

IX. FAUNA



1. INTRODUCCION

La conservación, con sus connotaciones sociales, económicas y culturales, es el nexo más directo entre los estudios faunísticos y los estudios del medio físico; las actividades cinegéticas y recreativas (contemplación de animales) contribuyen también, en menor medida, a hacer necesario el estudio de la fauna.

Algunos defienden que la conservación solamente es aplicable en aquellos sistemas ecológicos que son productivos, ya sean los naturales actuales o bien los potenciales artificiales.

Otros consideran la conservación como una actuación sobre los recursos naturales, que tiene como fin una utilidad para el hombre. «La conservación es el uso correcto de los recursos de la tierra, del agua y de la vida silvestre para todo fin, incluyendo amenidad y recreo» (Countryside Commission, 1970).

Otros, en fin, defienden la conservación en sí misma sin que sea necesario aducir razones utilitarias. En todo caso puede decirse con GARCIA DE VIEDMA (1974), que «el futuro de las comunidades animales está en analizar el pasado y el presente para pretender prever el futuro». El pasado lo presidió la influencia del hombre, que ha intervenido con su gran poder de adaptación y su gran capacidad para modificar el entorno. Estamos frente a un recurso, la fauna, que se distingue por su facilidad para adaptarse rápidamente, dentro de ciertos límites, a circunstancias medioambientales cambiantes. Precisamente esa adaptabilidad y movilidad de la vida animal es un factor importante para la conservación.

En el momento actual el enfoque práctico del estudio de la fauna fluctúa entre dos tendencias, diferenciadas más por la forma de llevarse a cabo que por sus objetivos, comunes en muchos casos: la primera está dirigida hacia una enumeración de los valores faunísticos, en cuanto a su importancia en el entorno general: la segunda hacia una integración de la fauna con los demás elementos del medio, con el fin de conseguir datos manejables y de fácil comprensión, que pueden estructurarse de tal forma que el producto definitivo resuelva los conflictos entre características ambientales y actuaciones humanas con la suficiente flexibilidad para adaptarse a los cambios del status.

1.1. AMBITO QUE ABARCA LA FAUNA EN LOS ESTUDIOS DEL MEDIO FISICO

En los estudios del medio físico, el interés se dirige hacia la fauna silvestre, que comprende todas aquellas especies salvajes que forman poblaciones estables e integradas en comunidades también estables, independientemente de su procedencia, por lo que no se suele incluir en dichos estudios a los animales domésticos. Llegar a concretar algo sobre los animales en cautividad resulta complejo dada la amplitud de esta expresión, porque la denominación «animal en estado libre», que se aplica tanto a un conejo que habita en una zona cualquiera, sin barreras artificiales de ningún tipo, como a un ciervo en una finca de caza, vallada, es ambigua y poco clara: para este último caso, el del ciervo, se suele emplear la expresión «animal en semi-cautividad» o «semi-libertad». En cualquier caso, las especies de vertebrados que se encuentran bajo estas condiciones, también quedan incluidas en los estudios del medio físico.

Según el diccionario CHAMBERS (1979), fauna es el término que se emplea para designar los animales que viven en una región o país determinado. Muchos autores identifican fauna con «vida silvestre» (WILDLIFE), en sus distintas acepciones:

a) Todo animal no doméstico, mamífero, ave, reptil o anfibio que vive en un medio ambiente natural, incluyendo tanto las especies que son de utilidad cinegética como las que no lo son, considerando las especies beneficiosas para el hombre y las que no lo son tanto. No se consideran, en cambio, como animales salvajes aquellas especies que han sido alguna vez domésticas, pero han escapado de la cautividad y se han asilvestrado, tales como caballos, burros y cerdos (U.S.Forest Service, 1975).

b) Los animales vertebrados no domésticos, excepto los peces, considerados colectivamente (Soil Conservation Soc. Amer., 1970).

c) Generalmente, todos los animales vivos no domésticos (FORD-ROBERTSON, 1971).

d) Como término difuso que incluye los vertebrados no domésticos, especialmente mamíferos, aves, peces y algunos de los grandes invertebrados, tales como los cangrejos (FORD-ROBERTSON, 1971)

e) Todo ente viviente que no sea humano, especie doméstica o planta; en particular, los mamíferos, aves y peces que el hombre caza o pesca, en búsqueda de alimento o en ejercicio de actividad deportiva (WEBSTER, 1963).

Todo estudio de fauna parte del conocimiento taxonómico y de la distribución de las especies. Es necesario, pues, que los límites de la distribución de los animales estén marcados y que se conozca su taxón hasta el nivel de especie.

Aunque nuestro estudio va dirigido especialmente hacia las especies de vertebrados no se puede olvidar que la finalidad de cualquier estudio del medio es el conocimiento y el aprovechamiento, lo más racional posible de los recursos naturales y por tanto hay casos en que la consideración de los invertebrados está aconsejada por tratarse de especies en peligro de extinción, de insectos que ocasionan plagas, de especies que son indicadoras de la calidad ambiental, aguas, etc.

La mayoría de los planteamientos metodológicos y de tratamiento de la información que se co-

mentan y exponen a lo largo del capítulo son válidos para los invertebrados.

Al estudiar la fauna en el medio, natural o artificial, hay que distinguir tres amplios ambientes de vida: el terrestre, el de las aguas continentales y el de las aguas marinas. Nuestro estudio va dirigido solamente hacia las especies que viven en el medio terrestre y en las aguas continentales.

En los estudios del medio físico, la fauna se contempla desde un enfoque básicamente zoogeográfico y fundamentalmente de zoogeografía aplicada, que traduce los conocimientos ecológicos, históricos y experimentales de la fauna, en términos aplicables a la planificación física.

Esta consideración obliga a referenciar los distintos niveles de análisis a los que se puede estudiar la fauna en relación con los diferentes ambientes territoriales que se corresponderán con diferentes escalas de expresión cartográfica.

Relación entre el ámbito territorial y la expresión cartográfica

La relación entre el ámbito territorial y la escala cartográfica, junto con el tipo de información que la acompaña, puede esquematizarse del modo que sigue:

- Ambito mundial o continental: escala 1/10.000.000, (aves que nidifican en el ámbito de la Comunidad Europea; Relación de especies sin abundar en las relaciones ni en las fluctuaciones locales).
- Ambito nacional: escala 1/1.000.000, (aves que nidifican en los sistemas de la Península Ibérica; factores que condicionan la localización de las especies, en función de las afinidades ecológicas, biogeográficas y taxonómicas que de alguna manera explican las afinidades evolutivas y el dinamismo de la población).
- Ambito regional: escala 1/100.000-1/50.000, (distribución de las aves que nidifican en el Sistema Central basada en parámetros ecológicos de amplia definición; bosques, zonas húmedas, etc.; agrupación de comunidades faunísticas en relación con descriptores que definen condiciones de vida. Estas comunidades estarán definidas, entre otras, por los siguientes descriptores: riqueza de la población, riqueza media, diversidad).

- Ambito local: escala 1/25.000-10.000, (fauna aviar que vive en el territorio del Sistema Central correspondiente a una hoja del mapa de la escala indicada). En este nivel se debe incluir la variación estacional de las especies presentes en el territorio estudiado; deberá recoger toda aquella información que permita describir detalladamente las comunidades (por ejemplo aviares) presentes en el territorio estudiado reflejando expresamente las relaciones entre las especies y entre éstas y el medio. Movilidad entre las especies en su biotopo, influencias de las alteraciones antrópicas en la dinámica faunística de los biotopos, competencias, reproducciones, factores de dispersión, colonización y extinción, etc.
- Ambito biotopo: escala 1/1.000, (distribución territorial de las parejas de nidificación en un pinar de pino silvestre. En este nivel se debe incluir la variación estacional de las especies que habitan el biotopo; recogerá la información relativa a las especies: densidad, natalidad, mortalidad, inmigración y migración, área mínima y composición, interacción entre especies, factores limitantes, estacionalidad y toda aquella información relativa a la comunidad: estructura horizontal, estructura vertical, transformaciones energéticas, relación entre los nutrientes de la comunidad y la fauna, eficiencia, etc).
- Ambito puntual: escala 1/100, (información relativa a las especies que habitan en un pino silvestre; recogerá la información relativa a las aves que habitan, por ejemplo, en un pino silvestre. Estudio de los «Guilds» o gremios que forman las aves, condiciones microclimáticas, nivel de aprovechamiento espacial entre vecinos, influencias de las variantes exteriores, naturales o artificiales, etcétera).

1.2. RELACION CON OTROS ELEMENTOS

«Los animales no pueden vivir por sí mismos y aislados: dependen de la cubierta vegetal, de otros animales, de factores del medio y del hombre. Todos ellos dan lugar al ambiente o biotopo del animal.»

Esta clásica cita de MÖBIUS (1877), responde por sí sola al título de este apartado. En efecto, la

localización de los vertebrados está fuertemente ligada, en unos casos, a los tipos de formaciones vegetales y de cubierta; en otros, a la presencia de agua, y en todos, a la presencia de factores limitantes o condicionantes de orden topográfico, fisiográfico, etc.

Es muy típico, por ejemplo, el movimiento del ciervo entre laderas, fondos de valle y cumbres según la estación del año: invierno, primavera y verano, respectivamente; la ratilla de la nieves vive en altitudes superiores a los 1.600 metros sobre el nivel del mar, mientras el erizo común no sobrepasa el límite altitudinal de la vegetación arbórea; umbrías y solanas influyen en la presencia de ciertas especies y en la densidad de la población de otras; los anfibios y algunas aves y mamíferos exigen la presencia constante del agua, etc.

En muchas situaciones la riqueza faunística está estrechamente ligada con la variedad fisiográfica del territorio. La riqueza específica tiende a desaparecer cuando la altitud aumenta y domina sobre el resto de las variables ambientales (ORIAN 1969, WARTMANN and FURRER 1977, TELLERIA 1984). En realidad el incremento de especies de fauna está condicionado por el aumento del número de biotopos (MACARTHUR, 1972).

1.3. LA PROTECCION LEGAL

La protección de la fauna se contempla principalmente en la Ley de Conservación de los Espacios Naturales y de la Flora y Fauna Silvestre del 27 de Marzo de 1989 y los reales decretos 1095/1989 y 1118/1989 relativos a especies cinegéticas.

Están vigentes la ley de caza del 4 de Abril de 1970, salvo el artículo 36, derogado por la ley de Conservación de los Espacios Naturales del 27 de Marzo de 1989, la ley de Pesca de 1942 y sus sucesivos decretos de desarrollo y ampliación, el Real Decreto 3181/1980 del 30 de Diciembre por el que se protegen determinadas especies de fauna y se dictan las normas precisas para asegurar la efectividad de esa protección, la directiva europea para la protección de aves 85/411/CEE, y el Real Decreto 1497/1986 del 6 de Junio por el que se establecen medidas de coordinación para la conservación de especies de fauna y sus hábitats, ampliándose la lista de especies protegidas en todo el territorio nacional.

Están ratificados por el Parlamento de la Nación una serie de Convenios internacionales (Ramsar, 1971; Washington, 1973; Berna, 1979 y Bonn, 1979), que suponen también restricciones de cierta índole a las actividades humanas (ICONA, 1986).

