

# MÉTODOS PARA EL ESTUDIO Y MANEJO DE CERVIDOS



## **METODOS PARA EL ESTUDIO Y MANEJO DE CERVIDOS**

**F. BRAZA, R.C. SORIGUER, C. SAN JOSE  
J.R. DELIBES, S. ARAGON, P. FANDOS, L. LEON**

1994

La Junta de Andalucía, a través de la Consejería de Agricultura y Pesca, edita esta publicación, financiada por el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación de España, en el marco del Plan Andaluz de Desarrollo Rural.

La Junta de Andalucía, a través de la Dirección General de Desarrollo Forestal, edita esta publicación, financiada por el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación de España, en el marco del Plan Andaluz de Desarrollo Rural.

La Junta de Andalucía, a través de la Consejería de Agricultura y Pesca, edita esta publicación, financiada por el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación de España, en el marco del Plan Andaluz de Desarrollo Rural.

La Junta de Andalucía, a través de la Consejería de Agricultura y Pesca, edita esta publicación, financiada por el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación de España, en el marco del Plan Andaluz de Desarrollo Rural.

La Junta de Andalucía, a través de la Consejería de Agricultura y Pesca, edita esta publicación, financiada por el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación de España, en el marco del Plan Andaluz de Desarrollo Rural.

La Junta de Andalucía, a través de la Consejería de Agricultura y Pesca, edita esta publicación, financiada por el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación de España, en el marco del Plan Andaluz de Desarrollo Rural.

**Edita:** JUNTA DE ANDALUCÍA. Consejería de Agricultura y Pesca. Dirección General de Desarrollo Forestal.

**Publica:** Dirección General de Investigación, Tecnología y Formación Agroalimentaria y Pesquera.

**SERVICIO DE PUBLICACIONES Y DIVULGACION.**

**Colección:** MONOGRAFÍA.

**Autores:** F. Braza, R.C. Soríguera, y otros.

**Fotografías e ilustraciones:** Autores.

**Diseño y Maquetación:** Línea de Comunicación.

**Coordinación:** Heliodoro Fernández López y Rosa M.ª Mateo Fernández.

**Imprime:** Jerez Industrial, S.A. (Grafibérica).

**Depósito Legal:** CA-288-94

**I.S.B.N.:** 84-87564-95-X

Se prohíbe la reproducción parcial o íntegra de esta publicación, sin la autorización expresa de autor /es, o editor.

# INDICE

PROLOGO .....	7
INTRODUCCION	
* El cercado y la comarca cinegética .....	11
* El gestor y el guarda del coto .....	13
CAPITULO I. METODOS EN TAXONOMIA	
1. Obtención de información a partir de un animal vivo .....	19
2. Obtención de información a partir de un animal muerto.....	26
3. Recogida de restos encontrados en el campo .....	28
CAPITULO II. METODOS EN ECOLOGIA	
1. Conteo de cérvidos.....	31
2. Métodos de captura de cérvidos .....	45
3. Técnicas de marcaje .....	54
4. Métodos de radio-rastreo .....	58
5. Métodos empleados para el estudio de las dietas y utilización de la vegetación .....	71
BIBLIOGRAFIA .....	76
LISTA DE FIGURAS Y TABLAS .....	79

## PROLOGO

*La realización de trabajos de campo que impliquen el seguimiento del ciclo biológico de cualquier especie animal, así como el análisis de las fluctuaciones estacionales del hábitat en el que vive, cuentan siempre con un factor importante, y que con frecuencia juega en su contra: el tiempo.*

*Así por ejemplo, en los grandes mamíferos, el celo, la gestación y los nacimientos ocurren una sola vez por año, por lo que cualquier estudio sobre su reproducción debe por fuerza prolongarse varios años, con el fin de abarcar distintos episodios. Además un ecosistema debe ser entendido como un sistema dinámico, ya que los factores climatológicos como los años de sequía o por el contrario húmedos, las alteraciones naturales, como incendios o riadas, o bien los impactos artificiales por parte del hombre, carreteras, pantanos, explotación agrícola, etc, modifican tanto el aspecto como la productividad de estos sistemas, afectando por consiguiente a las relaciones entre los seres vivos que los constituyen.*

*Evidentemente un proyecto de investigación no puede ser eterno, pero sí debe al menos sentar las bases que permitan continuar nuevos estudios. A lo largo de trabajos previos sobre la ecología de los corzos y ciervos (Braza et al., 1994; Sorruer et al., 1994) se ha llegado a comprender en parte el porqué de su situación actual en Andalucía, pero aún se podría aprender mucho más si el análisis de esta situación se prolongase en el tiempo.*

*Con el fin de mantener una recogida continuada de datos de campo, en la que puedan participar, en la medida de sus posibilidades, investigadores, gestores, guardas, cazadores y todos los aficionados a la naturaleza, se ha elaborado esta revisión sobre metodología en la que, utilizando un lenguaje sencillo, comprensible para toda persona que conozca un poco a estas especies, se pretende reseñar las técnicas básicas habitualmente empleadas en la investigación de campo.*

*Con la ordenación, almacenamiento y análisis de las informaciones y muestras que se vayan recogiendo se dispondrá de un importante fondo de datos en el que basar futuras investigaciones que, a su vez, permitirán organizar el manejo y la conservación de estas poblaciones.*

## CONCLUSIÓN

El presente trabajo ha sido el resultado de una investigación realizada en el marco de un convenio de colaboración entre el IANIGLA y el CONICET, a través del cual se ha financiado el desarrollo de este proyecto de investigación.

El presente trabajo ha sido el resultado de una investigación realizada en el marco de un convenio de colaboración entre el IANIGLA y el CONICET, a través del cual se ha financiado el desarrollo de este proyecto de investigación.

El presente trabajo ha sido el resultado de una investigación realizada en el marco de un convenio de colaboración entre el IANIGLA y el CONICET, a través del cual se ha financiado el desarrollo de este proyecto de investigación.

El presente trabajo ha sido el resultado de una investigación realizada en el marco de un convenio de colaboración entre el IANIGLA y el CONICET, a través del cual se ha financiado el desarrollo de este proyecto de investigación.

## INTRODUCCION (\*)

(\*) El capítulo expresa el juicio y la valoración de la situación actual y las perspectivas de futuro, consecuencia de un debate conjunto entre los autores F. Braza, R. Sorriquer y A. López Ontiveros que, también, redactó el texto.

## INTRODUCCION

El texto que sigue –sólo leyendo su índice– muestra e ilustra algunos métodos y técnicas que pueden ser útiles, tanto al gestor como al guarda del coto, o al técnico que pretenda profundizar sobre un problema o una realidad determinada.

La mejora de la gestión, en consecuencia, es lo que se pretende impulsar. Ahora bien, sin efectuar una calificación global de los cotos de caza mayor en Andalucía, no cabe duda que sólo una gestión correcta y racional construye y asegura el futuro.

No se puede desconocer, por otra parte, que se vive hoy una situación de bonanza o, si se quiere, de expansión de la caza mayor. Sin duda, se han conocido épocas históricas de regresión de las poblaciones cinegéticas que nos ocupan. La coyuntura actual no es gratuita ni fruto del azar.

Si hay oferta y demanda. Si se cazan trofeos y reses de calidad media y alta. Si nos visitan cazadores nacionales y extranjeros. Si las dehesas y fincas de caza mayor se aprecian, si se suma todo lo dicho, alguien y algo se habrá hecho bien. La regulación habitual de la caza, las medidas de conservación por extremas que hayan parecido, el oficio de los gestores, su capacidad de organización y de "marketing", todo habrá contribuido a conformar la realidad presente.

Sin embargo, no es oro todo lo que reluce. Y, también, es cierto que la demanda de caza mayor se ha deprimido, en paralelo, con la recesión económica. Y los países centroeuropeos, Escocia y aún los africanos compiten hoy porque ofertan una relación calidad-precio conveniente y atrayente, de modo que el cazador duda entre montear o recechar en Andalucía, o hacerlo en algunos de los lugares citados.

Y, por último, aunque sea la excepción, que no la regla, el cazador se defrauda si compara lo que paga en relación con el producto y el servicio que recibe, porque acaso no cobró pieza alguna y, además, la atención recibida no compensó el "fracaso" de su día de caza.

No se debe, por tanto, ni magnificar ni idealizar la situación. Hay problemas pendientes, algunos de ellos de no fácil solución, ¿cuál es el reto de futuro?: racionalizar en modo y forma que se mantenga tanto la calidad como el precio y que su relación sea ajustada y, así, el sector será competitivo.

### 1. El cercado y la comarca cinegética.

El camino se ha de proseguir y se plantea, de entrada, un problema: ¿cuál es el ámbito o la unidad de ordenación? En principio, la respuesta a esta pregunta es sim-



ple y la encontramos en el registro civil o en la ley de caza. El acotado, del que se posee total o parcialmente la propiedad, es la unidad de gestión primaria y elemental.

Ahora bien, hay cotos de muy diversa extensión superficial. El mínimo que marca la ley para que un terreno se califique como sometido a régimen cinegético especial es, en el caso de la caza mayor, quinientas hectáreas. La resolución del I.A.R.A. de 17 de Julio de 1991, que establecía las condiciones del cercado o vallado de los cotos de caza mayor, también fijaba la superficie mínima a cercar en la misma cifra.

La realidad de Andalucía, hoy, es que una buena parte de sus cotos de caza mayor están cercados. Al menos algo es evidente, si un gestor logra la perfecta estanqueidad de su coto mediante la cerca, todo lo bueno, y lo menos bueno, que allí se produzca se debe a su capacidad o de planificación y gestión.

No se trata de resucitar, o de reabrir, la vieja polémica de valla si, valla no. Sin duda, esa cuestión se ha de dar por zanjada, es decir, límites en el perímetro si, pero con condiciones, y no sólo las obligadas por ejemplo, el respeto a las servidumbres.

La pregunta, o el interrogante, que merece respuesta es otro. En este momento, que el coto cercado es la regla, y no la excepción, se puede afirmar ¿que la gestión de los cotos, con esas características, es más fácil y más eficaz?, ¿ha aumentado la calidad de los trofeos?, ¿se ha incrementado la producción por temporada o por unidad superficie?

Se puede plantear la cuestión en sentido inverso, es decir, la generalización de la cerca no ha producido efectos perversos, por ejemplo: la alimentación suplementaria y la gestión ha forzado las densidades al alza, de modo que puede peligrar la vegetación, tanto los árboles como el matorral; la calidad media de los trofeos desciende paulatinamente, tanto que se puede perder algún carácter de las especies autóctonas; las condiciones artificiales y artificiosas, en exceso, invitan a que quién quiera puede producir "trofeos de laboratorio".

Se ha de intentar responder la pregunta con que iniciaba el epígrafe: ¿cuál es el ámbito o la unidad de ordenación? La ley de caza de 1970 decía textualmente "en aquellas comarcas donde existan varios cotos de caza mayor que constituyan una unidad bioecológica (...) se podrá exigir a los titulares que confeccionen un plan comarcal de aprovechamiento cinegético. Una vez que el plan sea aprobado, sus prescripciones serán de cumplimiento obligatorio".

La ley de 1989, de conservación de los espacios naturales y de la flora y fauna silvestre, dice que "todo aprovechamiento cinegético y acuícola se ha de realizar de acuerdo con el plan técnico". Se ha generalizado, como instrumento de gestión, el plan técnico de caza aunque, todavía, el camino será largo. No basta con el papel y será preciso que lo escrito se cumpla y se haga realidad. En este sentido, el coto cercado tiene ventajas, por ejemplo, es más fácil de realizar desde el inventario o censo hasta todo tipo de control.

Sin embargo, se puede calificar como interesante, y avanzada para su tiempo, la cita de la unidad bioecológica y el correlato de que sería necesario y obligado un plan de aprovechamiento cinegético. En algún modo y manera se ha de redescubrir la comarca cinegética y el problema a resolver es como se articula la gestión individual de los acotados, con la necesaria ordenación general de toda el área.

Aquí reside el desafío de futuro y se ha de decir con claridad, por ejemplo, que las vallas y cercas que existan se deben revisar, algunas se mantendrán y otras deben desaparecer. Si se nos permite un lenguaje directo y coloquial, en pequeños y medianos corrales forzando el manejo, desde la alimentación hasta la reintroducción o repoblación, sin duda, se criará ganado y algún trofeo un tanto artificial, pero no la fauna fiera y salvaje que el cazador y el mercado demandan.

El mercado de la caza mayor, quizá, tenga que descubrir y adoptar soluciones de tipo asociativo o societario, ya comunes en la agricultura y en otros sectores económicos. El ideal es la gestión y venta de la caza de grandes áreas, asegurando el interés individual de los distintos partícipes.

## 2. El gestor y el guarda del coto.

Otra cuestión importante, cara al futuro, también se puede plantear en una pequeña pregunta directa y sencilla ¿qué capacidad y conocimiento tienen los gestores de los cotos? Es la adecuada ¿sí o no? Y, también, se trata de prevér ¿cuál es la dirección del futuro?

Sin duda, la cerca ha simplificado, hasta la rutina, la gestión del coto. Si se dispone de un recinto cerrado y se suplementa la alimentación –por vía de siembras o aún de aporte externo– en principio se ha resuelto el problema aparentemente y, la población padece, acaso en un número y proporción inadecuada.

El deseo y el prurito del guarda y del gestor son los trofeos de medalla y cuanto más número sea posible. Si esto es lo que se pretende, casi insensiblemente crece el número de hembras para la posible y teórica paridera permita una posterior e hipotética selección.

La densidad se eleva paulatinamente, se exige alimentación suplementaria y el camino puede concluir en densidades altas hasta el extremo peligroso de que los problemas sanitarios se agudicen y el hábitat, tanto el estrato arbóreo como la marcha de matorral, puede peligrar por el puro y simple sobrepastoreo.

La situación descrita no es la norma ni tampoco la excepción de los cotos de caza mayor de Andalucía. Cuando se reproduce, en la vida real, este escenario, la duda y la indecisión aparecen y acompañan al gestor y al guarda. La berrea, sin duda, es un espectáculo porque cuando la sobrepoblación comienza, hay machos de toda clase y condición, y la dimensión de los harenes es desproporcionada.

Los trofeos existen, como no, se miran y remiran. La cábala y la adivinanza comienza, aquel de la mancha próxima al arroyo es mejor que el del alto en la cuerda. Al final, se produce la sorpresa y la puntuación más elevada la tiene el ejemplar que menos se esperaba.

La cosecha ha sido buena, el gestor está satisfecho porque el coto ha mejorado su récord de medallas. El guarda también participa de la euforia porque ha visto, año a año, como mejoraban la cuerna de las reses. Sin embargo, algo aparece claro, hay un número excesivo de hembras, también sería necesario disminuir la cantidad de varetos y horquillones, efectuando caza selectiva de aquellos que tengan un defecto palpable y visible.

La cuestión es evidente, no basta con la presión cinegética habitual, y es necesario disminuir la densidad, bien por la vía de la captura en vivo o a través de la caza selectiva. La duda y la discusión entre el gestor y el guarda comienza. Hay exceso de reses, pero acaso no tanto como se cree. Aquí aparece el primer problema ¿se conoce, con exactitud, el censo real?: posiblemente, no.

En consecuencia, una línea de acción cara al futuro es lograr una mayor exactitud en cuanto a la estimación real de la población. No basta con mirar y recrearse en la belleza de un posible trofeo. El trabajo de censo debe ser una actividad habitual y regular de guardas y gestores, porque la población y su distribución entre sexos y edades es un parámetro básico para una gestión adecuada de cualquier coto.

La discusión entre gestor y guarda concluye con una decisión tímida en la mayoría de los casos que no produce el equilibrio deseado y deseable entre la disponibilidad de alimentación y la carga cinegética admisible. Si se quiere, por pura corazonada y no racionalmente, cualquier hembra tiene potencial para producir un trofeo entre su prole ¿cuáles son las que tienen patrimonio genético probado para que así suceda?, no se sabe o es difícil determinarlo.

Mientras el conocimiento avanza para lograr un método fiable y aplicable de mejora genética de las especies de caza mayor, lo evidente y lo necesario es ajustar, mejor por defecto que por exceso, la población cinegética a las disponibilidades del hábitat del área.

En una época pasada, sin cercas ni vallas y con menor presión cinegética, el hábitat se conservaba –valga la redundancia– naturalmente. Aunque tenía otros problemas, por ejemplo, la presión de la población humana, porque las sierras andaluzas tenían más habitantes y, acaso, ovejas, cabras y cerdo ibérico competían más con la fauna fiera y salvaje.

Hoy ha llegado la especialización y el monocultivo cinegético y las amenazas al sistema son endógenas, es decir, la sobrepoblación y su desequilibrio puede generar o desembocar en una degeneración irreversible del hábitat.

El cuidado de la vegetación –estrato arboreo, mancha de matorral y pasto– es la asignatura importante hoy y en el futuro. Las razones son evidentes y diversas. Cualquier regresión de alguno de los elementos constitutivos del hábitat, significa una pérdida que puede ser irreparable y, en cualquier caso, la reinstauración del equilibrio será muy costosa en tiempo, a la vez que introduce restricciones y una disminución patente de la potencialidad cinegética.

Además, conviene subrayar un hecho o elemento que parece sobreentendido y puede que no lo sea. El hábitat –la característica vegetación de nuestras tierras y su medio físico– no es sólo el soporte alimenticio de la fauna, sino un elemento característico e imprescindible del paisaje.

El cazador no sólo demanda la pieza a abatir, sino el entorno y el conjunto donde se asienta y vive. El aire puro, la combinación otoñal de colores, la masa de árboles o la mancha de matorral que recorta un dibujo caprichoso en el horizonte, el verdor del pasto, la encina centenaria..., todo eso, es el decorado espléndido de la obra que representan después cazadores y la fauna fiera y salvaje, cuando el primero rececha, aguarda o montea.

La gestión correcta de coto reúne múltiples elementos. El manual que sigue pretende ilustrar algunos de ellos. Esperamos que le sea útil y provechoso.

## 1. Datos Generales

El presente documento tiene como objetivo principal proporcionar información general sobre los métodos utilizados en taxonomía y biología reproductiva, así como los procedimientos para la recolección, preservación y análisis de muestras biológicas.

### CAPITULO I

## MÉTODOS EN TAXONOMIA Y BIOLOGIA REPRODUCTIVA

Este capítulo describe los métodos utilizados en taxonomía y biología reproductiva, así como los procedimientos para la recolección, preservación y análisis de muestras biológicas.

El presente capítulo describe los métodos utilizados en taxonomía y biología reproductiva, así como los procedimientos para la recolección, preservación y análisis de muestras biológicas.

Este capítulo describe los métodos utilizados en taxonomía y biología reproductiva, así como los procedimientos para la recolección, preservación y análisis de muestras biológicas.

Este capítulo describe los métodos utilizados en taxonomía y biología reproductiva, así como los procedimientos para la recolección, preservación y análisis de muestras biológicas.

Este capítulo describe los métodos utilizados en taxonomía y biología reproductiva, así como los procedimientos para la recolección, preservación y análisis de muestras biológicas.

