



2. MATERIAL Y MÉTODOS

Para el estudio de las posibles respuestas de los carnívoros ante un cambio de los niveles de conejos se plantearon cuatro tipos de métodos: dos para estudiar las respuestas numéricas y otros dos para los cambios funcionales. A la vez, la integración de los resultados obtenidos por las diferentes metodologías, permitirá una interpretación global de la situación.

Para conocer las respuestas numéricas se han empleado censos de huellas en la arena en un recorrido prefijado de casi 30 kilómetros de largo en diferentes hábitats del Parque, y el registro de los avistamientos de las diferentes especies por personal que trabaja en el interior del Parque.

Además, la realización de estos censos de huellas ha tenido como segundo objetivo la elaboración de un diseño optimizado (maximizando la relación resultados/esfuerzo) de un censo modelo que sirva en un futuro, al realizarse de manera sistemática todos los años, monitorear las tendencias a medio y largo plazo de las poblaciones de carnívoros.

Las respuestas funcionales han sido investigadas en la dieta de seis de las especies de carnívoros (aquéllas en cuya alimentación entra a formar parte el conejo) por medio del análisis de excrementos; también en los cambios en la ecología espacial, organización social y reproducción del lince ibérico por tratarse como ya se dijo de la especie más especializada en capturar y alimentarse de conejos y la que más interesa desde el punto de vista de la conservación. A continuación se explicarán con más detalle cada una de las distintas metodologías.

2a. Censos de huellas

Este método se basa en la correspondencia entre el número de animales de una determinada especie que habita el área de estudio y el número de huellas que producen en un recorrido constante que atraviesa una porción representativa de ese área. De esa manera, un cambio en el número de animales producirá un cambio proporcional del número de huellas halladas en el transecto.

El transecto empleado en este estudio consiste en una franja de 1.5 metros de anchura a lo largo de los cortafuegos de un recorrido constante de 28.8 kilómetros del Parque en las fincas de la Reserva Biológica, la Algaida, el Lobo, la Mogeja y el Puntal, según aparece en la Figura 1. Este recorrido corresponde a 10.8 kilómetros en el área de influencia de la "vera" (ecotono entre marisma y matorral), 7.2 en hábitat de matorral 9.2 en pinar de repoblación y 1.6 en dunas. Ante la inexistencia de suficiente longitud de cortafuegos en el propio área de la "vera", se siguió el criterio arbitrario (basado en los patrones de uso del espacio de carnívoros radio-seguídos en el área) de considerar área de influencia de la "vera" aquélla que dista menos de 1 kilómetro de la línea de inundación media de la marisma en invierno. Por consiguiente, siempre que hablemos de matorral, nos referiremos a aquél alejado más de 1 kilómetro de la línea de inundación de la marisma.

FIGURA 1: Situación del recorrido del censo de huellas de carnívoros. Con puntos negros se indica la situación de las marcas cada 400 metros.

El censo se efectúa contando todas las huellas de las diferentes especies de carnívoros (y conejos) que se producen cada día hasta un total de tres días consecutivos, de manera que la unidad de censo es el resultado de los tres días. Para contar cada día los rastros producidos únicamente en 24 horas, el día anterior se ha debido borrar el transecto mediante un objeto pesado de la anchura del mismo (se utilizó una viga de hierro unida mediante una cadena a la parte trasera del vehículo). Así, el día anterior al primero de censo se borra todo el

recorrido y los dos primeros días de conteo se borra por detrás del vehículo a la vez que se va censando para poder contar el día siguiente los rastros aparecidos en 24 horas. Para poder reconocer las huellas, la persona que censa se sienta en el capó del vehículo mientras éste se desplaza a una velocidad entre 5 y 10 kilómetros por hora y va registrando las huellas en una grabadora. La variable que se manejará de estos censos para cada especie es el número de rastros medio por kilómetro y día (promediando los tres días). La razón de utilizar esta parámetro es disminuir la variabilidad obtenida si se considera un único día que por sí misma proporciona estimas poco fiables

del tamaño de la población.

Los muestreos se programaron para conocer las variaciones inter- e intraanual en las densidades de las distintas especies. Por ello se realizaron dos muestreos anuales, uno en otoño-invierno y otro a principios de verano, pretendiendo con ello detectar variaciones de las poblaciones debidas al reclutamiento anual de los jóvenes. Sin embargo, como se verá más adelante, el segundo muestreo estuvo muy condicionado por la sequía de los últimos años, ya que en verano la arena seca dificulta el reconocimiento de los rastros de carnívoros, especialmente para los de menor talla, por lo cual se obtienen subestimaciones del tamaño de población.