También cabe mencionar la Directiva de Hábitats; aprobada el 12 de diciembre de 1991 por el Consejo de Ministros de la Comunidad Europea (CE).

En los Cuadros siguientes se esquematizan algunas de las amenazas a que está sometida la fauna.

AMENAZAS DIRECTAS E INDIRECTAS SOBRE LA FAUNA A CAUSA DE LAS ACTIVIDADES HUMANAS.

- Caza, captura y robo de puestas y crías.
- Comercio y tráfico.
- Utilización de venenos directos (pesticidas) e indirectos (herbicidas).
- Contaminación.
- Desestabilización de poblaciones:
Aumento de depredadores.
Aumento de presas.
- Transmisión de enfermedades.
- Construcción de obstáculos aéreos o terrestres.
- Circulación de vehículos.
- Prácticas agrícolas.
- Deseccaciones.
- Molestias en épocas cruciales.

IMPACTOS SOBRE LA FAUNA

- Eliminación, reducción o fragmentación de espacios.
- Desplazamientos de individuos, especies, o poblaciones.
- Eliminación o reducción de especies raras o en peligro de extinción.
- Invasión de nuevas especies de animales.
- Pérdida o alteración de población.
- Proliferación de especies en número excesivo.

- Alteración de la diversidad.
- Introducción de especies exóticas.
- Proliferación de insectos, roedores y aves que buscan vertederos.
- Eliminación o alteración de hábitats terrestres.
- Eliminación o alteración de hábitats acuáticos o zonas húmedas.
- Muerte por atropello.
- Aislamiento de animales con rango territorial pequeño.
- Concentración de especies o individuos.
- Cambio en la composición y número de especies acuáticas.

2. CARACTERÍSTICAS Y CUALIDADES DE LA FAUNA

2.1. CARACTERÍSTICAS Y CUALIDADES PARA LAS ESPECIES

2.1.1. Estabilidad

El concepto de estabilidad varía con el punto de vista desde el que se contempla: un taxónomo considera estable un ecosistema si siempre muestra las mismas especies. Un naturalista califica de estable aquel ecosistema que, censado en distintos momentos, revela aproximadamente la misma composición. Un ecólogo, más interesado por la estructura abstracta y el dinamismo del ecosistema, opina que es estable todo sistema que consigue mantener una biomasa y una producción similares, aunque el conseguirlo implique, frente a cambios reiterados del medio, alterar continuamente las proporciones de las distintas especies.

Para DAJOZ (1974), el término equilibrio biológico significa simplemente que dentro de su área geográfica las poblaciones se multipliquen sin traspasar un límite superior que conduciría a la autodestrucción, ni un límite inferior que provocaría la extinción.

«Se puede y se suele decir que una población que fluctúa poco entre límites muy próximos es estable. La estabilidad es, pues, una característica descriptiva de las poblaciones» (MARGALEF, 1974).

El estado de estabilidad de las especies tiene su punto de referencia principalmente en el análisis de la estabilidad de sus poblaciones.

El crecimiento de una población normal es ya un cierto factor de inestabilidad, pues las poblaciones están ligadas a los límites de los recursos ambientales que las soportan. Algunas poblaciones siguen una curva sigmoide de incrementos y estabilización hacia un límite ambiental o capacidad de carga, pero otras muchas son relativamente inestables, creciendo hasta que exceden la capacidad de carga del ecosistema para esa especie, momento en el cual caen hasta densidades mucho más bajas. Hay especies, tales como las aves territoriales, que poseen mecanismos de autorregulación que estabilizan sus poblaciones, pero otras muchas no los tienen. Algunos mecanismos de control dependientes de la densidad incluyen combinaciones de efectos tales como la competencia en los límites del recurso, que da como resultado la dispersión de los individuos que pierden en la competencia. Tal dispersión expone a esos individuos desplazados a una alta tasa de mortalidad por depredación (WHITTAKER, 1975). Este fenómeno debe ser considerado al crear zonas, «islas», de especial protección para favorecer el desarrollo de una población amenazada de extinción.

2.1.2. Abundancia y rareza

Ligados a la estabilidad de las especies se encuentran otros dos rasgos: *Abundancia* y *rareza* con sus contrarias *Escasez* y *Condición* de común (las referencias se harán siempre al primer enunciado, abundancia y rareza).

Son dos rasgos que en el contexto abstracto tienen poco significado, pero cuya relevancia se incrementa a medida que se concreta y reduce el área de estudio de las especies animales.

La abundancia y la rareza pueden expresarse de formas distintas ya sea como densidad, frecuencia o como un índice de abundancia relativa; son por tanto criterios cuantificables.

Resultan muy útiles las clasificaciones creadas por algunos autores en las que se consideran distintos niveles de abundancia y rareza donde suelen aparecer los términos abundante, escaso, común, frecuente u ocasional, raro, siempre y cuan-

do estén asociadas a algo que confiera sentido a la comparación. En ellas se refleja el grado de presencia o ausencia de un determinado animal en el área de estudio (ESCRIBANO, 1977; CLAPHAN, TUTIN and WARBURG, 1981; HUBBEL and FOSTER, 1985).

- * La abundancia: expresa el número de individuos de una misma especie; un animal abundante es aquel del cual existen muchos individuos, siempre de una forma relativa.
- * La rareza: intimamente relacionada con la abundancia, juega un importante papel en los propósitos de conservación. Un animal raro es el que no es frecuente, visto desde un nivel taxonómico superior.

SOULE (1986) considera los siguientes tipos de rareza para las especies:

- Especies raras dentro del hábitat.
- Especies dependientes del hábitat.
- Especies endémicas.
- Especialistas de nichos regenerativos; sólo tienen lugar en una etapa de la sucesión.
- Especies raras por su exigencia trófica o comportamiento.

Muchos factores naturales o inducidos por el hombre pueden contribuir a la rareza cuando dan lugar a una alteración en el tamaño de la población o a una disminución en el tamaño del hábitat, por ejemplo, a consecuencia de las cuales una especie puede convertirse en una especie rara.

El término « población viable mínima » (MUP) implica que hay algún umbral en el número de individuos que asegurará (con un nivel aceptable de riesgo) que una población persista en el tiempo. Esta población viable mínima puede estimarse mediante el análisis de la vulnerabilidad de la población (PAV), que determina que una población viable mínima sea capaz de reducir el riesgo de una extinción a nivel aceptable.

La pérdida de hábitat puede producir un descenso en el tamaño poblacional y también afectar a su distribución. Puede incluso ocasionar la inmediata extinción de una especie; en todo caso si la población sobrevive, será más vulnerable. También puede inducir el fenómeno de la emigración.

Una variante de la pérdida de hábitat es la fragmentación del mismo; el área queda distribuida en fragmentos disjuntos (fenómeno de insularización- proceso de formación de islas a través de la fragmentación). Las consecuencias son las mismas que las anteriormente mencionadas. Los pájaros y los mamíferos son los más propensos a desaparecer de los fragmentos aislados (Wilcox, 1980).

Pero es necesario decir que no todas las especies raras están en peligro o son vulnerables.

Muchas especies raras son endemismos locales; sin embargo son miembros de géneros ricos en especies, que colectivamente ocupan hábitats distribuidos ampliamente. Tales especies constituyen equivalentes ecológicas en diferentes partes del rango de hábitats. Los endemismos de islas son una subclase dentro de esta categoría de rarezas.

Como ya se ha apuntado anteriormente las clasificaciones descritas para caracterizar la abundancia son aplicables también a la rareza. No obstante los numerosos estudios acerca de la rareza han permitido la elaboración de gran cantidad de clasificaciones, algunas de las cuales se especifican a continuación:

RABINOWITZ (1981), distingue varios tipos de rareza basados en 3 rasgos o características, con la idea de determinar la frecuencia de una especie. Esta clasificación es aplicable a cualquier escala local, regional o continental:

- Ambito geográfico- si una especie está presente en un área amplia o si es endémica de un área pequeña.
- Especificidad de hábitat- grado en el que una especie aparece en una variedad de hábitats o se restringe a uno o a unos pocos sitios específicos (que pueden ser también escasos). Las especies raras suelen ser especialistas, es decir, prefieren un determinado hábitat y tienen mayores requerimientos que las especies comunes (generalistas).
- Tamaño de la población local- la especie perteneciente a una población determinada puede encontrarse en altas densidades (tamaño poblacional grande) en alguna parte dentro de su ámbito (es decir, en pocos lu-

gares), o por el contrario posee una población pequeña, donde quiera que se encuentre (muy dispersa, aparece en muchas áreas dentro de su hábitat).

En el informe «Natural and Cultural Values in the Countryside» (BOLWERKGROEP, 1979), se evalúa la rareza cuantitativamente, mediante el siguiente índice, aplicado a pájaros de praderas:

$$W = 100 \sum_{i=1}^{n_i} w_i n_i / q$$

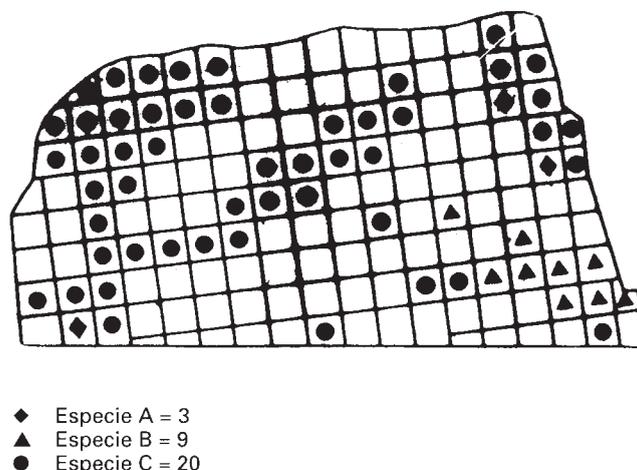
donde:

- w = valor del área en consideración.
- w_i = valor de las especies.
- n_i = número de parejas reproductoras i en el área.
- q = superficie del área en ha.

Aquellas áreas con un valor comprendido entre 75 a 150 son consideradas ricas.

Otro índice cuantitativo de la rareza se funda en su distribución geográfica (DONY and DENHOLM, 1985). Para calcularlo se superpone una malla cuadrada sobre el área de interés, y se halla el inverso de la proporción del número de cuadrículas ocupadas por una especie. Hay que tener en cuenta en qué escala se trabaja (local, nacional o regional) (ver Figura IX.1).

FIGURA IX.1.—ÍNDICE CUANTITATIVO DE LA RAREZA
(DONY y DENHOLM, 1985)



Área hipotética, con un total de 150 cuadrículas. Las frecuencias de ocurrencia de cada especie son:

especie A=0.02
especie B=0.06
especie C=0.33

Los índices de rareza son:

especie A=50
especie B=16.7
especie C=3

En España la catalogación del estado de conservación de la fauna vertebrada sigue desde 1986, la clasificación empleada por la UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y los Recursos Naturales), que hoy constituye un Estándar Internacional:

CATEGORIAS DE ESTADO DE CONSERVACION

(Según la lista roja de los vertebrados de España;1986)

(EX) *Extinguida*

Especie no localizada con certeza en estado silvestre en los últimos cincuenta años.

(E) *En peligro*

Taxones en peligro de extinción y cuya supervivencia sería improbable si los factores causales continuaran actuando.

