



DETERMINACION Y JUSTIFICACION DE LAS DIFERENTES METODOLOGIAS

La selección del método viene impuesta no sólo por su eficacia, sino que, desgraciadamente, la necesidad de información no puede siempre ser obtenida con los medios disponibles. El dinero y los recursos humanos son usualmente limitados, con lo que se debe elegir entre varios esquemas de obtención de datos aquellos que responden a los objetivos dentro de nuestras posibilidades humanas y materiales.

Cuestiones como, durante cuánto tiempo es necesaria la obtención de los datos si ésta es abordable por el personal del que se dispone, y cuál es el posterior tratamiento de los datos y si podrá o no ser realizado, deben ser evaluados con más cautela que la eficacia del método en sí.

La planificación de un censo de la población exige tener en cuenta tres aspectos interindependientes: los objetivos las técnicas de muestreo y la selección del método (Tellería, 1986).

Lo ideal sería conocer el número exacto de conejos que habitan en un área, esto es la densidad absoluta, pero casi todos los protocolos exigidos por éstos método son muy laboriosos por lo que nosotros consideramos de éstos, tan sólo aquellos que son de fácil aplicación práctica.

Las poblaciones de conejos no mantienen un número constante en el tiempo sino que siguen tendencias en general cíclicas y anuales. Por ello, si se realizara al año un sólo conteo el número obtenido dependerá de la fase del ciclo poblacional en la que se encuentre. Así, es conveniente hacer muestreos periódicos intranuales tanto para conocer, el número de conejos de la población como para determinar, una posible anomalía en los ciclos poblacionales.

En el presente informe no se han incluido todas las metodologías consultadas por ser muy numerosas y tediosa su presentación. Nos limitaremos, por lo tanto a enumerar más que metodologías, grupos metodológicos, describiendo exclusivamente aquellos que se utilizarán.

METODOS QUE REQUIEREN LA CAPTURA DE LOS INDIVIDUOS

Estos métodos requieren el trampeo o caza de alguno o todos los animales de una población y, a menudo, precisan de técnicas de marcaje individual. Así si es necesaria la captura de alguno o todos los animales de la población bajo estudio, el resultado numérico estar influenciado decisivamente por el sistema de caza o trampeo utilizado. La técnica ideal sería aquella en la que son capturados (o cazados) todos los conejos de un área determinada, no siendo preciso por consiguiente, el uso de técnicas estadísticas adicionales. Sin embargo, por lo general, el método de captura no es con frecuencia tan eficiente, y se suele recurrir a metodologías denominadas de captura-marcaje-recaptura (CMR), cuyos resultados habrán de ser sometidos a diversos tratamientos estadísticos (White et al., 1982, Chao, 1987).

Estos métodos requieren una infraestructura y unos recursos humanos de los que por el momento no disponemos, este hecho unido a la gran superficie, que se pretende, muestrear, desaconsejan la utilización de este tipo de métodos.

METODOS QUE NO REQUIEREN LA CAPTURA DE LOS INDIVIDUOS

En general los métodos que aquí se incluyen no son -con excepciones- excesivamente costosos, permitiendo la obtención de resultados tan realistas en cuanto al tamaño poblacional, como aquellos que requieren la captura de los individuos.

El hecho de que el conejo sea fácilmente observable y deje indicios claros de su presencia, hace muy recomendable este tipo de metodología en el estudio de sus poblaciones.

Estos métodos permiten muestrear tanto poblaciones abiertas como cerradas y superficies o áreas de estudio de diferente magnitud. Son en general, de fácil ejecución en un lugar como Doñana y de rápida interpretación. Es por ello por lo que han sido seleccionados para el presente estudio.

Podemos distinguir en este bloque de métodos dos grandes grupos:

- **métodos directos**, es decir, los basados en la observación de los animales, y
- **métodos indirectos**, en los que se estima la abundancia de población a través de las señales dejadas por los individuos (madrigueras, excrementos, huellas etc).

