



### 3. RESULTADOS

#### 3.1. DENSIDADES RELATIVAS DE CONEJO EN ESPAÑA.

##### 3.1.1. La variable DR.

Las densidades relativas se han estudiado recogiendo datos de índices de abundancia en los transectos de campo de cuatro kilómetros. De las variables estudiadas, se han seleccionado cuatro que reflejan densidades relativas:

- Número de conejos vistos
- Número total de bocas de madrigueras
- Número de letrinas (=cagarruteros)
- Número de escarbaduras Como no sabemos cuál de estas variables refleja mejor la abundancia de conejos, hemos realizado un análisis factorial para obtener una nueva variable a partir de estas cuatro. Dicha transformación se basa en un análisis de componentes principales y un análisis factorial con rotaciones. La variable que surge está normalizada, con varianza y desviación típica igual a 1. Esta nueva variable -a la que en adelante llamaremos DR, ya que refleja densidades relativas- está fortísimamente correlacionada con las otras cuatro variables (Tabla 1), pero sobre todo con el número de letrinas y el número de escarbaduras, que a su vez están muy correlacionadas entre sí. Estas dos variables son probablemente las que mejor describen la abundancia relativa de conejos. La menos correlacionada es el número de conejos vistos, que, a causa del escaso número de datos que aporta, debe de ser la que peor representa densidades relativas.

**Tabla 1. Correlaciones de "DR" con las cuatro variables que la forman y de éstas entre sí.**

	DR	MADRIG.	VISTOS	LETRINAS
MADRIG.	0,7871			
VISTOS	0,718	0,4875		
LETRINAS	0,8309	0,5327	0,3966	
ESCARBA.	0,8301	0,4811	0,4507	0,6679

Madrig. = nº total de bocas de madrigueras.

Vistos = nº total de conejos vistos.

Letrinas = nº total de letrinas vistas.

Escarba. = nº total de escarbaduras vistas El valor mínimo de DR es cero, el máximo, 7,88 y la media, 0,54. Por tanto, los valores menores de 0,54 representan unas densidades de conejos menores a la media, y los superiores a 0,54, mayores a la media. Teóricamente es posible convertir los valores de DR a densidades absolutas. Bastaría calcular estas últimas en un número suficiente de puntos de España como para encontrar una función que relacionara ambos parámetros. Sin embargo, calcular densidades absolutas es un proceso difícil y costoso, y queda fuera de nuestras posibilidades en estos momentos, aunque podría ser útil intentarlo en el futuro. Tampoco podemos utilizar datos bibliográficos, dado que nunca se han publicado datos de densidades absolutas de conejos referidas a localidades españolas, y probablemente nunca se han estimado fuera de Doñana.

De momento, para tener una idea intuitiva de los valores que representa el parámetro DR, podemos comparar su valor con las densidades absolutas estudiadas en Doñana durante la tesis doctoral que está realizando uno de los autores (R.V.). En el Acebuche, junto al Parque Nacional, conocemos el valor de DR y las densidades absolutas de conejos. El valor de DR es 1,78; la densidad absoluta media a lo largo del año es 1,44 conejos/ha; la mínima es 0,48 -a finales de otoño- y la máxima, 3,83, a finales de primavera. En este caso, el valor de DR representa más o menos

el número medio de conejos/ha. Hay que tener en cuenta que el número medio de conejos es muy difícil de precisar con exactitud, ya que las densidades absolutas se multiplican por 10 a lo largo del año entre la época de mínima y máxima abundancia. Por otra parte, dado que el parámetro DR se basa en el número de letrinas y escarbaduras encontradas en un transecto, y que éstas probablemente varían con el número de conejos de acuerdo con una función lineal (el doble de letrinas o de escarbaduras probablemente representa el doble de conejos), podemos asumir que las variaciones del parámetro DR siguen esta misma relación; es decir, el hecho de que el valor de DR sea tres veces mayor en la zona B que en la A, probablemente significa que en la zona B hay el triple de conejos que en la A. Debemos insistir en que estas consideraciones pueden servir para comprender intuitivamente el significado de este parámetro, pero para comprobar de forma definitiva la relación lineal que hemos sugerido entre DR y densidades absolutas se precisarían datos que en la actualidad no existen.

La Figura 2 muestra la distribución de DR y de las cuatro variables en las que está basada.

**Fig. 2.-** Distribución de frecuencias de DR y las cuatro variables con las que fue construido.

### 3.1.2. Clases de abundancia.

Para los análisis estadísticos que exigen utilizar una variable con valores discretos, hemos clasificado los valores de DR en cuatro categorías: 1) valores entre 0 y 0,1 (n=105); 2) valores entre 0,1 y 0,4 (n= 98); 3) valores entre 0,4 y 1 (n= 62); 4) valores mayores que 1 (n= 46). Hemos llamado a esta variable "clases de abundancia".

### 3.1.3. La geografía del conejo.

Los datos obtenidos probablemente representan las densidades relativas de conejos existente en España, pero es necesario tener en cuenta su carácter global y sus limitaciones a la hora de descender a niveles concretos. La finalidad de este estudio es buscar características generales, y los mapas que ha generado son de trazo demasiado grueso como para permitir aplicaciones sobre el terreno.

Esto es así por dos razones. Por una lado, la distribución de los conejos es muy irregular; es frecuente que en una finca haya altas densidades y en otra contigua su número sea muy pequeño. En esta situación, la prospección de 313 puntos en la España peninsular -aun siendo un número elevado- difícilmente nos puede dar una imagen lo suficientemente precisa y detallada. En segundo lugar, el muestreo no se ha hecho al azar, ya que se han ido a buscar los puntos donde previamente se conocía la existencia de conejos. Es probable que esto también distorsione los resultados finales. No obstante, nuestros datos pueden suponer una buena aproximación inicial al problema y un punto de partida para estudios posteriores más concretos.

El conejo se encuentra en toda la España Peninsular, en Baleares y en Canarias. En la Península, el conejo es muy raro en la Cornisa Cantábrica, faltando en la mayor parte de Asturias, Cantabria, Vizcaya y Guipúzcoa. En las Figs. 3 a 6 se muestran varias representaciones geográficas de las densidades de conejo en España basadas en la variable DR. A modo de comparación, se muestran también mapas construidos con los valores brutos de los índices de presencia recogidos en el campo (conejos vistos, madrigueras, letrinas y escarbaduras).

Si los puntos que hemos muestreado en el campo fueran representativos de cada provincia, las cuatro provincias con mayores densidades relativas de conejos de España serían, por este orden, Toledo, Madrid, Ciudad Real y Jaén (Tabla 2). Las provincias con menores densidades relativas son, en general, las de la Cornisa Cantábrica y sus inmediaciones (Tabla 2 y Fig. 7).

Las Comunidades Autónomas donde hemos encontrado mayores densidades relativas de conejos son Madrid y Castilla-La Mancha, seguidas de Murcia y Andalucía (Fig. 7 y Tabla 3).

Las únicas publicaciones que contienen datos sobre abundancias relativas de conejos son los Anuarios de Estadística Agraria publicados por el Ministerio de Agricultura, donde hasta 1987 aparecen cifras que supuestamente representan el número de conejos cazados en cada provincia. Desconocemos cómo se han recopilado estos datos, pero dichas publicaciones tienen fama de ser muy imprecisas. En cualquier caso, los datos que figuran en el volumen de 1987 guardan un parecido moderado con los obtenidos en este estudio.

**Tabla 2.- Valores medios de DR encontrados en este estudio.**

--	--	--	--

PROVINCIA	DR	PROVINCIA	DR
Alava	0,0065	León	0,165
Albacete	0,742	Lleida	0,4258
Alicante	0,9194	Logroño	0,0026
Almería	0,7621	Lugo	0,0782
Asturias	0,0291	Madrid	1,6845
Avila	0,0993	Málaga	0,4093
Badajoz	0,9281	Murcia	0,7337
Barcelona	0,1284	Navarra	0,0929
Burgos	0,1374	Orense	0,0341
Cáceres	0,22	Palencia	0,405
Cádiz	0,553	Pontevedra	0,0982
Cantabria	0,089	Salamanca	0,0636
Castellón	0,3832	Segovia	0,3793
Ciudad Real	1,6612	Sevilla	0,7663
Córdoba	0,4883	Soria	0,1806
Coruña	0,0501	Tarragona	0,4171
Cuenca	0,4799	Teruel	0,0852
Girona	0,3778	Toledo	1,743
Granada	0,9373	Valencia	0,2939
Guadalajara	0,1062	Valladolid	0,5833
Guipúzcoa	0,0823	Vizcaya	0
Huelva	0,3051	Zamora	0,5106
Huesca	0,3051	Zaragoza	0,3001
Jaén	1,6412		

**Tabla 3.- Valores medios de DR (densidades relativas) encontrados en este estudio.**

COMUNIDAD AUTONOMA	DR
Madrid	1,6845
Castilla - La Mancha	1,1709
Murcia	0,7337
Andalucía	0,7102
Extremadura	0,5626
País Valenciano	0,5149
Cataluña	0,334
Aragón	0,1962
Navarra	0,0929
Castilla - León	0,2146
Cantabria	0,089
Galicia	0,0646
Asturias	0,0291
País Vasco	0,0263
La Rioja	0,0026

**Fig. 3a.-** Mapa de distribución de abundancia del número de escarbaduras. Sólo se han representado los valores superiores a 75. En el recuadro inferior se representa la distribución de la variable DR.

**Fig. 3b.-** Mapa de distribución de abundancia del número de conejos vistos en los cuatro kilómetros de transecto. Sólo se han representado los valores superiores a 5. En el recuadro inferior se representa la distribución de la variable DR.

**Fig. 3c.-** Mapa de distribución de abundancia del número de bocas de madriguera encontradas en el transecto. Sólo se han representado los valores superiores a 10. En el recuadro inferior se representa la distribución de la variable DR.

**Fig. 3d.-** Mapa de distribución de abundancia del número de letrinas de conejo. Sólo se han representado los valores superiores a 40. En el recuadro inferior se representa la distribución de la variable DR.

**Fig. 4.-** Mapa de las densidades relativas de conejo. Se representan solo los valores de DR superiores a 0,4 (la media de DR en España 0,54).

**Fig. 5.-** Zonas con escasa densidad relativa de conejos. Solo se han considerado los puntos con DR inferior a 0,1.

**Fig. 6.-** Zonas con alta densidad de conejos ( $DR > 1$ ).

**Fig. 7.-** Densidades relativas medias por Comunidades Autónomas, en función del valor promedio de DR.

### 3.2. INFLUENCIA DE LAS VARIABLES AMBIENTALES SOBRE LA ABUNDANCIA DE CONEJOS.

En este apartado vamos a examinar la influencia de algunas características del medio sobre la abundancia de conejos. Para llevar a cabo los análisis utilizaremos la variable continua DR. Cuando precisemos una variable discreta, utilizaremos las clases de abundancia definidas en 3.1.2.

Cuando no se especifique lo contrario, los análisis se refieren a los 311 puntos repartidos uniformemente a lo largo del país.