Para poder realizar comparaciones estadísticas entre censos de distintos años y análisis de correlación entre las distintas especies, se calculó para cada especie el tamaño de tramo de transecto que produce una variable de distribución normal (en número de rastros por kilómetro, por ejemplo). Para ello el recorrido del censo está dividido en tramos de 400 metros de longitud mediante estacas numeradas (Figura 1) y durante todo el censo se registra el paso por cada una de las estacas, de manera que se conoce el número de rastros vistos en cada tramo de 400 metros. Para calcular la longitud de transecto que produce ajuste a una distribución normal, trabajando siempre con las medias de los tres días para cada tramo, se procedió a la agrupación de tramos sucesivamente de dos en dos, de tres en tres, etc., produciendo tramos de 800, 1200, etc. metros de longitud y comprobando para cada nivel de agrupación y para cada especie el ajuste o desviación respecto a una distribución normal. Una vez calculado el tamaño mínimo de tramo requerido para cada especie, se identificaron en el transecto de huellas tramos de esa longitud separados una distancia mínima para considerarlos independientes unos con respecto a otros. Los resultados de estas agrupaciones se exponen en el apartado resultados.

Para comparar distintos pares de censos entre sí se emplearon los resultados de los tramos independientes obtenidos según la metodología ya descrita, considerando como variable el número de rastros por kilómetro y día en cada tramo y haciendo comparaciones paramétricas mediante el test de la "t de Student" (Zar, 1984) para datos apareados (tramos homólogos de los dos censos). Para comprobar relaciones entre especies se emplearon los mismos tramos y la misma variable en correlaciones lineales de tipo paramétrico (coeficiente de Correlación de Pearson, r).

Con vistas a comprobar la fiabilidad del método de conteo de huellas en el recorrido referido se realizaron dos experimentos. El primero tenía como objetivo comprobar si la estima obtenida en tres días mejoraba mucho prolongando el censo durante 4, 5 o 6 días. Para ello se repitió el censo durante seis días y se compararon las estimaciones indirectas de la población obtenidas considerando diferentes números de días de censo.

El segundo experimento se diseñó para calcular la variabilidad del estimador (número de rastros por kilómetro y día) y consistió en la repetición del censo de tres días hasta un total de cuatro veces en un periodo de un mes. Con ello se pudo calcular el coeficiente de variación del estimador.

Para obtener estimaciones de las tasas de cambio (crecimiento o disminución) de las poblaciones de estudio se emplearon los datos de los censos de invierno por ser, como veremos, los más fiables y los que comprenden un lapso de tiempo mayor (tres años). La variable empleada en este caso fue el número total de rastros medio por día de censo por ser la que más se aproxima al tamaño poblacional estimado. Con ellos se aplicó la metodología propuesta por Harris (1986) que permite calcular la fiabilidad de una tendencia poblacional obtenida a partir de conteos variables. Para ello era necesario conocer los valores del coeficiente de variación del estimador para cada especie, que se calcularon según se explicó en el párrafo anterior. Según Harris en el trabajo mencionado, el error estándar de la tasa de cambio anual instantánea per cápita (r_0), viene relacionado por la fórmula

$$\sigma_{SE(r)} = \frac{1}{2} \ln(1 + CV)^2$$

donde $\sigma^2 = \ln(1 + CV)^2$, siendo CV el coeficiente de variación, k el número de años en que se mide la tendencia y n el número de veces que se realiza el censo.

2b. Avistamientos de carnívoros

Las observaciones de las distintas especies de carnívoros realizadas por el personal que trabaja en el Parque Nacional se vienen registrando de manera sistemática desde el año 1989 y se han empleado para compararlas con las tendencias observadas en los censos de huellas. Estos datos presentan varios inconvenientes para ser considerados estimadores fiables de las poblaciones; la gran mayoría de los avistamientos anotados son diurnos, mientras que la actividad de los carnívoros a excepción del meloncillo es marcadamente nocturna. Animales como

el tejón y la gineta son totalmente nocturnos. El registro de un carnívoro está condicionado al interés que merezca para el observador, por lo que especies "poco interesantes", por su abundancia (como el zorro), pueden pasar sin ser apuntadas, mientras que especies escasas (lince) o poco vistas (gineta) se apuntan siempre que se ven. Por otro lado, las variaciones intraanuales en las observaciones están sesgadas por el número de personas trabajando en el Parque, zonas por donde se mueven e interés por el tema, enmascarando las verdaderas variaciones de las poblaciones.