Se incluyen aquellos taxones que se juzgan en peligro inminente de extinción, porque sus efectivos han disminuido hasta un nivel crítico o sus hábitats han sido drásticamente reducidos. Asimismo, se incluyen los taxones que posiblemente están ya extinguidos, pero que han sido vistos con certeza en estado silvestre en los últimos cincuenta años.

(V) *Vulnerable*

Taxones que entrarían en la categoría «En peligro» en un futuro próximo si los factores causales continuaran actuando.

Se incluyen aquellos taxones en los que todas o la mayor parte de sus poblaciones sufren regresión debido a sobreexplotación, a amplia destrucción del hábitat o a cualquier otra perturbación ambiental; aquellos con poblaciones que han sido gravemente reducidas y cuya supervi-

vencia no está garantizada, y los de poblaciones aún abundantes, pero que están amenazadas por factores adversos de importancia en toda su área de distribución.

(R) *Rara*

Taxones con poblaciones (españolas) pequeñas, que sin pertenecer en la actualidad a las categorías «En peligro» o «Vulnerable», corren riesgo. Normalmente estos taxones se localizan en áreas geográficas o hábitats restringidos, o bien presentan una distribución rala en un área más extensa.

(I) *Indeterminada*

Taxones que se sabe pertenecen a una de las categorías «En peligro», «Vulnerable» o «Rara», pero de los que no existe información suficiente para decidir cuál es la apropiada.

(K) *Insuficientemente conocida*

Taxones que se sospecha pertenecen a alguna de las categorías precedentes, aunque no se tiene certeza debido a la falta de información.

(NA) *No amenazada.*

2.1.3. Representatividad

Se puede definir como el carácter simbólico que tienen determinadas especies, a la manera que pueden tenerlo las manifestaciones culturales. Esta cualidad incluye el carácter de relictica o endémica que pueden tener las especies.

La conservación de las especies que son representativas, dentro de un rango de variación ecológica es a menudo un objeto fundamental en la valoración de los animales para su conservación.

La representatividad es un concepto de orden global, que requiere que se lleve a cabo una comparación para su determinación, cuando se recurre, como es lo común, a clasificaciones del tipo siguiente:

- Especies muy representativas y características, específicamente pertenecientes al hábitat (especies características y especialistas).

- Especies no representativas- no se encuentran en un hábitat específico (especies generalistas).
- Especies adicionales y acompañantes- pertenecientes a otros hábitats.

2.1.4. **Singularidad**

Condición de distinto o distinguido; valor adicional que una especie posee por circunstancias extrabiológicas: estéticas, históricas, científicas, culturales.

En la «Guía metodológica para la elaboración de estudios de Impacto ambiental en las Repoblaciones Forestales» (1989), se citan como valores singulares faunísticos:

- Areas de interés biogeográfico: límites de latitud o longitud; barreras; corredores o pasillos.
- Lugares que acogen a especies animales en peligro, vulnerables, insuficientemente conocidas, etc.
- Zonas con abundancia de individuos.
- Lugares de estancia o invernada para las especies migratorias.
- Ecotonos de alta diversidad faunística.
- Endemismos y relictos faunísticos.

2.1.5. **Atracción turística o recreativa**

Da a algunas especies la capacidad de competir, fuera del ámbito de la conservación, en cuanto aportan un bien a las personas en términos económicos convencionales: caza, pesca, recreo, turismo. Esta cualidad se divide, a su vez, en aspectos de interés cultural, rasgos estéticos, importancia cinegética de cada especie, etc.

Un factor que constituye también un atractivo, es el que se deriva de la posibilidad de ver animales y de ver u oír alguna manifestación de su presencia actual o anterior (huellas, canto, etc.).

Se distinguen 3 clases de animales, según la posibilidad de percibirlos:

1. Aquellos que escapan a la detección (mimetismo, pequeño tamaño, andar por lugares ocultos,...).
2. Los difíciles de detectar: salen en la oscuridad.
3. Aquellos fácilmente detectables (no tienen enemigos de los que preocuparse por tamaño, lugares, necesidades, etc).

Las posibilidades de detectar un animal no son uniformes en el biotopo que ocupa; existe una zona de utilización del biotopo un «Dominio vital», característico de cada especie, así como zonas que aún siendo físicamente accesibles para ciertas especies, éstas nunca las utilizan por inhibiciones (de tipo etológico generalmente).

2.1.6. **Interés científico**

Indica los valores científicos de una especie animal.

2.2. **CARACTERÍSTICAS Y CUALIDADES DE LOS BIOTOPOS**

De la misma forma que se hace para las especies, los biotopos considerados como espacios caracterizados por albergar una determinada biocenosis, también se pueden describir y clasificar a través de una serie de cualidades. La elección y explicación de estas cualidades se enfocan en este caso, hacia el tratamiento de las comunidades faunísticas.

2.2.1. **Estabilidad**

Es a nivel de comunidad y de biotopo donde el concepto de estabilidad resulta más comprensible, y de mayor aplicabilidad en los estudios del medio físico si se compara con el nivel de especies anteriormente descrito. Aún así es complicado obtener algún valor de la estabilidad de una comunidad animal, si bien puede recurrirse a otras características del medio.

Básicamente un ecosistema es estable cuando ha alcanzado su estado clímax, de forma que un ecosistema pionero (si es el címax del lugar) puede ser estable aún cuando la biomasa y la producción sean muy diferentes de un año a otro.

Pero generalmente «la estabilidad aumenta con la sucesión por la importancia creciente de los mecanismos bioreguladores dependientes de la densidad, que amortiguan las fluctuaciones de la abundancia y, de hecho, aumentan la estabilidad del sistema» (BLONDEL, 1985).

Por lo cual podemos hacernos una idea de la estabilidad de un ecosistema averiguando el estado sucesional en que se encuentra la zona a tratar. «La estabilidad es una tendencia universal de todo ecosistema no perturbado» (CLEMETS, 1936).

Según Mc ARTHUR (1955), una comunidad se puede calificar de inestable si el cambio en el número de individuos de una especie conduce a cambios en otros elementos del ecosistema, y de estable si el cambio es absorbido de algún modo

y se propaga poco a través de las estructuras vecinas del ecosistema.

La decisión básica, según MARGALEF, queda reducida a escoger entre los dos conceptos siguientes de estabilidad que, en parte, son opuestos:

1. Un sistema es estable si sobrevive a muchos cambios, pero preserva ciertas características esenciales, las cuales hay que definir.

2. Alternativamente, un sistema es estable si siempre tiene el mismo aspecto externo, con independencia de su supuesta estabilidad en sentido físico y en sentido vulgar.

Es muy numerosa la terminología que ha surgido en estos años que ayuda a definir y completar el concepto de estabilidad. Dicha terminología varía de unos autores a otros, (HILL, 1987).

CUADRO IX.1.—TERMINOS EN TORNO A LA ESTABILIDAD
(Adaptado de WESTMAN, 1978)

CARACTERISTICAS	DEFINICION
<i>Término General Descriptivo:</i>	
CONSTANCIA	Falta de variación en alguna propiedad de un sistema.
PERSISTENCIA	El tiempo de supervivencia de un ecosistema o de alguno de sus componentes. Duración de la vida de un ecosistema sin emigración ni inmigración. El tiempo que una variable permanece antes de que cambie a un nuevo valor.
<i>Términos utilizados para evaluar el sistema de respuesta a la alteración:</i>	
RESISTENCIA	Posibilidad de un ecosistema de resistir desplazamiento desde su estado inicial después de una alteración. Ejemplo: Resistencia a la invasión de la comunidad por especies extrañas.
RESILIENCIA	Posibilidad de recuperar el estado inicial después de una alteración.
ELASTICIDAD	La rapidez de retorno al estado inicial después de la perturbación.
AMPLITUD	La zona desde la cual el ecosistema volverá al estado inicial
HISTERESIS	Grado en que el modelo de recuperación difiere del de degradación.
MALEABILIDAD	Grado en el que el nuevo estado permanente establecido después de la alteración difiere del estado inicial.

La *Resistencia*, por ejemplo, puede medirse en términos de la intensidad de alteración requerida para alterar el ecosistema en una medida dada. Quizás sea más útil evaluar la respuesta relativa de diferentes ecosistemas al mismo tipo de alteración. En este contexto la resistencia puede medirse como la magnitud de cambio desde el estado inicial en una característica particular.

La *Resiliencia* es la capacidad de un ecosistema para recuperar sus condiciones o características anteriores a una alteración, tras cesar esta. Es imposible esperar que la recuperación al estado original sea idéntica; este problema puede ser subsanado midiendo el componente de elasticidad de la resiliencia en términos del tiempo requerido para alcanzar un porcentaje de similaridad de quizás un 50-85% entre las propiedades particulares del ecosistema restaurado y el sistema inicial antes de la alteración (WESTMAN, 1978).

También puede recurrirse a los modelos de simulación para evaluar el comportamiento umbral y superar el problema de las observaciones de la recuperación en un corto plazo (SHUGART *et al*, 1980)

La naturaleza de las alteraciones, causantes de las fluctuaciones que pueden experimentar los ecosistemas es muy diversa; se distinguen fundamentalmente las originadas por la invasión o la extensión de especies. En el primer caso una comunidad natural está sujeta a continuos intentos de invasión natural por las especies que viven en las proximidades y de igual modo a una invasión provocada por el hombre.

2.2.2. Diversidad

Es la abundancia de elementos distintos, variedad, pero no expresada en términos absolutos para cada especie, tal como se explica en los rasgos de las especies; lo que se expresa para los biotopos es el número de especies y la abundancia relativa de las mismas.

La dominancia (alta probabilidad de que un animal extraído al azar de un ecosistema pertenezca a una especie; la más abundante), está inversamente relacionada con la diversidad.

La máxima diversidad está relacionada con la equitatividad. También debe considerarse para la

diversidad, la frecuencia y el tamaño relativo del biotopo dentro de la zona a tratar.

Existen dos tipos principales de diversidad, que resumidamente son:

1. Diversidad Alfa -Número de especies que coexisten en un hábitat determinado; cuantas más especies haya y sus abundancias respectivas sean más semejantes, más elevada será. Generalmente está limitada por la variedad y abundancia de recursos.

2. Diversidad Beta -Diversidad producida por los gradientes topográficos o climáticos, o por los cambios del medio; introduce la modificación de estructura de los biotopos.

La diversidad siempre está en relación con la superficie del área estudiada. «Los números de especies en muestreos de diferentes tamaños de una comunidad dada son, aproximadamente, proporcionales a los logaritmos de las áreas de los muestreos» (WHITTAKER, 1975)

A veces, la diversidad de especies se refiere al número de ellas que se han descrito como características y asociadas.

Cuanto mayor es el tamaño de la zona de estudio mayor es la diversidad de especies, debido principalmente a la existencia de un mayor número de hábitats. Incluso cuando es reducida la diversidad de hábitats, suelen encontrarse más especies en grandes superficies que en pequeñas (especialmente en el caso de islas).

La diversidad no explica en ningún momento la calidad intrínseca de las especies o la importancia ecológica de las mismas, pero esto no resta valor a la necesidad del mantenimiento de la diversidad, que es otro dato a añadir a los anteriores para obtener la información completa de la comunidad.