También estudiaremos las características de los 31 puntos (el 10% del total) con mayor densidad relativa. Estas zonas de **máxima densidad** se caracterizan por tener un valor de DR igual o mayor a 1,3566. En los transectos a pie de 4 kilómetros se vio una media de 28 conejos (máximo 195), 19 madrigueras con tamaño medio de 3,98 bocas (máximo 83 madrigueras de tamaño medio de 14,85 bocas) y medias de 238 letrinas (máximo 888) y 590 escarbaduras (máximo, 2.000).

De estos 31 puntos de máxima densidad, 7 se encuentran en la provincia de Ciudad Real, 5 en Jaén, 4 en Toledo, 3 en Badajoz, 2 en Sevilla, 2 en Murcia y uno en Madrid, Girona, Lleida, Alicante, Zaragoza, Almería, Albacete y Cuenca.

La comparación de las zonas de máxima densidad con el conjunto de puntos repartidos regularmente por el país puede sacar a la luz características ambientales de interés.

#### 3.2. 1. Régimen y usos del suelo.

##### A) Régimen cinegético.

Hemos definido cuatro regímenes cinegéticos: 1) coto privado, 2) coto social, 3) reserva de caza y 4) zona libre. El 86,1% de los transectos se hicieron en cotos privados de caza, lo cual -teniendo en cuenta que el lugar del transecto se elegía donde se conocía previamente la existencia de conejos- ya indica una selección positiva de los cotos privados de caza. Los sitios con más conejos se han encontrado en cotos sociales de caza y los de menos, en las zonas libres; sin embargo el análisis de varianza no fue significativo  $F = 1,651$ ,  $p = 0,1615$ .

En las zonas de máxima densidad, el 87,1% de los transectos se hicieron en cotos privados. En el resto de las zonas, el porcentaje fue el 86,0%. Las diferencias no son significativas  $Z = 0,163$ ,  $p = 0,435$ .

Estos resultados sugieren que la mayoría de los lugares donde hay conejos son cotos privados de caza; es decir,

fuera de los cotos privados de caza, es menos frecuente que haya conejos. Sin embargo, cuando existen conejos fuera de los cotos privados, éstos no son significativamente más escasos que en los cotos privados. El hecho de que las diferencias no sean significativas se puede deber, en parte, al escaso número de casos fuera de los cotos privados.

## B) Régimen de propiedad

Se ha considerado finca privada (1), terreno público (2) y otros (3). En las fincas privadas, el valor medio de DR ( $X = 0,6787 \pm 0,1487$ ) es significativamente mayor (ANOVA,  $F = 4,803$ , g.l. = 2,  $p < 0,01$ ) que en el terreno público ( $X = 0,2497 \pm 0,2285$ ). Por otra parte, el 89,3% ( $n = 28$ ) de las áreas de máxima densidad se encuentran en fincas privadas, mientras que sólo el 62,2% del resto de las zonas están en propiedades privadas ( $Z = 2,818$ ,  $p = 0,002$ ).

Además, el valor de DR es mucho mayor en las fincas que tienen prohibido el paso ( $X = 1,2242 \pm 0,2769$ ) que en las que tienen acceso libre ( $X = 0,4210 \pm 0,1178$ ), aunque éstas sean asimismo privadas. Las diferencias son altamente significativas ( $F = 27,612$ , g.l. = 1,  $p < 0,0001$ ). Por otra parte, el porcentaje de zonas de máxima densidad que se encuentran en fincas donde está prohibido el paso (38,7%) es significativamente ( $Z = 3,816$ ,  $p < 0,0001$ ) mayor al del resto de las áreas (12,7%).

Los resultados no dejan lugar a dudas. En los terrenos privados hay más conejos que en los públicos (incluyendo terrenos municipales); considerando las fincas privadas, hay más conejos en las que tienen acceso restringido que en las de acceso libre. Lo que es difícil decidir es si hay más conejos porque se cuidan más o se cuidan más porque hay más conejos. Pero parece evidente que en las fincas privadas se fomenta el conejo para su caza; probablemente la vegetación está mejor conservada, es posible que se hagan mejoras en el hábitat, es muy probable que la caza se ejerza de forma más racional y es casi seguro como veremos más adelante- que se realice control de carnívoros.

## C) Presencia de cultivos.

No hay diferencias ( $F = 0,231$ , g.l. = 1;  $p = 0,636$ ) en cuanto a la abundancia de conejos entre los terrenos con ( $X = 0,5770 \pm 0,1531$ ) o sin ( $X = 0,5202 \pm 0,1744$ ) cultivos. El 67,7% de las áreas de máxima densidad tienen cultivos contra el 55,2% del resto de las zonas; estas diferencias tampoco alcanzan a ser significativas ( $Z = 1,336$ ,  $p = 0,09$ ) pero sugieren una tendencia a que los cultivos son convenientes para que se alcancen densidades muy elevadas de conejos.

## D) Presencia de ganado.

En el 87,0% de los terrenos visitados pastaba ganado. En los lugares sin ganado, el valor medio de DR ( $X = 0,8047 \pm 0,3136$ ) es mayor que en los terrenos con ganado ( $X = 0,5077 \pm 0,1223$ ), aunque las diferencias no llegan a ser significativas ( $F = 3,017$ , g.l. = 1,  $p = 0,083$ ). El porcentaje de zonas de máxima densidad con ganado (80,7%) es ligeramente menor que el resto (87,5%), pero las diferencias tampoco son significativas ( $Z = 1,068$ ,  $p = 0,1427$ ).

En cuanto a las clases de ganado, tampoco se aprecian diferencias significativas en cuanto a la abundancia de conejos en terrenos con ganado vacuno, lanar, equino o porcino ( $F = 0,360$ , g.l. = 3,  $p = 0,836$ ).

Hemos analizado también la intensidad del pastoreo, dividiendo los terrenos en cuatro clases: 1) no se aprecia sobrepastoreo, 2) se aprecia algo, 3) bastante y 4) mucho. Los resultados (Fig. 8) muestran que no hay diferencias significativas entre los valores de DR en relación a la intensidad de pastoreo ( $F = 0,930$ , g.l. = 3,  $p = 0,4265$ ).

En el 76,7% de las zonas de máxima densidad no se aprecia o se aprecia algo de sobrepastoreo (clases 1 y 2) y el porcentaje en el resto de las áreas es idéntico (Tabla 4). No hay diferencias significativas entre las zonas de máxima densidad y el resto cuando tenemos en cuenta las cuatro clases de intensidad de pastoreo ( $\chi^2 = 2,452$ , g.l. = 3,  $p = 0,484$ ).

## Sobrepastoreo y abundancia de conejos.

**Fig. 8.-** Medias y desviaciones (95%) de DR dependiendo del grado de sobrepastoreo. Niveles de sobrepastoreo: 1= no, 2= escaso, 3= bastante y 4= mucho.

**Tabla 4.- Comparación entre zonas con máxima densidad de conejos y el resto de las áreas, en función del sobrepastoreo por ganado.**

--	--	--

SOBREPASTOREO	ZONAS CON MAXIMA DENSIDAD DE CONEJOS (%)	OTRAS ZONAS (%)
NADA	40	38
POCO	36,7	38,7
BASTANTE	10	16,6
MUCHO	13,3	6,7

Considerando estos resultados en conjunto no logramos detectar ninguna influencia sobre los conejos en cuanto a la presencia de ganado, las clases de ganado o la intensidad del pastoreo.

En el Parque Nacional de Doñana, la competencia por el alimento de los ungulados domésticos y silvestres con el conejo ha sido motivo de preocupación en los últimos años. Varios autores han sugerido que los ungulados son muy poco selectivos en su pastoreo y pueden consumir cantidades elevadas de pasto que de otra forma sería disponible para los conejos (Rogers y Myers, 1979, 1980; Lazo, 1992). Lazo *et al.* (1991) encontraron que los ungulados domésticos y silvestres del Parque Nacional de Doñana reducen el 75% de la biomasa herbácea, que en su ausencia quedaría disponible para los conejos. El efecto del sobrepastoreo en este caso es reducir la capacidad de carga del medio para los conejos y poner un límite a su crecimiento. No obstante, faltan estudios concluyentes en Doñana, y no conocemos trabajos que puedan generalizarse a otras partes del país.

### 3.2.2. Características del medio y la vegetación.

#### A) Agua.

No se aprecian diferencias significativas en los valores de DR entre las siete zonas con distinto grado de humedad en el suelo ( $F=0,194$ ,  $g.l.=6$ ,  $p=0,9866$ ) que se representan en la Fig. 9. No obstante, en el 39,8% de los casos en las prospecciones de campo se seleccionaron transectos donde había un arroyo a menos de 500 m (en las áreas de máxima densidad la proporción subió al 50%). Teniendo en cuenta que se seleccionaban lugares con cierta abundancia de conejos, este hecho ya indica una clara preferencia por estos lugares.

#### B) Altitud sobre el nivel del mar.

Como veremos más adelante, el conejo se ve limitado por el frío y la lluvia. Por tanto, el rango de altitudes donde viva dependerá en gran medida de la latitud.

La altitud media de todos los recorridos de este estudio ha sido 580 metros, la cero m y la máxima, 1.500. Hemos analizado el valor de DR en relación a la altitud (Fig. 10) y no hemos encontrado diferencias significativas (ANOVA,  $F=1,402$ ,  $g.l.=4$ ,  $p=0,233$ ). Hasta 1.000 metros aproximadamente la altitud no afecta la abundancia del conejo en la mitad septentrional del país. En la Tabla 5 podemos observar cómo las zonas de máxima densidad se distribuyen por todas las cotas sin sobrepasar los 1.000 metros.

### Presencia de agua y abundancia de conejos

**Fig. 9.-** Medias y desviaciones (95%) de DR en función de las diferentes categorías de presencia de agua en el transecto. Categorías: 1= Suelo encharcado en algunos sitios, 2= lagunas naturales en las proximidades, 3= Lagunas artificiales en las proximidades, 4= arroyo con agua a menos de 500 metros, 5= arroyo seco a menos de 500 metros, 6= suelo encharcado en algunos (pocos) sitios y 7= suelo totalmente seco.

**Fig. 10.-** Medias y desviaciones de la abundancia de conejos en diferentes categorías de altura sobre el nivel del mar.

**Tabla 5.- Distribución altitudinal de los 31 puntos con máxima abundancia de conejos.**

ALTITUD	Nº DE PUNTOS
0-100	4
100-200	1

200-300	2
300-400	1
400-500	3
500-600	4
600-700	1
700-800	3
800-900	5
>900	1

### C) Continuidad del hábitat.

No se han encontrado diferencias significativas ( $F= 0,009$ , g.l.= 1,  $p= 0,9265$ ) entre medios continuos y bosques- isla rodeados de extensiones aparentemente poco aptas o no altas para la vida de conejos. Sin embargo, el 85,3% de los lugares donde se realizaron transectos fueron medios continuos, y este porcentaje subió hasta el 90,3% en las zonas de máxima densidad (aunque las diferencias no fueron significativas,  $Z= 0,845$ ,  $p= 0,1991$ ). De alguna forma esto significa que los medios continuos son mejores para el conejo que los bosques- isla, pero no hemos encontrado una confirmación estadística.