Cada ejemplar de cualquier especie viviente es en sí mismo una valiosa fuente de información que no debe ser desaprovechada. El estudio de la morfología del individuo, de su fisiología, su comportamiento o cualquier otro aspecto de su biología, aporta nuevos datos para el conocimiento de la población, que es la unidad básica de funcionamiento desde un punto de vista ecológico.

En el caso concreto de especies amenazadas de extinción o de poblaciones poco numerosas, el interés de esta recopilación de información es aún mucho mayor. La escasez de ejemplares en estos supuestos impide la planificación de estudios que impliquen el sacrificio o la captura masiva de animales, ya que debe primar por encima de cualquier otro fin la conservación de estos últimos representantes. Por ello, en estos casos se hace importantísimo el "día a día", el no desaprovechar ninguna de las posibilidades que se nos ofrecen de forma natural (animales enfermos, accidentados, cautivos, restos de individuos muertos, etc.), y llegar así a sacar el máximo provecho a estos casos que, a primera vista, pueden parecer "inservibles".

A título de ejemplo, la situación concreta del corzo andaluz, sin llegar a ser extrema puede calificarse de "inestable", lo que impone una planificación cuidadosa de cualquier tipo de estudio que se emprenda. Si bien la organización de capturas de animales vivos es totalmente factible, el sacrificio de los mismos no es recomendable. Los estudios sobre cadáveres se pueden realizar aprovechando el hecho de que el corzo es una especie cinegética, de la que cada año van a abatirse una serie de ejemplares que una vez muertos no sólo tienen valor por su trofeo más o menos importante, sino que además constituyen una fuente de información que debe ser analizada.

Indudablemente por este sistema no se obtiene una visión completa de la población, ya que solamente se cazan los machos adultos, pero este sesgo se puede corregir intensificando las capturas de hembras vivas y aprovechando todas las muertes accidentales que puedan ser detectadas, como atropellos, muerte por perros etc.

A continuación se describen de una forma escueta y clara los diferentes pasos que se deben dar ante un animal, vivo o muerto, para poder sacarle ese "rendimiento" en información científica aprovechable para el resto de la población, y que de alguna manera viene a justificar su manipulación.

### **1. Obtención de información a partir de un animal vivo.**

Es necesario indicar previamente que cualquier dato o muestra que se recoja tiene que ir acompañado de una mínima información sobre su procedencia para que sea válido. El lugar de recogida, la fecha, el sexo y una estimación de la edad del ejem-

plar, bien sea cría, joven o adulto, así como los datos de la persona que lo manipula, deben ser rotulados en cada ficha, etiqueta o tubo para que la muestra sea utilizable.

La manipulación de un corzo o ciervo silvestre puede parecer imposible, ya que el carácter esquivo de estas especies hace muy difícil incluso su observación en libertad. A pesar de ello, a veces se dan una serie de circunstancias que permiten el llegar a tener un animal vivo entre las manos. No son infrecuentes los casos de corzos o ciervos que quedan atrapados en mallas cinegéticas o cualquier otro tipo de red, lo que muy a menudo les provoca fracturas en las extremidades, punto débil de los ungulados, o en los peores casos la muerte. Tampoco es raro tener noticias de corzos o ciervos que se mantienen cautivos en fincas particulares, donde se crían "nobles" ya que se recogieron del monte cuando tenían pocos días de vida y fueron criados con biberón.

Por otro lado, las capturas organizadas por trapeo tienen un gran número de aplicaciones tanto con fines de investigación como para la redistribución de los efectivos, repoblando zonas donde la especie ha desaparecido y liberando otras que soportan una excesiva carga de individuos.

#### **Manipulación de un animal.**

Los pasos previos a seguir en estos casos son:

- Todo el proceso de manipulación debe realizarse en silencio, de forma rápida y evitando los olores extraños de colonias, comida, etc.
- Liberar al animal de la malla, red o cualquier otra atadura que pudiera estar sujetándolo, haciéndolo de la forma más rápida y menos traumática posible.
- Una vez libre, el animal se inmoviliza contra el suelo, colocándolo de costado, sujetándolo por las patas, cuello y dorso con firmeza pero sin apretar excesivamente. Nunca se deben atar las cuatro patas; es recomendable que una de las delanteras quede libre.
- El individuo debe ser tranquilizado para evitar el efecto negativo del estrés acumulado, que en casos extremos puede llegar a producirle la muerte. La cabeza se debe cubrir con una capucha amplia de tela negra que impida la visibilidad y amortigüe los ruidos, pero que le permita respirar.
- El uso de drogas siempre entraña un riesgo por el carácter tóxico de las mismas, tanto para el animal como para la persona que lo manipula, por lo que debe ser evitado en la medida de lo posible. La aplicación correcta de anestésicos, como ketamina o morfina, implica la medición de la dosis exacta en función del peso del individuo, que debería ser calculado previamente; además suelen producir efectos secundarios que afectan al ritmo cardíaco y respiratorio, por lo que su aplicación no resulta recomendable. Por el contrario el empleo de algún tranquilizante, ansiolítico o sedante, como las benzodiazepinas, acepromacina o droperidol, que, sin llegar a dormir al animal, lo relaje, es más aconsejable. La acción de los tranquilizantes no es inmediata, por lo que una vez aplicado se debe esperar durante un tiempo variable, según la sustancia empleada, para que haga efecto.

- Si bien el empleo de sedantes facilita la manipulación de los ungulados salvajes, siempre deben ser usados con precaución y a ser posible bajo la supervisión de algún entendido en la materia, sea veterinario o biólogo.
- Debe efectuarse un reconocimiento externo del estado del animal, revisando su pelaje, limpiando y tratando las heridas que se aprecien, y realizando una desparasitación externa.
- Los animales deben ser liberados sólo cuando estén totalmente recobrados, en un entorno que les sea familiar, provocando el menor disturbio posible.

En la fase de inmovilización y una vez tranquilizado el ejemplar, se procede a la toma de datos y muestras, que como ya se ha indicado debe realizarse de forma rápida y silenciosa.

**Medidas externas.**

Los estudios de morfología externa permiten describir y caracterizar el aspecto de los animales, punto de partida para el análisis de la variabilidad tanto individual como en función de la edad, el sexo y la localización geográfica. Si bien sobre un animal se pueden hacer infinidad de mediciones corporales, tradicionalmente se recogen una serie limitada de éstas, con una base anatómica bien definida. A continuación se describen las medidas básicas que se deben tomar sobre el cuerpo del individuo (Fig.1).

**Ficha de medidas**

Fecha:..... Lugar: .....

Nombre de la Persona que mide:.....

Dirección.....

Tipo de captura (cazado, accidente, enfermo.....):.....

**MEDIDAS CORPORALES**

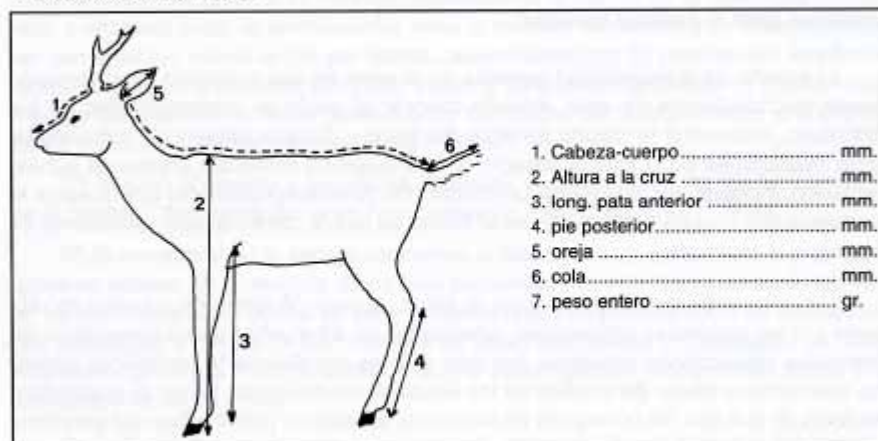


Figura 1. Modelo de ficha de mediciones externas.



1.- Longitud cabeza-cuerpo: con el animal situado de costado, medir con una cinta métrica flexible, desde el extremo del hocico hasta la base de la cola. La base anatómica de esta longitud está formada por la parte dorsal del cráneo y el dorso en general.

2.- Altura a la cruz: con el animal de costado, medir utilizando una cinta métrica, desde el extremo de la pezuña de la pata anterior hasta lo más alto del hombro, situando la pata perpendicularmente al eje del tronco. La base anatómica la constituye la extremidad anterior en toda su longitud.

3.- Longitud de la pata anterior: medir empleando una regla rígida de madera, desde la axila hasta el inicio de la pezuña manteniendo la pata estirada al máximo. La base anatómica de esta longitud está formada por la extremidad anterior, excepto la cintura escapular y la pezuña.

4.- Longitud del pie posterior: con una cinta métrica, medir desde la base de la pezuña hasta el punto medio de la curva del talón. La base anatómica se corresponde con el tarso, metatarso y dedos, excepto la pezuña.

5.- Longitud de la oreja: con cinta métrica, medir la oreja desde la escotadura hasta el extremo del cartílago, sin incluir los pelos. La base anatómica está formada por el cartílago auricular del pabellón.

6.- Cola: medir con cinta métrica desde la base de la cola hasta el extremo, sin incluir los pelos de la punta. La base anatómica la constituyen las vértebras caudales.

7.- Peso corporal entero: peso completo del animal medido utilizando un dinamómetro.

#### **Muestras para el análisis genético.**

El estudio de la variabilidad genética en el seno de una población es interesante desde muchos puntos de vista. Permite conocer el grado de consanguinidad de los individuos, reconstruir la historia genética del grupo y detectar diferencias moleculares entre poblaciones de la misma especie, lo que sugeriría diferentes grados de subespeciación. Finalmente, al elaborar un modelo de genética poblacional que prediga la tendencia que seguirá la población en el futuro, se puede planificar adecuadamente su manejo.

Los caracteres morfológicos como la altura, el peso, la forma etc. pueden modificarse por las influencias ambientales, además de ser en muchos casos el resultado de complejas interacciones genéticas. Por todo ello, los estudios de la variabilidad genética, realizados a través del análisis de los fenotipos morfológicos, tienen el gran inconveniente de que son, en la mayoría de los casos, tan sólo un pálido reflejo del genotipo.

Por el contrario, el análisis de las proteínas representa la posibilidad de estudiar

funciones sencillas determinadas directamente por uno o pocos genes, de forma que la relación entre fenotipo y genotipo se hace más clara. Existe finalmente la posibilidad de estudiar directamente el genotipo a través del empleo de la tecnología de los ácidos nucleicos, que mediante técnicas de hibridación y secuenciación permite detectar las diferencias existentes entre las cadenas de DNA de dos individuos distintos.

*A) Muestras de sangre para el análisis de polimorfismos proteicos.*

Para poder detectar actividad enzimática es necesario partir de un tejido animal vivo, recogido de forma que no resulte perjudicial para el individuo. Por ello, la variabilidad genética se analiza sobre muestras de sangre que se pueden obtener sin afectar en absoluto a la salud del animal. El protocolo a seguir es el siguiente:

1º) Recoger la sangre directamente de la yugular, en la parte ventro-lateral del cuello cerca de la unión con la cabeza, o de la femoral, cara interna de la pata posterior en la parte superior del muslo, empleando jeringuillas provistas de anticoagulante, EDTA preferentemente o bien heparina. Vaciar el contenido extraído en un tubo con EDTA o heparina.

2º) Agitar suavemente el tubo para conseguir una perfecta disolución del anticoagulante.

3º) Las muestras se pueden conservar hasta tres días refrigeradas en nevera, no congeladas, sin llegar a perder su actividad.

4º) Para la conservación indefinida de la sangre, se deben separar las fracciones celular y plasmática. Cuando las condiciones de trabajo en el campo no permitan disponer de material de laboratorio, lo mejor es dejar sedimentar las células a 4°C en la nevera, durante 2-3 días, separando posteriormente el plasma (fracción superior transparente) de las células (fracción inferior de color rojo) usando una pipeta Pasteur. Si es posible, trasladar la muestra a un laboratorio, donde la sangre se centrifuga a 3.000-4.000 r.p.m. durante 10 minutos, manteniendo el interior de la centrifuga refrigerado a 4°C para evitar la hemólisis. Se retira la fracción de plasma y se lavan las células con solución salina al 0,9 por ciento, suero fisiológico. El proceso de lavado se repite tres veces, y consiste en añadir sobre el sedimento de células el mismo volumen de solución salina, agitar suavemente, centrifugar de nuevo y retirar el sobrenadante mediante el empleo de una pipeta Pasteur.

5º) Repartir el plasma y las células recogidas en tubos rotulados con la referencia de la muestra, almacenándolos en criocongelador a -80°C hasta su análisis.

6º) El transporte de la sangre del campo al laboratorio se debe hacer lo más rápidamente posible. Si la muestra no ha sido procesada, se debe transportar refrigerada en un termo con hielo; nunca se debe congelar antes de la separación de las fracciones plasmática y celular. Si las muestras ya están procesadas y congeladas se debe usar nieve carbónica a -20°C, debido a que la descongelación-congelación afecta a la estabilidad de las enzimas.

En la figura 2 puede verse el proceso de obtención de muestras sanguíneas a partir de la femoral de una cría de cévido.



Figura 2. Extracción de muestras sanguíneas en el campo.

#### *B) Muestras de tejidos para el análisis del DNA.*

Los eritrocitos de los mamíferos carecen de núcleo, lo que hace que la sangre no sea el tejido ideal de partida para el aislamiento de DNA en este grupo animal. Obtener una pequeña porción de cualquier otro tejido corporal implicaría la práctica de una biopsia, lo que supone una pequeña intervención quirúrgica que puede poner en peligro la vida del animal.

El tejido vivo más fácil de obtener y con abundante DNA es el cartilago auricular. Mediante el empleo de un sacabocados, se corta una pequeña porción del margen externo del pabellón de la oreja, se envuelve en papel de aluminio, se rotula convenientemente y se congela en nitrógeno líquido a  $-196^{\circ}\text{C}$ .

#### **Parásitos.**

El alto grado de adaptación de los parásitos a sus hospedadores hace que muchos de ellos sean especie-específicos, parasitando sólo a determinados grupos. El papel de los parásitos como vehículos de transmisión de determinadas enfermedades hace muy interesante su estudio desde el punto de vista sanitario.

Sobre un animal vivo los parásitos internos son difícilmente detectables, a no ser

a través de los síntomas de la enfermedad que ocasionan. Por ello, siempre que se manipule un animal es importante anotar el aspecto general que presenta, si posee zonas depiladas en la piel, heridas o ulceraciones, problemas en la respiración, delgadez u obesidad extremas o cualquier otro síntoma que denote una mala salud.

Los parásitos externos son fáciles de detectar sobre la piel. Existen determinadas zonas como las orejas, axilas, ingles, o región genital donde, debido a la abundancia de capilares sanguíneos superficiales, se concentran gran número de ectoparásitos hematófagos. Los que se alimentan a partir de las producciones de la piel, descamaciones, grasa, etc., tienen una distribución más uniforme a lo largo de todo el cuerpo.

Las muestras se pueden recoger mediante el empleo de pinzas de cirugía, sujetando firmemente el parásito por la parte de su cuerpo más cercana a la piel del hospedador, en el caso de las garrapatas, para así evitar que se rompan y sean origen de infección cuando el animal sea puesto en libertad. Las muestras se guardan en tubos de plástico debidamente rotulados, rellenos de alcohol para su conservación. La determinación de la especie infectante se hace a través de unas claves zoológicas, mediante el empleo de microscopio o lupas binoculares, según los casos.

Siguiendo el procedimiento anterior podemos analizar la especificidad parásito-hospedador, caracterizando las especies capaces de infectar al animal. Para conocer la intensidad de la infestación, es necesario recoger todos los ectoparásitos que viven sobre el cuerpo del animal. La metodología a seguir implica el rociado del cuerpo del animal con algún producto tóxico para las especies infectantes, pero inocuo para el hospedador; una vez que ha surtido efecto, se "peina" la piel del individuo sobre una sábana blanca en la que se recogerán todos los ectoparásitos que portaba.

*C) Otras muestras interesantes son:*

- Pelo: mediante su estudio al microscopio óptico, se puede poner de manifiesto la textura del mismo y obtener información acerca de la fase de muda en la que se encuentra el animal. También es útil para la observación de pequeños parásitos.
- Excrementos: su análisis permite detectar la presencia de huevos o formas larvares de endoparásitos intestinales. Se deben recoger en bolsas de plástico rotuladas, que puedan ser cerradas herméticamente, dentro de las cuales se coloca un trozo de algodón empapado en agua para mantener la humedad de la muestra.
- Exudados: de todas las aberturas corporales (boca, nariz, vagina, ano) para comprobar igualmente la existencia de parásitos internos. Se recogen empleando torundas de algodón que se introducen en las cavidades; se rotulan y se conservan húmedas hasta su estudio. Existen torundas comerciales, montadas sobre un mango suficientemente largo, a modo de bastón, que una vez usadas se guardan en recipientes de plástico debidamente preparados, con medio de conservación y/o cultivo.

## 2. Obtención de información a partir de un animal muerto.

Sin lugar a dudas, la mayor fuente de información, cuando se trata de animales de interés cinegético, es el estudio de los ejemplares abatidos durante la época de caza. De igual forma, con aquellos ejemplares muertos en accidente se obtendrán inestimables datos, siempre que el animal no lleve muerto demasiado tiempo.

Describimos a continuación los protocolos de toma de muestras, siguiendo el mismo orden que en el apartado anterior.

### Medidas externas.

Se procede exactamente igual que con el animal vivo contando con la facilidad, claro está, que supone la manipulación de un animal muerto con el que no hay que tomar ningún tipo de precaución. En caso de que no sea posible pesar al animal completo, recomendamos registrar el peso en canal y considerar que un animal adulto despojado del estómago y del intestino ha perdido un 18 por ciento del peso total, mientras que la evisceración total implica una disminución del 25 por ciento.

### Muestras para el análisis genético.

La importancia y el fundamento de estos trabajos ya han sido descritos, pero en el caso de proceder de un animal muerto cambia sustancialmente la toma de muestras, ya que la sangre pierde su importancia frente a otros tejidos.

#### *A) Obtención de muestras de sangre y tejidos para el análisis de polimorfismos proteicos.*

La sangre sigue siendo un material válido para el estudio de la variabilidad de proteínas, pero debe ser usada fresca, sin que se haya coagulado. En los vasos periféricos la sangre suele coagular poco tiempo después de morir el animal, por lo que si se quiere obtener sangre líquida se debe acceder al corazón directamente, mediante punción del mismo, y no siempre se llega a tiempo.

Es importante señalar que nunca se debe recoger la sangre que encharca los cadáveres una vez abiertos, ya que suele estar sucia y contaminada con bacterias y fragmentos de otros tejidos, lo que distorsionaría los resultados de los análisis.

Por ello, en un cadáver la mejor fuente de material biológico está constituida por otros tejidos. Mediante la disección cuidadosa de los cuerpos se pueden recoger muestras limpias de hígado, bazo, pulmón, músculo esquelético, músculo cardíaco y riñón. Empleando una tijera o una navaja, se corta un trozo del órgano, del tamaño de una nuez es suficiente, se envuelve en papel de aluminio, se rotula y se congela en nitrógeno líquido a  $-196^{\circ}\text{C}$ , manteniéndose congelado en criocongelador a  $-80^{\circ}\text{C}$  hasta el momento de su utilización.