Los métodos directos suelen basarse en el conteo o censo de animales en superficie determinada. En principio puede parecer que su aplicación resulta fácil, pero existen múltiples factores que alteran el resultado final y, de hecho los métodos más fiables serán aquellos que anulen el efecto de mayor número de ellos. Por eso, no solo se tratarán los conteos por análisis estadísticos más o menos complejos, sino que dependiendo del grado de precisión que se pretenda, también la forma de tomar los datos en el campo puede resultar, "a priori" complicada.

Al tratarse de un método de observación, debemos considerar que no todas las personas tienen la misma facilidad para detectar los animales y, además, esta capacidad; varía a medida que se realizan los censos haciendo que, con la práctica, cada vez resulte más fácil su observación. Esta es la razón por la que los primeros censos suelen eliminarse de los posteriores análisis, al considerarse una etapa de aprendizaje, en la que el censador crea en su cerebro una "imagen de búsqueda". Por ello, una recomendación habitualmente señalada es que, a ser posible, los censos los realice siempre la misma persona.

Otro factor a considerar es cuándo realizar los censos. El conejo no muestra la misma actividad a lo largo del tiempo, sino que ésta varía a lo largo del día y del año, y depende, a su vez, de la edad media de la población (Villafuerte Moreno, en prep.). Por y ello, se deben realizar siempre a la misma hora y, según la bibliografía consultada, las horas más comunmente empleadas son las próximas a los crepúsculos.

Investigaciones realizadas recientemente en Doñana (Villafuerte y Moreno, op. cit.) muestran el atardecer como el momento del día que menos variaciones sufre la actividad del conejo a lo largo del año, ello es debido a que esta está menos influida por factores abióticos en este momento que en otros. Por otro lado, este período del día queda muy bien definido durante todo el año, haciendo que no sea un problema la diferente duración de los días en las distintas estaciones del año.

Por último, hay que considerar que la fisiografía del hábitat puede resultar decisiva, haciendo que en zonas de; una menor cobertura vegetal o donde abundan terrenos abiertos el número de animales censados sea proporcionalmente mayor que en aquellos donde los animales no son tan fácilmente avistados (Schantz y Liberg, 1982; Wallage-Drees, 1989).

Censos mediante transectos

Se trata de realizar conteos de una población a lo largo de un circuito de recuento que normalmente queda preestablecido. Así, el censador recorre el transecto realizando el conteo de animales que encuentra a su paso. Tal recorrido puede hacerse andando (Gross et al., 1974), a caballo, o en cualquier tipo de vehículo. En, el caso del conejo, el coche ha sido el vehículo más utilizado (Villafuerte 1989).

Como se ha establecido en la introducción de, este capítulo el mejor momento para comenzar los censos de conejo es el atardecer. Por ello, y para no terminar el itinerario en el periodo de oscuridad, suelen durar alrededor de una hora.

Para hacer comparables los resultados, los recogidos se realizan en general por un mismo transecto y a una velocidad constante. En ocasiones el recorrido se hace indistintamente en un sentido u otro para eliminar el efecto que pueda tener la diferencia horaria o la diferente visibilidad.

Con objeto de eliminar en lo posible desviaciones en el conteo provocadas por factores imprevisibles, como son disturbios humanos, vientos fuertes etc. se hace recomendable el realizar estos censos al menos durante tres días consecutivos cada mes, y trabajar finalmente con aquel en el que mayor número de avistamientos se haya realizado, dato que ser el mas próximo a la realidad, o estimar la media del conjunto.

Es posible, mediante transectos, calcular un índice de densidad. Este tipo de metodología es, en la actualidad, la más difundida y una de las que mejores resultados nos han ofrecido.