### D) Relieve

Hemos dividido el relieve del suelo en cuatro categorías: 1) llano, 2) ondulado, 3) escabroso y 4) fuerte pendiente. Las mayores abundancias de conejo se encuentran en terrenos con relieve ondulado ( $X= 0,6222 \pm 0,1399$ ), y las menores, en zonas escabrosas ( $X= 0,2723 \pm 0,3471$ ) Y. sobre todo, en zonas con fuerte pendiente ( $X= 0,1502 \pm 0,4627$ ), aunque las diferencias no llegan a ser significativas ( $F= 2,119$ , g.l.= 3,  $p= 0,097$ ) (Fig. 11).

Sólo el 3,2% de las zonas de máxima densidad se encuentran en relieves de la clase 3 ó 4; en las restantes áreas este porcentaje subió hasta el 17,6% ( $Z= 2,065$ ,  $p < 0,02$ ). Parece claro que los conejos tienden a evitar las zonas con relieve escabroso o con fuertes pendientes.

### E) Tipo de hábitat.

Existen conejos prácticamente en todos los tipos de hábitats, y en la mayoría de ellos el rango de abundancias es bastante amplio (Tabla 6). De los 11 tipos de hábitat definidos en el estudio, el 36,3% de los recorridos ( $n= 311$ ) se hicieron en el medio denominado "matorral", lo que sugiere que es éste el medio donde el conejo está presente con mayor frecuencia, aunque no es el que alberga las densidades más elevadas.

En este sentido, destacan de forma muy notable las dehesas, con un valor medio de DR ( $X= 1,3703 \pm 0,3266$ ) 2,5 veces superior al valor medio total (0,5400), siendo las diferencias altamente significativas ( $F= 4,140$ , g.l.= 10,  $p < 0,0001$ ). Por lo demás, el 40,7% ( $n= 27$ ) de los puntos de máxima densidad se encuentran en dehesas, y sólo el 7,8% ( $n= 280$ ) de las restantes zonas se hallan en este medio. Las diferencias son muy significativas ( $Z= 5,283$ ;  $p < 0,0001$ ).

Por tanto, uno de los resultados más evidentes que han surgido hasta el momento es la importancia de las dehesas como áreas que albergan densidades elevadas de conejos.

**Tabla 6.- Densidad relativa media (x DR) de conejos en distintos hábitats, y proporción en la que estos aparecen.**

TIPO DE HABITAT	% VISITADOS	X DR	± DESVIACION (95%)
Matorral	36,33	0,3504	0,1764
Bosque	11,9	0,2101	0,3083
Zona rocosa	1,29	0,1064	0,9378
Pastizal	3,86	0,2815	0,5414

Dehesa	10,61	1,3703	0,3265
Otros	8,04	0,3728	0,3751
Cultivos	19,29	0,668	0,2421
Baldíos	2,89	1,1051	0,6252
Zona urbanizada	0,32	0,8354	18.756
Ribera	4,18	0,59	0,5202
Estepa	1,29	0,9095	0,9378

**Fig. 11.-** Medias y desviaciones de la abundancia de conejos dependiendo del relieve de la zona prospectada. Niveles: 1= más bien llano, 2= ondulado, 3= escabroso y 4= fuerte pendiente.

F) **Cobertura.** Hemos estudiado la influencia que tiene la cobertura de vegetación en la abundancia de conejos, y los resultados no son totalmente claros. Hemos analizado la cobertura de árboles (incluyendo arbustos cuyas ramas no llegan al suelo) y la proporción de cobertura de matorral, pastizal y suelo desnudo (las tres últimas variables deben sumar el 100%).

La cobertura de árboles y arbustos cuyas ramas no llegan al suelo se ha calculado estimando el porcentaje de suelo que estaría en sombra si el sol se encontrara en el cenit. Hemos dividido la cobertura en cuatro clases: a) 0-25%, b) 25-50%, c) 50-75% d) 75-100%. Como se aprecia en la Tabla 7, las mayores densidades se encuentran en la clase b), que seguramente incluye a las dehesas, mientras que las menores densidades se dan en los medios con mayor cobertura de árboles. No obstante, las diferencias están lejos de ser significativas ( $F=0,910$ ,  $g.l=3$ ,  $p=0,4365$ ).

**Tabla 7.- Valores medios de densidad relativa (-x DR) de conejos en función de la cobertura de árboles y arbustos. Se indica la proporción en que aparecen las distintas clases de cobertura.**

% COBERTURA DE ARBOLES Y ARBUSTOS	% VISITADOS	X DR	± DESVIACION (95%)
0-25 %	57,81	0,5155	0,1634
25-50 %	28,36	0,7212	0,2333
50-75 %	10,91	0,5846	0,3762
75-100 %	2,91	0,267	0,7286

La relación entre las densidades de conejos y la cobertura de matorral muestra unas tendencias más definidas, pero tampoco encontramos relaciones estadísticas significativas. Hemos encontrado una correlación negativa entre la abundancia de conejos y la cobertura de matorral (cuanto más cobertura de matorral, menor es la densidad de conejos), pero ésta no es significativa. En la Fig. 12 observamos cómo las clases (definidas igual que en el caso de los árboles) con menor cobertura de matorral son las que presentan mayores densidades de conejos, pero las diferencias tampoco son significativas ( $F=1,137$ ,  $g.l=3$ ,  $p=0,3342$ ). Sin embargo, si hacemos el cálculo al revés, comparando las clases de abundancia de conejo (como variables discretas) y los porcentajes de cobertura de matorral como variable continua, se mantienen las mismas tendencias (a menor cobertura de matorral, mayor abundancia de conejos) pero las diferencias son ahora significativas (ANOVA,  $F=5,196$ ,  $g.l=3$ ,  $p=0,0016$ ) (Fig. 13).

En cuanto al porcentaje de suelo cubierto de pasto, los resultados de la Tabla 8 no nos permiten extraer conclusiones de ningún tipo. Aunque las mayores densidades relativas de conejos se encuentran con la clase más alta de cobertura, la desviación es muy grande, y las diferencias no llegan a ser significativas ( $F=2,153$ ,  $p=0,093$ ).

**Tabla 8.- Valores medios de densidad relativa (X DR) de conejos en función de la cobertura de pasto. Se indica la proporción en que aparecen las distintas clases de cobertura.**

COBERTURA DE PASTO	% VISITADOS	X DR	± DESVIACION (95%)
0-25 %	45,28	0,4322	0,1669
25-50 %	37,13	0,6852	0,1843
50-75 %	13,03	0,4108	0,3112



75-100 %	4,56	0,8963	0,526
----------	------	--------	-------

**Fig. 12.-** Medias y desviaciones de la abundancia de conejos en función del grado de cobertura de matorral de las zonas de muestreo.

**Fig. 13.-** Medias y desviaciones de la cobertura de matorral para cada una de las clases de DR. (Categorías en el texto).

En los transectos hemos anotado el porcentaje de pasto verde, el seco y el muerto (seco no anclado al suelo). Existe una correlación negativa y significativa entre el porcentaje de pasto -verde y el valor de DR ( $r = -0,4501$ ,  $n = 49$ ,  $p = 0,001$ ); con el pasto muerto, la correlación es aún más fuerte, pero de signo positivo ( $r = 0,7994$ ,  $n = 49$ ,  $p < 0,0001$ ). Es decir, cuanto mayor es la proporción de pasto verde, menor es el número de conejos; con el pasto muerto, la tendencia es la opuesta. Creemos que estas correlaciones reflejan más la influencia de las características climatológicas que de las vegetales. En los meses de junio y julio (cuando se ha realizado el trabajo de campo), la vegetación está agostada en los climas más favorables para el conejo, como veremos a continuación.

En cuanto a la relación entre la abundancia de conejos y el porcentaje de suelo no cubierto de vegetación, no existen diferencias significativas (ANOVA,  $F = 0,832$ , g.l. = 3,  $p = 0,4772$ ) entre los valores medios de DR cuando comparamos las cuatro clases de cobertura definidas como en los casos anteriores. Sin embargo, si hacemos el cálculo al revés, comparando las clases de abundancia de conejo (como variables discretas) y los porcentajes de suelo desnudo como variable continua, se mantienen las mismas tendencias (a mayor porcentaje de suelo desnudo, mayor abundancia de conejos) pero las diferencias son ahora significativas (ANOVA,  $F = 2,779$ , g.l. = 3,  $p = 0,0415$ ) (Fig. 14).

En resumen, los resultados sugieren una tendencia a que la abundancia de conejos aumente al disminuir la cobertura de matorral, aunque ésta no es significativa. Por lo demás no hemos obtenido evidencias de que la abundancia de conejos esté relacionada con la proporción de cobertura de árboles, pasto o suelo desnudo.

**Fig. 14.-** Medias y desviaciones de la proporción de suelo descubierto para cada una de las clases de DR.

Hemos analizado el valor de las mismas variables en las áreas de máxima densidad. Los resultados muestran que en las zonas de máxima densidad, la cobertura media de árboles es del 23% (rango: 65%-0%), la de matorral, el 39% (r: 80%-10%), la de pasto, el 36% (90%-5%) y la de suelo desnudo, el 25% (60%-0%) (las tres últimas suman el 100%).

### G) Distribución del alimento con respecto al refugio.

Otra variable que hemos estudiado es la influencia de la distribución del alimento (normalmente, pastizales o cultivos) con respecto al refugio (normalmente, matorral). Hemos distinguido dos posibilidades: 1) el refugio y el alimento se encuentran claramente separados; 2) se encuentran intercalados (Fig. 15). Los resultados muestran que en los medios de tipo 1 el valor de DR es mayor ( $X = 0,6776 \pm 0,2643$ ) que en los de tipo 2 ( $X = 0,5306 \pm 0,1341$ ), pero las diferencias no son en absoluto significativas ( $F = 0,953$ , g.l. = 1,  $p = 0,3402$ ).

Además, en el 73,3% de las áreas de máxima densidad ( $n = 30$ ), la distribución del alimento con respecto al refugio es de tipo 2, mientras que en el resto de las áreas este porcentaje es el 80,2%. Las diferencias no son significativas ( $Z = 0,928$ ;  $p = 0,177$ ).

#### 3.2.3. El suelo.

Se ha estudiado la influencia de los suelos dividiéndolos en cinco clases: 1) suelo excesivamente suelto para la construcción de madrigueras duraderas (playas, dunas, etc.); 2) suelo blando, que permite fácilmente la construcción de madrigueras duraderas; 3) tierras compactadas que permiten la construcción de madrigueras con cierta dificultad; 4) suelo pedregoso donde aparentemente es bastante difícil construir madrigueras, 5) afloramiento rocosos donde aparentemente es imposible construir madrigueras.