### *B) Obtención de muestras de tejidos para el análisis del DNA.*

De nuevo contamos con la ventaja de disponer de la totalidad del cuerpo del animal para nuestro uso. Las células de cualquier órgano interno, de los músculos y de la piel son nucleadas y por tanto constituyen posibles fuentes de DNA. Por ello, un pequeño trozo (del tamaño de un dado) de hígado, bazo o riñón es suficiente para la purificación del ácido nucleico. Su conservación se hace igualmente congelando las muestras rotuladas en nitrógeno líquido y almacenándolas en criocongelador.

### **Parásitos.**

Colocando el cadáver sobre una sábana blanca se pueden recoger los ectoparásitos que se irán soltando a medida que el animal se enfría. Su conteo e identificación nos informará acerca de la especificidad y del grado de infestación.

Mediante la disección cuidadosa del animal se pueden llegar a observar endoparásitos macroscópicos como la duela del hígado, o la tenia o solitaria, que se pueden recoger en tubos con alcohol, rotulados con las identificaciones del animal.

Para rastrear la presencia de otros parásitos menos conspicuos, así como la existencia de posibles enfermedades de tipo infeccioso, es conveniente remitir muestras de las vísceras principales a un laboratorio veterinario donde se analizarán en detalle. Las muestras a enviar, bien rotuladas, se deben preparar de la siguiente forma: una pequeña porción de hígado, bazo, pulmón, riñón y tracto digestivo se deberá conservar en formol al 10% para su estudio histopatológico; una porción mayor, o si es posible el órgano completo, excepto el trozo que se conservará en formol, se deberá mantener refrigerada con hielo para la realización de pruebas parasitológicas y bacteriológicas.

Como ya se indicó en el caso del animal vivo, interesa la recogida de pelo y excrementos.

Por último es muy importante igualmente la extracción de un diente, generalmente un incisivo inferior, que permitirá determinar con exactitud la edad del animal mediante el conteo de los anillos de crecimiento en un corte transversal del mismo (Fig.3).

Siempre que sea posible, resulta de gran interés el poder disponer del cuerpo completo del animal para su preparación y almacenamiento en colecciones de Historia Natural, de las que existe una en la Estación Biológica de Doñana, donde el material recibido, básicamente pieles curtidas y esqueletos, queda a disposición de los investigadores o aficionados que lo requieran. Hasta su preparación el cuerpo se debe mantener congelado para evitar la putrefacción.

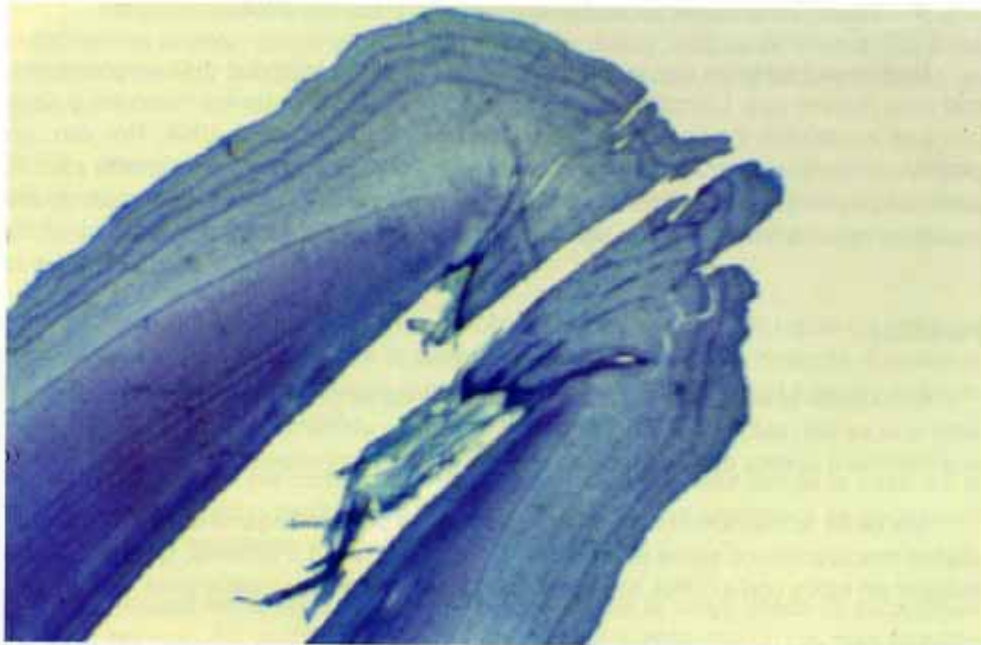


Figura 3. Fotografía de una sección transversal de un diente.

### 3. Recogida de restos encontrados en el campo.

A las personas que trabajan o frecuentan el campo, no les resulta nada raro encontrar algún resto, ya sea un animal muerto, un cráneo, huesos sueltos o simplemente un desmogue. Tampoco estas oportunidades de recogida de material se deben pasar por alto.

El primer paso es anotar el sitio, la fecha y el tipo de resto encontrado, y guardarlo en una bolsa de plástico que será entregada a los responsables de los Parques para su catalogación.

No es aconsejable la manipulación de cadáveres en avanzado estado de putrefacción por el riesgo que entraña. En estos casos, lo mejor es enterrar o esconder los restos para protegerlos de la acción de los carroñeros, marcar el sitio donde se encuentran y dejar que la naturaleza siga su curso, recuperando más adelante las partes aprovechables del esqueleto, que serán de gran valor.

En todo caso, siempre que se disponga de información, ésta se debe comunicar a los gestores del área, para que tenga un uso adecuado.

El estudio de la ecología y la evolución de las especies y de sus interacciones con el ambiente es un campo de la biología que ha experimentado un crecimiento constante en los últimos años. Este campo de estudio es fundamental para comprender el funcionamiento de los ecosistemas y el papel de los organismos en ellos.

## CAPITULO II METODOS EN ECOLOGIA

El estudio de la ecología y la evolución de las especies y de sus interacciones con el ambiente es un campo de la biología que ha experimentado un crecimiento constante en los últimos años. Este campo de estudio es fundamental para comprender el funcionamiento de los ecosistemas y el papel de los organismos en ellos.

El estudio de la ecología y la evolución de las especies y de sus interacciones con el ambiente es un campo de la biología que ha experimentado un crecimiento constante en los últimos años. Este campo de estudio es fundamental para comprender el funcionamiento de los ecosistemas y el papel de los organismos en ellos.

El estudio de la ecología y la evolución de las especies y de sus interacciones con el ambiente es un campo de la biología que ha experimentado un crecimiento constante en los últimos años. Este campo de estudio es fundamental para comprender el funcionamiento de los ecosistemas y el papel de los organismos en ellos.

El estudio de la ecología y la evolución de las especies y de sus interacciones con el ambiente es un campo de la biología que ha experimentado un crecimiento constante en los últimos años. Este campo de estudio es fundamental para comprender el funcionamiento de los ecosistemas y el papel de los organismos en ellos.

El estudio de la ecología y la evolución de las especies y de sus interacciones con el ambiente es un campo de la biología que ha experimentado un crecimiento constante en los últimos años. Este campo de estudio es fundamental para comprender el funcionamiento de los ecosistemas y el papel de los organismos en ellos.



### 1. Conteo de cérvidos.

En sentido funcional, podemos definir una población como un agregado de individuos de una especie, delimitada arbitrariamente en el espacio y en el tiempo. El término "técnicas de censo", de forma general, se aplica a toda operación que permite obtener una estimación numérica de los efectivos de la población considerada y de su distribución por clases de edad y sexo. Los censos pueden realizarse en toda el área de distribución o sobre un territorio muestra.

Muchos son los condicionantes que determinan la distribución espacial de los individuos de una población, y pueden deberse a características propias del hábitat, como la disponibilidad del alimento y el relieve del terreno, o a aspectos propios de la especie considerada, tales como el comportamiento sexual o la competencia intra e interespecífica. Desde el punto de vista teórico, se pueden distinguir tres tipos principales de distribución espacial: *uniforme*, cuando los individuos se reparten uniformemente, *al azar*, que es aquella en la que la presencia de cada individuo es independiente de la de los demás, y *contagiosa*, cuando los individuos tienden a concentrarse en grupos.

En lo que se refiere a la densidad, la definición clásica se resume en "número de animales por unidad de superficie", normalmente por 100 ha. Esta definición puede matizarse en dos sentidos: a) *Cinegético*: "densidad económicamente soportable", en relación a la población soportable por el territorio de caza desde el punto de vista de la economía forestal; depende de la regeneración forestal; b) *Ecológico o conservacionista*: "densidad biológicamente óptima"; aquella para la cual la población se encuentra en equilibrio con su entorno.

Para las especies cinegéticas de cérvidos que ocupan hábitats forestales, de forma general podemos considerar:

- densidad media muy débil: menos de 4 individuos/100 ha.
- densidad media débil: de 4 a 8 individuos/100 ha.
- densidad media normal: de 8 a 15 individuos/100 ha.
- densidad media alta: de 15 a 25 individuos/100 ha.
- densidad media muy alta: más de 25 individuos/100 ha.

Las estructuras tanto de sexos como de edades son un reflejo de las condiciones del medio, de las diferencias bioclimáticas entre años, del efecto de la caza y del manejo.

### La razón o proporción de sexos.

El significado de la razón de sexos varía según los hábitos de apareamiento de las especies animales que se estén estudiando. En especies monógamas como el corzo, una razón de sexos de 1:1, igual número de machos que de hembras, favorecería la máxima productividad de jóvenes. En especies polígamas, como el ciervo, una distorsión de esta razón de sexos, más hembras que machos, produciría un mayor número de crías. Por ejemplo, una piara, rebaño o manada de 100 animales reproductores con un sistema polígamo, pero con una razón de sexos de 1:1 no podría producir más de 50 crías, suponiendo que el 100 por ciento de las hembras produzcan una cría y no haya partos de gemelos. Si cambiamos la razón de sexos, por ejemplo, 20 machos y 80 hembras, la producción de crías ascendería a 80. La razón de sexos se puede manipular hasta tal punto que no se encuentren suficientes machos para cubrir a todas las hembras.

La proporción de sexos se puede calcular a partir de las observaciones de los animales en el campo o bien de animales muertos (Fig. 4). En las especies dimórficas la separación de ambos sexos es fácil. De cualquier forma, se debe tener mucho cuidado sobre cuándo y dónde se hace la clasificación, ya que las conclusiones que se obtengan pueden ser erróneas. La limitación principal resulta de la segregación de los sexos en el espacio y en el tiempo. Los machos y las hembras pueden preferir diferentes tipos de hábitat y en distintas estaciones del año. Incluso si los dos sexos conviven, a veces un sexo es menos conspicuo o fácil de detectar que el otro.

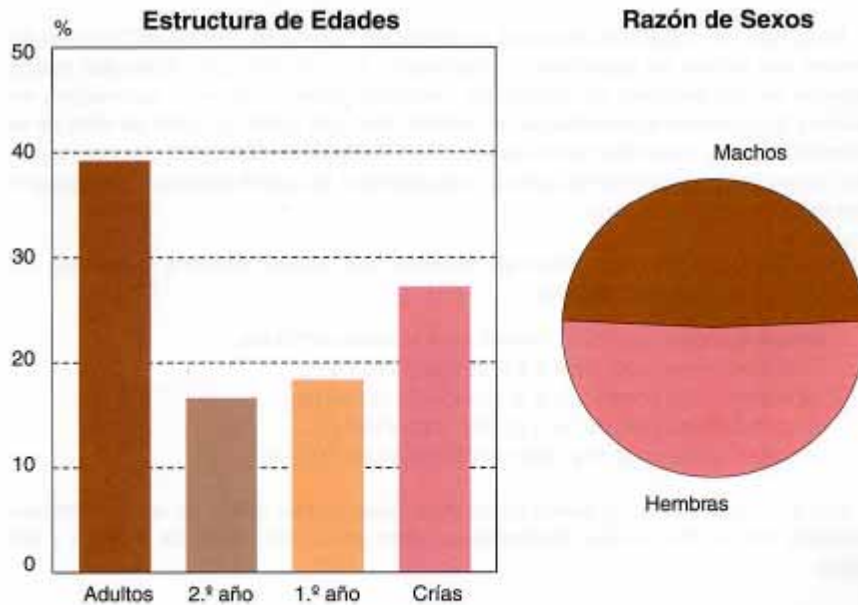


Figura 4. Ejemplo de figuras empleadas para representar la estructura de poblaciones y la razón de sexos.

Si la razón de sexos se determina a partir de animales que estén muertos, la validez de los resultados puede ser aún más cuestionable, debido a la segregación entre machos y hembras, la selectividad del cazador, el método de caza, etc.

A la vista de estas limitaciones parece evidente que las discrepancias entre la proporción de sexos estimada a partir de animales vivos y muertos pueden ser importantes. Para que las observaciones sean significativas, la clasificación debe hacerse en la misma época cada año y/o en la misma fase del ciclo reproductivo. Es conveniente que la clasificación se haga cada vez en el mismo tipo de hábitat y, si es posible, por el mismo personal experimentado.

### **Estructura de edades.**

Conocer la proporción en que están representadas las distintas clases de edad dentro de una población permite a investigadores y gestores determinar y diseñar los cupos de extracción. La clasificación o estratificación por edades divide la población en clases o grupos de edad: crías, jóvenes, adultos, hembras reproductivas, etc. Al igual que en las sociedades humanas, la edad es un parámetro básico en el estudio de la dinámica poblacional de los animales. Permite conocer las pirámides de edad, las tablas de vida, la capacidad reproductiva, mortalidad, etc. y, en definitiva, establecer los parámetros poblacionales, tasas de crecimiento, tiempo generacional, edad de madurez, etc.

Sin embargo, llegar a conocer la edad de un animal con el que con frecuencia sólo se ha tenido contacto en el momento de su captura, es difícil, y se acentúa aún más cuanto más viejos son los individuos.

#### *Métodos para determinar la edad:*

a) Por su morfología. En los cérvidos, para un observador experimentado es posible distinguir morfológicamente los individuos hasta el principio del tercer año. A partir de esta última cohorte de edades, dependiendo de las especies, de la estación del año y del sexo, estimar la edad con verosimilitud puede llegar a ser muy difícil. Los criterios generalmente aplicados en los machos, como el número de puntas, aparición de las luchaderas, tamaño de las cuernas, diámetros de las rosetas, etc, son más variables de lo deseado y de lo que con frecuencia se cree.

b) Por la erupción y reemplazamiento de los dientes. La mayoría de los mamíferos tienen dos tipos de dentición: de leche y permanente. La erupción y reemplazamiento de la dentición de leche se utiliza como base para la determinación de la edad en los animales jóvenes.

c) Por los anillos de crecimiento. Con el fin de establecer unos criterios rigurosos de determinación de la edad, se utiliza habitualmente la técnica del conteo de los ani-

rentes técnicas y apreciar su validez. En la práctica, en parte, ésto se resuelve confrontando los resultados de los distintos métodos de censo sobre un mismo territorio y aplicando un coeficiente de corrección determinado para cada técnica considerada.

a) Transectos lineales de observación directa. Bajo este tipo de censos se agrupan de una forma general todos los métodos que se basan en el conteo directo de ejemplares.

Se puede considerar como el método que más ha evolucionado en los últimos tiempos, debido a las bases teóricas y estadísticas que lo sustentan y a la frecuencia con la que se pone en práctica para la estimación de poblaciones naturales; destacan entre sus principales ventajas la relativa eficacia y el poco coste económico que supone su aplicación en la mayoría de los casos, con respecto a su fiabilidad y robustez.

El método de transectos lineales se basa en la distribución espacial de los individuos y en la probabilidad de contacto; no interviene el número de ejemplares contactados ni la repetición o la ausencia de contacto. Su utilización presenta una serie de inconvenientes relacionados con la planificación, la toma de datos o el análisis de los mismos.

En la planificación del censo es necesario controlar tanto los factores del hábitat que intervienen en la distribución espacial de los individuos: visibilidad, agregación, etc, como los inherentes a la especie: tipo de reproducción, fenología, ritmo circadiano, etc.

La toma de datos se tiene que realizar correctamente mediante la elaboración de unas fichas de campo que pueden ser estandarizadas (Fig. 5). El análisis de los datos se considera laborioso, aunque actualmente se facilita considerablemente debido a la posibilidad de realizar cálculos automáticos por medio de programas específicos de ordenador.

De una forma simple se puede decir que la base del método se fundamenta matemáticamente en la fórmula de la densidad, es decir, el número de elementos por unidad de espacio. Si consideramos el número de elementos (n) que se encuentran en una superficie definida por una longitud L y por una anchura W a cada lado de la línea de censo, la densidad de elementos en dicha área sería:

$$D = \frac{n}{L \times 2W}$$

La anchura a cada lado de la línea de censo se puede estimar a partir de los siguientes parámetros, que se registran en el campo en el momento en que se avista un animal (Fig. 6): P= distancia perpendicular entre el animal y la línea de transecto; S= distancia en línea recta del observador al animal;  $\theta$  = ángulo de observación entre la línea del transecto y la línea animal-observador.

llos de crecimiento en los dientes. Este método se basa en el hecho de que el crecimiento de un animal no es continuo a lo largo de toda su vida, ni tan siquiera a lo largo de un año. Su crecimiento está estrechamente asociado a la estacionalidad bioclimática y a los ciclos reproductivos. La distribución y/o alternancia de periodos de bonanza climática y de recursos alimenticios con otros menos idóneos, junto con la mayor demanda energética que tiene lugar durante el periodo reproductivo, en detrimento del crecimiento, son la base de que la acumulación de anillos de cemento en los dientes tenga un marcado carácter anual. Si somos capaces de poner de manifiesto estos anillos o depósitos, entonces seremos capaces de conocer con cierta precisión la edad absoluta de un animal (Fig. 3).

Como ejemplo práctico para la visualización de los anillos de crecimiento, describimos la técnica de Klevezal & Kleinenberg, aunque con ligeras modificaciones:

- Descalcificación y lavado: los dientes son descalcificados completamente usando una solución de ácido nítrico al 5%, entre 20 y 48 horas, dependiendo del tamaño del diente y de la edad del animal. Después de ser descalcificado, cada diente es lavado sucesivamente con agua corriente durante 24 horas.
- Obtención de cortes, tinción y montaje: se realizan cortes de 20 micras de espesor con un criostato. De cada diente se recogen al menos 4 cortes de la zona donde la cavidad pulpar sea más evidente. Los cortes son teñidos con hematoxilina durante 20 minutos. A continuación se diferencian durante 30 minutos en agua corriente y se montan con medio Aquatex. Las preparaciones obtenidas se miran al microscopio óptico con 45x y 100x aumentos, contándose el número de capas o anillos presentes en el cemento.

La determinación de la estructura de edades de una población puede ser fácil o difícil, dependiendo de la especie y de su hábitat. Las limitaciones son similares a las de la razón de sexos: segregación y comportamiento diferencial entre edades, visibilidad y capacidad de detección diferente, fase del ciclo reproductivo, estación del año, condiciones de manejo, como antes o después de alguna cacería, etc. A veces, ligeras diferencias en la técnica de muestreo pueden producir considerables diferencias en los resultados.