La fórmula comúnmente usada para expresar la diversidad de un ecosistema, es el índice de Shanon:

$$H' = - \sum_{i=1}^{i=n} p_i \log_2 p_i$$

p_i = probabilidad de que al extraer un animal de la comunidad pertenezca a la especie i

H' se suele dar en unidades de información: bits

La importancia que tiene el conocimiento y preservación de la diversidad en un ecosistema viene dada por múltiples factores: conservación de la diversidad genética, aprovechamiento máximo de los nichos del ecosistema, mantenimiento del equilibrio entre especies, etc.

En cuanto a los factores que influyen en la diversidad, McARTHUR y McARTHUR (1961) establecieron que el número de especies de pájaros que se reproducen en una región, uniforme en lo concerniente a la vegetación, puede deducirse del número de estratos de vegetación presentes. Si se llama P_1 a la proporción de la vegetación en el estrato herbáceo de 0 a 0.6 m del suelo, P_2 a la proporción de la vegetación situada entre 0.60 y 7.50 metros y P_3 a la proporción del estrato situado por encima de los 7.50 metros, se define la diversidad de estratos o F.H.D por el índice.

$$F.H.D = - \sum_{i=1}^{i=3} p_i \log_2 p_i$$

La diversidad específica de pájaros B.S.D. (Birds Specific Diversity), expresada por el logaritmo del número de especies será proporcional a F.H.D. En otras palabras, el número de especies de pájaros es función de la estructura del medio y de su complejidad, es decir, del número de nichos ecológicos posibles. Según FERRY y FROCHOT (1970), en Francia, el número de individuos es proporcional al número de especies. La diversidad de las aves no depende, sin embargo, de la diversidad florística.

La abundancia de otros órdenes de vertebrados (mamíferos, reptiles y anfibios) depende más de la variedad topográfica, no del número de estratos vegetales (salvo en los arborícolas); por ejemplo, la diversidad de lagartos está mayormente influida por la temperatura y las condiciones de humedad media para plantas y otras interrelaciones en diferentes áreas.

En cuanto al orden mamíferos, la mayor diversidad corresponde a los pequeños tamaños (conejos, ratones, topillos, musarañas, murciélagos); la importancia de mantener esta diversidad reside en que estos suelen formar una parte fundamental de la base de la pirámide ecológica y la modificación de sus proporciones (venenos que

eliminan ciertas especies, introducción de especies exóticas, explosiones demográficas de especies descontroladas por la eliminación de depredadores) puede alterar el equilibrio del ecosistema. La diversidad proporcionada por mamíferos de mayor tamaño (superpredadores, por ejemplo) puede no ser muy alta cuantitativamente, pero su papel en el mantenimiento de la diversidad del ecosistema es fundamental; y además pueden servir como indicadores del estado de conservación del biotopo.

Los reptiles y anfibios son protagonistas en ciertas condiciones ambientales, y es interesante siempre considerar la existencia de endemismos que indican un alto grado de ocupación de los nichos del medio. La diversidad natural de una zona es difícilmente superable por las actuaciones humanas, puesto que la introducción de una especie alóctona ocasiona competencia con varias especies autóctonas y, si llega a implantarse, suele motivar una disminución de la diversidad original.

Los ecotonos, zonas de transición entre dos tipos de hábitats, son a menudo más ricos en especies de plantas y animales, que los hábitats que ellas separan. Según DEMPSTER (1977), la diversidad puede mejorarse manteniendo el número de tipos de hábitats e incrementando la variabilidad dentro de cualquier hábitat. Un bosque uniforme es menos rico en especies que uno que tenga claros; similarmente, bosques que contengan árboles de distintas edades y especialmente cuando además hay árboles muertos, son más diversos que las plantaciones de una sola edad.

La creación de áreas limitadas y dedicadas a la conservación de la fauna en su interior, o la existencia de biotopos cuya situación pueda asimilarse a la de una «isla», debe siempre tratarse considerando la información procedente de la teoría de islas: «Las comunidades insulares constan siempre de menos especies, más numerosas que sus homólogos continentales» (BLONDEL, 1985).

La heterogeneidad dentro de los hábitats puede ayudar a la persistencia de la población de animales (DEMPSTER, 1977) particularmente cuando estos están en el borde de su distribución geográfica. «Diversidad engendra diversidad» (WHITTAKER, 1975).

2.2.3. Abundancia y rareza del biotopo

Refleja la mayor o menor presencia del biotopo en la zona que se está estudiando.

Las clasificaciones de los hábitats tienen 4 requerimientos; que se deben cumplir para ser operativas:

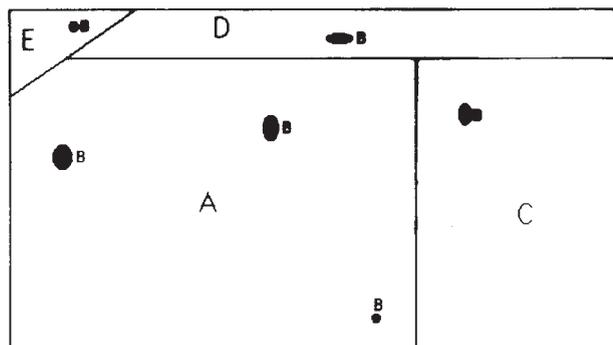
1. Dividir el territorio y sus especies en componentes diferentes que puedan ser definidos por discontinuidades en el campo.
2. Los componentes de una clase o tipo deben ser reconocibles como iguales, aunque nunca lo sean exactamente.
3. Los tipos deben tener algún significado ecológico.
4. Los tipos deben ser representables gráficamente

Una vez que se han determinado esos hábitats o (biotopos) se puede determinar su abundancia.

ESCRIBANO, R (1979), establece la siguiente clasificación:

ABUNDANCIA DEL BIOTOPO	% DE SUPERFICIE QUE OCUPA	NUMERO DE LOCALIDADES
Abundante	>35	<=3
	>=50	>3
Medianamente abundante	20-35	<=3
	30-50	>3
Medianamente escaso	10-20	<=3
	15-30	>3
Escaso	<10	<=3
	<15	>3

FIGURA IX.2



A, B, C, D, y E son los biotopos en que se ha dividido el área.

Se puede distinguir una *rareza natural*, producto de la alta diversidad (de alguno o todos sus componentes); por ejemplo, la rareza de la fauna de la Islas Canarias causada por las extraordinarias condiciones naturales que hay allí. Y *una rareza antropogénica* que es la causada por acción del hombre, sobre especies o biotopos ya escasas o diseminadas y casi imposibles de recuperar.

Un biotopo puede tener un valor de rareza añadido por albergar especies faunísticas de especial interés como: emigrantes esporádicos, especies amenazadas de extinción, biotopos de nueva colonización por una especie, etc.

Una misma área suele tener diferentes biotopos, cuya rareza puede venir determinada por, la extensión comparativa del biotopo («raro» es «pequeño» en comparación con el área tratada), por la frecuencia con que aparece (un biotopo de pequeña extensión, pero frecuente, no se puede considerar «raro»), por las características de las especies que alberga (si viven especies raras o alguna especialmente exigente, será «raro»).

Por ejemplo una ordenación de los biotopos definidos en el área, según el criterio de rareza sería (Figura IX.2.):

$$A < B = C < D < E$$

2.2.4. Naturalidad

Es un término generalmente utilizado en este contexto, para indicar que un sitio no tiene influencia humana, que se ha formado y funciona por las leyes de la naturaleza.

La naturalidad puede aplicarse tanto a una comunidad como a un biotopo. Se tiene una idea intuitiva de lo que significa naturalidad, y sin embargo, es uno de los conceptos más difíciles de cuantificar. Si puede llegar a cuantificarse el grado de alteración de un paisaje (comparando con áreas cercanas sin uso humano, contando especies asociadas a degradación ,etc.) puede ser un método para evaluar el grado de naturalidad de una zona.

La dificultad de encontrar ecosistemas no afectados por la acción humana justifica la inclusión del término «naturalidad» en los proyectos de conservación de la naturaleza y estudios faunísticos.

USHER (1986) indica que la naturalidad y la diversidad tienden a estar fuertemente correlacionadas; la modificación de un ecosistema tiende a reducir la riqueza de especies y de igual modo la abundancia.

MARGULES y USHER (1981), describen 4 categorías de naturalidad:

- Natural no alterado.
- Natural alterado.
- Natural degradado.
- Cultural.

2.2.5. Relaciones entre las características y cualidades de los biotopos

La estabilidad se ha puesto en relación con la diversidad repetida e insistente. La generalidad ecológica de que la diversidad causa estabilidad no está, sin embargo, apoyada por datos de campo ni de laboratorio y los atributos de las especies individuales pueden ser más significativos que la diversidad (KREBS, 1972).

La estabilidad desde el punto de vista de persistencia, completa a la diversidad para proporcionar una medida de lo que se puede llamar organización. Si D es la diversidad y S es la persistencia, la expresión:

$$D = \frac{1}{S}$$

es una medida mejor que la simple diversidad para hallar la capacidad del ecosistema como vehículo de organización o canal de información (MARGALEF, 1974).

La riqueza específica de un territorio es el número de especies; varía aproximadamente con el logaritmo de la superficie:

$$S = K \log A + C$$

S = número de especies

K = constante

A = superficie

C = constante dependiente del grupo taxonómico (GLEASON, 1922).

HAMILTON *et al.* (1967) y MOORE y HOOPER (1975), han demostrado mediante el análisis de regresión que la variable superficie «explica», estadísticamente hablando, del 80 al 90% de la variación de la riqueza específica en las islas, lo que demuestra hasta que punto es un buen integrador ecológico.

En el caso concreto de los recuentos de aves por observación ningún método permite conocer la composición de una población en una sola operación, así pues es necesario realizar una serie de muestras en varias estaciones y el conjunto de ellas constituirá la unidad de muestreo. Cuanto más se aumente la presión de observación, más se reduce la ganancia de nuevas especies, de donde resulta una deceleración progresiva de la curva de riqueza acumulada que llega al máximo cuando todas las especies pertenecientes al biotopo se han recogido al menos una vez.

La riqueza media se suele usar para comparar comunidades.

La forma de la unidad influye también en las demás características de la comunidad. Los biogeógrafos analizan estas formas para conocer la dinámica de las especies. El «diseño» de las zonas a proteger; la creación de pasillos de comunicación para especies entre biotopos, la susceptibilidad de ciertas especies ante el efecto borde; la longitud de los ecotonos y otras características de la forma del área influyen mucho en las características faunísticas que adquirirá la zona.

Otra característica importante es la estratificación o zonificación del biotopo; cuanto más se pueda diversificar un recurso del biotopo más se diversificará la fauna asociada a ese recurso.

Las nociones de diversidad y rareza se asocian frecuentemente a los criterios de complejidad y estabilidad para la definición de potenciales ecológicos. (Documentation Française, 1975).

En realidad el objetivo final es la integración de todas las características que se pueden estudiar para obtener una información con la que decidir.

2.2.6. Influencia del estado del biotopo en las especies faunísticas

El tipo de uso que haya en el biotopo es fundamental; cuando es extensivo (ganadería, agricultura, caza, forestal, cuenca hidrográfica...) la fauna puede asumir la presencia momentánea del hombre y mantenerse relativamente estable; cuando el uso es intensivo (regadío, urbanización, recreo....) sólo unas pocas especies podrán permanecer en la zona, y nunca con unas proporciones numéricamente normales. Cuando el uso sea la conservación no deberá existir incompatibilidad con otros usos.