Los resultados no dejan lugar a dudas (Tabla 9). Los conejos son mucho más abundantes en lugares donde predominan los suelos de tipo 2. En las zonas de máxima densidad, en el 76,7% de los casos, la mayoría de los indicios se encontraron en suelos de tipo, el 20% en suelos de tipo 3 y el resto en suelos de tipo 1. En ningún

transecto de máxima densidad predominó el suelo de tipo 4 ó 5.

**Tabla 9.- Valores medios de la densidad relativa (x DR) de conejos en función de los distintos tipos de suelo. Se indica la proporción en que aparece cada tipo de suelo.**

TIPO DE SUELO	% VISITADOS	X DR	± DESVIACION (95%)
1	3,38	0,4928	0,5572
2	41,22	0,8225	0,1595
3	33,45	0,3831	0,1771
4	18,24	0,1829	0,2389
5	3,72	0,3439	0,5313

1. suelo excesivamente suelto para la construcción de madrigueras duraderas (playas, dunas, etc.).
2. suelo blando, que permite fácilmente la construcción de madrigueras duraderas.
3. tierras compactadas que permiten la construcción de madrigueras con cierta dificultad.
4. suelo pedregoso donde aparentemente es bastante difícil construir madrigueras.
5. afloramiento rocosos donde aparentemente es imposible construir madrigueras.

En conclusión, puede haber conejos en cualquier tipo de suelo, pero es difícil que haya poblaciones prósperas cuando el suelo presenta dificultades para cavar madrigueras. Estos datos y los que surjan más adelante en referencia a la recuperación de los conejos tras la VHD nos llevan a la convicción de que el suelo es uno de los principales factores que limitan la abundancia de conejos. En la Fig. 16 podemos observar que donde el suelo es desfavorable (en general, en los terrenos de origen calizo) las poblaciones se mantienen en densidades pequeñas a lo largo de grandes regiones, como ocurre en España en buena parte del cuadrante nororiental.

#### 3.2.4. Clima.

El clima determina sin duda la abundancia de conejos. En la Fig. 17a podemos observar cómo varían las densidades relativas de conejos en las distintas climas españoles definidos por Köppen (Strahler, 1982). Los conejos son significativamente más escasos ( $F= 2,984$ , g.l.= 4,  $p< 0,02$ ) en las áreas 1 y 2 (Fig. 17b) es decir, en las dos zonas españolas con clima atlántico: 1) la zona de clima "fresco costero" (caracterizada porque la temperatura media de enero es superior a los 6°C y la de agosto, inferior a 22°C) y 2) la zona "fría del interior y montaña" (caracterizada porque la temperatura media de enero es inferior a los 6°C).

Los conejos son más abundantes en los lugares más cálidos y disminuyen cuando aumenta las precipitaciones. Existe una correlación positiva entre las densidades relativas de conejos (valores de DR) y la suma de las temperaturas medias de los meses del año ( $r = 0,1617$ ,  $n = 311$ ,  $p = 0,004$ ). Al considerar las precipitaciones, la correlación es negativa y también significativa ( $r = -0,1583$ ,  $n = 311$ ,  $p = 0,005$ ).

**Fig. 15.-** Tipos de distribución de alimento (pastizal) y refugio considerados en las prospecciones de campo. Tipo 1= alimento y refugio claramente separados; tipo 2= alimento y refugio entremezclados.

**Fig. 16.-** El suelo y el clima explican la distribución del conejo en España. Con elevadas precipitaciones y en regiones calizas los conejos son muy escasos.

**Fig. 17a.-** Densidades relativas medias (± 95%) de conejos en relación con los tipos de clima definidos por Köppen. 1) Fresco costero; 2) frío interior; 3) cálido costero; 4) frío continental. Véase Fig. 17b.

**Fig. 17b.-** Climas de Köppen. Véase Fig. 17a.

Si utilizamos la variable "clases de abundancia" de conejos como variable discreta, y "temperaturas" (suma de las temperaturas medias mensuales) y "precipitaciones" (suma de las precipitaciones medias mensuales) como variables continuas, los resultados siguen la misma tendencia. Es decir, los conejos aumentan al incrementarse las temperaturas y disminuyen al aumentar las precipitaciones (Figs. 18a y 18b); además, las significaciones de los análisis de varianza son muy fuertes (en el primer caso,  $F= 21,330$ , g.l.= 3,  $p< 0,0001$ ; en el caso de las

precipitaciones,  $F= 6,384$ ,  $g.l.= 3$ ,  $p= 0,0003$ ). En la Fig. 18b podemos observar que las máximas relativas de conejos se dan con precipitaciones medias anuales menores de 500 mm.

Sospechamos que la correlación entre abundancia de conejos y las temperaturas no refleja tanto la necesidad de vivir en medios con altas temperaturas como la imposibilidad de soportar bajas temperaturas. No obstante, no hemos encontrado una correlación negativa y significativa entre los valores de DR y las temperaturas mínimas absolutas anuales en los distintos puntos de España, tal como cabría esperar.

Hemos realizado una regresión múltiple por pasos introduciendo los valores de DR y las temperaturas medias de todos los meses del año, para intentar determinar qué componentes del clima afectan concretamente a las densidades de conejos. El análisis ha seleccionado los meses de agosto y mayo ( $R^2= 0,1098$ ,  $SE= 0,9435$ ,  $g.l.= 309$ ,  $p< 0,001$ ). Haciendo lo mismo con las precipitaciones, se seleccionan las precipitaciones del mes de julio ( $R^2= 0,0540$ ,  $SE= 0,9726$ ,  $g.l.= 309$ ,  $p< 0,00001$ ). Introduciendo los datos de temperaturas y precipitaciones entre marzo y setiembre para realizar otra regresión múltiple por pasos, las precipitaciones del mes de julio aparecen como el factor relacionado con el clima que mejor explica la distribución de los valores de DR.

**Fig. 18.-** Temperaturas y precipitaciones medias ( $\pm$  desviación 95%) en función de las clases de abundancia de conejos. a): suma de las temperaturas anuales; b): sumade las precipitaciones anuales. A: densidades de conejos muy bajas; B: densidades moderadas; C: densidades elevadas; D: densidades muy altas.

De acuerdo con los resultados del análisis, hemos comparado las cuatro clases de abundancia de conejos con las temperaturas medias del mes de agosto, y observamos que las densidades medias de conejos se incrementan en los lugares donde las temperaturas en este mes son más altas, siendo las diferencias muy significativas (ANOVA,  $F= 30,052$ ,  $g.l.= 3$ ,  $p< 0,0001$ ).

Por otra parte, comparamos las temperaturas medias en agosto en las zonas de máxima densidad y en el resto de las áreas estudiadas. La temperatura media en agosto en las zonas de alta densidad ( $X= 25,16^{\circ}\text{C} \pm 0,91$ ) es mayor que en el resto de las zonas ( $X= 22,95^{\circ}\text{C} \pm 0,31$ ); las diferencias son muy significativas, y el valor de F en el ANOVA es bastante elevado ( $F= 20,449$ ,  $g.l.= 1$ ,  $p< 0,0001$ ).

Si comparamos las cuatro clases de abundancia de conejos con las precipitaciones en el mes de julio, observamos que hay una tendencia muy significativa ( $F= 20,758$ ,  $g.l.= 3$ ,  $p< 0,0001$ ) pero inversa a la encontrada con las temperaturas; es decir, al aumentar la precipitación en este mes, disminuye el número de conejos.

Todos estos resultados sugieren que existe una relación compleja de las temperaturas y las precipitaciones sobre la abundancia de conejos. Para desentrañar esta posible interacción, hemos realizado un análisis de varianza múltiple (MANOVA), que, en efecto, nos muestra la existencia de una interacción significativa ( $F= 7,830$ ,  $g.l.= 1$ ,  $p= 0,005$ ). Los resultados se muestran en la Fig. 19, que se interpreta de la siguiente forma: en general, la densidad de conejos aumenta con las temperaturas y disminuye con las precipitaciones. No obstante, cuando coinciden bajas temperaturas y altas precipitaciones (punto A), las densidades de conejos son mínimas. En cambio, con bajas temperaturas las densidades de conejos son altas si hay esmsas precipitaciones (punto B). En condiciones de calor, las influencia de la precipitación es inversa, ya que, con mayores precipitaciones (punto C) las densidades de conejos son mayores que cuando las precipitaciones son menores (punto D).

Está muy claro existe una asociación de las temperaturas y las precipitaciones con la abundancia de conejos. Lo que no queda claro es si la temperatura y la lluvia afectan directamente a los conejos o/y si actúan sobre ellos de forma indirecta, influyendo sobre otros parámetros, como podrían ser el alimento, otros factores del hábitat, algunos aspectos de la reproducción o incluso algunas variables que intervengan sobre sus enfermedades.

En principio hay dos factores que parecen evidentes: los que influyen sobre crecimiento de los vegetales y los que lo hacen sobre la termorregulación. Está claro que cuando aumenta la temperatura, el crecimiento de los vegetales que constituyen el alimento de los conejos será mayor cuanto mayores sean las precipitaciones. Con altas

temperaturas y ausencia de precipitaciones la aridez del medio puede constituir un factor limitante para los conejos. Por eso al punto C de la Fig. 19 le corresponde una densidad relativa de conejos mayor que al D.

Por otra parte, el gasto energético correspondiente a la termorregulación puede ser muy elevado si la temperatura ambiental es muy distinta a la corporal (aproximadamente,  $40^{\circ}\text{C}$ ). De acuerdo con la fórmula propuesta por McNab

(1970), donde  $T_{cm} = T_b - 20,1 * M^{0,26}$  es la temperatura crítica mínima,  $T_b$  es la temperatura del cuerpo y  $M$  es la masa del animal; sustituyendo  $M$  por un rango de 800 a 1200 g de un conejo adulto español,  $T_{cm}$  sería de 19 a 21° C. Así, la neutralidad térmica o rango de temperaturas en las que un animal no pierde calor por conducción, convección o radiación sólo se consigue en rangos de temperaturas ambientales suaves. De hecho, al descender la temperatura de 14 a 4° C el metabolismo basal de los conejos aumenta 1,5 veces.

Teniendo en cuenta todas estas consideraciones, resulta sorprendente que en sitios como Inglaterra o Irlanda, con climas mucho más fríos y lluviosos que los nuestros, haya abundantes conejos. Esto se podría explicar en parte por su gran tamaño -más del doble que los españoles-, que les permite mantener la termoneutralidad a temperaturas más bajas. Otro factor que podría explicar la abundancia de conejos en estas zonas es el menor número de especies de predadores naturales y el intenso control que se lleva a cabo sobre ellos. De hecho, los conejos, introducidos en Inglaterra probablemente por los normandos, se mantuvieron en densidades muy escasas, confinados a madrigueras gestionadas, sobre todo en islas, donde se les protegía de los predadores y se les daba alimento suplementario. El aumento sustancial de las poblaciones se produjo desde mediados del siglo XVIII en adelante, cuando los cambios en la agricultura crearon hábitats favorables y cuando el interés por la caza trajo consigo el control intensivo de predadores (Cowan, 1991).