Siempre que sea posible acceder a animales muertos o cazados, se debe determinar su edad con precisión, ya que esto nos ayudará a evaluar la relación de edades estimadas a través de caracteres morfológicos.

### **Estimación del tamaño y estructura de las poblaciones.**

Existen diferentes formas de censar, pero debemos tener en cuenta que la principal dificultad para la puesta a punto de métodos de censo es la falta de una población control cuyos efectivos sean conocidos perfectamente, y que permita probar las dife-



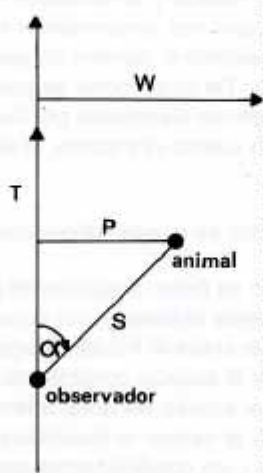


Figura 6. Medida de las distancias perpendiculares y de avistamientos. Es posible tomar tres medidas cuando un animal es visto desde una línea de transecto: (P) distancia perpendicular del animal al transecto, (S) distancia del animal-observador, y ( $\alpha$ ) ángulo de avistamiento. La longitud del transecto (T) es una distancia fija, la anchura del transecto (W) puede ser establecida como fija o variable.

En todas las formas de aplicación de estos métodos de transectos lineales para estudios de fauna, y más concretamente para especies cinegéticas, es necesario reunir una serie de requisitos imprescindibles para el buen desarrollo del censo: 1) Todos los animales situados en la línea del recorrido deben ser siempre avistados. Esta característica condiciona el censo de animales crípticos que se ocultan en el subsuelo, como es el caso de los conejos, o en los árboles, como hacen determinadas aves de caza; 2) Los animales deben ser localizados antes de su huida. La respuesta de los animales es alejarse ante la presencia del observador, por lo que a veces existe un movimiento de repulsión y es posible ver más ejemplares a una distancia determinada de la línea de progresión que en la misma línea. Esto se detecta y se corrige mediante la aplicación de una función y un estimador adecuado; 3) Las distancias y ángulos son medidas exactas; 4) Los avistamientos son sucesos independientes.

Para poner en práctica un transecto lineal se deben tener en cuenta una serie de condicionantes desarrollados a partir de los estudios previos referentes a las características de los individuos que componen la población: movimiento, capacidad de ocul-

tación y conductas de rechazo o atracción. Además es necesario tener en cuenta la distribución espacial de los ejemplares en el medio, ya sea contagiosa, regular o al azar.

De una forma parecida se pueden realizar cálculos de la densidad en función de observaciones realizadas en recorridos fijos, determinando un parámetro único que se puede definir como un índice del estado y la evolución de la población en términos comparativos. Dentro de este grupo nos encontramos con el Índice Kilométrico de Abundancia (IKA), en el que se controla el número de ejemplares contactados visualmente por kilómetro de recorrido. De igual forma se puede determinar un índice en función del tiempo utilizado, número de ejemplares por hora, o en definitiva en función del esfuerzo, cuando se tienen en cuenta el espacio, el tiempo y el número de personas que intervienen.

Desde el punto de vista práctico se pueden diferenciar distintas fases:

Fase 1.- En una primera fase se debe desarrollar el planteamiento del problema, el nivel de precisión que se pretende obtener y, por supuesto, una labor de recogida previa de información básica, tanto sobre el hábitat: orografía, accesos viales, vegetación y usos del suelo, como sobre la especie considerada: fenología, especificaciones de su ciclo reproductivo, etc. En el estudio del área, además de revisar la información existente, se debe determinar en el campo la diversidad del medio, la visibilidad de cada uno de los distintos hábitats y los condicionantes propios del área concreta en la que se pretenden desarrollar los censos.

Fase 2.- Diseño del método de muestreo: esta fase es la más complicada y es necesaria una experiencia previa en el conocimiento de la fauna silvestre. Deben determinarse el momento del año y del día en que se realizarán los censos, y el número de censos a realizar hasta que la superficie real de muestreo varíe entre un 4 por ciento y un 25 por ciento de la superficie total a cubrir, en función del tamaño de la especie, de su movilidad, sus requerimientos, su biología, la diversidad del medio y otros condicionantes que surgen en el propio desarrollo.

En el diseño igualmente, se debe determinar el número de transectos en cada hábitat, con el fin de cubrir el área escogida, y por supuesto la longitud de los mismos, que depende de la disgregación del hábitat y del ritmo de actividad diario de cada especie. Así, existen determinados hábitats que por su diversidad requieren el trazado de itinerarios cortos, de 1 o 2 Km, y otros en los que por su homogeneidad se pueden desarrollar transectos relativamente largos, de alrededor de 10 Km.

Hay que tener en cuenta también el ritmo de actividad de las especies; así en épocas en las que la actividad queda restringida al amanecer o al atardecer, como ocurre por ejemplo con el ciervo en primavera y verano, los transectos deben de ser numerosos y cortos con el fin de que sean homogéneos en cuanto al desarrollo de la actividad. Sin embargo, cuando la actividad está repartida a lo largo del día los transectos pueden ser más largos.



Las condiciones del diseño se fundamentan en la probabilidad de detección de los ejemplares, y se parte de la base de que esta probabilidad es máxima en la línea de progresión, disminuyendo conforme se alejan de la misma. Esta disminución progresiva es la que se utiliza en el ajuste de una función matemática que sirve en el cálculo de la densidad. La extrapolación de la densidad del área de muestreo al área total depende de los condicionantes de la planificación.

Fase 3.- Desarrollo del censo: en esta fase se trata de recoger los datos del censo propiamente dichos, utilizando toda la información proveniente de las fases anteriores. En el propio desarrollo intervienen distintos condicionantes como son el número de personas por transecto, el material necesario y la toma de datos en sí.

Cada vez que un animal o grupo de animales es contactado el observador u observadores deben registrar la siguiente información

- especie.
- número de individuos observados.
- modo de observación: visual, vocalizaciones, sonidos producidos por el animal al desplazarse entre la vegetación.
- hora de inicio de la observación.
- localización del observador a lo largo del transecto.
- distancia animal-observador.
- distancia perpendicular animal-transecto.
- actividad del animal.
- sexo, edad y estado de los animales.
- hora en que se deja de observar al animal.

Todos estos datos deberían recogerse en una ficha, donde, igualmente, se anote la fecha, el lugar y las características climatológicas del día del censo.

El material de censo es el propio para detectar animales: prismáticos o telescopios, una brújula que permita determinar el ángulo del ejemplar con respecto a la línea de progresión y un telémetro que determine la distancia del ejemplar al observador.

Fase 4.- Análisis de los datos. En el análisis de los datos intervienen muchos factores, desde los propios de la distribución de los ejemplares hasta los matemáticos, que pueden condicionar los resultados. Lo normal es la utilización de programas de ordenador específicos en la aplicación de transectos. Estos varían principalmente en el número de funciones y en el número de particularidades del medio que recogen, como la visibilidad variable o de la especie, las variaciones en la agregación, los movimientos de huida, etc.

En lo que se refiere al coste económico del método, es evidente que está relacionado con el nivel de exactitud que queramos obtener, pero debido a la mano de obra que se necesita y al tiempo de desarrollo, es relativamente bajo. Si se compara el coste real y la información obtenida se puede considerar uno de los métodos de censo

más económicos que existen. El principal desembolso puede surgir a la hora de la adquisición de los programas adecuados para el análisis de los datos, y por supuesto en la planificación del censo en general ya que se necesitan personas expertas y una información previa que tiene sus propios costes originales. La ventaja más importante es la fiabilidad de los resultados, puesto que se trabaja con errores mínimos que no superan el 15% de la población. Si a ésto unimos el mínimo impacto que soportan los animales durante el desarrollo del censo, ya que se molesta poco y no es necesaria la manipulación de los ejemplares, es evidente que es un método idóneo en el censo de especies cinegéticas. Finalmente, otra ventaja es el tiempo en el que se desarrolla el censo, de tal forma que una línea de gestión se puede modificar en pocos días en función de los resultados obtenidos en un censo o en un control de la población.

b) Transectos de indicios. Todos los animales dejan huellas diversas de sus actividades, rastros, excrementos, mudas, etc, cuya abundancia es proporcional al tamaño de la población que las produce (Fig. 7 y 8). Estos índices de abundancia no dependen de la visibilidad de los individuos de una población y permiten el seguimiento de su evolución. Tienen interés para la gestión de poblaciones por su bajo coste económico así como por el tiempo de realización.



Figura 7. Fotografía de una huella de corzo.



Figura 8. Fotografía de un excremento de corzo.

Los cérvidos de bosque, como el corzo y el ciervo, son relativamente difíciles de observar de forma directa, sobre todo si están en bajas densidades. Por ello, para el seguimiento de sus poblaciones se recurre con mucha frecuencia al estudio de índices de presencia, por ejemplo, el número de grupos de excrementos a lo largo de un transecto, número de sendas de paso en un área determinada, etc.

Las fuentes de error asociadas al muestreo de indicios para el seguimiento de poblaciones de cérvidos pueden agruparse en tres categorías: a) heterogeneidad en la distribución espacial de los índices, derivada a la vez de la heterogeneidad del medio y de la organización espacial de los individuos; b) heterogeneidad en la abundancia de ciertos índices a lo largo del tiempo, ligado a la vez a variaciones de su tasa de producción, por ejemplo, variaciones en la tasa de defecación, y a las de su desaparición; c) Por último, el "efecto observador", incluyendo falta de atención o de apreciación por parte del observador, es considerado como una fuente de error.

Para el caso de cérvidos de bosque, parece adecuado dirigir la atención de búsqueda hacia aquellos indicios más notorios en cada época del año en función del comportamiento de la especie.

A pesar de que este tipo de censos plantea muchos problemas de método y aparentemente subestima los valores poblacionales reales, proporciona una medida objetiva de las fluctuaciones de la población y constituye una herramienta útil para deter-

minar la preferencia de hábitat y los patrones estacionales de uso del espacio. La utilidad que el conteo de estos indicios tiene como evaluador de la densidad de población ha sido ya puesta de manifiesto.

Como ejemplo, se describe a continuación el método utilizado en la Sierra de Cádiz para la estimación de parámetros poblacionales de ciervo y corzo. Su comentario nos permitirá recordar los diferentes factores a tener en cuenta a la hora de acometer la utilización de este tipo de métodos.

En primer lugar, a través de un estudio de índices de presencia, se pueden llegar a cubrir objetivos muy diferentes:

- Conocer la densidad relativa de individuos en los distintos hábitats considerados.
- Aproximarnos a las preferencias de hábitat y a la evolución de estas preferencias a lo largo de las diferentes épocas del año.
- Conocer la disponibilidad alimenticia, cualitativa y cuantitativamente.
- Contar con un registro preciso de los daños ocasionados por los animales en ciertas especies vegetales.
- Evaluar las relaciones interespecíficas.

Deben elegirse los distintos hábitats a muestrear y trazar sobre ellos los transectos o itinerarios, con ayuda de una brújula que permita mantener la misma dirección a lo largo de todo el recorrido. El resultado es una línea recta sobre cada hábitat con una longitud que varía entre los 500 y los 1000 m. Cada transecto deberá dividirse en tramos de 100 m de longitud que podrán señalarse mediante la presencia de una varilla metálica. En un radio de 5 m alrededor de cada varilla, describiendo una superficie denominada placeta, se realiza un inventario de todas las especies vegetales presentes, correspondientes a los estratos arbóreo, arbustivo y subarbustivo.

Una vez que el número de placetas permita registrar la totalidad de especies vegetales presentes en un hábitat concreto, esto es, en el momento en que una nueva placeta no añada ninguna especie vegetal nueva al inventario, quedará determinada la longitud final del transecto en dicho hábitat.

Cada placeta deberá quedar además caracterizada por el máximo número de variables posibles que ayuden a describirla: altitud, pendiente, cobertura, diversidad, insolación, etc.

La periodicidad de las visitas a estos recorridos variará en función de los objetivos planteados. Así, una única visita anual proporcionará una información básica sobre las poblaciones. Dependiendo además de la época en que se haga esta visita, se puede obtener información de distinta índole, como la proporción de crías en relación a adultos o el período territorial. Si las visitas son estacionales, además de las preferencias de hábitat se podrán conocer los movimientos de los individuos. Finalmente, con una periodicidad mensual, se puede acceder a una información más detallada.

En cuanto al registro de indicios, aconsejamos la elaboración de una ficha detallada que habrá de incluir al menos la siguiente información básica (Fig. 9):

- fecha y hora de muestreo
- localización de la placeta
- número de grupos de excrementos presentes y especies a las que corresponden.
- localización espacial de los grupos de excrementos en la placeta, ya que pueden estar amontonados o en cadena, y cada montón o cada ristra debe ser contabilizado como un solo indicio.
- presencia de huellas y emplazamiento de éstas; se anotan todas las huellas, tanto las que atraviesan como las que siguen una senda. Se considera "una huella" a un grupo homogéneo de ellas o a una sola que aparezca en la placeta (salto, carrera...)
- presencia de camas y emplazamiento de éstas. Entendemos por "cama" la impresión dejada recientemente sobre el suelo como resultado de la actividad de descanso del animal.
- presencia de rascaderos, indicando la especie vegetal dañada, diámetro del tronco utilizado y altura al suelo de la rascadura. Denominamos rascaduras a aquellas marcas ostensibles dejadas por los machos sobre el tronco de los arbustos o sobre las ramas rotas como consecuencia de restregar su cuerna contra los mismos.
- cualquier otro indicio: huesos, desmogueos, pelos, etc.

El archivo sistemático de toda esta información es importante a la hora de poder realizar futuros análisis que permitan seguir la evolución de las poblaciones de estudio.

El análisis de la información registrada proporciona una estimación de la densidad relativa de la población mediante la fórmula:

$$N = \frac{(n^{\circ} \text{ placetas/ha})(n^{\circ} \text{ medio de excrementos/superficie})}{(n^{\circ} \text{ días desde el conteo anterior}) (\text{tasa media de defecación de la especie})}$$

Para el resto de los indicios, se emplean formulas similares de densidad:

$$D = N (\text{presencia de indicios}) / A (\text{área muestreada}) * T (\text{tiempo de revisión o de producción del indicio})$$

Las condiciones ambientales, la variabilidad en los grupos de excrementos y el error del observador afectan a la fiabilidad del conteo de excrementos. La clave que relaciona el conteo de heces con la abundancia de cérvidos es la tasa de defecación, la cual varía con la dieta, el sexo y la edad.

Para el caso del corzo, una tasa media de 20 grupos de excrementos por día puede ser utilizada para el cálculo de la densidad en un área donde no se conozca con exactitud la tasa de defecación, la cual debería ser determinada localmente en una variedad de hábitats.



## 2. Métodos de captura de cérvidos.

Para profundizar en el conocimiento de aspectos concretos de la biología de un animal es preciso recurrir en ocasiones a la identificación de un número determinado de individuos pertenecientes al núcleo poblacional objeto de estudio. El proceso de identificación aplicado a los cérvidos en estado salvaje requiere desarrollar numerosas técnicas que deben planificarse adecuadamente en función de la especie, del hábitat en que se desenvuelve y del tipo de información que finalmente se desea obtener.

Como fase inicial del trabajo, debe efectuarse un reconocimiento del terreno para seleccionar los lugares donde la presencia de animales sea más frecuente. A continuación deben decidirse las zonas más aptas y claramente rentables para el plan de capturas, en función de las vías de acceso, influencia humana, dominio visual, relieve físico y tipo de vegetación.

Teniendo en cuenta estos factores, recomendamos emplear trampas construidas en su totalidad con red de poliamida de 2 y 3 mm de grosor y con una luz de 30-40 cm, prefiriéndose así mismo el uso de colores oscuros como el negro, verde y marrón, con objeto de favorecer el mimetismo con la vegetación.

Desaconsejamos el empleo de lazos y cepos amortiguados porque son un riesgo notable, dada la fragilidad de las extremidades de estos animales.

### Trampas individuales.

Los modelos de trampas se explican a continuación clasificados según su aplicación en el terreno. Los de tipo "pradera" se disponen a modo de cercado, rodeando pequeñas praderas o claros frecuentados por los animales. Los modelos "sendas" se disponen en pasos obligados y sendas donde ha sido detectado un uso permanente; este modelo se apoya en la densa vegetación que pueda existir a ambos lados de la senda.

*Trampas tipo pradera.* Paños de 2.5 a 3 m de altura y longitud variable, de 10 ó 15 m hasta 50 m, según el espacio a cubrir, suspendidos de una cuerda tensora que los deja colgando con la base a ras del suelo (Fig. 10). Se extienden en función de la vegetación, aprovechando el borde final de la arboleda y el inicio de la pradera o zona clara. La red cae encima del animal cuando éste la empuja, y termina por enredarlo completamente sin que exista riesgo de fractura.

*Trampas tipo senda.* Diferenciamos tres modelos:

a) Desprendibles (Fig. 11). Paños de 2.5 a 3 m de altura y 3 a 5 m de longitud, adaptables al ancho de la senda y con un funcionamiento similar al modelo anterior.

b) Bolsa elevadiza (Fig. 12). La red extendida y camuflada en el suelo se levanta de los extremos, formando una bolsa que queda colgando en lo alto de una rama. Un

sistema de gomas proporciona la fuerza necesaria para que la bolsa suba con el animal en su interior. El mecanismo de desenganche se activa cuando el animal suelta el seguro al pasar por el punto medio de la trampa.

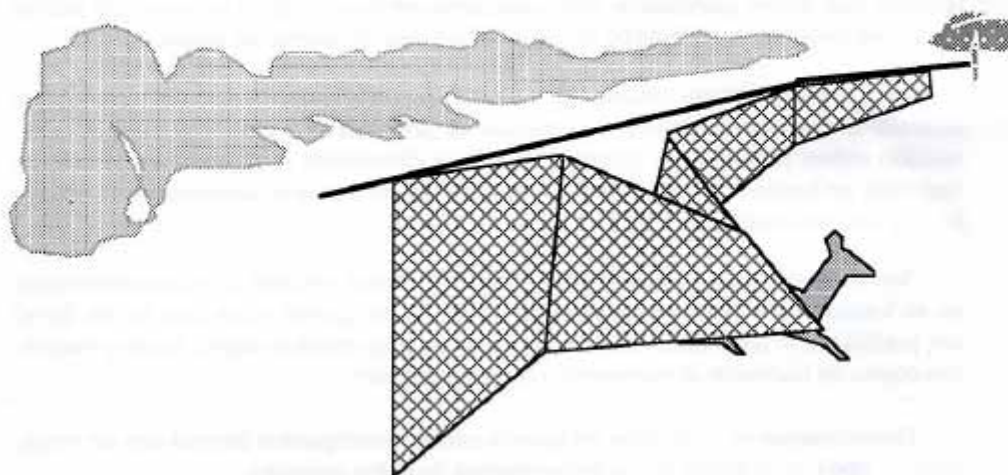


Figura 10. Modelo de trampa tipo "pradera".