Se ha de tener en cuenta, que los animales son más, fácilmente visibles mientras más próximos se encuentren al

observador. De hecho, se puede hacer una curva denominada curva de detección (Bumham, et al., 1980). Esta curva se crea en base a la distribución de frecuencias de las distancias a las que son detectados los individuos a lo largo del itinerario de censo.

En este tipo de censos es necesario determinar la situación de los animales en la superficie de censo lo más exactamente posible y los conejos deben considerarse objetos inmóviles, por lo que se anota la situación que tenían en el momento de ser avistados.

Existen dos tipos de transectos por los que realizar un censo: los transectos de anchura fija, y los de anchura variable. La configuración de Doñana y longitudes de transecto apropiadas aconsejan no usar transectos de anchura fija por lo que no nos referiremos a ellos.

En el caso de los censos mediante transectos de anchura variable, la densidad de la población se calcula recurriendo, en gran medida, al uso de cálculos probabilísticos.

El método consiste en asignar a cada distancia a la que se puede encontrar un animal, una probabilidad. Así, animales que están a cero metros de distancia del observador, presentarían una probabilidad 1 de ser detectados (la máxima). Pero teniendo en cuenta que el censo se realiza a lo largo de un recorrido también aquellos animales que se encuentren en la línea imaginaria por donde pasar, el vehículo, deberán ser avistados con esta máxima probabilidad. Esta es, una de las razones por la que deben realizarse los itinerarios de censo lo más rectilíneos posible.

A medida que un animal se encuentra más alejado de la línea de censo y presentar una menor probabilidad de ser visto hasta que, en animales muy distantes, ésta se hace cero.

Este método permite calcular índices de abundancia y/o densidad poblacional en grandes extensiones de terreno, al menos tanto como el vehículo sea capaz de recorrer en una hora aproximadamente y a velocidades que, considerando la naturaleza de la ruta, permitan con precisión el alistamiento de todos los animales que se encuentren en condiciones de serio.

Otro método comunmente empleado para determinar la abundancia poblacional del conejo a través de censos consiste en relacionar el número de conejos avistados en una determinada longitud de recorrido. A tales índices se les suele denominar IKA, Indices Kilométricos de Abundancia (Reitz, 1987; i.e.).

Este método aunque no proporciona información sobre densidad absoluta, da una idea fidedigna de la abundancia relativa, principalmente si lo que, se desea es relacionar temporalmente los resultados.

Censos de excrementos

Los censos de excrementos se engloban dentro de los denominados métodos indirectos. Son indirectos todos aquellos métodos en los que se determina la abundancia de una especie en base, al estudio de sus construcciones (madrigueras, nidos, galerías, sendas), restos metabólicos (excrementos, egagrópilas...), índice de actividad (sobre todo huellas), y, en definitiva, cualquier indicio de su presencia en el área.

En estos casos, la eficacia del método de estima poblacional depende de la precisión en la determinación de la abundancia de estos índices y, sobre todo, de la relación existente entre estos índices con el número de individuos. Aún en el caso de que tal índice sea un buen determinador de la abundancia, en aquellos casos en que esta relación no sea conocida, no ser posible establecer la densidad poblacional.

El número de excrementos de conejo vistos en el suelo en un determinado momento depende de:

- El número de conejos de la zona,
- la tasa media de producción de excrementos en un periodo anterior al conteo
- la tasa media de desaparición de excrementos, que es debida a varios factores como la climatología, la acción de las bacterias, entre otros y
- la eficacia del observador.

Para simplificar los cálculos, la tasa media de producción de excrementos (que debe ser conocida) se suele considerar constante (por ejemplo 450 heces/animal y día para Rau, 1987; y 300 para C. Calvete, com. pers.), aunque depende de la estructura de edad de la población, del aporte de alimento del medio donde habitan y de la estación del año (Taylor y Williams, 1956).