En cualquier caso, no debemos descartar que las correlaciones de la abundancia de conejos con las temperaturas y con las precipitaciones (en este caso, negativas) enmascaren la influencia de estos factores sobre otras variables que en este trabajo no hemos sido capaces de detectar.

**Fig. 19.-** Densidades relativas medias (+\_desviación 95%) de conejos en función de la relación entre temperaturas y precipitaciones. A: bajas temperaturas; B: altas temperaturas; C: bajas precipitaciones; D: altas precipitaciones.

### 3.2.5. Predadores y caza.

Hemos estudiado también las relaciones entre las densidades relativas de conejos y la abundancia de predadores -tanto carnívoros como rapaces- y la presión de caza. La abundancia de predadores se ha estudiado contando, durante el transecto de 4 kilómetros, las rapaces observadas y el número de excrementos de carnívoros. Asumimos que la abundancia de carnívoros es proporcional al número de excrementos encontrados en los transectos. Hay que decir que la mayoría de los excrementos fueron de zorro, el carnívoro más común en España.

Asimismo, se han analizado someramente los excrementos para determinar cuántos contenían conejos y cuántos no. Además, el número de cartuchos encontrados durante el transecto lo hemos utilizado como índice de presión la cinegética.

Existe una correlación positiva y significativa entre el valor de DR y el número de excrementos de carnívoro encontrados en los transectos ( $r = 0,2429$ ,  $n = 205$ ,  $p = 0,0005$ ). Es decir, cuantos más excrementos se encuentran mayor es la densidad de conejos; o -para expresarle de una forma más lógica-, al aumentar el número de conejos lo hace también el de carnívoros.

El número medio de excrementos encontrados en los recorridos de 4 kilómetros es 3,3. Hemos dividido los datos de excrementos en cuatro clases: a) cero excrementos, b) 1-2, c) 3-6 d) más de 6. La comparación de estas clases con los valores de DR se muestran en la Fig. 20. Hay que decir, en primer lugar, que las diferencias no son significativas (ANOVA,  $F = 0,504$ ,  $g.l. = 3$ ,  $p = 0,6798$ ), por lo que las conclusiones que podamos sacar no pasan de ser sospechas basadas en las tendencias de los resultados. Los resultados muestran que a la clase a) (es decir, ausencia de excrementos de carnívoros) le corresponde la mayor densidad relativa de conejos ( $X = 0,5852 \pm 0,1559$ ), y además es la que presenta la desviación típica más pequeña o, lo que es lo mismo, la mayor regularidad en sus valores. En las clases siguientes, el número creciente de excrementos se corresponde con un número creciente de conejos, como era de esperar.

Si ordenamos los datos al revés, es decir, si utilizamos el número de excrementos de predadores como variable continua y utilizamos las clases de abundancia de conejos como variable discreta, los resultados siguen la misma tendencia (Fig. 21), pero esta vez el análisis de varianza nos muestra que las diferencias sí son significativas ( $F = 3,050$ ,  $g.l. = 3$ ,  $p = 0,028$ ). Como vemos, al aumentar el número de conejos aumenta el número de indicios de predadores, pero en la clase 4, cuando los conejos son más abundantes, el número medio de indicios de carnívoros es menor que en las dos clases anteriores.

Hemos correlacionado los valores de DR correspondientes a las tres primeras clases con el número de excrementos de carnívoros. Posteriormente hemos hecho lo mismo para la última clase -la más alta- de densidad relativa de conejos. Entre las tres primeras clases de abundancia de conejos y el número de excrementos de carnívoros existe una correlación positiva y casi significativa ( $r = 0,1138$ ,  $n = 265$ ,  $p = 0,06$ ); es decir, cuando los conejos no son excesivamente abundantes, al aumentar el número de conejos aumenta el número de predadores.

Entre la última clase de abundancia de conejos y los carnívoros existe una correlación negativa pero no significativa ( $r = -0,1194$ ,  $n = 46$ ,  $p = 0,4232$ ); es decir, cuando los conejos son muy abundantes, al aumentar el número de conejos disminuye el número de predadores; o, mejor al revés: al disminuir el número de predadores aumenta el de conejos.

Los resultados sugieren de una forma bastante clara que las altas densidades de conejos se producen en puntos donde se realiza un intenso control de carnívoros. Por eso el escaso número de predadores coincide con un alto número de conejos. El hecho de que en la clase más alta de abundancia de conejos haya una correlación negativa entre el número de conejos y el de indicios de carnívoros es muy llamativo. Por lo demás es muy difícil que esta correlación sea significativa, ya que -con altas densidades de conejos- se oponen dos tendencias opuestas: la tendencia natural de los carnívoros a aumentar al hacerlo el número de conejos,- y la tendencia a disminuir causada por un control de predadores creciente.

En cuanto a las rapaces que aparecieron en nuestros transectos, hemos considerado sólo las que comen conejo, y las hemos dividido en dos grupos: rapaces pequeñas (milano real y negro, aguilucho cenizo y lagunero, ratonero, águila calzada y culebrera) y rapaces grandes (águila real, perdicera y buitre negro). Otras rapaces que comen conejo no han aparecido en nuestros transectos.

Existe una correlación positiva y significativa entre el número de rapaces vistas y la densidad relativa de conejos ( $r = 0,2903$ ,  $n = 311$ ,  $p < 0,0001$ ). En las zonas de máxima densidad de conejo se vieron rapaces con menor frecuencia (35,5% de las veces,  $n = 31$ ) que en el resto de las áreas (41,1% de las veces,  $n = 280$ ), aunque las diferencias no son significativas (Test de comparación de proporciones,  $Z = 0,601$ ,  $p = 0,274$ ); sin embargo, el número medio de rapaces vistas durante los transectos por las zonas de máxima densidad de conejos ( $X = 1,516 \pm 0,75$ ) fue significativamente mayor (ANOVA,  $F = 5,696$ ,  $g.l. = 1$ ,  $p = 0,01$ ) que en el resto de las áreas ( $X = 0,725 \pm 0,07$ ). Otro dato a tener en cuenta: en las zonas de máxima densidad de conejos se vieron rapaces grandes con mayor frecuencia (12,9%) que en el resto de las áreas (2,5%), siendo las diferencias significativas ( $Z = 2,975$ ,  $p = 0,001$ ).

Hemos intentado evaluar la intensidad de la presión cinegética, contando el número de cartuchos encontrados en el suelo durante los transectos de 4 kilómetros. Hemos hallado una correlación positiva y muy significativa entre la densidad relativa de conejos y el número de cartuchos encontrados en el transecto ( $r = 0,4994$ ,  $n = 238$ ,  $p < 0,0001$ ). Esto significa que cuanto más conejos hay, mayor es la presión cinegética, como era de esperar. La correlación existente entre conejos y cartuchos es más fuerte que la que había entre aquéllos y el número de excrementos de carnívoros.

Al comparar las clases de abundancia de conejos con el número de cartuchos en los transectos vemos que las diferencias son significativas (ANOVA,  $F = 14,59$ ,  $g.l. = 3$ ,  $p < 0,0001$ ), y observamos que este parámetro aumenta en mayor proporción en la clase de mayor densidad de conejos (Fig.22). Precisamente, en la Fig. 21 habíamos visto cómo el número medio de excrementos de carnívoros descendía en la clase 4, la de mayor abundancia de conejos. Cuando el número de conejos es muy elevado, la presión de caza aumenta al tiempo que disminuye el número de predadores (suponemos que a causa de las campañas de control).

De los datos obtenidos podemos concluir que el número de cazadores y de predadores aumenta con el número de conejos, pero no podemos extraer conclusiones sobre el impacto de la caza o los predadores sobre los conejos. Hay que decir que el número de excrementos de zorro no es suficiente para dar una idea del impacto de la predación. Hemos analizado los excrementos sobre el terreno ( $n = 198$ ) y hemos dividido las localidades en dos grupos: en las que aparecía pelo de conejo en los excrementos, y en las que no. En las primeras, el valor medio de DR es  $0,7168 \pm 0,1763$ ; en las segundas, la mitad:  $0,3412 \pm 0,1394$ . Las diferencias son significativas (ANOVA,  $F = 18,886$ ,  $d.f. = 1$ ,  $p = 0,0012$ ). El hecho de que aparentemente los predadores coman conejo sólo cuando las densidades son más bien altas tampoco nos permite sacar, de momento, conclusiones sobre su impacto sobre los conejos.

**Fig. 20.-** Número medio ( $\pm$  desviación 95%) de excrementos de carnívoros encontrados en los transectos de 4 kilómetros en función de las clases de abundancia de conejos. A: densidades de conejos muy bajas; B: densidades moderadas; C: densidades elevadas; D: densidades muy altas.

**Fig. 21.-** Densidades relativas medias ( $\pm$  desviación 95%) de conejos en función los excrementos de carnívoro encontrados en los transectos de 4 kilómetros.

**Fig. 22.-** Número medio ( $\pm$  desviación 95%) de cartuchos encontrados en los transectos de 4 kilómetros en función de las clases de abundancia de conejos. A: densidades de conejos muy bajas; B: densidades moderadas; C: densidades elevadas; D: densidades muy altas.

### 3.2.6. Factores que limitan la abundancia de conejos. Conclusiones

La distribución de las densidades relativas del conejo en España se explica en gran parte por las características del suelo y del clima. En la Fig. 17b observamos que en la España atlántica y en las regiones frías de montaña, los conejos son muy escasos. Lo mismo ocurre en la España caliza: con suelo duro y pedregoso es difícil que los conejos sean abundantes.

Caza y predación forman un bloque que también afecta al conejo. Dado que ambas causan mortandades aditivas, la influencia de una de ellas está siempre en función de la otra. A los conejos les favorecen las fincas privadas, si es posible, con acceso restringido. Esto es debido probablemente a que en ellas se puede ejercer un control más estricto sobre la caza y su gestión es más racional. Además, en estas fincas se suele realizar control de predadores. Pero además de estos tres grandes factores, fundamentales, existe una serie de pequeños factores que, considerados de forma individual probablemente no son limitantes, pero sí lo son cuando interaccionan entre sí.

De acuerdo con los resultados de los análisis y con las características de las áreas de máxima densidad, un medio ideal para un conejo en España sería parecido al descrito a continuación:

Estaría situado en una finca privada, donde está prohibido el paso, con un régimen de coto de caza. La finca es una dehesa, situada a una altitud variable, pero menor de 900 metros sobre el nivel del mar. El terreno es ondulado, con una cobertura arbórea del 20-25% (aunque este factor es poco importante); el 40% del suelo está cubierto por matorral, el 35% por pastizal y el 25% sería suelo desnudo. Las manchas de pastizal están intercaladas entre el matorral, y la finca está atravesada por un arroyo. Puede haber pequeños cultivos, pero la zona circundante es similar al de la dehesa. Puede haber ganado siempre que no haya un sobre pastoreo importante. El suelo es blando y permite cavar madrigueras con mayor o menor facilidad; en cualquier caso no es excesivamente duro ni pedregoso. El clima es mediterráneo; los veranos son calurosos y secos. La temperatura media del mes de agosto es 25° C, por tanto se encuentra en la mitad meridional de España. La precipitación no sobrepasa los 500 mm anuales. La finca está dedicada a la caza y en ella se lleva a cabo control de carnívoros.