Además se debe considerar el estado de conservación del biotopo, dentro de cada uso. Ciertos usos extensivos permiten una gran variedad de estados de conservación del biotopo, y ciertos usos de conservación (el recreo por ejemplo) no siempre preservan adecuadamente la fauna del ecosistema.

De fundamental importancia es el estado sucesional en el cual se encuentra el ecosistema. Conforme más avanzada está la sucesión, la diversidad generalmente es mayor, los animales se especializan más (hacen más estrechos los límites de su nicho) y «caben» más en el territorio.

Además, conociendo la existencia de ciertas especies «clave» puede asignársele un tipo de pirámide ecológica al ecosistema. Dentro de cada ecosistema hay ciertas especies asociadas a los diferentes estados sucesionales.

Las características del biotopo están íntimamente ligadas a la sucesión y el tratamiento que se dé al biotopo debe considerar estas características adquiridas.

CUADRO IX.2.—MODELO DE DESARROLLO DEL ECOSISTEMA:

Algunos caracteres generales de las comunidades en los ecosistemas jóvenes y en los ecosistemas maduros; (adaptado de BLONDEL, 1985).

	Ecosistemas jóvenes	Ecosistemas maduros
Composición de las poblaciones	Pocas especies, fuertes fluctuaciones de las densidades.	Especies numerosas, muchas especies raras, bajas fluctuaciones de densidad.
Estructura de las poblaciones	Baja diversidad, algunas especies dominantes, distribuciones de abundancia a menudo de tipo loglineal	Diversidad elevada, distribuciones de abundancias a menudo conforme al modelo lognormal de Preston.
Circuitos de energía	Cortos, lineales, consumo primario a menudo bimodal.	Largos y ramificados, diversidad de las funciones, desarrollo de la simbiosis.
Talla media de las especies	Variable, distribución de las tallas a menudo bimodal	Medias más elevadas, distribución de las tallas más elevadas.
Estabilidad-resistencia	Baja (comunidades vulnerables a la invasión)	Alta (comunidades «cerradas»)
Estabilidad-resiliencia	Alta (retorno rápido al estado inicial)	Baja (largo proceso sucesional necesario)
Estabilidad-permanencia	Baja (fuertes variaciones de la composición y de la estructura).	Alta (composición y estructura controladas por la comunidad, homeostasia).
Estrategias de crecimiento	Alta productividad, acumulación de biomasa, estrategia de cantidad.	Utilización óptima de la energía, biomasa constante, reciclaje, estrategia de calidad y de eficacia.

3. RECOGIDA DE LA INFORMACION

El objetivo de esta etapa consiste en recopilar la información de forma tal que pueda ser analizada posteriormente, de manera sistemática y encaminada a integrarse con la información obtenida sobre otros elementos en los estudios del medio físico.

Resulta imprescindible la elaboración del catálogo faunístico del territorio en cuestión. Aunque parece lógico suponer que la confección de este catálogo se realice, como norma general, en función del nivel de detalle a que se quiera llegar y de los objetivos para los que se pretenda reunir tal información, hay algunas razones que pueden justificar la separación de la norma, razones que giran en torno a la movilidad de los animales.

En efecto, los animales no permanecen inmóviles en un lugar determinado; su presencia, en un momento dado, puede deberse a causas naturales, pero también al azar; pueden habitar una zona de forma continuada o de modo circunstancial, como área de sesteo, cazadero, área de cría, etc.; unas especies tienen exigencias espaciales pequeñas y el número de individuos puede llegar a ser tan alto que su presencia se hace muy patente, mientras que otras especies, con exigencias mayores, resultan difíciles de advertir en la misma superficie; las especies sedentarias pueden ocultarse durante ciertas épocas del año mientras persistan condiciones climáticas adversas, etc.

Quiere decirse, en suma, que la división en unidades territoriales no puede hacerse a partir de la fauna con la misma nitidez y precisión que a par-

tir de la vegetación. Para estudios del medio físico resulta, muchas veces, más operativo establecer unidades generales -formaciones vegetales, por ejemplo- y calificarlas después faunísticamente; y es esta calificación la que exige que el inventario de la fauna sea lo más completo posible, con independencia de la escala de trabajo.

Así, pues, dos son los puntos relevantes al comenzar a recoger la información necesaria para el estudio del medio físico: el catálogo faunístico y el área de distribución de las especies.

3.1. ESCALA DE TRABAJO

«A los vertebrados se les puede tratar como puntos fijos para diseñar un muestreo, por utilidad, pero la realidad biológica es que se trata de seres vivos que responden activamente a las condiciones ambientales dando lugar a peculiares patrones de distribución» (TELLERIA, 1986).

La escala de trabajo puede, también venir definida por el objetivo. Por ejemplo en la relación de las áreas importantes para las aves de España, las zonas se localizaron a escala 1:200.000, y se indicaron en ellas las especies más importantes, su estructura física y botánica a grandes rasgos, incluso el uso del suelo y la densidad de población (en ocasiones). Pero para realizar una E.I.A de un proyecto la escala suele ser de 1:10.000 o menos.

3.2. TOMA DE DATOS

La realización del catálogo faunístico se basa fundamentalmente en las fuentes bibliográficas, los ex-

CUADRO IX.3.—NIVEL DE DETALLE DEL CATALOGO FAUNISTICO SEGUN EL GRADO DE ANALISIS REQUERIDO

MINIMO (Corto plazo)	<ul style="list-style-type: none"> — Lista de especies. — Interacciones ambientales. — Tipos de comunidades. — Status de especies y comunidades raras, o en peligro.
DESEABLE	<ul style="list-style-type: none"> — Especies claves relacionadas con el enclave geográfico. — Diversidad de especies y abundancia relativa. — Cadenas y redes tróficas. — Status sucesional.
ESPECIALIZADO (Largo plazo)	<ul style="list-style-type: none"> — Estimación de la población absoluta. — Tamaño de la población ,estructura de edades — Cambios estacionales. — Rutas migratorias. — Estructura del hábitat. — Productividad neta. — Base de datos.

pertos en fauna de la región y en los trabajos de campo. Las fuentes bibliográficas proporcionan información sobre las especies que pueblan el territorio y los conocimientos teóricos de las necesidades ecológicas de las especies. Mediante los expertos en fauna de la región, se completa la información, recopilada anteriormente, haciéndola más precisa y adaptada al área de estudio, con aspectos fenológicos y singularidades faunísticas (ver Cuadro IX.3.).

Los trabajos de campo tienen tres fines fundamentales en este tipo de estudios:

- Constatar la información recogida por los métodos anteriores.
- Completar los datos de las características ecológicas de las especies.
- Conocimiento de la zona, en la medida que el nivel de detalle del estudio lo requiera.

Aunque la fauna vertebrada está ampliamente estudiada, hay que tener en cuenta que siempre hay lagunas científicas en algunas especies. Por otra parte, las modificaciones ocasionadas por el hombre en el medio han influido en el hábitat de las especies, teniendo éstas que adaptarse a nuevos territorios o acomodarse a los antiguos.

Es necesario, independientemente del nivel de detalle que se pretenda alcanzar, considerar la distribución de los vertebrados en el espacio (modelos, distribución por hábitats, aspectos sociales....) y el tiempo (ritmos y distribución espacial, probabilidad de detección).

La información debe venir reflejada en mapas, preferiblemente con datos procedentes de campo (el tamaño de las parcelas, por ejemplo, varía con el nivel de detalle, igual que la forma de trabajar)

3.2.1. Nivel detallado

INVENTARIO: debe ser prolijo. No se puede limitar a una lista de especies presentes en la zona; debe contener densidades, importancia de las especies por separado, y deben existir referencias a parámetros ecológicos como: diversidad, estabilidad, rareza, distribución por edades, fluctuaciones de población.

AREA DE DISTRIBUCION DE LAS ESPECIES. Es manifiesta la dificultad de señalar con precisión los

límites de las áreas de distribución, que sólo podrán determinarse con exactitud cuando existan barreras que los fijen: formaciones acuáticas, montañas, especies competidoras (MULLER, 1974).

En todo caso deberá tenerse en cuenta que las características del medio constituyen un primer condicionante y que, aun siendo favorables, es preciso que se den en una superficie suficientemente extensa, en un área mínima (se entiende por área mínima la menor superficie que permite el desarrollo de todas las actividades vitales en una población animal).

Es necesario precisar además las fluctuaciones que las especies pueden sufrir; como ejemplo se puede mencionar el fenómeno de las «fugas de tempero» que son movimientos de los excedentes de población que modifican los límites del área de las especies (BERNIS, 1966). O el importantísimo caso de las «migraciones», que son variaciones cíclicas de los patrones de distribución espacial de las poblaciones.

TOMA DE DATOS DEL CAMPO: Es imprescindible dedicar mucho tiempo a esta toma, variar de itinerarios, poner al día los datos de muestreos anteriores, etc.

La toma de datos de campo, si el área de estudio es pequeña, puede extenderse a toda la superficie, pero si es grande, como ocurre con frecuencia, esto resulta prácticamente imposible y ha de recurrirse a un muestreo en el que queden suficientemente representados los diferentes biotopos de la zona. Este muestreo puede hacerse por parcelas elegidas de forma aleatoria o por itinerarios que atraviesan distintos biotopos.

A lo largo de los itinerarios se van rellenando las fichas de campo. Para las especies en que estos métodos no resulten suficientes, hay que utilizar la captura.

Esto sucede con los micromamíferos (ratones, musarañas, etc) y con los peces; para los primeros, la captura se hará mediante trampeo con cepos, y para los segundos, con su pesca por los medios disponibles (redes, nasas, caña, pesca eléctrica, etc.).

Los itinerarios, como ya se ha dicho deben atravesar la totalidad de los posibles biotopos y ser elegidos lo más cuidadosamente posible; subir una la-

dera por la solana y descenderla por la umbría; desplazarse por las orillas de los ríos a zonas más secas; atravesar diferentes agrupaciones vegetales, etc.

Al salir al campo hay que discernir entre la población que existe en la zona y la «población accesible» para la persona que toma los datos. Es importante centrarse en lo que es el «dominio vital» de los animales, pues fuera de él resulta prácticamente imposible detectarles.

Otra manera de tomar datos de fauna es la dirigida hacia la confección de «índices de abundancia», que es un parámetro relacionado con la densidad y que refleja los datos de la misma. Su utilidad radica en la posibilidad de comparar sus resultados con otros índices obtenidos por idénticos procedimientos en otra zona; su nivel de detalle varía con el esfuerzo empleado. Se puede basar en observación y capturas o en huellas y frecuencias, rastros, etc.

La toma de datos a nivel detallado debe ser realizada siempre por especialistas.

3.2.2. Nivel de poco detalle

INVENTARIO: suele ser suficiente disponer de unas listas de especies detectadas en la zona, recalando las especies amenazadas de extinción, de especial interés o la importancia en la zona.

AREA DE DISTRIBUCION DE ESPECIES: Normalmente los límites que se dan son groseros, incluso poco definidos pues los animales se mueven y sus territorios varían (igual pasa a nivel detallado). Se suelen basar en los biotopos de la zona, indicando en cada uno de ellos la presencia de especies características. La información no suele proceder de parcelas muestradas para el trabajo concreto, sino de la recopilación bibliográfica someramente contrastada con la situación actual de la zona.