A pesar de estos inconvenientes, estos datos, pueden dar idea de tendencias a largo plazo, si se supone que el número total de observadores en distintos años pueden ser aproximadamente equivalente, así como de tendencias de variaciones entre distintas zonas del Parque como veremos en los resultados en el caso del lince.

2c. Análisis de la dieta de los carnívoros

La dieta de lince, zorros, tejones, meloncillos y ginetas se estudió por medio del análisis de excrementos. La recopilación de excrementos ha tenido como objetivo reunir una decena por mes y especie durante el periodo de estudio (1990-1992) pero este objetivo no se ha podido cumplir en algunos meses de verano debido a que los coleópteros coprófagos en esa época entierran los excrementos para realizar su puesta y hace imposible su localización.

Una vez recolectados, los excrementos son secados en una estufa a 50° C durante dos días y pesados en una balanza electrónica. Posteriormente se disgregan en un chorro de agua fuerte y se identifican los restos, con ayuda de claves, guías y material de colecciones.

Los resultados se expresaron como frecuencia de aparición de cada grupo-presa en el total de excrementos, porcentaje de aparición respecto al total de apariciones y porcentaje de biomasa consumida. Para el cálculo de la biomasa consumida se estimó visualmente el porcentaje en peso seco de cada grupo-presa presente en el excremento. Posteriormente se aplicaron factores de transformación, que multiplicados por el peso seco excretado permiten estimar el peso fresco ingerido (Lockie, 1959). Los factores de transformación han sido obtenidos de: Aldama, com.pers. para el lince; Lockie, 1959, 1961, Palomares y Delibes, 1990 para el zorro, la gineta y el meloncillo; y de los citados anteriormente y Rodríguez y Delibes, 1992 para el tejón.

Para comprobar si hubo cambios en la dieta de las especies estudiadas, se han comparado los resultados obtenidos con los procedentes de trabajos realizados en Doñana con anterioridad a la aparición de la enfermedad hemorrágica del conejo. Los tests estadísticos empleados fueron el de la Chi-cuadrado cuando lo que se comparaban eran frecuencias absolutas, y el test de Friedman si se buscaban diferencias entre proporciones. En ambos casos el número de grados de libertad es el número de clases menos uno y el nivel de significación considerado fue el 0.05.

2d. Seguimiento de la población de lince del Parque

Durante los tres años de estudio se ha controlado mediante técnicas radio-telemétricas un total de 16 lince, 8 hembras y 8 machos. De ellos, la mayoría (14) se han marcado y han vivido al menos un periodo de su vida en el núcleo principal del Parque (Vera de la Reserva Biológica y la Algaida). No se han considerado en los análisis los datos obtenidos hasta el momento en 1992 por no completar un ciclo anual y basarse todos los cálculos en variables anuales.

El radio-seguimiento de estos animales permite obtener parámetros de la población que pueden indicar la existencia de respuestas funcionales ante la disminución de sus presas. Se calculó la densidad anual de lince en el núcleo principal, concretamente en la zona de la Vera, donde se han capturado y seguido la mayoría de los animales. Para ello se ha empleado el método propuesto por McLellan (1988) basado en el solapamiento de las áreas de campeo con el área de máximo trampeo.

También había que esperar cambios en los tamaños de las áreas de campeo para lo cual se han hallado los valores de los polígonos convexos del 95% de las localizaciones anuales para hembras y machos adultos residentes. Para evitar sesgos en la estima del área de campeo debidos a diferentes números de localizaciones se han tomado 100 localizaciones al azar por animal y año.

Un tercer tipo de reacción ante las variaciones de las presas es la alteración de la organización social de los lince, con posibles cambios en la exclusividad de las áreas de campeo. Para ello se ha calculado el porcentaje de solapamiento de las áreas de campeo entre animales del mismo sexo en los años de estudio.

Los datos relativos a reproducción pueden aportar información sobre la evolución de la población de lince, indicando si la disminución del conejo determinó cambios en la cría de las hembras.

El Ministerio de Medio Ambiente agradece sus comentarios. Copyright © 2006 Ministerio de Medio Ambiente