## 3.3. LA ENFERMEDAD HEMORRAGICA DEL CONEJO

### 3.3. 1. Introducción y objetivos.

El estudio sobre la enfermedad hemorrágica se ha realizado desde una vertiente puramente ecológica, sin entrar en aspectos virológicos o veterinarios. No obstante reconocemos que estos aspectos son asimismo muy importantes, y deben ser estudiados de forma complementaria a los aspectos ecológicos.

El desconocimiento sobre la enfermedad hemorrágica y las formas de actuación es casi total. No sabemos cómo y dónde ha incidido; no sabemos si es densodependiente, es decir, si afecta proporcionalmente más a las poblaciones más densas; se duda si se ha convertido en una enfermedad endémica y, si es así, si continúa o no produciendo la fuerte mortalidad que en el primer momento; no sabemos si se han recuperado las poblaciones después de la primera oleada, y, en caso afirmativo, si se han recuperado de la misma forma en todas partes o, por el contrario, hay lugares donde se ha recuperado y otros donde no; en caso de que se haya recuperado, desconocemos qué factores influyen en esta recuperación. Por último, no sospechamos qué evolución van a tomar en el futuro las poblaciones de conejo sometidas a la enfermedad.

Por desgracia no hemos podido tener acceso a los datos de caza que, presumiblemente, se han obtenido en cotos sociales u otras fincas gestionadas por las administraciones. Comparando datos de esta clase provenientes de distintas partes de España que representaran diferentes condiciones ecológicas, y en distintos momentos en los últimos cinco años, podríamos obtener una información valiosísima.

Por tanto, para conocer la evolución de las poblaciones de conejo a escala nacional en estos últimos años, sólo

podemos utilizar el método de las encuestas (en este caso, entrevistas personales, que permiten seleccionar, guiar y evaluar sobre el terreno la fiabilidad del informador). Este método tiene serias limitaciones, pero es el menos malo que se puede utilizar. Todas las entrevistas se han realizado en lugares muy próximos a donde se realizaron los transectos de campo. Por tanto, las características ecológicas y las densidades relativas de conejos en la actualidad las conocemos a través de los datos recogidos directamente en el campo. Los objetivos de este apartado son los siguientes:

- Valorar la información de las entrevistas en relación a los datos de campo.
- Estudiar qué factores ecológicos han podido influir en la incidencia de VHD.
- Estudiar la evolución de los conejos tras la primera oleada de la enfermedad.
- Analizar los factores ecológicos que influyen en la recuperación;

### 3.3.2. La situación actual. Valoración de las entrevistas.

Hemos preguntado por la situación actual de los conejos en las zonas donde se han realizado los transectos de campo para determinar las abundancias relativas. El objeto de esta pregunta es comparar las respuestas con los datos obtenidos por nosotros y valorar de alguna manera la fiabilidad general de las contestaciones de esta encuesta. La pregunta es: "En la actualidad, ¿hay conejo en la zona?". Las respuestas (n= 309) han sido: a) no (1,29%), b) muy pocos (61,49%), c) moderado (29,77%), d) muchos (6,80%).

Las respuestas han coincidido bastante bien con los valores de DR obtenidos por nosotros en el campo (Fig.24), y las diferencias en las cuatro clases son muy significativas, (ANOVA,  $F= 22,754$ , g.l.= 3,  $p < 0,0001$ ), lo cual indica que la dispersión en las respuestas con respecto a los valores medios es escasa. Los valores medios de DR que corresponden a las cuatro clases de respuesta son los siguientes: a= 0,0514; b= 0,2708; c= 0,8252; d= 1,8207. En la clase c, la densidad de conejos es ya superior a la media en España (0,5400) y en la clase d, más de tres veces esta cifra (Fig. 24).

También hemos realizado la misma pregunta sobre la abundancia de conejos referida a hace 5 años, antes de la llegada de la enfermedad vírica. Las respuestas posibles son las mismas que en el caso anterior, y se reparten de la siguiente forma (n= 305): a) no había conejo, 1,31%; b) muy pocos, 15,73%; c) moderados, 40,98%; d) muchos, 41,97%.

De acuerdo con estos resultados, existe una clara sensación de que el número de conejos ha disminuido (Fig. 25), como era de esperar. Hemos comparado los valores de DR con las respuestas referentes a hace cinco años, y observamos que donde más conejos había hace cinco años -de acuerdo con las entrevistas- es donde más conejos hay en la actualidad, según los transectos de campo. A la respuesta a) ("no había conejo") le corresponde un valor de DR en la actualidad de 0,0334 ( $\pm 0,9323$ ); a la respuesta b), 0,1310 ( $\pm 0,2629$ ); a la c), 0,2983 ( $\pm 0,1668$ ); a la d), 0,9498 ( $\pm 0,1648$ ). Las diferencias entre las cuatro clases consideradas son muy significativas (ANOVA,  $F= 14,062$ , g.l.= 3,  $p= 0,0000$ ).

**Fig. 24.-** Densidades relativas medias ( desviación 95%) de conejos en función de las respuestas a la pregunta sobre la abundancia actual de conejos en la entrevista. La línea punteada marca el valor medio de DR (0,54).

**Fig. 25.-** Evolución del conejo entre 1988 y 1983 de acuerdo con datos de entrevistas.

**Fig. 26.-** Mapa de la situación del conejo en 1988 basado en datos de entrevistas.

En la Fig. 26 vemos el mapa de las abundancias relativas de conejo hace cinco años, de acuerdo con las entrevistas. A pesar de que la distinta metodología impide manejar los datos de la misma manera, se puede apreciar la gran similitud entre este mapa y el que surge de los valores de DR recogidos en los transectos de campo (Fig.4).

A modo de especulación, podemos hacer algunos cálculos para aventurar en qué medida han descendido los conejos desde la llegada de la enfermedad hemorrágica hasta la primavera de 1993, cuando se realizó el trabajo de campo de este estudio. Hemos preguntado sobre la situación actual del conejo y acabamos de ver que a las respuestas a) "no [hay conejos]", b) "muy poco", c) "moderado" y d) "muchos", les corresponden unos valores medios de DR de

0,0514, 0,2708, 0,8252 y 1,8207, respectivamente. Como hemos visto más arriba, en el 1,31% de las localidades contestaron que hace 5 años no había conejos (respuesta a); en el 15,73% la respuesta b), en el 40,98% la c y en el 41,97% la d). Multiplicamos estos porcentajes por sus valores correspondientes de DR, los sumamos y lo dividimos todo entre el número total de respuestas. De esta forma obtenemos un valor de DR que corresponde a la percepción que tenían los entrevistados de la situación del conejo hace cinco años, antes de la llegada de la enfermedad hemorrágica. De acuerdo con esto, el valor medio hace cinco años era 1,1455. Por tanto, la densidad relativa actual (0,5400) sería el 47,2% de la existente hace cinco años.

¿Significa esto que en el número actual de conejos en España es aproximadamente el 47,2% de los existentes antes de la llegada de la enfermedad hemorrágica? Para poder responder afirmativamente deberían cumplirse al menos dos premisas. En primer lugar, que los entrevistados no hayan exagerado sobre la situación de hace cinco años. En segundo lugar, debemos estar seguros de que la variable DR aumenta con el número de conejos de acuerdo con una función lineal; aunque anteriormente hemos comentado que no hay razones evidentes para pensar lo contrario, es cierto que no lo podemos asegurar. En consecuencia, es más razonable, por el momento, aceptar el carácter especulativo de esta cifra.

### 3.3.3. Factores ecológicos que influyen en la incidencia de la VDH.

A) ¿Es la VHD densodependiente? llevamos a confusión.

A la pregunta "¿Se ha detectado la llegada de la VHD causando mortandades masivas?" respondió afirmativamente el 79,4% de los entrevistados (n= 311). El valor medio de DR no es significativamente distinto (ANOVA, F= 1,143, g.l.= 1, p= 0,285) en las localidades donde se respondió afirmativamente (X= 0,571) que donde las respuestas fueron negativas (X= 0,421); es decir, no se ha detectado una relación entre las grandes mortandades y las altas densidades de conejos.

Para ver cómo han disminuido los conejos con la neumonía, hemos restado los valores de las entrevistas referentes a hace cinco años de los actuales. Sólo en 9 casos (2,9%) se afirma que el número de conejos ha aumentado. Por lo demás, no se observa que las mayores disminuciones se hayan producido en los lugares donde ahora hay más conejos (Fig. 27) (que, como hemos visto, son los mismos que donde hace cinco años había más conejos). En cualquier caso, las diferencias entre los valores medios de DR en las distintas clases de disminución no son significativas (ANOVA, F= 0,625, g.l.= 4, p= 0,6450).

Para saber si la disminución depende de la abundancia previa de conejos, no podemos utilizar los datos de la entrevista sobre la situación hace cinco años, ya que la variable "disminución" procede directamente de dichos datos. Hemos creído que el tamaño medio de madriguera es un indicio de campo lo suficientemente perdurable como para darnos una idea bastante aproximada de la situación del conejo antes de la llegada de la enfermedad. Al comparar la variable "disminución" con el número de bocas de madrigueras mediante un análisis log. lineal vemos que no hay ninguna asociación significativa ( $G^2 = 1,31$ , g.l.= 4, p= 0,859) entre ambas variables, lo que de nuevo sugiere que la incidencia de la enfermedad no depende de las densidades previas.

En la Fig. 28 vemos el mapa de la disminución de conejos en España a causa de la enfermedad vírica; resalta la ausencia de tendencias evidentes. Desde luego, no parece que se haya producido una disminución mayor en las zonas de mayor densidad de conejos. Los resultados anteriores sugieren que la enfermedad ha producido descensos de conejos en toda España de una forma aparentemente homogénea. No hemos encontrado ninguna evidencia de que la magnitud del descenso esté relacionada con la densidad previa de conejos, es decir que de la incidencia de la enfermedad sea densodependiente. En este sentido, nuestros resultados concuerdan con los obtenidos en Doñana por Villafuerte et al. (1994), donde tampoco se aprecia la existencia de dicha relación.

B) **Influencia de otros factores ecológicos.**

Hemos asumido que la incidencia de la VHD es proporcional a la disminución de los conejos. Por tanto, para estudiar los factores ecológicos que influyen en la incidencia de la enfermedad hemos comparado mediante análisis log. lineal los grados de disminución con 27 variables que reflejan la abundancia de conejos (actual y previa a la enfermedad), características del medio, de la vegetación, del suelo, presencia de predadores, presión cinegética, clima y mixomatosis.

La única asociación significativa ha sido con las precipitaciones (P= 0,03). Cuando las precipitaciones son muy altas, no se ha apreciado la incidencia de la enfermedad hemorrágica. Esto es debido a que en los lugares con altas



precipitaciones apenas hay conejo, por lo que resulta imposible notar su disminución.