Resulta extremadamente útil, en estos casos, la consulta con los especialistas en fauna de la región con el objeto de detectar posibles «banderas rojas», que a este nivel pasarían desapercibidas pero que pueden ser condicionantes.

3.3. METODOLOGIAS DE MUESTREO

Técnicamente conviene diferenciar:

- **CENSO:** Contar todos los individuos de la población y especies a considerar.
- **MUESTREO:** Estimación basada en una parte representativa de la población.

En la práctica se suelen realizar muestreos, pues el tamaño de las zonas a estudiar en una planificación física no permite la realización de censos del área completa.

Para la selección del método de muestreo se debe considerar:

- Dimensión del área de estudio
- Características de comportamiento de la o las especies objeto del muestreo:
- Densidad de la población
- Distribución de los individuos en el medio.
- Morfología del territorio de estudio.

Considerando las características de los diferentes aspectos de un muestreo conviene tener en cuenta (TELLERIA, 1986):

- Es importante fijar claramente el tipo de información realmente necesaria para nuestros objetivos (índices, densidades, tamaños).
- El diseño del muestreo debe estar presidido por la idea de obtener datos representativos y suficientemente precisos. Para ello hay técnicas que indican cuánto, cómo y dónde debe muestrearse.
- La imprecisión de los resultados producto de la heterogénea distribución espacial de los animales se puede combatir, parcialmente, mediante el muestreo estratificado (seleccionando los estratos del área más utilizados por los animales, basándose en el conocimiento de la distribución de la o las especies).
- La imprecisión debida a la variabilidad temporal de abundancias y comportamiento de los animales se combate con un muestreo sistemático en el tiempo.
- Por último, cualquier tipo de variabilidad en los resultados se atenúa aumentando el tamaño de la muestra. Esta se determina mediante una serie de procedimientos que, no obstante, necesitan de la información aportada por un muestreo previo.

En cuanto los patrones de *distribución temporal* de los principales grupos de vertebrados, se pueden indicar las siguientes generalidades:

- **PECES:** Modifican su actividad según las horas del día y según la incidencia de la luz en las masas de agua. Del mismo modo, el volumen y caudal de agua en las diferentes estaciones del año condiciona los movimientos de la ictiofauna.
- **ANFIBIOS:** La mayoría son nocturnos, pero en los diurnos su actividad se concentra en las horas de condiciones más favorables (mayor humedad ambiental)
- **REPTILES:** Como los anfibios, son poiquilotermos y su actividad varía con la estación y las horas del día. Sin embargo, estos animales no dependen de la humedad ambiental.
- **AVES:** En el caso del grupo más numeroso, las passeriformes, su estimación se basa en reclamos sonoros. En primavera el ritmo diario de actividades canoras es más intenso.

La temperatura puede ser un factor importante.

Otras aves, como las falconiformes planeadoras tienen máxima actividad a mediodía, por la creación de térmicas que facilitan su vuelo. Algunos condicionantes etológicos facilitan también la detectabilidad; las anátidas en invierno se concentran en los embalses para descansar, los machos fuertemente territoriales se exhiben claramente en la época reproductora, etc.

- **MAMIFEROS:** Son muy variables. Pero por la actividad cinegética, en nuestras latitudes tienden a la nocturnidad.

En cuanto a la *distribución espacial*, la más frecuente en la naturaleza es aquella en la cual los individuos tienden a concentrarse en agregados poblacionales, como consecuencia de su mutua atracción (gregarismo), o de la parcelación de las condiciones ambientales.

Los factores que influyen en la distribución por hábitats de las especies son la selección del hábitat más favorable y la bondad o conveniencia real del hábitat; básicamente, y con las consideraciones reseñadas anteriormente para cada caso, se pueden distinguir las siguientes técnicas de muestreos.

- En batidas.
- Por transectos o recorridos.

- Capturas
- Estaciones de censo
- Recorrido de estaciones de censo
- Mediante los rastros
- Mediante reclamos.

3.3.1. **Muestreo en «batida» (TELLERIA, 1986)**

Modificable para adaptarlo a diversas situaciones ambientales y a especies diferentes. Se trata de utilizar «batidores» que van empujando a los animales hacia la línea de observadores que les van contando.

Consideraciones:

- No es práctico para áreas > 300 ha.
- La distancia entre batidores debe ser inferior al doble de distancia mínima de fuga.
- EL área debe ser representativa.
- En caso de que sea necesario subdividir el área de muestreo es preferible hacerlo en muchas pequeñas.
- El área de batida debe tener un tamaño proporcional al área de estudio (un muestreo mínimo del 10% de la superficie completa).

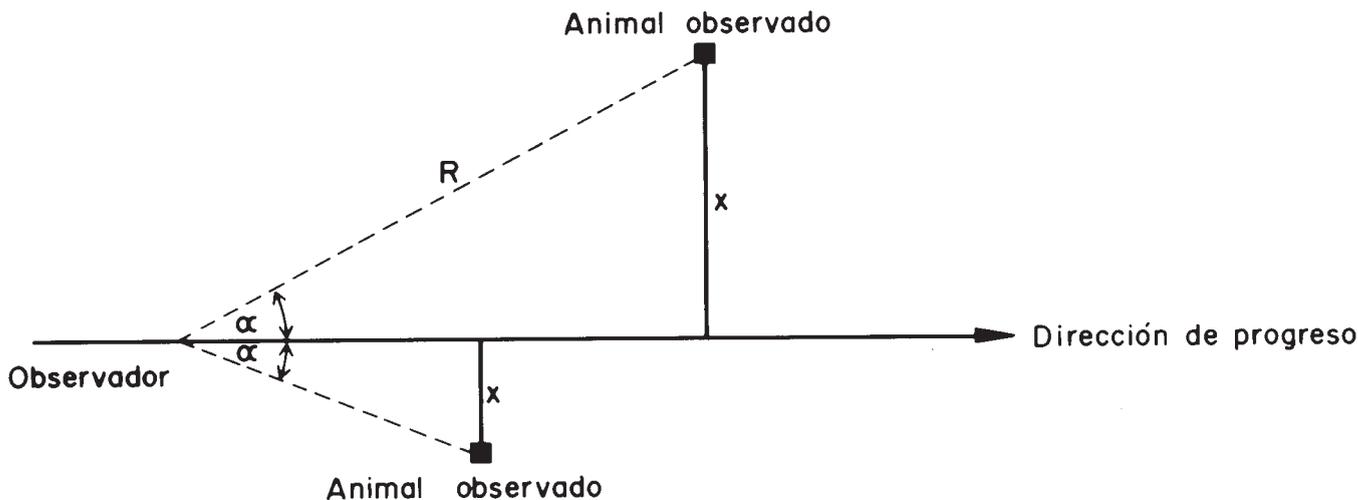
3.3.2. **Recorridos (JARVINEN, 1975; TELLERIA, 1986)**

Se basan en el conteo de los individuos observados a lo largo de un recorrido a través del área de estudio. El área cubierta por el conteo viene definida por la distancia de la observación a la línea de progreso del observador.

Procedimientos:

- Se trazan uno o más transectos en el área abarcada por el censo
- Se decide cuál debe ser la velocidad constante para poder observar todos los animales presentes en el transecto
- Se calcula y registra la distancia del observador al animal observado (R) en línea recta y el ángulo formado por la línea de observación y la línea de progreso del observador.

FIGURA IX.3.—ESQUEMA DEL METODO



En el punto donde se encuentra el observador se calcula la distancia perpendicular entre cada observación y la línea de progreso, siguiendo la expresión:

$$X = R \operatorname{sen} \alpha \text{ (Figura IX.3.)}$$

La densidad de la población puede venir expresada por la ecuación (SMITH, 1971)

$$D = n/2XL$$

D = densidad estimada por unidad de superficie

n = número total de observaciones

X = media de la distancia perpendicular

L = longitud total del transecto

Se puede calcular la varianza teórica de D (SEBER, 1982) mediante:

$$S^2(D) = (2(n-1) D^2/n(n-2)) - n/DA$$

A = Área total ocupada por la población que se está estimando (si A es grande n/D A se hace muy pequeña y no influye)

Para el límite de fiabilidad normalmente se adopta la probabilidad del 95%.

— Cuestiones que se asumen para la aplicación de este método:

1. Que las observaciones se distribuyen de modo independiente en el área objeto del censo.

2. Que la anchura y longitud del transecto se exploran del mismo modo.

3. Que la contabilidad de los animales decrece exponencialmente con la distancia a la línea de progreso.

4. Que todos los animales que se encuentren sobre la línea de progreso se cuentan.

Para evitar el inconveniente de los errores de cálculo de distancia se puede clasificar la distancia perpendicular de las observaciones en intervalos de 30 m, por ejemplo y dejando de considerar distancias mayores de un límite concreto (300 m, por ejemplo) en relación con las características del área de estudio y del animal.

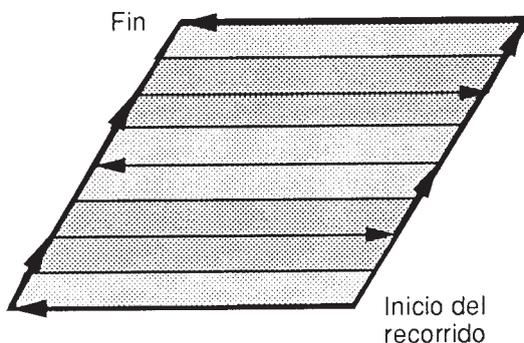
Debe también determinarse el tiempo que se debe emplear en cada recorrido, el número de veces que hay que repetirlo e incluso la destreza del observador.

Según TELLERIA (1986), un caso especial de itinerario es el transecto en el cual el observador registra sólo a los animales contactados dentro de los límites impuestos por una distancia X a ambos lados de la línea de progresión. La elección de esta distancia suele realizarse de forma subjetiva según el tipo de animales muestreados (1 m para anfibios, 25 m para passeriformes, 500 m para grandes ungulados en espacios abiertos, etc). Generalmente se supone que todos los animales de la banda son contados pero, sin embargo, diferentes estudios han demostrado que las densidades reales se sitúan en torno a 1,1 y 2,5 veces por encima de las calculadas por este procedimiento.

El diseño del recorrido dependerá de cada caso concreto, pero los más generalizados son:

- Itinerarios en bandas paralelas, «peinando» el área (Figura IX.4.).
- Recorridos siguiendo las diagonales de un área, supuestamente cuadrada.
- Siguiendo las sendas tradicionales humanas (carreteras, sendas, caminos vecinales) a las cuales están acostumbrados los animales.
- Recorrido de las líneas divisorias de aguas, aprovechando la dominancia de altura.
- Restricción al dominio vital de la especie deseada.

FIGURA IX.4.—DISEÑO DE ITINERARIOS



Cobertura del 100% de la superficie de muestreo.

3.3.3. Capturas

El método de captura - marcado- recaptura es el más utilizado. Es empleado para estudios de densidades de poblaciones y las cuestiones que se asumen son:

1. Los animales marcados se mezclan uniformemente, en la población, con los animales no marcados.
2. Los animales marcados deben tener el mismo aspecto que los no marcados, en particular no deben ser dañados por la captura de modo que se facilite su depredación o recaptura.
3. No se debe dar un incremento en los individuos de la población entre la primera y la segunda captura.