Parece que los factores ambientales son los que más afectan a dicha tasa. La lluvia, el viento la insolación de área son, junto a la acción de las bacterias y escarabajos y coprófagos, los factores más importantes. La tasa de desaparición no sólo es diferente entre dos zonas distintas sino que también lo es dentro de un mismo área. Una manera de evitar que los errores debidos a que la tasa de desaparición sea elevada es reducir el intervalo de tiempo entre los muestreos, siendo, en Doñana, un mes intervalo suficiente para eliminar dichos errores.

En la mayoría de los casos, el censo consiste en contar los excrementos por lo que el error debido a la eficacia del observador es mínimo. Tan sólo, en aquellas variantes del método en los que se requiere la evaluación subjetiva (por ejemplo la determinación del número de heces nuevas y viejas), se induce al error.

La distribución espacial de los restos fecales es otra variable a considerar a la hora de realizar un censo. La existencia de cagarruteros el hecho de que la mayor parte del tiempo del conejo discurra en áreas cercanas a las madrigueras y a la protección vegetal, hacen que la abundancia de heces sea mayor en unos determinados lugares. Por ello, se suelen emplear diversos métodos de conteo basados en la aleatoriedad del emplazamiento de las estaciones de muestreo.

Este método presenta las siguientes ventajas:

- El proceso de obtención de datos.(recogida de excrementos) es realizable por personal no especializado
- permite controlar gran número de "patches" independientemente de su naturaleza, distancia entre ellos, etcétera
- los resultados obtenidos en distintos se pueden considerar comparables, aun a pesar de las características y ubicación de la zona muestreada.
- Por todo ello, se trata del método ideal para el estudio y control de la abundancia de conejos en las parcelas sometidas a diferentes tratamientos, así como en las parcelas "control".

AREA DE ESTUDIO

Los cálculos de abundancia de conejos se han realizado en diferentes áreas y siguiendo diferentes metodologías dependiendo de los objetivos propuestos.

EVOLUCION NUMERICA

La evolución numérica en el tiempo de la población de conejos se ha estudiado en la Reserva Biológica de Doñana mediante censos de individuos en transectos de anchura variable, ya que la aplicación de este método que se viene realizando mensualmente desde hace años, nos permite evaluar la evolución intra e interanual de la abundancia de conejos de una forma mucho más completa.

Con periodicidad mensual, se realizaban tres censos en días consecutivos al atardecer, media hora antes de la puesta de sol.

En el mes de Diciembre de 1989 no fue posible la toma de datos debido a que las fuertes lluvias impidieron el tránsito. Tampoco fue posible la realización de censos en Marzo y Noviembre de 1990.

La elaboración de los datos se ha realizado mediante un Índice Kilométrico de abundancia (IKA) en el que se reflejan el número de individuos avistados por kilómetro recorrido.

En la finca de El Acebuche se ha realizado también un estudio de la evolución numérica de la población de conejos. Se ha recurrido en este caso a los datos obtenidos mediante el recuento de excrementos en parcelas aleatoriamente distribuidas, dada la dificultad de emplear la misma metodología que en la Reserva Biológica.

DISTRIBUCION DE CONEJOS EN EL PARQUE NACIONAL DE DOÑANA

Al comienzo del estudio se intentó evaluar la efectividad de un elevado número de, parcelas sometidas a tratamiento en las diferentes fincas del Parque Nacional. Para ello se seleccionaron 21 parcelas distribuidas entre las 7 fincas y sometidas a desbroce o quema, mas otras 21 de control.

El número de estaciones de muestreo en cada parcela fue de 5 en la mayoría, de 8 en 7 y de 7 en 2. Con ello se controlaron durante el primer año de estudio un total de 235 estaciones de 1.54 m² cada una.

Sin embargo dado el enorme descenso de la densidad de conejos en el Parque Nacional provocado, como veremos, por la Enfermedad Hemorrágico Vírica (EHVc), los datos correspondientes a cada una de estas 235 estaciones de muestreo eran excesivamente bajos. Un elevado número de resultados "cero" en la muestra (en este caso parcelas) a analizar resultaba en una distribución de frecuencias binomial, y por lo, cual enormemente sesgada hacia cero.