Por lo demás no hemos encontrado ninguna influencia ecológica en la incidencia de la enfermedad, lo que nos reafirma en nuestra hipótesis de que la expansión ha sido más o menos homogénea y ha dependido de factores azarosos, como probablemente, del transporte casual de conejos infectados de un lugar a otro.

**Fig. 27.-** Densidades relativas medias(± desviación 95%) de conejos en función de las respuestas sobre la evolución de las poblaciones tras la llegada de la VHD. El número de contestaciones se muestra entre paréntesis.

**Fig. 28.-** Mapa de la disminución del conejo tras la VHD en base a datos de entrevistas.

### 3.3.4. Evolución reciente de las poblaciones.

Por lo demás, en el caso de las enfermedades de la fauna, el principal problema a efectos prácticos no es tanto conocer cómo se producen las mortandades iniciales, sino de qué factores depende la posterior recuperación de las poblaciones.

Después de la primera oleada, que causó mortandades masivas, el 12,1% de los que respondieron en la entrevista (n= 247) no han vuelto a detectar mortandades masivas ni otras menores; el 62,8% no detectaron mortandades masivas pero sí otras menores; el 25,1% volvieron a detectar mortandades masivas. Estos datos y otras evidencias recogidas en Doñana parecen indicar que la enfermedad hemorrágica se ha asentado en España, pero ya no causa las mortandades iniciales. Los conejos podrían estar desarrollando cierta inmunidad ante la enfermedad a una velocidad superior a lo que ocurrió con la mixomatosis.

El 81,3% de los entrevistados que ha detectado nuevas mortalidades (n= 112) piensa que la enfermedad incide una vez al año. En la mayoría de los casos se respondió que la enfermedad se manifiesta en primavera (52,5%) o en invierno (33,8%). Hay una sensación generalizada entre quienes se encuentran investigando la VHD de que las mortandades se producen en invierno-primavera, cuando hay unos días de frío.

Una de las preguntas fundamentales de la entrevista era si se habían recuperado los conejos tras la mortandad inicial. Hasta tal punto se había considerado importante que se había dado a los colaboradores de campo la consigna de buscar un nuevo informador en caso de que el primero no supiera contestarla. Las respuestas posibles son cuatro: a) no se ha recuperado (el 41,3% de los entrevistados); b) se ha recuperado muy poco (29,5%), c) se ha recuperado pero hay claramente menos que antes (21,7%) y d) se ha recuperado (casi) hasta el nivel anterior (7,5%).

Los lugares donde se responde que la recuperación ha sido mayor presentan los valores medios más altos de DR en la actualidad (Fig. 29), siendo las diferencias altamente significativas (ANOVA, F= 14,592, g.l.= 3, p= 0,0001).

¿Se han recuperado más los conejos en los lugares donde la densidad previa a la enfermedad era más alta?. Hemos comparado los datos de la recuperación actual con los de abundancia de conejos hace cinco años y hemos comprobado que, en efecto, los conejos se han recuperado de forma apreciable [clases c) y d)] en el 3,4% de los lugares donde los entrevistados respondieron que hace cinco años no había conejos o había muy pocos, y en el 28,5% de los sitios donde se contestó que había un número moderado o muchos conejos antes de la llegada de la enfermedad Tabla 10. Las diferencias son altamente significativas ( $\chi^2=14,93$ , g.l.= 1, p= 0,0001).

**Tabla 10.- Valores medios de densidad relativa (x DR) de conejos en función de su aparente recuperación tras la VHD.**

¿RECUPERACION?	% RESPUESTAS	X DR	+ DESVIACION (95%)
No se ha recuperado	41,34	0,2679	0,1921
Muy poco	29,53	0,5938	0,2273
Moderadamente	21,65	0,8348	0,2654
Mucho	7,48	1,8377	0,4516

**Fig. 29.-** Densidades relativas medias (± desviación 95%) de conejos en función de las respuestas sobre la recuperación de las poblaciones tras la llegada de la VHD.

**Fig. 30.-** Mapa de la recuperación del conejo tras la VHD en base a datos de entrevistas.

Por otra parte, el mapa de la Fig. 30 refleja la geografía de la recuperación. Como vemos, tiene un gran parecido con el mapa de DR, que representa las densidades actuales, a pesar de que el primero se ha construido a partir de contestaciones de entrevistas y el segundo, con datos de campo. De alguna forma, esta coincidencia apoya la fiabilidad de estas entrevistas. Observamos también su enorme parecido con la Fig. 26, que representa la situación del conejo antes de la enfermedad. Es obvio, que en las zonas donde más conejos había antes de la enfermedad es donde más se ha recuperado.

### 3.3.5. Factores ecológicos que influyen en la recuperación.

Hemos comparado mediante análisis log. linear el grado de recuperación de los conejos tras las mortandades masivas de las primeras oleadas de la VHD con las variables ecológicas habituales. Los grados de recuperación que hemos considerado coinciden con las cuatro respuestas posibles a la pregunta sobre si hubo recuperación tras las primeras mortandades masivas:

- 1) No, se ha quedado en densidades bajísimas.
- 2) Se ha recuperado muy poco.
- 3) Se ha recuperado, pero hay claramente menos que antes.
- 4) Se ha recuperado (casi) hasta el nivel anterior. La asociación entre la variable "recuperación" y las clases de abundancia actual de conejos es muy significativa ( $G^2= 58,68$ , g.l.= 9,  $p < 0,0001$ ). Evidentemente, la abundancia actual no influye en la recuperación, sino que es la consecuencia de la recuperación, y el estudio de su asociación sólo vale para verificar que los valores de esta recuperación del conejo. En los lugares donde es difícil cavar madrigueras o gazaperas, la predación y las condiciones atmosféricas desfavorables afectan al conejo en mayor medida que donde es fácil construir madrigueras permanentes (Parer y Libke, 1985; Parer *et al.*, 1987; Wallage-Drees, 1989; Gibb, 1993, Vilafaerte *et al.*, 1993).

**Fig. 31.-** Recuperación del conejo en relación a las clases de abundancia actual. 1: densidades de conejos muy bajas; 2: densidades moderadas; 3: densidades elevadas; 4: densidades muy altas. Véase el texto para interpretación.

**Fig. 32.-** Recuperación del conejo en relación a las abundancias previas a la NHV. Véase el texto para interpretación.

**Fig.33.-** Recuperación del conejo en relación al tamaño medio de madriguera. Vease el texto para su interpretación.

**Fig. 34.-** Recuperación del conejo tras la VHD en relación a las características del suelo. Véase el texto para interpretación.

Con respecto al clima, la variable que se asocia significativamente con la recuperación es la suma de las temperaturas anuales ( $G^2 = 16,48$ , g.l.= 6,  $p= 0,01$ ). En la Fig. 35 observamos que con temperaturas bajas se aprecia una tendencia muy significativa a la no recuperación; con temperaturas medias no hay tendencias significativas, y con temperaturas altas la no recuperación se rechaza de forma muy significativa y se selecciona de forma significativa la recuperación elevada. Por tanto, cuanto más calor mayor recuperación, y cuanto más frío menor recuperación, pero parece más intenso el papel limitante del frío que el favorecedor del calor.

Por último hay algunas variables que pueden indicar diferencias en cuanto a la gestión de las fincas. Por ejemplo, encontramos una asociación significativa de la recuperación con la propiedad del terreno ( $G^2= 14,53$ , g.l.= 3,  $p= 0,002$ ), que se muestra en la Fig. 36. En los terrenos públicos hay una tendencia significativa a la no recuperación; en las propiedades privadas se aprecia una tendencia menos significativa a que las poblaciones se recuperen algo. Existe también una asociación de la recuperación con la presión cinegética, medida por el número de cartuchos encontrados en los transectos ( $G^2= 22,63$ , g.l.= 6,  $p= 0,0009$ ). Hay coincidencia entre los lugares de baja recuperación y baja presión cinegética, y viceversa. También se asocia estadísticamente la recuperación del conejo con la presencia de perdices ( $G^2= 30,74$ , g.l.= 3,  $p < 0,0001$ ): donde no hay perdices no ha habido recuperación de conejos, sólo a través de las densidades previas (Fig. 38). Donde las densidades previas a la enfermedad eran bajas,

la recuperación del conejo es muy escasa (3,4%, como hemos visto en 3.3.4); la no recuperación del conejo está significativamente asociada a la baja densidad de carnívoros, y viceversa (en este caso, las densidades de carnívoros son la consecuencia de las de conejos). Pero donde las densidades previas de conejo eran altas la recuperación estaba significativamente asociada a bajas densidades de carnívoros.

**Fig. 35.-** Recuperación del conejo tras la VHD en relación a las temperaturas. Véase el texto para interpretación.

**Fig. 36.-** Recuperación del conejo tras la VHD en relación a la propiedad del terreno. Véase el texto para interpretación.

**Fig. 37.-** Asociaciones entre la presión cinegética y la densidad relativa de predadores en las fincas privadas y en los terrenos públicos. Véase el texto para interpretación.

**Fig. 38.-** Recuperación del conejo tras la VHD en relación con la densidad relativa de predadores en las zonas con altas densidades de conejo antes de la enfermedad. Véase el texto para interpretación.

### 3.3.6. Consideraciones sobre los factores que limitan la recuperación de las poblaciones de conejo.

Todo parece indicar que la VHD se ha asentado en España igual que lo hizo la mixomatosis en su día. Las mortandades catastróficas causadas por la primera oleada han decrecido y se ha comprobado que en ciertos sitios los conejos tienen ya un grado de inmunidad, que presumiblemente irá aumentando con el tiempo hasta que la VHD se convierta en una enfermedad más del conejo, que -como la mixomatosis (Lloyd, 1970)- limite la población pero en un grado muy inferior al actual.

En este estudio hemos comprobado que en la recuperación del conejo, además de la dinámica propia de la enfermedad (que desconocemos), influyen de forma clarísima factores ecológicos.

Hemos visto que los principales factores que limitan la distribución del conejo son también los que parecen limitar su recuperación, como es lógico. Probablemente, los factores que más limitan la recuperación actual son tres: clima, suelos y predación-caza.

Hemos observado que cuando las condiciones de uno de estos factores son óptimas suele haber una tendencia más o menos significativa a la recuperación, pero cuando éstas son desfavorables, hay una tendencia muy significativa a la no recuperación. Probablemente esto es así porque basta la presencia de un solo factor limitante para impedir que una población se recupere, pero son necesarios varios factores favorables para permitir que lo haga.

El clima es un factor difícil de modificar, y lo mismo ocurre con el suelo (aunque la influencia negativa de un suelo desfavorable se puede mitigar construyendo madrigueras artificiales). A la hora de buscar soluciones prácticas, habría que centrarse en los únicos factores que pueden -al menos en teoría- ser modificados: la caza y la predación.

Estos dos temas están rodeadas de tantas connotaciones ajenas a los aspectos técnicos que da miedo entrar en ellos. No obstante, procuraremos hacerlo sin entrar en temas colaterales.