La fórmula empleada es:

$$\frac{n_i}{p} = \frac{(m_{i+1})}{(n_{i+1})}$$

p_i = tamaño de la población.

n_i = Número de individuos capturados, marcados y liberados en la jornada «i».

n_{i+1} = Número de individuos capturados la jornada «i+1».

m_{i+1} = Número de individuos recapturados la jornada «i+1».

3.3.4. Estaciones de censo

Suelen utilizarse como alternativa a los itinerarios en terrenos abruptos y parcelados, o en hábitats de gran complejidad. Se basan en la distribución de los contactos alrededor de un punto (estación) de detección (escucha, observación).

Se aconseja limitarse a los contactos de los animales detectados en bandas concéntricas, por ejemplo para aves (REYNOLDS *et al.*, 1980), bandas de 5 m hasta los 100 m, de 10 desde los 100 m hasta 200 m y de 20 m a partir de esta distancia y se repiten las muestras en diferentes estaciones del mismo hábitat.

3.3.5. Recorridos de estaciones de censo

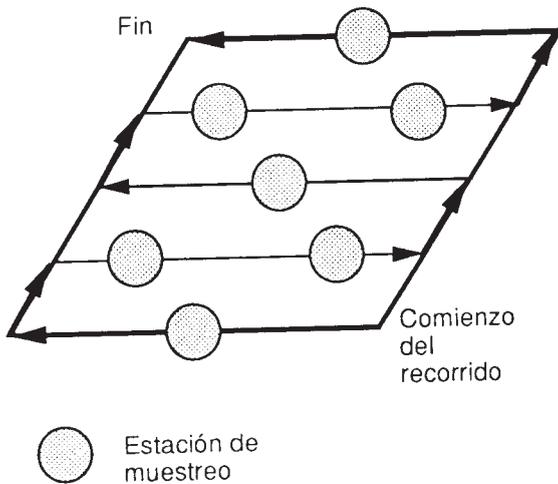
Consiste en trazar un itinerario en el área de estudio, intercalando sistemáticamente paradas a modo de «estaciones de censo». Llegados al punto seleccionado, se emplea un minuto en estabilizar el comportamiento de las aves (REYNOLDS *et al.*, 1980) a partir del cual se realiza un conteo de 8 minutos de duración (JÄRVINEN, 1978 recomienda 5 minutos).

Ese método es aplicable en cualquier época del año (siempre que el gregarismo o las variaciones en la detectabilidad no afecten a los resultados), permite una fácil estandarización y posibilita un análisis detallado de la relación entre la abundancia y la estructura de la vegetación.

Dificultades:

- Ubicación de los contactos en bandas lejanas.
- Problema de los dobles contactos.
- Propensión a la supervaloración de las densidades por el conteo de las aves que al cruzar la estación de censo se incluyen en los resultados.

FIGURA IX.5.—EJEMPLO DE RECORRIDOS DE ESTACIONES DE CENSO



- Saturación de los contactos.
- Incorrecta estima de las distancias.

3.3.6. Otras técnicas

a) Mediante rastros

- *Huellas:*

Las huellas deben ser fácilmente fijadas e identificadas. Las condiciones ideales son con el terreno cubierto de nieve fresca de 5-10 cm, que no interfiere el movimiento de los animales y permite seguir su pista. Es un método bueno para la estima numérica de las poblaciones de ungulados y carnívoros, incluso para animales de menores dimensiones.

OVERTON (1971), considera que:

Los animales a censar duermen en el mismo sitio muchas noches consecutivas.

La actividad nocturna está limitada a una distancia.

La distribución de los individuos de la población debe ser homogénea igual que el ambiente.

- *Egagrópolis:*

Utilizadas, generalmente, para detectar presencia de rapaces. Requiere mucho tiempo de análisis y resultan muy variables para estimar densidades de población basándose en biomásas.

- *Excrementos:*

Se pueden estimar densidades basándose en la biomasa, pero es necesario un buen conocimiento de la zona y las costumbres de cada especie.

- *Desplumaderos, sesteaderos, restos de haber comido.....etc.*

b) Mediante reclamos

- *Reclamos para aves.*

Utilizando individuos que atraigan a otros de su especie o que provoquen respuestas violentas (por ejemplo, rapaces nocturnas para controlar rapaces diurnas).

- *Sustancias olorosas.*

Especialmente para mamíferos. Requieren un gran conocimiento de la especie. También pueden usarse para invertebrados.

- *Censo nocturno con fuente de luz.*

Este método es actualmente muy utilizado para censar especies de mamíferos de hábitats nocturnos (lince, zorros, ungulados).

Suele realizarse desde un auto con un faro halógeno manejado a mano, en zonas con buena visibilidad y vegetación poco espesa. El área de censo puede delimitarse claramente trazando el alcance del haz de luz sobre un mapa.

- *Comederos.*

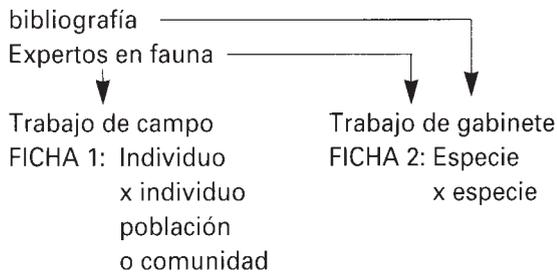
Contando los animales que vienen a alimentarse. Especialmente útiles en invierno, cuando la comida escasea y los animales se concentran en ellos.

4. ANALISIS DE LOS DATOS FAUNISTICOS

4.1. CARACTERISTICAS GENERALES

Concluidos los trabajos de campo que han servido para completar el conocimiento sobre las especies de animales existentes, se ordenan los datos y se condensa toda la información, referida a cada una de las especies faunísticas, que componen el catálogo de la zona estudiada, en una ficha

(Ficha 2). Esta información refleja, por un lado, las variaciones ecológicas concretas de cada especie, o, en su defecto, los rangos de variación ecológica de los individuos observados pertenecientes a la especie, y por otro lado, los rasgos o factores que la caracterizan.



4.2. TRATAMIENTO DE LA INFORMACION

Del estudio detenido y comparado de las fichas obtenidas en gabinete (Ficha 2), para cada especie, pueden sacarse consecuencias acerca de la dependencia de los animales con respecto de otros factores de medio (ver Apartado 1.2), y de la existencia de algunas especies animales con un rango de variación de hábitat muy restringido.

Entre la fauna de los vertebrados hay especies que poseen una valencia ecológica muy estrecha, especies estenotípicas; es decir, se encuentran relacionadas, exclusivamente, con un biotopo determinado. Hay otras especies, las eurióticas, que pueden vivir en lugares de condiciones muy diversas. De la misma manera, «las especies que viven junto a los límites de su área de distribución geográfica de la población tienen por lo general una valencia ecológica distinta que los individuos que ocupan la parte central del área» (MULLER, 1974).

A estas especies que bordean y delimitan dicha área, se las denomina «especies de borde» y estas zonas se caracterizan por tener una composición diferente, en cuanto al número de especies y abundancia, a la existente en el interior de la zona. La extensión de los bordes parece variar en anchura desde unos pocos metros a unos cientos de metros en función del ángulo del sol, tipo de clima (áreas templadas poseen bordes más anchos que áreas tropicales) y el viento, fundamentalmente. Esta variedad en la anchura de los bordes provoca una respuesta diferente por parte de los organismos. Así, por ejemplo, las aves parecen diferir de la comunidad existente en el inte-

rior únicamente en la parte exterior; por el contrario las mariposas (y la vegetación herbácea) varían en toda la superficie que ocupa el borde.

La existencia de un corredor (banda estrecha de tierra que difiere del entorno), en una determinada zona supone también una desigual valencia ecológica con respecto al medio que la rodea.

El corredor actúa como hábitat de ciertas especies y también como filtro de otras.

Estas ideas conducen a la definición paralela de dos tipos de especies, en relación con el establecimiento de áreas homogéneas desde el punto de vista faunístico.

a) Especies características o principales

Conjunto de especies que por su singularidad faunística en un área determinada, por estar protegidas por la Ley o por ser endémicas de un lugar tienen la capacidad de definir una unidad homogénea de fauna.

Por lo general estas especies tienen unas necesidades ecológicas bastante concretas y siempre se encuentran cuando se dan las circunstancias que las satisfacen.

b) Especies asociadas o secundarias

Aquellas especies que no siendo principales o características, es decir, con gran amplitud en su valencia ecológica, contribuyen de alguna manera a definir las formaciones homogéneas.

4.2.1. Agrupación

Las especies que constituyen el catálogo se agrupan sucesivamente, en función del tipo de hábitat en que viven; por ejemplo, en una primera agrupación se reunirán aquellas especies terrestres cuya dependencia del agua, encauzada o almacenada, es manifiesta, y por otro lado, las que no muestran esta tendencia. A continuación, en el primer grupo obtenido, se separan según que su preferencia sea de aguas rápidas o lentas; en el segundo grupo, conforme a la altura sobre el nivel del mar a la que viven: por encima de los 1800 m ; independientemente del tipo de altitud. Y así sucesivamente, en función de la escala de trabajo para la que se realiza el estudio, aunque

podrá haber especies que no queden reunidas en ningún grupo.

Se trata, en suma, de buscar aquellas especies que presenten iguales o análogos factores entre los descritos en la Ficha 2, de manera que, finalmente, queden agrupadas e incluidas en uno de los hábitats especificados en el Cuadro de clasificación general de hábitats (ver Cuadro IX.4.).

4.3. CLASIFICACIONES

4.3.1. A través de índices

Los rasgos o factores característicos y cualidades de la fauna pueden utilizarse separadamente, de forma que la especie o el territorio quede clasificado por el valor que toma para algunos de ellos (ver Apartados 2.1 y 2.2), o bien puede tratarse de combinarlos en un índice o indicador; en este caso, los rasgos han de expresarse de modo

que sean conmensurables, y para ello han de cubrirse dos etapas:

1. Establecer la importancia relativa de los factores frente a los indicadores
2. Añadir un valor numérico a los distintos niveles dados en la primera etapa.

En cuanto a su empleo, hay que tener en cuenta que dos índices son igualmente útiles en la medida en que establezcan el mismo orden de rango para los mismos objetos, y que dos índices que utilizan el mismo material describen las mismas situaciones.

A continuación se hará una distinción entre los índices que se emplean para valorar las especies y aquellos otros que clasifican los biotopos, los cuales llevan una determinada fauna asociada.

CUADRO IX.4.—CLASIFICACION GENERAL DE HABITATS PARA LA FAUNA VERTEBRADA

ZONAS DE INFLUENCIA HUMANA DIRECTA	Tipos de agua	{	Temporal: arroyo, charca.
		{	Permanente: embalse, laguna, río, ría, estanque.
	Zonas de ribera	{	Cultivos.
		{	Repoblaciones.
	Zonas arboladas	{	Repoblaciones: coníferas, frondosas.
	{	Huertos.	
Zonas no arboladas	{	Cultivos.	
	{	Prados → Con setos.	
			→ Sin setos.
Zonas sin vegetación	{	Sin urbanizar: canteras, minas, desmontes.	
	{	Urbanizadas: pueblos, ciudades.	
ZONAS DE INFLUENCIA HUMANA INDIRECTA	Tipos de agua	{	Temporal: arroyo, cabecera de río, charcas.
		{	Permanente: embalse, laguna, río, ría, estanques, estuarios.
	Zonas de ribera	{	Bosque.
		{	Matorral.
		{	Pastizal.
Zonas arboladas	{	Dispersa	
	{	Bosquetes	
	{	Bosques	
			Frondosas, coníferas.
Zonas no arboladas	{	Matorrales	
	{	Pastizales	
			Zona alta.
			Zona baja: especies arbóreas, otras especies
Zonas sin vegetación	{	Interior	
	{	Costa	
			Arena: arenales.
			Roca: Afloramientos, cortados, cuevas.
			Arena: Playa, duna.
			Roca: acantilados.