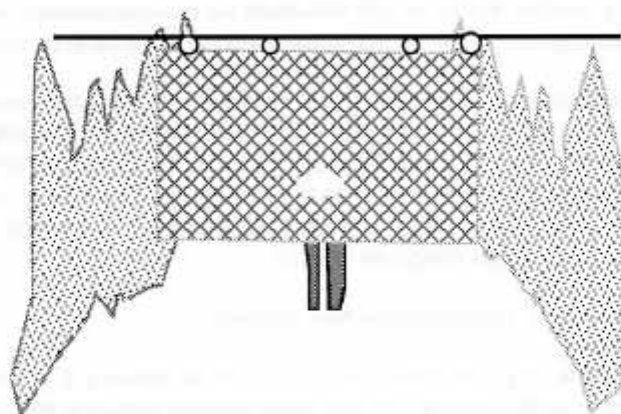


Figura 11. Modelo de trampa para senda de tipo "desprendible".



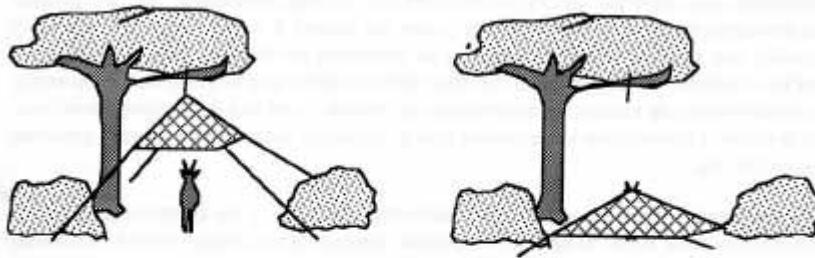


Figura 12. Modelo de trampa para senda del tipo 'levadizo'.

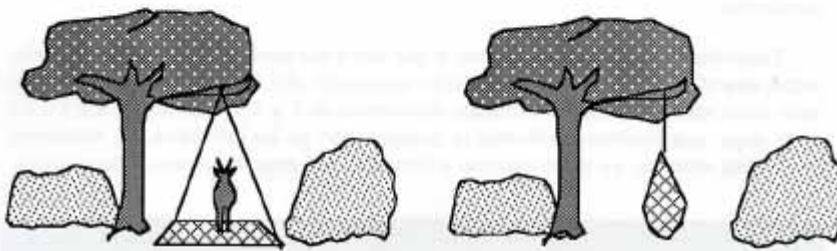


Figura 13. Modelo de trampa para senda de tipo 'caída'.

c) Red de caída (Fig. 13). Aprovechando una rama grande situada sobre la senda se coloca una red cuadrada de 3x3 m que cuelga por su punto central. En cada extremo de la red, y fijas en el suelo, se sitúan las gomas tensoras. El mecanismo de desenganche, fijado al punto de sujeción a la rama, libera la red que cae rápidamente.

#### **Trampas colectivas o capturaderos.**

Este término incluye trampas de una amplia gama de diseños cuyo fin es capturar al animal vivo mediante su encierro o confinamiento en un área de reducidas dimensiones y acondicionada para su manejo y control (Fig. 14 y 15).

El principio básico de un capturadero es el cerramiento de un área (entre 0.25 y 10 ha) a cuyo interior son atraídos los animales mediante el empleo de cebos como paja, heno, alfalfa, grano, sal o agua, por citar algunos de los más comunes. Para el

cerramiento también se pueden reutilizar, previas modificaciones, las construcciones diseñadas para albergar ganado como apriscos, corrales, tentaderos, etc. En general, los cerramientos tienen forma circular y con los postes o hincos, si los tienen, en el exterior, con el fin de reducir los riesgos de accidente por choque o impacto así como por acumulación en las esquinas. Es muy recomendable que la malla del cerramiento, preferiblemente de torsión, esté protegida con monte o con tela de arpillera, para reducir la visión o contacto de los animales con el ambiente exterior del cercado, personal, vehículos, etc.

La instalación del lugar del capturadero debe hacerse, si las condiciones lo permiten, en una zona llana. Si esto no es posible, las puertas no deben ir en la zona más baja del terreno, para limitar la inercia del animal. Así mismo, las puertas deben de abrir hacia adentro o bien ser de corredera, y ser particularmente opacas, evitando cualquier posibilidad de visión a través de ellas, ya que tras la sorpresa producida por el cierre los animales capturados tienden a salir por el mismo lugar donde entraron. Si hay posibilidad de visión al exterior se incrementa considerablemente el riesgo de accidentes.

Dependiendo del fin o del proceso a que van a ser sometidos los animales capturados, sea el estudio, manejo, vacunación, extracción, etc, los capturaderos deben de tener unas salidas (corrales o mangas) adicionales de 1 a 1.5 m de ancho x 2.5 a 4.0 m de largo, que permitan fácilmente la manipulación de los individuos. La instalación de puertas laterales, en estas mangas o cerrados, son muy útiles para extraer anima-



Figura 14. Fotografía de un capturadero de cérvidos utilizado en la Sierra Norte de Sevilla.

les concretos, como machos adultos, crías, ejemplares marcados. Si el fin va a ser la extracción de los animales capturados del área de captura, bien para su reintroducción en otro lugar, bien para el control poblacional, es muy recomendable una rampa al final de las mangas y/o corrales, que facilite el acceso al transporte.

La instalación de una red interior de cuerda, de luz entre 15 a 20 cm y separada 1.2 m de la malla metálica, reduce apreciablemente los accidentes y escapadas, facilitando la captura al enredarse los animales.

Existe también la variante de capturadero móvil, en la cual se sustituye el cerramiento de malla metálica por lonas plegables, lo que da buenos resultados si bien su precio se incrementa. También es posible ampliar la trampa tipo pradera con estos fines.

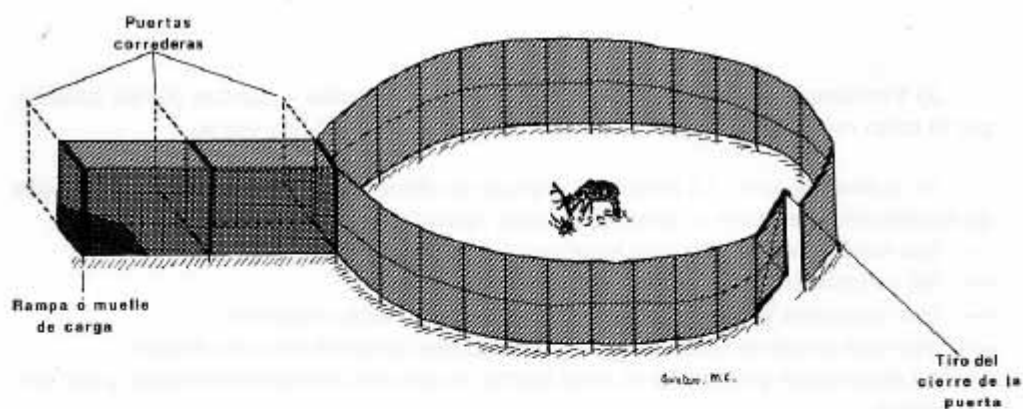


Figura 15. Esquema de un capturadero para cérvidos.

### Rifles anestésicos y drogas.

Independientemente de los numerosos modelos y marcas que se pueden encontrar en el mercado, desde un punto de vista técnico sólo hay dos grandes familias de rifles o pistolas de teleinyección basados en el sistema de impulsión de los dardos: con gases calientes y con gases fríos.

Rifles o impulsores de dardos con gas caliente. Las flechas-jeringas, con el anestésico, son generalmente metálicas y están impulsadas por una carga explosiva. En los modelos más primitivos un fulminante adicional, en el interior de la jeringa, era el encargado de la inoculación de la droga en el interior del cuerpo del animal (Fig. 16).



Figura 16. Rifle de carga explosiva.

a) Ventajas.- Las flechas al ser metálicas, son pesadas y rápidas (50-60 julios) y por lo tanto más precisas que los dardos de plástico cuando hay viento.

b) Inconvenientes.- La fuerza de impacto es difícil de regular, y a veces el impacto es excesivamente fuerte o demasiado débil. Además de esto:

- Los dardos pueden llegar a tener un gran poder penetrante.
- No es utilizable para animales de pequeño tamaño.
- Los cartuchos y los fulminantes son económicamente costosos.
- Hay que limpiar la recámara y los acopladores después de cada disparo.
- La detonación producida es muy fuerte, asustando irremediabilmente a los animales.
- Debido al fuerte impulso, los dardos se deforman con frecuencia. Tanto durante el manejo como después de su uso, necesitan un detallado mantenimiento.
- Se deben emplear 2—4 cargas impulsoras diferentes, según la distancia a la que se encuentren los animales. En este sentido, el frecuente movimiento de alejamiento que generalmente llevan a cabo los individuos al acercarse a ellos, motiva que se tenga que cambiar la carga de propulsión con el consiguiente conflicto entre la rapidez de tiro, capacidad de aproximación, silencio, comportamiento huidizo, etc.
- La distancia de tiro es de 10-50 m.

Rifles o impulsores de dardos con gas frío. Los dardos, contruidos con material plástico, son muy poco pesados, y se impulsan con la ayuda de gas carbónico o aire comprimido (Fig. 17).



Figura 17. Rifle de aire comprimido.

a) Ventajas.- El impacto es débil (4-8 julios) y por lo tanto los animales apenas lo perciben.

- La penetración del dardo en la masa muscular del animal está limitada a la longitud de la canula.
- Es aplicable a una amplia gama de animales de tamaños diferentes.
- No hay gastos de munición.
- La limpieza del rifle o de los impulsores es prácticamente innecesaria.
- No hay detonación, haciendo posible que se puedan capturar varios animales a la vez.

b) Inconvenientes.- Al ser los dardos muy ligeros, no se debe de disparar nunca teniendo el viento de costado. La distancia de tiro debe ser corta, menos de 80 m.

*Anestésicos y tranquilizantes.* El manejo de fauna salvaje implica la inmovilización de los ejemplares para facilitar la manipulación y evitar daños tanto al animal como al manipulador.

Los tranquilizantes más efectivos son los sedantes, como por ejemplo la xylacina, que relajan al animal pero no producen efecto anestésico. Pueden ocasionar depresión cardiorespiratoria y vómitos, efecto que se corrige al administrarlos junto con anestésicos, como la ketamina.

Cualquier anestésico empleado debe permitir la anestesia fácil, sin resultar tóxico. Paralelamente, no debe resultar irritante ni peligroso para el manipulador. Concretamente, la anestesia de animales salvajes presenta una serie de inconvenientes adicionales como son:

- En el caso de que el tratamiento deba realizarse a larga distancia, la apreciación del peso y/o la condición física del animal siempre es aproximada, debido a las dificultades para el acercamiento. Por ello, los anestésicos empleados deben ser de amplio rango, para que su toxicidad no dependa de la exactitud de la dosis.
- Si el efecto del anestésico es lento, puede provocar que el animal desaparezca de la vista del observador, o que se haga daño al intentar ocultarse en sitios inaccesibles que suelen resultar peligrosos. Por ello, las drogas deben ser de acción rápida, realizándose una prospección previa del terreno para evitar en lo posible las zonas abruptas y pedregosas en las que el animal pueda caer.
- Cada especie puede comportarse de forma distinta en la respuesta frente al anestésico, por ello se deben estudiar previamente las características de cada droga.
- Los anestésicos derivados de la morfina no son muy empleados ya que tienen un estrecho margen de seguridad y pueden producir paros respiratorios. Los anestésicos disociativos, como la ketamina, son de amplio rango y poseen un gran margen de seguridad. Tienen el inconveniente de que a veces pueden producir rigidez muscular, riesgo que puede ser evitado al administrarlos conjuntamente con sedantes, como la xylacina. Los barbitúricos constituyen unos anestésicos satisfactorios pero con un estrecho margen de seguridad. Suelen aplicarse por vía parenteral o intravenosa.
- Hay que tener en cuenta que la acción depresiva de ciertas drogas sobre el corazón produce una disminución del ritmo cardíaco. Una frecuencia inferior a 30 pulsaciones por minuto en el caso del ciervo, o menor de 50 para el corzo, deben alarmar al manipulador. La decoloración de las mucosas es otro síntoma a tener en cuenta. Frente a esta situación, las medidas rápidas son: a) perfusión de calcio al 10% y glucosa al 30%, administrado de 50 a 200 ml según la talla del animal; b) en casos extremos administrar tónicos cardíacos: isuprel o adrenalina; y, c) ¡importante!, no inyectar nunca atropina, que en estos animales resulta tóxica.

En la Tabla 1 se detallan algunas dosis de anestésicos y tranquilizantes empleados habitualmente en cérvidos.

Tabla 1. Algunas dosis de anestésicos y tranquilizantes empleados para cérvidos.

<p><b>Xylacina+Ketamina:</b>                      Efecto anestésico.                      Nombre comercial Rompún+Imalgene.                      Mezcla: 125 mg de Xylacina+100 mg de Ketamina/ml.                      Dosis: corzo subadulto..... 0.25 ml.                      corzo adulto..... 0.40 ml.                      ciervo subadulto..... 0.50 ml.                      ciervo adulto..... 1.50 ml.</p>
<p><b>Tilémína+Zolacepán:</b>                      Efecto anestésico.                      Nombre comercial Zolétil.                      No existe bibliografía concreta referente a su uso con corzo y ciervo.                      Para rumiantes de unos 30 Kg la dosis es de 3-6 mg de anestésico por Kg de peso, pero las dosis varían mucho en función de las especies.</p>
<p><b>Xylacina+Azaperona:</b>                      Efecto anestésico.                      Nombre comercial Rompún+Stresnil.                      Dosis: corzo adulto.....1.5 mg Xylacina+0.5 mg Azaperona/Kg peso.                      ciervo adulto..... 4 mg Xylacina+1 mg Azaperona/Kg peso.</p>
<p><b>Maleato de azepromacina:</b>                      Efecto tranquilizante.                      Nombre comercial Calmoneosan.                      Dosis: 2 ml de tranquilizante para un individuo adulto de entre 15 y 20 Kg de peso.</p>

### 3. Técnicas de marcaje.

Una población es un conjunto de individuos, cada uno de los cuales es propio e irreplicable, y por tanto diferente a los demás. Si olvidamos esas diferencias individuales, seremos capaces de alcanzar un grado determinado de conocimiento sobre esa población, que pondremos de manifiesto a través de la descripción de sus atributos; así hablaremos de "la distribución de la población", "la densidad de la población" y "la tasa de renovación" de la misma.

Pero si además somos capaces de reconocer individuos dentro de esa población, se abrirán nuevas perspectivas ante nosotros, puesto que ya podremos establecer categorías, como "sexos", "edades", "estatus reproductivo", "nivel social", etc. y por tanto analizar conceptos nuevos para caracterizar a esa población, tales como la razón de sexos, la estructura de edades, las diferencias en la selección de hábitat, en sensibilidad a la predación, etc. Esto redundará en una interpretación de la información biológica tanto más rica y completa cuanto mejor se puedan caracterizar las fuentes que nos la han proporcionado. Si este reconocimiento se mantiene durante un período de tiempo lo suficientemente largo, e incluso si es permanente, nos permitirá ir analizando el desarrollo del comportamiento del individuo a lo largo de su vida.

Este reconocimiento individual puede realizarse de forma natural cuando el patrón morfológico de la especie lo permite, por ejemplo, diseño de manchas en los flancos de los gamos, distribución de la mancha negra en los machos de cabra montés, etc.

La ausencia de dimorfismo sexual externo conspicuo en muchas especies, o bien, existiendo éste, la falta en uno de los sexos de características morfológicas naturales que permitan seguir inequívocamente su desarrollo temporal, como es la cuerna, implica tener que recurrir a un sistema artificial de marcaje. Este es necesariamente obligatorio cuando se quiere profundizar en el estudio de cuestiones ecológicas relacionadas con el movimiento del animal, esto es, el territorio, migraciones y sus rutas, dispersiones o colonizaciones, o con la organización social de las especies, a través del estudio de las relaciones interindividuales, la jerarquía social, etc.

Tabla 2. Sistemas de marcaje empleados habitualmente en cérvidos silvestres.

		PERMANENTES	SEMIPERMANENTES	TEMPORALES
NATURALES	EXTERNOS	* Diseño pelaje * Peculiaridades morfológicas	* Cicatrices	* Diseño cuerna * Anomalías cuerna
ARTIFICIALES	EXTERNOS	* Crío-marcaje * Tatuajes	* Etiquetas * Collares	* Tintes de pelo
	INTERNOS	* Tatuajes * Microchips		* Radio-isótopos



Los sistemas de marcaje pueden ser clasificados atendiendo a su naturaleza y a la relación que establecen con el individuo (Tabla 2).

#### **Sistemas naturales de reconocimiento.**

Tienen la gran ventaja, frente a los demás, de que no requieren la captura del animal, y por tanto suponen un gran ahorro temporal y económico y, sobre todo, evitan molestias al animal. Sin embargo, y aunque parezca paradójico, no es fácil llevarlos a cabo. Por una parte, requieren que la especie que va a ser estudiada presente alguna característica morfológica permanente que diferencie a sus individuos. Si bien en la mayoría de los cérvidos sólo los machos tienen cuernas, al menos durante un período del año, y son por tanto fácilmente separables de las hembras, no es tan fácil distinguir entre clases de edad, y mucho menos, a cada uno de los individuos de un grupo. Por otra parte, tienen el inconveniente de requerir un observador que esté muy familiarizado con los animales que están siendo seguidos y tenga mucha experiencia en el reconocimiento individual. Habitualmente, además, la distancia y el tipo de hábitat pueden enmascarar parcial o totalmente la marca del animal.

Utilidad: este tipo de identificación se encuentra con dos limitaciones importantes: una, la temporalidad del reconocimiento, ya que las manchas en el pelaje y las cuernas están sujetas a cambios estacionales, como la muda, caída de la cuerna, etc., que impiden un seguimiento durante todo el año; por otra parte, en todos los casos, el número de individuos a reconocer se verá limitado por la habilidad discriminadora del observador. En la práctica, es adecuado para estudios puntuales que contemplen un seguimiento continuo y muy cercano de grupos no muy amplios. Es habitual utilizarlo de forma complementaria con algún sistema artificial, que asegure la correcta identificación en condiciones desfavorables.

#### **Sistemas artificiales de marcaje.**

Requieren la manipulación directa del individuo, por lo que en la mayoría de los casos hay que capturarlo.

- En primer lugar el *marcaje por ultracongelación (crio-marcaje)*, desarrollado en 1966, requiere marcadores de cobre que se ultracongelan en nitrógeno líquido. Al aplicar la marca de cobre a la piel del animal, que ha sido previamente afeitada en una zona concreta, se destruyen los melanocitos en la raíz del pelo pigmentado, pero no los folículos del pelo, naciendo de nuevo pelo, al cabo de uno o dos meses de haber realizado el marcaje, que a partir de ese momento será siempre blanco. Para los cérvidos, el tiempo de aplicación de la marca se sitúa en torno a los 20-30 segundos; si la marca se mantiene sobre el cuero del animal un período de tiempo excesivamente largo, pueden perderse algunos pelos. Este método en la actualidad puede considerarse superado por las nuevas técnicas. Además, como en muchas especies el pelaje de verano ya presenta manchas blancas, estas marcas pueden ser poco evidentes.