Esta distribución de frecuencias no permite la normalización de variables necesaria para la aplicación de estadísticos paramétricos. Por ello se impuso una modificación de la metodología, que pasaba necesariamente por una elevación del tamaño de muestra, esto es, del número de estaciones de muestreo (Sokal y Rohlf, 1979).

Para determinar este número se realizó una prueba consistente en representar en una gráfica el número de unidades de muestreo frente a la varianza acumulado de los resultados obtenidos durante la primera fase del estudio. En la Figura 2 se representa el número de puntos de muestreo correspondientes a una de las fincas.

FIGURA 2.- Representación de la varianza en función del número de parcelas que se consideren en el análisis. Se comprueba que se estabiliza a partir de las 25 muestras.

De esta forma estos primeros recuentos se usaron a su vez para determinar el número mínimo de parcelas necesarias para que la varianza de los datos nos permita comparaciones. En la Figura citada se aprecia que la varianza se estabiliza ostensiblemente a partir de aproximadamente 20 estaciones de muestreo.

Por lo tanto en el mes de Octubre de 1991 se añadieron 110 estaciones de muestreo, con lo que de 235 existentes se pasó a 445. A pesar de ello, y debido al mantenimiento de valores muy bajos de densidad poblacional en el Parque, se hizo necesario modificar otra vez el sistema, de toma de datos, elevando de nuevo el tamaño de la muestra. A partir del mes de Diciembre la recolección se viene realizando en 480 estaciones, pero se redujo el número de parcelas muestreadas.

Por todo lo anterior, a partir de Diciembre de 1991 se estudiaron 16 parcelas (8 tratadas y 8 de control) pertenecientes a las siguientes fincas: El Puntal (2 sometidas a tratamiento y otras 2 de control), La Reserva Biológica (2 y 2), La Moguea (1 y 1). La Algaida (1 y 1) y El Lobo y (2 y 2), en cada una de las parcelas se muestrearon 30 estaciones de muestreo de 1.54 m² para asegurar la validez estadística de los datos.

Con objeto de realizar una evaluación sobre la posible influencia de la proximidad de la marisma en los resultados obtenidos en las diferentes parcelas, se estudiaron 4 de las marismas, más sus correspondientes controles, en la cercanía de la Vera (Vera) y otras 4 en zonas alejadas de la marisma (Interior).

En la Figura 3 se representa la ubicación en Doñana de estas parcelas.

FIGURA 3.- Ubicación de las parcelas de muestreo en el Parque Nacional. El Lobo interior y vera: 1 y 2 respectivamente. La Moguea: 3. La Algaida: 4. La Reserva interior y vera: 5 y 6. Sta.Olalla: 7. El Puntal: 8

RESULTADOS

EVOLUCION NUMERICA DE LA POBLACION DE CONEJOS DE LA RESERVA

Aunque el proyecto solo contempla el estudio de la evolución numérica de la población de conejos desde 1990, se hace necesario el análisis de datos previos a esta fecha para, poder interpretar posteriormente los resultados obtenidos desde los años 1990 a 1992. Afortunadamente se cuenta con datos sobre abundancia de conejos, obtenidos en la misma zona mediante la misma metodología, desde el año 1983.

Se han analizado los datos correspondientes a 129 censos de individuos desde Enero de 1989 hasta la actualidad. Aunque el circuito de recuento atravesaba los biotopos más característicos del área, los resultados que se exponen están tratados de manera global.

Los resultados obtenidos muestran que la tendencia de la evolución numérica es la misma mediante los dos métodos de análisis utilizados (IKA y Densidad, $r=.8332$; $p<.001$). Por lo tanto en adelante nos referiremos únicamente a los resultados obtenidos mediante los IKA (Figura 4).

FIGURA 4.- Evolución mensual de la abundancia de conejos por kilómetro (IKA).