Consideramos conjuntamente la caza y la predación porque ambos factores tienen un efecto aditivo, ya que la caza no es sino una forma de predación llevada a cabo por humanos. La diferencia es que la caza se puede ejercer racionalmente (es decir, de una forma reguladora), mientras que resulta muy difícil controlar el papel antirregulador que en ocasiones tiene la predación (Ballard y Larsen, 1987).

La influencia de los predadores sobre las presas es variable. Gunson (1985), en una revisión de las investigaciones realizadas acerca de la influencia del lobo sobre los ungulados en distintas partes de Norteamérica, concluyó que variaba desde "un efecto escaso o nulo, hasta la virtual extirpación". Quizá se pueda decir lo mismo del papel limitante de la predación sobre el conejo en España.

En el caso del conejo puede ocurrir lo mismo. La pregunta de si la predación y la caza están limitando la recuperación del conejo en España no tiene una respuesta simple. Considerando la parcelación de la mayoría de los ecosistemas en nuestro país, en algunas zonas su influencia sobre el conejo será nula y en otras -probablemente muy cercanas a las anteriores- será decisiva.

Los predadores, por sí solos, no suelen causar el declive de sus presas. En la mayoría de los estudios, la causa de la

disminución en las poblaciones de presas hay que buscarla en una combinación de factores, entre los que destacan la degradación del hábitat, las condiciones meteorológicas desfavorables, las enfermedades, la excesiva presión cinegética y la propia predación (revisiones en Gauthier y Theberge, 1987; Newsome, 1990).

En general, cuando las poblaciones de presas están en un nivel poblacional alto -cercano a la capacidad de carga-, la predación apenas tiene un efecto limitante. Cuanto menor es la densidad de presas mayor suele resultar el papel limitante de la predación. Cuando la densidad de las presas disminuye, es más probable que la predación por sí sola pueda agravar el declive de sus poblaciones. Cuando el número de presas alcanza densidades muy bajas, los predadores pueden retrasar su recuperación bastante tiempo: en el caso de un sistema lobo-ungulados, durante décadas (Gauthier y Theberge, 1987, Gasaway et al., 1992) y en un sistema conejo-medanos carnívoros, unos pocos años (Newsome et al., 1989; Newsome, 1990; Trout y Tittensor, 1989; Pech et al., 1992). En estas circunstancias, el sistema predador-presa entra en un equilibrio estable de bajadensidad, que puede permanecer hasta que la presa experimente un aumento muy notable como consecuencia de unas condiciones óptimas o hasta que los predadores disminuyan por algún motivo. Este es un concepto teórico -demostrado recientemente de forma experimental en el caso del conejo por Pech et al. (1992)-, denominado en inglés "predator pit" (Gauthier y Theberge, 1987; Newsome, 1990), que se ha traducido al castellano como "la trampa del predador" o "el pozo de la predación" (Blanco, 1993). En esta situación, reduciendo temporalmente el número de predadores podemos permitir a la población de presas "escapar" del pozo de la predación y crecer hasta que encuentren otro factor limitante. Una vez que la población de presas haya aumentado hasta vencer la resistencia inicial de la predación, es posible que se mantenga en un nivel elevado sin necesidad de controlar a los predadores. Es más, si el predador tiene una buena capacidad de recuperación, también terminará aumentando como respuesta a la mayor disponibilidad de presas.

¿Cuándo ha caído una población en el pozo de la predación? ¿Por debajo de qué densidad de presas se convierte la predación en el único o el principal factor limitante? Es muy difícil responder a esta pregunta con seguridad. En primer lugar, es preciso que las presas se encuentren en baja densidad y no muestren una tendencia creciente. Además, debemos tener en cuenta los otros factores limitantes, y, si existen, valorar su importancia en relación a la predación. Estos pueden ser: 1) una presión excesiva de caza; 2) una alteración del hábitat; 3) escasez de agua o alimento (se encuentran individuos muertos de hambre o en mala condición física, se aprecia un sobrepastoreo evidente, la tasa de reproducción es baja); 4) condiciones meteorológicas desfavorables (sequías, nevadas); 5) las enfermedades siguen causando importantes mortandades.

Desgraciadamente, la única forma de comprobar si una población está seriamente limitada por la predación es "a posteriori": si al reducir los predadores vemos que la población de presas aumenta de forma muy notable, es porque se encontraba en un "pozo de predación". El hecho de que en las fincas privadas se haya producido una recuperación mayor de los conejos, y que ésta coincida con índices de presencia de carnívoros menores de las esperables, sugiere que -tras la VHD- los predadores podrían estar limitando o retrasando la recuperación de los conejos.

El control de la caza y de los predadores será rentable en ausencia de otros factores limitantes para los conejos. Si en un lugar no hay conejos porque los predadores y el clima son factores limitantes, al eliminar a los predadores nunca lograremos tener una población abundante de conejos. En general, si una población de conejos era próspera antes de la llegada de la VHD, se puede suponer que no tenía importantes factores limitantes. Si dicha población no ha manifestado ningún síntoma de recuperación tras las mortandades masivas de la primera oleada de la enfermedad, es posible que la predación y/o la caza sean los responsables de que se mantenga en muy pequeñas densidades o disminuyendo.

La presencia de fuentes alternativas de alimento (presas secundarias, basureros, etc.) puede permitir a los predadores mantener sus densidades; en estos lugares, el papel limitante de los predadores sobre los conejos será probablemente más elevado que donde faltan dichas fuentes suplementarias de alimento. Los trabajos de Erlinge et al. (1983, 1984) y Seip (1992), entre otros muchos, demuestran cómo las presas de sustitución pueden permitir a los predadores mantener sus densidades a nivel constante, limitando de esta forma el crecimiento de su presa principal. En lugares como Doñana, donde los predadores pueden encontrar gran cantidad de presas secundarias, no se ha evidenciado una disminución significativa de los carnívoros tras el descenso de los conejos (Delibes et al., 1992). En esta situación -y ante la aparente ausencia de otros factores limitantes-, no es descabellado sospechar que, los predadores podrían ser los principales causantes de que los conejos se mantengan en densidades muy bajas.

### 3.4. LA MIXOMATOSIS.

La mixomatosis es una enfermedad que ya se puede considerar endémica del conejo en España. La gran mayoría

(87,2%; n= 304) de los entrevistados respondieron que se solía detectar mixomatosis en la zona. En cuanto a la estación del año, el 76,8% (n= 310) afirma que se produce en verano y el 12,6%, en primavera. Los meses en los que más se detecta la mixomatosis son, por este orden, agosto, setiembre, julio, octubre y junio.

Al contrario que la VHD, la mixomatosis se manifiesta más intensamente con el calor, y afecta sobre todo a los individuos jóvenes. Como la mayoría de las enfermedades que se transmiten por parásitos, probablemente es densodependiente. En los lugares donde la mixomatosis se detecta de forma habitual, el valor medio de DR es 0,6032 ( $\pm$  1206), y donde se contestó negativamente, este valor es 0,1463 ( $\pm$  3143); las diferencias son muy significativas (ANOVA,  $F= 7,135$ , d.f.= 1,  $p= 0,008$ ). Del mismo modo, utilizando análisis log. lineal hemos encontrado una asociación significativa ( $G^2= 19,58$ , g.l.= 3,  $p= 0,0002$ ) entre la incidencia de mixomatosis y clases de abundancia de conejos se muestra en la Fig. 39. Cuando los conejos son muy escasos es muy significativa la ausencia de mixomatosis. No obstante, cuando los conejos son muy abundantes no es significativa la presencia de mixomatosis. En resumen, donde hay más conejos se detecta más la mixomatosis. Aunque donde los conejos son más abundantes es más fácil detectarlos con los síntomas inequívocos de la enfermedad, suponemos que estos datos reflejan también la incidencia real de la mixomatosis.

Hemos buscado asociaciones de la mixomatosis con otras variables con el mismo método, el análisis log. lineal. Los resultados son significativos sólo cuando consideramos temperaturas y precipitaciones. Por el contrario, no hemos encontrado ninguna asociación con las variables relacionadas con la VHD, como la disminución o la recuperación de los conejos.

La asociación entre la mixomatosis y las temperaturas (suma de las medias mensuales) ( $G^2= 11,81$ , g.l.= 2,  $p< 0,0001$ ) es muy clara (Fig. 40). A bajas temperaturas no se detecta mixomatosis, y viceversa. Hemos pensado que las temperaturas podrían reflejar densidades de conejos (al aumentar la temperatura se incrementa el valor de DR) y que son éstas las que indirectamente influyen en el análisis. Pero hemos realizado una asociación triple mixomatosis/temperaturas/clases de abundancia y no hemos encontrado resultados significativos, lo que parece indicar que son las temperaturas, por sí mismas, las responsables de una mayor incidencia de la enfermedad.

Hay también una asociación significativa con la suma de las precipitaciones anuales ( $G^2= 29,51$ , g.l.= 2,  $p< 0,0001$ ) (Fig. 41). En zonas donde la precipitación es baja o media, se detecta la incidencia de la mixomatosis de forma significativa, mientras que en zonas con altas precipitaciones ocurre lo contrario, también con una significación alta. En zonas con altas precipitaciones apenas hay conejos, por lo que sería difícil detectar la mixomatosis incluso aunque ésta se produjera. Pero en las zonas con precipitaciones medias la respuesta "sí mixomatosis" se selecciona de una forma más significativa que con bajas temperaturas, a pesar de que en el segundo caso las abundancias de conejos son probablemente mayores. Es muy posible que las precipitaciones moderadas contribuyan al mantenimiento de las charcas donde viven los mosquitos transmisores de la mixomatosis.

Existe una asociación triple mixomatosis/temperaturas/ precipitaciones que también es significativa ( $p= 0,045$ ). Con temperaturas bajas y altas precipitaciones apenas se aprecia la incidencia de la mixomatosis porque prácticamente no hay conejos. Las condiciones ideales para la enfermedad se producen con temperaturas altas y precipitaciones medias (entre 450 y 800 mm anuales).

En resumen, las densidades de conejos y los factores climatológicos son los factores que explican la incidencia de la mixomatosis. No hemos encontrado relación entre mixomatosis y las variables que se relacionan con la VHD, pero el 55,2% de los entrevistados (n= 288) respondió que en los últimos años había detectado menor incidencia de la mixomatosis, el 38,2% la misma y el 6,6% había apreciado un aumento. Probablemente la disminución del conejo ha provocado que la incidencia de la mixomatosis sea menor o ha hecho más difícil su detección.

**Fig. 39.-** Incidencia de la mixomatosis en relación con la abundancia relativa de conejos. Clase 1: densidades de conejos muy bajas; clase 2: densidades moderadas; clase 3: densidades elevadas; clase 4: densidades muy altas. Véase el texto para interpretación.

**Fig. 40.-** Incidencia de la mixomatosis en relación con las temperaturas.

**Fig. 41.-** Incidencia de la mixomatosis en relación con las precipitaciones.