- A modo de *tatuajes*, con la ayuda de un pequeño marcador de tinta indeleble, se pueden realizar marcas en sitios limpios del cuerpo del animal como por ejemplo labios o ingles. Habitualmente se utiliza una clave alfanumérica correlativa. Es útil como apoyo de otras técnicas, pues requiere para su lectura haber capturado de nuevo al animal. Por eso se emplean bastante cuando se prevén extracciones periódicas de un segmento de la población, habitualmente por caza. Se ha utilizado, por ejemplo, en el marcaje de piezas de caza reintroducidas o en estudios de captura-recaptura.
- Las *etiquetas y botones*, pueden ser de plástico rígido o flexible, o metálicas, de diversas formas, tamaños y colores y, a menudo, personalizables (Fig. 18). Habitualmente montadas en las orejas, pueden remacharse a sí mismas o por un sistema de botón, método éste más aconsejable, mediante un aplicador especial. Este permite realizar la operación de hacer el agujero y fijar la etiqueta de una sola vez y en breves segundos. Las etiquetas deben ubicarse en el borde interno de la oreja, tan cerca de la base como sea posible, sobre la zona del cartílago más gruesa. Pueden marcarse ambas orejas o bien sólo una de ellas, y lo mejor es que lleven grabado el número o código de identificación en ambos lados de la etiqueta, para facilitar su posterior lectura en el campo (Fig. 19). Son adecuadas para la identificación de animales de tamaño medio a grande. Tienen el inconveniente de que no permiten la identificación nocturna y que la distancia de lectura es dependiente del material óptico disponible. Recomendamos la utilización de etiquetas de plástico flexible, pues el rígido se parte más a menudo, y grabadas con un código alfanumérico por ambos lados, así como utilizar sólo tres ó cuatro colores básicos muy contrastados, puesto que el riesgo de decoloración puede enturbiar los resultados.
- Los *collares o bandas de cuello*, son los marcadores más utilizados para la identificación de animales libres en grandes extensiones o territorios. Pueden ser de cuero, plástico o, como antiguamente, de aluminio. Lo aconsejable es que sean expandibles, sobre todo para poder utilizarlos con machos, con variabilidad en el contorno del cuello durante el periodo de celo, y jóvenes, aún en desarrollo. Se montan directamente sobre el cuello, sin necesidad de herir al animal. Es fundamental comprobar que las dimensiones del cuello corresponden a lo previsto y modificar si es necesario el tamaño del collar. Se ha llegado hasta diseñar un sistema de instalación automática de collares en bebederos preparados para tal fin. Existen incluso collares luminosos, portadores de un sistema de baterías, para facilitar la identificación nocturna. Este tipo de collares tiene la ventaja de que su diseño puede prever un sistema de engarce desgastable y, que por tanto, pasado el periodo de estudio, el animal quede liberado del mismo. Otra ventaja es que sobre ellos es posible montar radioemisores, etiquetas numeradas, reflectantes o cualquier otro sistema complementario adecuado para cada propósito (Fig. 19). El problema más serio con los collares es ponerlos tan holgados que el animal pueda atraparse una pata o una rama cuando se está rascando. Sin embargo, es recomendable no ajustarlos demasiado, y dejar que sea posible introducir los dedos entre el collar y el cuello, ya que si está demasiado apretado, provoca la caída del pelo y rozaduras y puede suponer un serio impedimento para el desarrollo de la vida del animal.



Figura 18. Modelos de marcas utilizadas comúnmente para el reconocimiento de cérvidos.



Figura 19. Ciervo marcado con collar radioemisor y etiqueta auricular de identificación.

- En los años setenta se emplearon *tintes de pelo*, que se aplicaban al "disparar" al animal dardos de pintura que manchaban temporalmente su piel, permitiendo su identificación. No es necesario capturar al animal, sino sólo acercarse lo suficiente. Aún así, los desvíos en los lanzamientos pueden acarrear graves molestias al animal, por ejemplo, si es alcanzado en la cabeza.
- El *marcaje con radioisótopos*, es un sistema indirecto de marcaje, utilizado cuando es muy difícil capturar a los animales. Consiste en marcar con un elemento radioactivo el alimento que se suministra en comederos dispersos por el campo. Posteriormente se rastrea la presencia de los radioisótopos en los excrementos del animal y se realizan estimaciones de la población. Por su elevado coste, por su dificultad de realización y por la falta de especificidad con la que actúa, es adecuado sólo en casos realmente excepcionales.
- El último sistema en incorporarse a la amplia gama ya descrita es el de los *Microchips*, que consiste en la implantación bajo la piel de un pequeño microchip de escasas dimensiones, 12x2 mm, que identificará al animal. Esta técnica está actualmente en desarrollo. La identificación correcta queda limitada por la corta distancia a la que es detectable el microchip. Sin duda alguna ofrece perspectivas de cara al futuro; las posibilidades de expansión a sistemas automatizados son ya una realidad.

#### 4. Métodos de radio-rastreo.

El concepto de telemetría hace referencia a la transmisión de información a distancia. Cuando esta información es de tipo biológico, hablamos de biotelemetría. El radio-rastreo es un tipo de biotelemetría que utiliza ondas de radio como soporte de la transmisión y que proporciona datos sobre la situación, movimiento y comportamiento de un individuo marcado.

Actualmente disponemos de una amplia variedad de métodos de análisis para evaluar el comportamiento espacio-temporal de un individuo o de una población basados en el muestreo de la posición de un animal a lo largo del tiempo.

Al iniciar un estudio sobre una población de fauna silvestre, generalmente se plantean tres cuestiones sobre sus relaciones con el hábitat: ¿Cuál es la acogida del hábitat para la población, es decir, de cuántos tipos de biotopos dispone?, ¿Cómo utiliza la población cada uno de estos ambientes y cuáles son sus preferencias?, ¿Qué tipo de hábitat puede considerarse crítico para la supervivencia de la población?

Respecto a la población en sí misma, los datos de radio-rastreo pueden registrarse para responder a una amplia variedad de interrogantes. Se pueden abordar cuestiones relacionadas directamente con el tamaño, forma y características del área en donde viven, realizar el seguimiento de las migraciones y la dispersión, incluyendo

colonización de nuevos hábitats o reintroducciones, estudiar la dirección de los movimientos y sus implicaciones ecológicas, la fidelidad de un individuo o un grupo de ellos a un área concreta, la asociación espacial entre los individuos, los patrones de actividad, el comportamiento alimenticio o la tasa de supervivencia de la población, mediante el método de captura-recaptura.

Analizando la bibliografía existente sobre la aplicación del radio-rastreo en el estudio del uso del espacio en cévidos, pueden considerarse dos etapas bien diferenciadas. Hasta mediados los años setenta, la información referente a las características del área de campeo fue poco precisa en cuanto a, 1) los objetivos buscados, 2) forma en que los datos eran tomados y, 3) los métodos de análisis empleados, lo que hace que estos estudios sean poco válidos como referencia. En una segunda etapa, a partir de la década de los setenta, hay un auge importante en los estudios sobre uso del espacio, territorio y dispersión juvenil, apoyado básicamente en la utilización de técnicas de radio-rastreo. Las investigaciones se plantean y orientan hacia objetivos concretos, en función de diversos factores como las clases de edad, el sexo, la densidad de población, la estructura del hábitat y el estatus social de los individuos.

Un concepto básico de la Ecología del Comportamiento animal es que los individuos de una especie circunscriben sus actividades vitales dentro de un área con límites más o menos definidos. Este área, se denomina *área de campeo* e incluye los recursos que el animal necesita para sobrevivir, alimentación, refugio, etc; se define para un período dado como el conjunto de lugares frecuentados por un individuo, o grupo, donde desarrollan sus actividades normales en el curso de un intervalo de tiempo concreto.

Para determinar este área, en la práctica, se contempla la probabilidad de encuentro de un animal en un punto determinado de una superficie. El área de campeo suele ser especificada como el contorno que engloba, por ejemplo, el 90 por ciento de las localizaciones de un individuo ó grupo en el espacio.

En los métodos de estimación de este área se ha producido una importante evolución desde los primeros modelos propuestos, los univariados, que sólo tomaban en consideración el tamaño o la ubicación de un centro de actividad, hasta el desarrollo de modelos bivariados y tridimensionales, los cuales representan en un plano cartesiano los desplazamientos del animal desde un punto de vista probabilístico o directo.

#### Planificación de un estudio de radio-rastreo.

Antes de decidirse a utilizar el radio-rastreo en un estudio, es conveniente recordar que el empleo de esta técnica es costoso en tiempo y en dinero, y que pueden utilizarse otros métodos alternativos para determinar el área de campeo de un animal, como por ejemplo las observaciones directas de individuos marcados. Hay que recordar siempre que la técnica de radio-rastreo es un medio y no un fin, y por tanto es conveniente analizar con detalle las siguientes cuestiones:

¿Es el radio-rastreo el mejor método para obtener los datos requeridos en los objetivos?

¿Se dispone de tiempo para llevarlo a cabo?

¿Puede la especie en cuestión ser radiomarcada?

¿Se pueden capturar suficientes animales de las distintas clases de edad y sexo?

¿Hay suficiente presupuesto para un adecuado equipo técnico y humano?

### **Diseño previo.**

Todos los estudios de radio-rastreo deberían empezar con una lista precisa de los objetivos a cubrir. Así, previo al inicio del registro de datos en el campo, deberían fijarse tanto las hipótesis a estudiar como los procedimientos estadísticos a emplear en el análisis de los resultados. Por tanto, antes de iniciar el estudio en sí, hay que llevar a cabo chequeos del régimen de radio-rastreo que se haya decidido.

Es muy importante evaluar el coste que va a suponer el llevar a cabo un estudio de radio-rastreo. En la planificación del proyecto hay que tener presente el número de animales de cada clase de edad y sexo que se necesita radiomarcarse, las dificultades de su captura y el período de tiempo durante el cual los animales deben ser seguidos para obtener suficientes localizaciones. Deberían ser consideradas también las necesidades de personal y de equipo, tanto para la captura como para el seguimiento.

En cualquier estudio existen ciertas limitaciones debidas, bien a la disponibilidad de animales, bien al período de tiempo en el que pueden ser estudiados. En tales casos es importante reconocer que los datos obtenidos no son necesariamente representativos del conjunto de la población. Por ejemplo, para aquellas especies que muestran cambios en su comportamiento a lo largo del año, lo más adecuado será un planteamiento estacional en el estudio de su área de campeo.

Por otro lado, en algunas especies sociales es a menudo deseable calcular el área de campeo del grupo, además del área de campeo individual. Para que esto sea válido, hay que determinar si los animales en cuestión forman una unidad socialmente cohesiva o no, y marcar algunos animales del grupo, con marcas o con radiocollares.

El diseño previo por tanto debería cubrir los siguientes objetivos:

1) Un conocimiento de la zona concreta de estudio. Elección de puntos de escucha y evaluación de los mismos.

2) Obtención de la cartografía necesaria adecuada a los objetivos del estudio.

3) Desarrollo de un programa de premuestreo de datos, que a su vez debe contemplar las siguientes etapas:

— Un período de prueba, durante el cual deberían recolectarse los datos de unos pocos animales, representativos de las diferentes clases de edad y sexo. Esta

etapa se utilizaría para chequear el equipo y para experimentar con los diferentes tipos de radio-rastreo. Además constituiría una oportunidad para comprobar el alcance de los objetivos propuestos en el estudio y si el régimen de trabajo es el adecuado, así como para detectar qué información adicional va a poder obtenerse.

- La segunda etapa consistiría en un análisis preliminar de los datos obtenidos durante el período de prueba. Esto asegura que los datos son recogidos de forma correcta y ayuda a comprobar si hay falta de independencia estadística en los datos discontinuos. Si los datos están autocorrelacionados, se calcula el intervalo temporal mínimo entre los puntos para asegurar la independencia y se modifica el régimen de rastreo.
- Por último, debe establecerse el número mínimo de localizaciones necesario para determinar el área de campeo de cada individuo, en base a los intervalos temporales que se hayan decidido.

4) Completar la adquisición del material de seguimiento, adecuándolo a las necesidades de trabajo reales, y reunir los efectivos humanos para llevar a cabo el trabajo.

El equipo de radio-rastreo. Los componentes básicos de un equipo de radio-rastreo son:

a) Los *radioemisores*. Un modelo sencillo se compone de un emisor de radio de frecuencia determinada, fijado según las características de la especie y del hábitat, una batería, o célula solar, que proporciona la energía al sistema, y opcionalmente un sensor de movimiento. Este consiste en una ampolla de mercurio cuyo desplazamiento, según el movimiento del collar, modula la señal del emisor al cerrar dos circuitos alternativos que emiten un número diferente de pitidos por segundo. De esta forma, a través de los cambios en la señal recibida, es posible determinar si el animal está quieto (inactivo) o en movimiento (activo). Sobre este esquema básico se pueden añadir otro tipo de sensores (Fig. 20).

Todo ello, junto con la antena emisora, va instalado en conjunto de manera que, dependiendo de la especie a la que vaya dirigido, se monta en un collar, en el caso de mamíferos, o en una placa, en el caso de aves, o sobre cualquier otro tipo de estructura adecuada al animal. Dicho conjunto no debería suponer en ningún caso más del 5 por ciento del peso del animal para no provocar cambios en el comportamiento del individuo.

b) Las *antenas de recepción de señal* (Fig. 21). Fijas o transportables y con diferentes diseños, todas ellas se caracterizan por recibir con mucha precisión señales de radio emitidas en un intervalo de frecuencia concreto, para el que han sido construidos los radioemisores, y por discriminar la dirección de procedencia de la señal. La longitud de los elementos de la antena está en relación inversa con la longitud de onda recibida: cuanto menor es ésta, mayor debe ser la longitud de la antena. Las prestaciones, tanto de emisores como de antenas receptoras, se incrementan cuando disminuye la longitud de onda.



Figura 20. Material empleado en el radioseguimiento de animales salvajes.



Figura 21. Toma de datos por radiocalización en el campo.



c) Los *receptores*. De fácil transporte y manejo, son los encargados de amplificar la señal. Constan de varios canales de recepción, cada uno sincronizado con un radio-emisor, es decir, correspondiente a un único individuo, y de un pequeño altavoz que reproduce el tipo de pitido, rápido/corto, que se está recibiendo.

Actualmente hay ya numerosas empresas de microelectrónica que proporcionan todos estos elementos necesarios para llevar a cabo el estudio. Sólo hay que enviar información concreta y detallada acerca de la especie, tamaño del animal y área de estudio, para que proporcionen el material más adecuado para su seguimiento.

Existen diferentes tipos de radio-rastreo:

1.- Continuo: implica tomar localizaciones a intervalos muy cortos de tiempo para un período definido de muestreo. Esta técnica sólo puede ser utilizada satisfactoriamente cuando la posibilidad de perder al animal que se sigue es muy pequeña, y cuando es posible determinar la posición del animal fácil y rápidamente. Es útil para mostrar la intensidad con la cual un individuo usa su área de campeo, para el estudio de animales que se dispersan, para el estudio del movimiento y de los patrones de actividad y para conocer la interacción entre individuos o los efectos de ciertos factores, como por ejemplo el clima, sobre las pautas de movimiento del animal o sobre su comportamiento; es también adecuado para estudios detallados sobre selección de hábitat, especialmente cuando las subunidades de éste son pequeñas.

2.- Discontinuo: supone localizar el animal en intervalos de tiempo determinados, a lo largo del período de estudio. Si estos intervalos de tiempo han sido diseñados para minimizar o evitar la autocorrelación de los datos, se facilita el análisis. La técnica es útil para establecer el tamaño del área de campeo y puede ser utilizada para la valoración de la selección de hábitat cuando se estudia un número elevado de individuos. Además, permite el análisis simultáneo de un gran número de animales, lo que es adecuado para la investigación de grupos sociales, poblaciones concretas o de varias especies. Es importante estructurar el programa de registro de datos para asegurar que constituyan una muestra real del comportamiento del animal.

3.- Radio-vigilancia: en este caso, el radio-rastreo es utilizado simplemente para localizar a un animal, pasando a continuación a observar directamente su comportamiento. Es adecuado para especies diurnas que ocupan espacios abiertos.

### **Toma de datos y análisis.**

Una estrategia básica de muestreo combinaría la toma de datos aislados de localizaciones a lo largo del intervalo temporal general, como una estación o todo el año, con períodos de seguimiento continuo para intervalos temporales cortos, por ejemplo, ciclos de 24 horas, con el objeto de conseguir información tanto sobre el área de campeo general, como acerca de las variaciones diarias en su uso.

Para establecer con precisión la situación de un animal dado, es necesario fijar su posición desde al menos dos puntos conocidos, debiendo ser el ángulo formado por la intersección de las dos direcciones obtenidas lo más perpendicular posible. A este proceso se le llama triangulación.

La exactitud de un sistema de triangulación está determinada por el sesgo y la precisión de las orientaciones obtenidas desde las estaciones de recepción hacia los animales que están emitiendo. Es conveniente recordar que el punto de localización del animal, obtenido mediante una radiotriangulación, en realidad no es tal punto, sino una pequeña superficie que sintetizamos en ese punto. Por tanto, debemos tener en cuenta el tamaño de esa superficie para evaluar la precisión de nuestra triangulación.

Entre los factores que condicionan el error asociado a la triangulación hay que considerar la distancia entre el observador y el animal radiomarcado, la naturaleza del terreno, las condiciones atmosféricas y el intervalo de tiempo transcurrido entre las orientaciones consecutivas que determinarán la posición del animal. Si los animales son capaces de moverse rápidamente, intervalos de varios minutos entre ambas orientaciones pueden afectar a la fiabilidad de la posición final.

Para compensar algunos de estos problemas, deberían situarse emisores-control en diferentes lugares, que se correspondan con las subunidades de hábitats considerados dentro del área de estudio. Esto identificará áreas de baja recepción de señal y permitirá conocer la fiabilidad del resultado obtenido.

La obtención de señales reflejadas o "rebotes" es común en terrenos accidentados. Para protegernos contra estimaciones de posición erróneas, deberíamos contar con tres orientaciones como mínimo para fijar la posición del radiotransmisor. Deben tomarse además las precauciones necesarias durante el análisis de los datos, y si las dudas persisten, no considerar dicha información.

La precisión de un sistema de radio-rastreo para un área de estudio concreta puede ser mejorada situando las estaciones receptoras en posiciones óptimas. Los Sistemas de Información Geográfica (G.I.S.) ayudan en este proceso, proporcionando cotas y líneas de visión dominante.

Las estaciones de recepción móviles requieren conocer con exactitud el punto desde donde se está tomando, con la brújula, la orientación. Normalmente la situación está determinada "a priori" en los mapas de trabajo. Un sistema de posicionamiento geográfico portátil (GPS) es de inestimable ayuda en la ubicación y cartografiado de las estaciones de recepción y/o de los lugares de avistamientos.

Entre los problemas más habituales en la toma de datos, lo abrupto que sea el terreno influye en la propagación de la onda, limitando el alcance de la misma en extensión y, sobre todo, debido a la reflexión, generando multitud de ondas rebotadas que enmascaran la señal original. Esto puede determinar errores en el establecimiento de la dirección correcta de recepción, que derivan en un posicionamiento incorrecto del animal en el mapa del área de estudio.

