Ambiente. Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha.*