El ciclo anual se comprueba que es muy similar para los cuatro años de estudio, existiendo únicamente breves desplazamientos temporales en la situación de máximos y mínimos poblacionales, frecuentes de encontrar en cualquier población natural sometida a fluctuaciones numéricas intraanuales.

La densidad de población comienza a aumentar durante el otoño y alcanza los valores máximos al final de primavera. Los valores mínimos de abundancia se sitúan generalmente a final de verano o comienzo de otoño. El ciclo encontrado en Doñana es el típico de la especie en otros ecosistemas mediterráneos estudiados (Zunino Vivar, 1983; Vandervalle, 1989).

En general, y considerando que el área de estudio es lo suficientemente amplia como para desprestigiar el efecto de posibles migraciones, se puede afirmar que el desequilibrio entre natalidad y mortalidad es la causa de las variaciones numéricas intraanuales observadas.

Los factores climáticos (fundamentalmente precipitaciones y temperatura) inciden directamente sobre la disponibilidad de alimento (cuyo contenido hídrico y de biomasa aumentan con las precipitaciones), y este a su vez es el factor causal tanto del inicio como del cese de la reproducción, así como de la intensidad de la misma (número de hembras grávidas, fundamentalmente) (Delibes y Calderón, 1979; Vandervalle, 1989; Bell y Webb, 1991).

Si bien incrementos extraordinarios y puntuales en las precipitaciones pueden provocar la ralentización de la actividad reproductora, la proporción de hembras grávidas guarda proporción directa con la disponibilidad de alimento (Arthur, 1989).

Por lo tanto la incorporación de individuos juveniles resultado de la reproducción, es la responsable de los incrementos poblacionales. De la misma forma, a comienzo de verano, el descenso en la intensidad de la actividad reproductora y el incremento de la tasa de mortalidad debida a la mixomatosis, provocan los descensos de abundancia observados en esta época.

Durante los meses de invierno aparecen, en algunos años, un descenso acusado de la densidad o bien una amortiguación en el incremento poblacional que se produce a partir de otoño. Ambos efectos son atribuibles a un incremento en la tasa de mortalidad provocada por:

- inundaciones de las madrigueras,
- brotes de mixomatosis invernal, y
- aumento de la presión de predación.

Por ejemplo, los comienzos de 1990 se caracterizaron por altas precipitaciones cuando estaba muy avanzada la época de cría.

Aunque la predación es el factor de mortalidad más importante para los conejos de Doñana (Kufner, 1986; Villafuerte in prep.), la mortalidad que ésta provoca en las poblaciones de *Oryctolagus* es relativamente homogénea durante todo el año, si bien la primera autora encuentra un incremento en la presión de predación durante los meses de invierno, y podemos por lo tanto descartar a los predadores como factores causales de las oscilaciones intraanuales en la densidad de población.

De la observación de la gráfica de la Figura; 4, un hecho llama poderosamente la atención: los máximos poblacionales alcanzados a 1990 son a partir del año aproximadamente de la misma magnitud que los mínimos de los años precedentes. A modo de ejemplo, durante el mes de Junio de 1990, el número de conejos presentes en la

zona es menor de la mitad que el detectado para el mismo mes en 1989.

Esta bajada poblacional coincide con la detección en la zona de la enfermedad denominada Enfermedad Hemorrágico Vírica del conejo (EHVc). El análisis de ejemplares, encontrados muertos realizado por los laboratorios responsables de la sanidad animal (Sanidad Animal, Córdoba), confirmaron la presencia del ARN-virus responsable de la EHVc.

Dado que "a priori" los descensos poblacionales debidos a predación, mixomatosis y fluctuaciones en los recursos pueden ser considerados constantes durante los años analizados, el llamativo descenso numérico ($F_{1,141}=16.587$; $p=.0002$) que aparece durante 1990, parece claramente estar causado por la EHVc.

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