Las condiciones climáticas a lo largo del año también van influyendo en la calidad de la señal. Así, las altas temperaturas estivales pueden afectar, bien desplazando ligeramente la frecuencia de emisión del receptor, bien atenuando de forma general la potencia de transmisión de onda. Efectos similares causa el frío extremo.

Los niveles elevados de humedad ambiental, por ejemplo por la concentración de neblinas, conllevan la casi total absorción de la señal, haciendo muy improbable su detección a pocos cientos de metros del emisor. El viento constante puede impedir la audición de la señal, por lo que se aconseja utilizar siempre auriculares durante la recepción de ésta.

Por último, la combinación de varios de estos factores, por ejemplo durante una tormenta con componentes eléctricos, desaconseja la realización del seguimiento, teniendo además en cuenta que, probablemente, durante la misma el animal se encame en un lugar resguardado, lo que contribuye a aumentar la dificultad de su radiocalización.

La inaccesibilidad a muchos lugares dentro del área de estudio limita las posibilidades reales de establecimiento de puntos de radioescucha, lo que puede derivar en una menor calidad de los mismos o en la existencia de "zonas de sombra", imposibles de cubrir correctamente. También hay que considerar que las dificultades de tránsito entre los diferentes puntos de radioescucha suponen un incremento, a veces excesivo, del tiempo que transcurre entre dos localizaciones consecutivas.

El análisis de los datos. A menudo, el diseño estadístico de un estudio de radio-rastreo viene determinado por las técnicas de campo utilizadas.

Los datos del radio-rastreo son siempre tridimensionales: dos coordenadas espaciales (X e Y) asociadas a una temporal (T). Para ser suficientemente completa, la estructura del fichero de datos debería incluir el código de identificación del animal, información sobre su edad y sexo; la fecha y hora solar de la observación, el tipo de observación (captura, localización puntal, ciclo), y las coordenadas de la posición del animal, preferiblemente utilizando unidades de Mercator (U.T.M.) (Tabla 3).

Tabla 3. Ejemplo de estructura de almacenamiento de la información obtenida mediante las radio-localizaciones. **(A)** código de identificación del animal, **(B y C)** coordenadas X e Y de situación del individuo, **(D y E)** fecha y hora solar de la localización, **(F)** clave referente al tipo de localización, **(G)** número de orientaciones empleado en el cálculo de la posición del individuo, **(H)** medida del error asociado al posicionamiento del individuo, y **(I, J y K)** códigos referentes al sexo y edad del individuo, tipo de hábitat donde ha sido localizado, actividad que estaba realizando o cualquier otra información considerada relevante para los objetivos del estudio.

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
008	286.767	4074.925	911018	0605	CAP	0	0.0000.000	1	2	1
008	285.633	4075.038	911021	1620	L16	4	0.0752.191	1	2	3
008	286.026	4075.051	911022	2155	L22	4	0.0361.737	1	2	3
008	285.847	4075.867	911024	2150	L22	3	0.0505.831	1	2	4
008	285.843	4075.843	911026	0800	L08	4	0.0365.511	1	2	1
008	286.435	4075.314	911126	1910	C01	3	0.0313.834	1	2	2
008	285.927	4074.936	911126	2300	C02	3	0.0040.467	1	2	4
008	286.136	4075.286	911127	0300	C03	4	0.0431.816	1	2	3
008	286.533	4075.716	911127	0750	C04	4	0.0066.147	1	2	2
002	285.450	4076.000	900703	2000	CAP	0	0.0000.000	2	1	3
002	285.386	4075.806	900713	1925	L20	2	0.0019.000	2	1	4
002	285.184	4076.013	900802	0900	L10	2	0.0017.000	2	1	6
002	285.838	4076.371	900805	0830	L08	2	0.0813.000	2	1	6
002	284.990	4075.659	900808	0830	C01	2	0.0050.000	2	1	5
002	286.000	4075.700	910119	0915	AVI	0	0.0000.000	2	1	3
002	286.000	4075.600	910126	1130	AVI	0	0.0000.000	2	1	4
002	286.100	4075.800	910126	1550	AVI	0	0.0000.000	2	1	1

#### A) Análisis de la forma y el tamaño de las áreas de campeo.

Dado que el presente manual pretende una familiarización del lector con las técnicas de investigación en ecología de poblaciones, rehusamos hacer una revisión exhaustiva de cada una de las técnicas exponiendo los fundamentos matemáticos y su desarrollo en detalle, y remitimos a la lectura de las referencias especializadas que se citan en la bibliografía para obtener más información sobre cualquiera de ellas. Tan sólo apuntaremos los fundamentos de las que consideramos más características y una breve discusión sobre la conveniencia de su utilización.

Son varios los métodos posibles para utilizar en el análisis de los datos; así, podemos distinguir entre los métodos no estadísticos clásicos, como el Mínimo Polígono Convexo y Reticulas ocupadas en una malla, y los más recientes, basados en la probabilidad de aparición del animal en cada punto del espacio; de éstos, nos fijaremos en el más utilizado, la Media Armónica. La elección de uno u otro método está condicionada por los datos que han sido registrados, según su distribución y su independencia (Fig. 22).

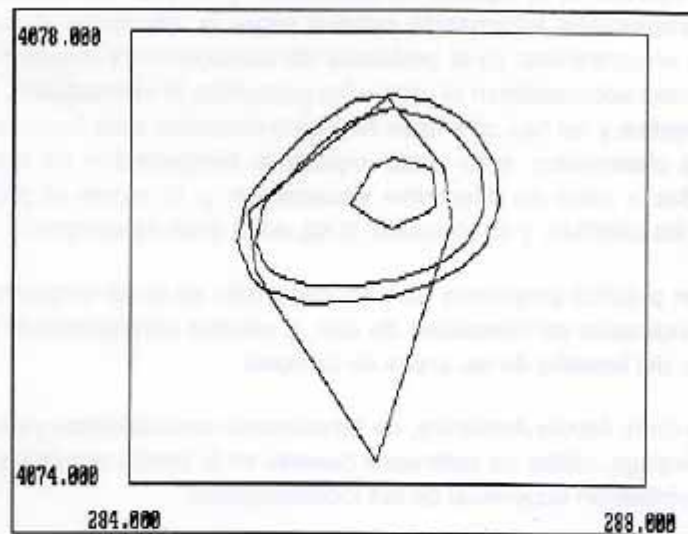


Figura 22. Ejemplo de área de campeo obtenida por diferentes estimadores.

Con el *Mínimo Polígono Convexo* el área de campeo queda delimitada por la unión de las localizaciones más extremas utilizando conexiones convexas. Su superficie será el estimador del tamaño del área de campeo. Por tanto, este tamaño es una función del número de localizaciones empleado para generar la estimación. Entre las ventajas hay que destacar: a) simplicidad; b) flexibilidad de la figura; c) facilidad de cálculo; d) es más robusto que otras técnicas cuando el número de localizaciones es bajo; e) es la única técnica estrictamente comparable entre estudios. Como inconvenientes están: a) el área de campeo estimada crece cuando aumenta el número de localizaciones empleadas en su cálculo; b) el tamaño del área está fuertemente influido por las localizaciones periféricas y puede incluir amplias zonas nunca visitadas; c) no da información sobre la intensidad de uso; es una estimación del área total utilizada, no del área utilizada en los movimientos habituales; d) dos estimaciones basadas en diferente número de localizaciones no son comparables.

La solución práctica propuesta para su empleo es la de eliminar las posiciones "lejanas" antes de calcular el polígono, de acuerdo con un modelo objetivo de clasificación de las localizaciones, según su contribución al área total del polígono.

Mediante el conteo de las *Retículas ocupadas en una malla*, el número de localizaciones se tabula para cada una de las celdillas en que se divide una malla dispuesta sobre el área de estudio. La longitud del lado de la celdilla es fijada de forma subjetiva por el observador. La suma de las áreas de las celdillas que contienen localizaciones

es tomada como la estimación del tamaño del área de campeo. Este tipo de conteo no permite obtener información sobre la figura del área utilizada. Sus ventajas son: a) la simplicidad de cálculo; b) la rapidez de aplicación; y c) que, con respecto al método del polígono, proporciona información relativa sobre la intensidad de uso. Entre sus inconvenientes encontramos: a) el problema de seleccionar la longitud de la celdilla, ya que las grandes sobreestiman el área y las pequeñas lo infraestiman, por lo tanto la elección es subjetiva y no hay otra base biológica conocida para hacerla que la propia experiencia del observador; esto suele impedir la comparación de resultados entre estudios llevados a cabo en diferentes situaciones; y, b) existe el problema de los "huecos" entre las celdillas, y su inclusión, o no, en el área de campeo.

La solución práctica propuesta para su desarrollo es la de emplearlo únicamente como método indicativo de intensidad de uso, a efectos principalmente gráficos, pero no en el cálculo del tamaño de las áreas de campeo.

El método de la *Media Armónica*, de fundamento probabilístico y desarrollo matemático más complejo, utiliza un estimador basado en la media armónica de las distancias entre la distribución superficial de las localizaciones.

Los contornos del área unen puntos donde la probabilidad de detección del animal es semejante, y son, por tanto, un reflejo de la frecuencia de aparición del mismo. El centro o centros de actividad están localizados en el área de mayor presencia del individuo. Las ventajas son: a) el procedimiento da información sobre la intensidad de uso del área de campeo; b) da menos importancia, en la definición del área, a las localizaciones más extremas, y, c) es útil para definir un mapa de actividad del individuo. Entre los inconvenientes están el que: a) su cálculo sea más complejo que en los métodos anteriores; y, b) que su aplicación práctica sea sensible a determinados parámetros utilizados en su cálculo.

Dado que es necesario realizar el análisis utilizando un programa informático la solución práctica para su aplicación es usar el máximo número de celdillas que permita el programa para realizar el cálculo de los valores de la media armónica, y emplear como estimador representativo del área de campeo del animal los contornos que engloban el 90-95 por ciento de las localizaciones utilizadas en el análisis, reservando los contornos del 50 por ciento para la ilustración de las áreas nucleares. Por supuesto, el uso de uno u otro contorno dependerá de las características de la especie en cuestión y de los resultados obtenidos, que deberán ser evaluados.

Como problemas comunes a todos los métodos de análisis descritos hay que decir que todos ellos ignoran las series temporales naturales de los datos; los animales no se mueven en su entorno de forma aleatoria, y por tanto la falta de independencia estadística entre localizaciones consecutivas puede llevar a áreas de campeo no representativas. Además, carecen de un intervalo de confianza asociado; ningún método es adecuado para determinar el tamaño de muestra. Por tanto, se hace necesario el desarrollo de nuevos métodos de análisis que contemplen ambas posibilidades.

Existen otros métodos propuestos como estimadores del área de campeo; algunos de ellos están basados en modelos alternativos de análisis de los datos, y otros son simples variantes de los anteriormente descritos; en cualquier caso son menos utilizados habitualmente: el Polígono Cóncavo, la Elipse de Jennrich-Turner, la elipse de Dunn, la Elipse de Koepl y el Estimador de Anderson, basado en las series de Fourier.

El desarrollo reciente de sistemas informáticos de bajo coste y su popularización ha conllevado el desarrollo de programas de análisis de datos relativamente sencillos de manejar, que contemplan el análisis de los datos según varios de los modelos propuestos. Creemos que lo adecuado es presentar los resultados para al menos dos modelos diferentes, siendo uno de ellos clásico, preferiblemente el de Mínimo Polígono Convexo.

#### *B) Análisis de las preferencias de hábitat.*

Compara la disponibilidad y la utilización del hábitat, para determinar si hay preferencia o rechazo hacia biotopos particulares. Debido a las dificultades para establecer la verdadera disponibilidad, estos análisis son sólo aproximativos y pueden ser bastante inexactos.

Se han propuesto varios tests de análisis para evaluar la preferencia de hábitat, siendo el más poderoso el de la chi-cuadrado de Neu, de aplicación cuando se ha evaluado la disponibilidad de los distintos tipos de hábitat. Compara de forma probabilística la ocupación real observada, frente a la esperada teóricamente para cada uno de los individuos.

Presentación de los resultados. Para presentar los resultados de un estudio de uso del espacio mediante radio-rastreo, debería sintetizarse la información de la siguiente manera:

- a) Con tablas y gráficos que nos proporcionen información acerca de:
- las características de cada uno de los individuos de la población que han sido seguidos, así como la densidad de la población total.
  - el período temporal que ha abarcado el estudio y, en su caso, las subdivisiones que se han considerado y en base a qué criterios.
  - el número de localizaciones obtenido en el período de seguimiento analizado para cada individuo o grupo de ellos, e información acerca de la autocorrelación de los datos.
  - el método de cálculo de las posiciones de los animales y de su error asociado.
  - el tamaño del área de campeo, el método seguido para su obtención y el intervalo de confianza de los resultados; es aconsejable emplear más de un método de análisis.
  - experiencias similares llevadas a cabo en otros lugares y los resultados obtenidos.

b) Con mapas que informen acerca de:

- la situación geográfica del área de estudio.
- las características ecológicas de dicha área.
- las figuras representativas del área de campeo de los individuos o grupos considerados, y de su utilización diferencial.

El sistema de proyección U.T.M. es el que consideramos preferible para representar las coordenadas espaciales, por la generalidad de su aplicación y por las facilidades que supone para el contraste de resultados entre diferentes estudios.

### **Ventajas e inconvenientes de la utilización del radio-rastreo.**

Entre las ventajas de este método, destaca como la más importante el hecho de que ha permitido acceder a un segmento de la fauna que, bien por sus hábitos huidizos o poco conspicuos, o por las características del medio donde viven, era inalcanzable para las técnicas de investigación hasta entonces disponibles. Esto supuso una auténtica revolución en los planteamientos y objetivos de los estudios sobre ecología espacio-temporal que se realizaron desde su popularización, en los años sesenta y setenta.

El segundo avance ha coincidido con la generalización del uso de ordenadores personales, que ha permitido el manejo de grandes cantidades de datos, a la vez que se creaban nuevos modelos de análisis y los programas informáticos necesarios para llevarlos a cabo. Actualmente, el incipiente desarrollo de los sistemas de información geográfica abre nuevas perspectivas hacia una interpretación de los resultados, integrada en un modelo de miras más amplias.

Por otra parte, esta popularización de la técnica ha ido pareja a las mejoras en la calidad y fiabilidad de los componentes del equipo de radio-rastreo, en sus orígenes fabricados casi artesanalmente, hoy proporcionados por varias empresas dedicadas en exclusiva a su fabricación, y sometidos a controles de calidad.

Por último, y desde un punto de vista práctico, no hay que olvidar la importancia que, en términos biológicos, tiene el poder seguir a lo largo del tiempo a individuos conocidos, frente al empleo de otras técnicas que no permiten este reconocimiento individual.

Entre las desventajas, quizás la principal sea el tiempo que se necesita para planificar el estudio y comprobar su viabilidad, para recibir el material encargado, a veces hasta un año desde que se decide hacerlo, para formar al personal, para capturar a los individuos, y para llevar a cabo el seguimiento en sí, por no hablar del análisis y elaboración de resultados. Esto hace que sólo tenga sentido plantearse la utilización de este método en estudios a largo plazo.



La necesidad de capturar individuos representativos de la población es uno de los principales problemas, si bien depende de la especie en cuestión y de su densidad en el área de estudio. La captura, que muchas veces se desdeña en la planificación del estudio como algo de importancia menor, a menudo se torna una tarea casi imposible de realizar y desde luego ha dado al traste con multitud de proyectos. Además está, por supuesto, el elevado coste económico de la adquisición del equipo y de la realización práctica del seguimiento, incluido el personal encargado que debe estar, además, debidamente cualificado para llevar a cabo el estudio. En términos exclusivamente temporales, y para el caso de poblaciones de cérvidos, hacia los que principalmente se dirige este libro, se debe calcular un mínimo de un año para realizar un estudio preliminar y otros tres para profundizar en sus conclusiones.

## 5. Métodos empleados para el estudio de las dietas y utilización de la vegetación.

Para estudiar la alimentación de los herbívoros, y especialmente de los rumiantes, existen numerosos métodos. Se deberán utilizar unos u otros dependiendo de: a) si la especie es silvestre o doméstica, b) del tipo de manejo a que esté sometida, c) de la facilidad para conseguir las muestras, d) de la condición del hábitat y de la especie, y e) de los objetivos que se planteen.

Los métodos que estiman el consumo, simultáneamente de una forma cualitativa y cuantitativa, y que normalmente se emplean para el estudio de los regímenes alimentarios de ungulados, se pueden clasificar en dos grupos: a) métodos indirectos, mediante la comprobación de los daños o señales ocasionados en la vegetación y b) métodos directos, realizando el análisis de los restos ingeridos por el animal.

Dentro de los *métodos indirectos*, existen varios procedimientos, que iremos detallando, pero todos ellos con una serie de premisas comunes:

- Es más fácil observar las plantas leñosas que las herbáceas. Las especies herbáceas en pastizales densos corren el riesgo de confundirse unas con otras por la proximidad, e incluso algunas de ellas pasar desapercibidas si la densidad es muy grande, pudiendo quedar enmascaradas por las que crecen en cepellones o macollas.
- Se necesita tener un amplio conocimiento de la flora, con el fin de identificar los componentes pastados-ramoneados, ingeridos, y también conocer el estado fenológico de las plantas. Es importante saber si han sido comidos los brotes, hojas, flores, frutos, partes viejas del año anterior, etc.
- Las estimaciones de pastoreo y ramoneo suelen ser subjetivas, por lo cual es conveniente que las realice siempre el mismo observador.

Entre los métodos se incluyen:

A) La observación directa. Se eligen las áreas de muestreo de mayor concentración de animales y se obtienen los datos de los contactos o bocados que han dado el animal o los animales observados. Para conseguir una cuantificación óptima de la alimentación, el método deberá complementarse con datos precisos de la biomasa que representa un bocado de las distintas especies ingeridas, para así poder calcular el consumo respecto al número de bocados. Es importante acercarse lo más posible al animal con el fin de reconocer las plantas y las partes de éstas que va eligiendo; aunque esto tiene el inconveniente de que puede alterar su conducta. Es preferible utilizar este método en ramoneadores, ya que en céspedes densos es difícil identificar las especies vegetales, a menos que, seguidamente, se observen las señales.

B) Estimación del impacto de los herbívoros sobre la vegetación. El estudio se realiza sobre una serie de transectos, o itinerarios, repartidos por las zonas más representativas del área; se analiza el grado de pastoreo-ramoneo sobre las diferentes plantas, así como los daños sufridos; al mismo tiempo se debe analizar la estructura y composición de la vegetación. Es un método bien adaptado al medio forestal, pudiéndose evaluar el impacto a lo largo del tiempo y del espacio. En lugares donde conviven varios herbívoros este método no permite el estudio del consumo específico.

C) Rastros o pistas sobre la nieve. Este método ha sido utilizado por diversos autores tanto en lagomorfos como en ungulados silvestres. Consiste en seguir las pistas dejadas por el animal cuando el suelo está cubierto de nieve. Es útil porque puede conocerse en qué plantas se ha detenido el animal a comer, pero es utilizable únicamente cuando el suelo del bosque está completamente cubierto por nieve, ya que si hay claros, los animales tenderán a alimentarse preferentemente en éstos.

D) Observación de animales domesticados. Se trata de acercarse lo más posible a ellos cuando están pastando y anotar el número de bocados dados sobre cada planta. Es difícil llevarlo a la práctica, pues no siempre se dispone de animales suficientemente habituados a la presencia humana para poder cuantificar la cantidad de material ingerido por bocado. El método tiene las ventajas de poder identificar todas las especies utilizadas, así como las partes y estados fenológicos de la planta que no son aceptados por el animal. Igualmente permite relacionar selección y rechazo de acuerdo con la disponibilidad de recursos en un tiempo y lugar determinado. Entre sus desventajas pueden citarse las siguientes: no es una técnica completamente perfeccionada para cuantificar el consumo; no existen métodos disponibles de muestreo que establezcan un grado aceptable de similitud entre los animales domesticados y los silvestres; se desconoce la variabilidad individual entre animales; y por último, el tiempo, el esfuerzo, el coste de adquisición, el aprendizaje y la educación de los animales es muy grande.

E) La utilización de cercados. Consiste en ver el impacto que los animales causan sobre la vegetación que crece en el exterior de un cercado, y compararlo con la vegetación que se desarrolla en su interior. Es aconsejable aplicarlo en medios homogéneos y localizados, ya que, en grandes extensiones, si la densidad de herbívoros es escasa, no se apreciarán tanto las diferencias. También existen problemas a

la hora de cuantificar el alimento si la densidad de animales es muy elevada, ya que no es fácil apreciar las diferencias entre lo pisado y lo ingerido realmente. Esto puede ocurrir en el estrato herbáceo si la observación del consumo se hace subjetivamente, pero no tiene por qué suceder si la cuantificación se realiza mediante técnicas de cosecha y obtención de peso seco. En hábitats donde existan varias especies de fitófagos, los datos resultantes serán generales, sin posibilidad de cuantificar el consumo para cada una de ellas.

F) Test de "cafetería". Consiste en ofertar simultáneamente varias especies de plantas al animal de ensayo. Es aconsejable que las plantas se administren en las mismas proporciones que se encuentran en el medio, con el fin de obtener el grado de preferencia de los distintos alimentos. Se evalúa la diferencia entre lo ofertado y lo que ha sido rechazado. El método es muy utilizado con el ganado doméstico y también se realiza con animales silvestres. Es un método muy específico, puesto que se obtienen índices de preferencia solamente de las plantas administradas a un individuo o a un número muy reducido de ellos. Hay que destacar igualmente que el comportamiento alimenticio no va a ser el mismo en libertad que en un cercado; asimismo hay que tener en cuenta la dificultad de captura del animal y el estrés al que se le va a someter.

La mayor parte de los *métodos directos* se llevan a cabo en un laboratorio, mientras que las fases iniciales de muestreo, observación, recolección, etc., se realizan en el campo. Son métodos bastante exactos y precisos ya que es posible identificar y cuantificar el material vegetal que ha ingerido el animal. Se basan en la identificación de las distintas especies vegetales interceptadas en el curso del tubo digestivo o en los excrementos. Para ello se necesita un conocimiento amplio de las diferentes especies de las áreas de estudio y catálogos de referencia como herbarios, semilleros y material fotográfico de las células epidérmicas de las plantas de la zona.

Tienen el inconveniente de que es necesario emplear mucho tiempo si se quiere realizar un estudio exhaustivo de las dietas, ya que hay que preparar previamente las colecciones de referencia para poder comparar. Así mismo, el análisis de las muestras exige una inversión considerable de tiempo, pues supone su preparación, identificación por comparación y cuantificación, ya sea ésta en peso, volumen, frecuencia o densidad.

La identificación de los componentes puede realizarse de distintas formas: observación directa o visual; observación macroscópica mediante lupa binocular; y observación microscópica.

Por otra parte, la cuantificación de las diferentes especies se puede realizar mediante: estimación subjetiva de las cantidades representadas por los diversos componentes; separación manual de los distintos elementos vegetales y su cuantificación en volumen o en peso seco, expresando los resultados en porcentajes; y determinación de las frecuencias o densidades relativas, si el análisis se ha realizado mediante técnicas de microscopía.

Los restos ingeridos a analizar pueden proceder de fístulas esofágicas ó del rumen, de contenidos estomacales y de excrementos.

A) Fístulas esofágicas y del rumen. Es una técnica muy empleada para conocer la dieta del ganado doméstico durante el pastoreo. Mediante operación quirúrgica se instala una fístula en el esófago o la panza del rumiante. De esta forma pueden muestrearse los restos vegetales ingeridos antes de la rumia y posteriormente analizarlos. Es una técnica buena para valorar el régimen alimentario de los rumiantes, pues se pueden observar bastante bien las especies y las partes de las plantas seleccionadas por el animal. Entre las desventajas, están: a) la operación quirúrgica, ya que se puede producir infección, con las consiguientes molestias y riesgos para el animal, b) se necesita un número adecuado de muestras de forraje procedente de la fístula para evaluar la dieta en pastos heterogéneos y, c) el número de animales fistulados suele ser pequeño y su utilización se restringe a animales domésticos y a silvestres domesticados o que viven en zonas cercadas; no es utilizable para animales silvestres en libertad.

B) Contenidos estomacales. Consiste en el análisis de los elementos vegetales que se encuentran en el rumen. Es uno de los métodos más precisos y exactos para conocer la alimentación de animales herbívoros, y también uno de los más utilizados. No obstante tiene una serie de inconvenientes: a) requiere la muerte del animal, por lo tanto no debe utilizarse en especies de gran interés. También queda limitado el estudio de dietas heterogéneas, por no disponer de una muestra adecuada, clases de edad y sexo, o no proceder de la época deseada, a consecuencia de los períodos de caza, etc; b) este método puede subestimar el valor de los componentes herbáceos debido a la digestión diferencial en relación a los componentes leñosos; c) el tiempo que se invierte en la realización de todo el proceso es bastante considerable.

C) Análisis microscópico de excrementos. Es un método que se ha venido empleando para conocer la alimentación de herbívoros desde hace casi 50 años y últimamente está siendo muy utilizado en los estudios sobre la dieta de los ungulados. La técnica se basa en la identificación de las epidermis de los vegetales presentes en las heces. Tiene dos ventajas: a) no se necesita la muerte del animal, con lo cual es posible obtener un gran número de muestras de diferentes épocas, y de esta forma realizar un estudio de la alimentación a lo largo de los meses. Igualmente, puede evaluarse la alimentación de las distintas clases de edad y sexo, pudiendo existir, no obstante, dificultades a la hora de diferenciar los excrementos de unos grupos y otros; b) es bastante exacto respecto a la cuantificación e identificación de las especies vegetales, siendo las epidermis de las plantas los elementos más fáciles de determinar. Este método, como el resto de los citados, también tiene sus inconvenientes: a) en áreas donde habitan varios ungulados, el reconocimiento de excrementos de las diferentes especies puede resultar difícil; para ello, se necesita un aprendizaje de las características de los excrementos de las distintas especies o un seguimiento muy cercano de los animales de la especie que nos interese; b) la identificación de las epidermis no es tan sencilla como parece, pues está sometida a distintos factores, tales como la preparación de la muestra, el grado de aclaramiento, la colección de

referencia disponible y las escasas diferencias encontradas entre las células epidérmicas de algunas especies pertenecientes al mismo género; este posible inconveniente también se da cuando se identifican fragmentos vegetales de contenidos estomacales y fistulas esofágicas-ruminales por técnicas microhistológicas; y c) el paso a lo largo del tubo digestivo, sufriendo los ataques físicos y químicos de la digestión, conlleva que el número de especies identificadas no sea el adecuado, ya que la respuesta a la digestión no es la misma para las distintas especies y para los diferentes estados fenológicos. Las características biogeográficas y las condiciones del hábitat tienen cierta influencia en la determinación de las especies vegetales, pues será más fácil obtener una buena identificación si el medio es pobre en especies, y también si éste es xerófilo, ya que las plantas tendrán las membranas de las células epidérmicas más esclerificadas, como respuesta a la sequedad o defensa contra la deshidratación.

La exactitud de la técnica ha sido ampliamente testada y encontrada aceptable por la mayoría de los autores, pero en lo referente a los puntos de identificación y cuantificación existen divergencias: el análisis fecal se basa en la suposición de que la cutícula y las paredes externas de las células epidérmicas pasan a través del sistema digestivo de los herbívoros sin ser destruidas, y que toda clase de vegetales pueden ser reconocidos en las heces. Esta suposición es cuestionable, ya que persisten objeciones como que el análisis fecal no admite medidas cuantitativas, o que la lista de plantas encontradas es incompleta. Por otra parte, la exactitud de la técnica podría estar afectada por las diferencias en los coeficientes de digestibilidad de las especies consumidas. Algunos autores señalan que las especies herbáceas probablemente pueden ser destruidas y digeridas más fácilmente que las leñosas. Otros autores opinan que la utilidad del análisis fecal depende de la especie del herbívoro en cuestión, de su dieta y de la diversidad de plantas y las partes de éstas disponibles como alimento, ya que recursos como flores, frutos, tubérculos, etc., son difíciles de identificar en las muestras fecales. Igualmente consideran que en dietas altamente diversas, el tiempo invertido en la técnica sería bastante considerable.

## BIBLIOGRAFIA RECOMENDADA

- Albaret M.; Peroux R.; Gaillard J.M.; Lartiges A. (1991). Les relevés d'indices de présence comme indicateur des variations d'effectif chez le chevreuil (*Capreolus capreolus*). *Gibier Faune Sauvage* 8: 231-250.
- Alvarez Jimenez G. (1988). Problemas asociados a la aplicación del transecto lineal para el censo de las poblaciones de cérvidos en un biotopo mediterráneo (Quintos de Mora, Montes de Toledo). *Ecología* 2: 233-249.
- Anderson D.R.; Laake J.L.; Crain B.R.; Burham K.P. (1979). Guidelines for line transect sampling of biological populations. *J. Wildl. Manage.* 43(1): 70-78.
- Anderson D.J. (1982). The home range: a new parametric estimation technique. *Ecology* 63: 103-112.
- Beltrán J.F. (1989). Aproximación teórica-práctica al radiotracking. *Quercus Junio* 89: 20-24.
- Boisaubert B.; Vassant J.; Delorme S. (1979). Contribution à l'étude de la mise au point d'une méthode de recensement applicable à l'espèce chevreuil (*Capreolus capreolus*) vivant en milieu forestier. *Bull. Mens. Off. Nation. Chasse n. sp. Scien. Tech.*: 193-205.
- Braza F.; San José C.; Aragón S.; Delibes J.R. (1994). El Corzo andaluz.
- Caughley G. (1977). *Analysis of vertebrate populations*. Wiley and Sus. London, 233pp.
- Cederlund G.; Lemnell P. (1980). Activity recording of radio-tagged animals. *Biotelemetry Patient Monitg.* 7: 206-214.
- Cederlund G. (1981). Daily and seasonal activity pattern of roe deer in a boreal habitat. *Swedish Wildlife Research Viltrevy* 11(8): 315-353.
- Cederlund G. (1982). Mobility response of roe deer (*Capreolus capreolus*) to snow depth in a boreal habitat. *Swedish Wildlife Research Viltrevy* 12(2): 37-68.
- Cederlund G. (1983). Home range dynamics and habitat selection by roe deer in a boreal area in central Sweden. *Acta Theriol.* 28(30): 443-460.
- Dixon K.R.; Chapman J.A. (1980). Harmonic mean measure of animal activity areas. *Ecology* 61: 1040-1044.

- Dzieciolowski R. (1976). Roe deer census by pellet-group counts. *Acta Theriol.* 21(26): 351-358.
- Dzieciolowski R. (1976). Estimating ungulate number in a forest by track counts. *Acta Theriol.* 21(15): 217-222.
- Eberhardt L.L. (1956). Transects methods for population studies. *J. Wildl. Manage.* 42(1): 1-31.
- Eberhardt L.L.; Van Etten R.C. (1956). Evaluation of the pellet group count as a deer census method. *J. Wildl. Manage.* 20(1): 70-74.
- Eiberle K. (1979). Zur Ermittlung der zuwaschrate beim rehwild (*Capreolus capreolus* L.) mittels feldbeobachtungen. *Z. Jagdwiss.* 25(1): 9-21.
- Eiberle K.; Matter J.F. (1986) Neuw erkenntnisse zur abaundanz dynamik einiger haarwildarte. *Schweiz. Z. Forstwes* 137(9): 777-787.
- Ellenberg H. (1986). Immissionen -Produktivitat der kraustschicht-populations dynamic des rehwilds: ein versuch zum verstandis okologischer zusammenhange. *Z. Jagdwiss.* 32(3): 171-183.
- Gaillard J.M.; Boisaubert B.; Boutin J.M.; Clobert J. (1986). L'estimation d'effectifs à partir de capture-marquage-recapture: application au chevreuil (*Capreolus capreolus*). *Gibier Faune Sauvage* 3: 143-158.
- Guitian J.; Bermejo T. (1987). Aplicación de dos métodos de censo de corzo (*Capreolus capreolus*) en una población de las montañas cantábricas occidentales. *Munibe* 39: 59-63.
- Harris S.; Creswell W.J.; Forde P.G.; Trehwella W.J.; Woolard T.; Wray S. (1990). Home-range analysis using radio-tracking data. A review of problems and techniques particularly as applied to the study of mammals. *Mammal. Rev.* 20: 97-123.
- Heezen K.L.; Tester J.R. (1967). Evaluation of radio-tracking by triangulation with special reference to deer movements. *J. Wildl. Manage.* 31: 124-141.
- Hoffmann G. (1974). Méthodes de recensement des populations de cerf (*Cervus elaphus*) et chevreuil (*Capreolus capreolus*). *Bull. Mens. O.N.C. Special* 2: 3-35.
- Janeau G.L.; Quere J.P.; Spitz F.; Vincent J.P. (1981). Etude par radio tracking des variations saisonnières de l'étendue du domaine vital de cinq chevreuils (*Capreolus capreolus* L.). *Biology of Behaviour* 6: 291-304.
- Kenward R. (1987). *Wildlife Radio Tagging*. Academic Press, London. 222 pp.

- Mitchell B.; Rowe J.J.; Ratcliffe P.; Hinge M. (1985). Defecation frequency in roe deer (*Capreolus capreolus*) in relation to the accumulation rates of faecal deposits. *J. Zool. Lond.* 207: 1-7.
- O.N.C. (1982). Méthodes de recensement des populations de cerfs. B.M.O.N.C. Notes techniques 62: 1-12.
- Padaiga V.I.; Marma B.B. (1979). Census of roe deer by a pellet group count. *Soviet. J. of Ecology* 10(4): 355-357.
- Saltz D.; White G.C. (1990). Comparison of different measures of the error in simulated radio-telemetry locations. *J. Wildl. Manage.* 54: 169-174.
- Schemnitz S.D. (ed). (1980). *Wildlife Management Techniques*. The Wildlife Society, Maryland. 702 pp.
- Soriguer R.; Fandos P.; Bernáldez E.; Delibes J.R. (1994). *El ciervo en Andalucía*.
- Strandgaard H. (1987). Reliability of the Petersen method tested on a roe deer population. *J. Wildl. Manage.* 31(4): 643-651.
- Swihart R.K.; Slade N.A. (1985). Testing for independence of observations in animal movements. *Ecology* 66: 1176-1184.
- Tellería J.L. (1986). *Manual para el censo de los vertebrados terrestres*. Raices. Madrid. 278 pp.
- Tellería J.L.; Saez-Royuela C. (1986). El uso de la frecuencia en el estudio de la abundancia de grandes mamíferos. *Acta Oecologica (Ecol. Applic.)* 7(1): 69-75.
- Vincent J.P.; Bideau E.; Maire F. (1979). Vers une nouvelle méthode de recensement du chevreuil. B.M.O.N.C. Déc. 79: 207-226.
- White G.C.; Garrot R.D. (1990). *Analysis of Wildlife radiotracking data*. Academic Press. San Diego. 384 pp.
- Zejda J. (1984). Road strip transects for estimating field roe deer density. *Folia Zool.* 33(2): 109-124.
- Zejda J. (1985). Field transects for roe deer census. *Folia Zool.* 34(3): 209-215.



## RELACION DE FIGURAS Y TABLAS QUE APARECEN EN EL TEXTO

Figura 1. Modelo de ficha de mediciones externas.

Figura 2. Extracción de muestras sanguíneas en el campo.

Figura 3. Fotografía de una sección transversal de un diente.

Figura 4. Ejemplo de figuras empleadas para representar la estructura de poblaciones y la razón de sexos.

Figura 5. Modelo de ficha empleado para el censo de cérvidos por el método del transecto lineal.

Figura 6. Medida de las distancias perpendiculares y de avistamientos. Es posible tomar tres medidas cuando un animal es visto desde una línea de transecto: (P) distancia perpendicular del animal al transecto, (S) distancia del animal-observador, y ( $\theta$ ) ángulo de avistamiento. La longitud del transecto (T) es una distancia fija, la anchura del transecto (W) puede ser establecida como fija o variable.

Figura 7. Fotografía de una huella de corzo.

Figura 8. Fotografía de un excremento de corzo.

Figura 9. Modelo de ficha para la toma de datos empleada en un transecto de indicios.

Figura 10. Modelo de trampa tipo "pradera".

Figura 11. Modelo de trampa para senda de tipo "desprendible".

Figura 12. Modelo de trampa para senda de tipo "levadizo".

Figura 13. Modelo de trampa para senda de tipo "caída".

Figura 14. Fotografía de un capturadero de cérvidos utilizado en la Sierra Norte de Sevilla.

Figura 15. Esquema de un capturadero para cérvidos.

Figura 16. Rifle de carga explosiva.

Figura 17. Rifle de aire comprimido.

Figura 18. Modelos de marcas utilizadas comunmente para el reconocimiento de cérvidos.

Figura 19. Ciervo marcado con collar radioemisor y etiqueta auricular de identificación.

Figura 20. Material empleado en el radioseguimiento de animales salvajes.

Figura 21. Toma de datos por radiolocalización en el campo.

Figura 22. Ejemplo de área de campeo obtenida por diferentes estimadores.

## RELACION DE TABLAS QUE APARECEN EN EL TEXTO

Tabla 1. Algunas dosis de anestésicos y tranquilizantes empleados para cérvidos.

Tabla 2. Sistemas de marcaje empleados habitualmente en cérvidos silvestres.

Tabla 3. Ejemplo de estructura de almacenamiento de la información obtenida mediante las radio-localizaciones. **(A)** código de identificación del animal, **(B y C)** coordenadas X e Y de situación del individuo, **(D y E)** fecha y hora solar de la localización, **(F)** clave referente al tipo de localización, **(G)** número de orientaciones empleado en el cálculo de la posición del individuo, **(H)** medida del error asociado al posicionamiento del individuo, y **(I, J y K)** códigos referentes al sexo y edad del individuo, tipo de hábitat donde ha sido localizado, actividad que estaba realizando o cualquier otra información considerada relevante para los objetivos del estudio.