4.3.1.1. *Indices por especies*

Es conveniente adoptar un marco de referencia espacial común para todas las especies: el territorio de la nación, de la región, etc., puesto que facilita el manejo de estos índices y simplifica ciertamente la cuestión de dejar a un lado otros posibles marcos de referencia espacial, no comunes necesariamente al conjunto de la fauna. Tales serían el número de provincias que la especie podría habitar por darse las condiciones precisas, las habite o no, y quizás más pertinentemente en una línea de conservación natural, el número de provincias en que habitó en tiempos pasados.

Una aplicación sencilla y sin demasiado interés científico, de este tipo de índices en las que se clasifica el territorio para la fauna, se desprende del Cuadro adjunto.

La lectura por columnas proporciona el número P de provincias en que está presente una especie. Este número ya es en sí un índice grosero, pero no carece de significado, de la frecuencia de la especie: el índice se mueve, para España, en el intervalo 1-50 si el sector considerado es la provincia, al fin y al cabo exponente no demasiado malo de una división artificial. Podría decirse, por ejemplo, que una especie con índice mayor que 20 es común.

Si se quisiera, por otra parte, expresar la riqueza de la fauna de un determinado territorio, la lectura por filas da el número de mamíferos, aves y el total de vertebrados presentes en ella. El índice aquí debe ser el número leído dividido por el total correspondiente al territorio de orden superior (regional, nacional) al que dice relación. Pero es claro que este índice no es altamente expresivo: señala, simplemente, los tantos por ciento del total de animales presentes, sin matizar qué especies son y atribuyendo el mismo valor a provincias que tuvieran el mismo número de ellas.

Una manera elemental de mejorar el índice es sustituir en las casillas de la matriz la presencia-ausencia por el inverso del número de provincias en que está presente la especie.

Otro rasgo que debe ser objeto de atención es el estado de la población constituida por los individuos de la especie: desde una posición de estabilidad, pasando por las que se separan de ella por encima o por debajo, hasta llegar al peligro de

extinción. La abundancia, asimismo, puede verse amenazada tanto por la disminución del número de individuos como por la destrucción de hábitats y biotopos.

A ciertos niveles de planeamiento, muchas veces interesa conocer «grosso modo» la importancia que tiene un área determinada para su conservación: muchos han sido los casos en que se ha querido proteger una zona sin saber exactamente si tenía o no valor intrínseco real para su conservación, menospreciando otra área que tuviese las mismas especies que ella más otras muchas.

En esta línea, si se desease, por ejemplo, incluir la conservación de la fauna como objetivo en un proyecto de ordenación territorial a escala nacional y establecer una jerarquía entre las provincias, que las clasifique según la conveniencia de proteger su riqueza faunística, habría que buscar un índice sencillo que exprese, siquiera groseramente, la importancia del conjunto. En estas condiciones el cuadro da inmediatamente la diversidad de especies y una forma de su importancia, en función de la rareza, mediante la fórmula:

$$\sum_{j=1}^i 1/n_j$$

i = Número de especies de vertebrados.

n_j = Número de provincias en que la especie j está presente.

Pero si se estimara que la rareza no es un factor relevante a este nivel, ya que se trata de un contexto nacional en que la representatividad se considera más importante, podría acudir a un índice del tipo:

$$I = n_c/N_c \times t_c/T_c$$

donde:

n_c = Número de especies de vertebrados característicos en la provincia.

N_c = Número de especies de vertebrados característicos de la nación.

t_c = Número total de especies de vertebrados en la provincia.

T_c = Número total de especies de vertebrados de la nación.

En el Apartado 2.1.2 se ha descrito también un índice que evalúa la rareza para el caso concreto

CUADRO IX.5.—DESCRIPCION FAUNISTICA DE LAS PROVINCIAS
(Vertebrados)

	MAMIFEROS			A V E S			REPTILES			ANFIBIOS			PECES			T _v
	1	2	T _m	1	2	T _a	1	2	T _r	1	2	T _{an}	1	2	T _p	
1			78			384			38			22			23	t _{v1}
2																t _{v2}
3																t _{v3}
4																t _{v4}
5																t _{v5}
.																.
.																.
.																.
.																.
.																.
.																.
.																.
49																t _{v49}
50																t _{v50}
	P _{m1}	P _{m2}	P _{m78}	P _{a1}	P _{a2}	P _{a384}	P _{r1}	P _{r2}	P _{r38}	P _{an1}	P _{an2}	P _{an22}	P _{p1}	P _{p2}	P _{p23}	T _v

Las letras m, a, r, an, p, v, hacen alusión a mamíferos, aves, reptiles, anfibios, peces y vertebrados, respectivamente.
T, con subíndice, indica el total de animales, reflejados por el subíndice en una provincia considerada.
P, con subíndice, se refiere al número de provincias en que habita el animal en cuestión.
T_v indica el número total de vertebrados que viven en la provincia.

de 9 pájaros de praderas (según BOLWERKGROEP, 1979).

A partir de estos índices se podría llegar a una clasificación de las provincias, según términos como «riqueza faunística propia de Parque Nacional», Reserva integral, etc.

Es evidente que sería una clasificación imprecisa, al no tener en cuenta la localización y distribución de los biotopos que, sumados, dan origen a la riqueza de la fauna, pero ya daría una idea cuantificada que actualmente no se posee. Por otro lado, a partir de aquí se puede profundizar, localizando las zonas de mayor valor dentro de las provincias.

4.3.1.2. Índices por biotopos

Cuando se tiene la posibilidad de disponer de información referente a la cartografía y estructura de biotopos u otros sectores territoriales (ver Apartado 5) no cabe la menor duda de que cualquier índice se ve enriquecido y a su vez adquiere una expresión más compleja.

Las especies faunísticas están asociadas a un determinado tipo de hábitat, y diferentes especies pueden requerir distintas condiciones dentro del mismo estrato de hábitat.

Los sistemas de clasificación del hábitat para la fauna vertebrada son útiles, pero cada uno de ellos tiene dificultad en representar la calidad de los mismos para dichas especies vertebradas. Esta dificultad surge entre otros motivos porque muchas especies de fauna que viven en hábitats terrestres se distribuyen verticalmente a través de la vegetación, y la mayor parte de los sistemas de clasificación no consideran la dimensión vertical de los hábitats.

SHORT (1988), basándose en esta idea elaboró un índice sobre los estratos de los hábitats denominado HLI (Habitat Lager Index). El HLI consiste en comparar el número y el área de diferentes estratos de hábitat existentes en la zona de estudio, con el número máximo y el área de dichos estratos que podrían ocurrir en ese área de estudio. Resulta útil en la inventariación y seguimiento de la complejidad relativa de la estructura del hábitat, la cual está directamente relacionada con la riqueza de especies. Para el cálculo del HLI en hábitats terrestres y húmedos, utilizan información acerca de:

- La espesura o cubierta arbórea.
- El tronco de especies leñosas.
- Sotobosque.
- Superficie terrestre.
- Subsuelo.
- Estrato de agua superficial. *

$$HLI = I \frac{\sum_{i=1}^1 A_i / (6)}{\sum_{j=1}^n B_j} \quad (5)$$

donde:

- I = N.º de estratos del hábitat presentes en un área de estudio.
- A_i = El área del estrato i del hábitat dentro del área de estudio.
- B_j = Superficie del tipo de cubierta dentro de la zona estudiada.
- n = El n.º de tipos de cubierta diferentes dentro del área de estudio.
- (6) = máximo número de estratos del hábitat que pueden tener lugar en un área.
- (5) = cte., en relación con la superficie total que puede ocupar los estratos.
- $\sum_{j=1}^n B_j$ = En ocasiones puede ser mayor que la superficie de la zona estudiada.
- * = Índice aplicado de transición de zonas húmedas y riberas.

El índice varía entre 0 y 1. El valor «0» indica escasez en la cubierta superficial y por tanto poca disponibilidad para las especies vertebradas.

El valor «1» sin embargo significa que, posee los seis estratos en el hábitat potencial disponible para la fauna, y un área total mucho mayor que el caso anterior.

Cabe añadir que todos los índices anteriormente definidos para describir las características y cualidades de los biotopos (Apartado 2.2), pueden ser de utilidad en la clasificación del territorio para la fauna.

Otro índice relacionado con este tema es el elaborado por RACEY and EULER (1983), en el que predicen los cambios o perturbaciones que tienen lugar en un hábitat, resultantes del desarrollo de una actividad. Este índice (ADI- índice de desarrollo del área) en unión con los estudios de las especies de fauna asociadas a ese hábitat constituyen una

herramienta útil para conocer las alteraciones que pueden ocasionarse en dichas especies faunísticas.

$$ADI = (Ag+As+At)/\text{área}$$

Ag = área perturbada en el estrato herbáceo.

As = superficie perturbada en el estrato arbustivo y subarbustivo.

At = superficie alterada en el estrato arbóreo.

Las variables se miden cuidadosamente en el campo. El área del hábitat alterado en los 3 estratos de vegetación varía significativamente con el tamaño de la parcela, de manera que muestra una correlación negativa, cuanto mayor es el área de la parcela menor es el área del hábitat perturbado.

4.3.2. Especies indicadoras

El conocimiento que se tiene sobre las especies es mayor día a día. La información relativa a su biología, fisiología, distribución geográfica y su respuesta a la influencia humana hace que los animales puedan jugar el papel de indicadores biológicos.

Especies indicadoras son aquellas que están estrechamente asociadas a factores ambientales específicos. Las especies faunísticas, así como sus atributos pueden utilizarse como indicadores de las condiciones ambientales. La utilización de especies indicadoras está muy recomendada en los estudios de Impacto ambiental.

Según el enfoque del estudio del medio se deberán buscar especies indicadoras de cambios, modificaciones ambientales, así como especies indicadoras de calidad ambiental.

La utilización de especies indicadores biológicos se puede hacer a través de sus atributos fisiológicos o fisonómicos y por su presencia o ausencia.

VALENTINE *et al.* (1973), encontraron que los peces que vivían en aguas con altos niveles de polución perdían su simetría bilateral y así usaba el grado de asimetría como un índice de contaminación.

Otros autores han utilizado el comportamiento de las especies para determinar el estado del medio:

- Incremento en el número de híbridos entre especies.

- Mayor o menor nivel de canto en la población de aves.
- Variación de los hábitos alimenticios.
- Modificaciones en las pautas de comportamiento.
- Respuestas esquivas en especies que no presentan esa condición y viceversa.
- Desplazamientos anormales. Localización de aves fuera de sus biotopos característicos.

Es típica la utilización de los análisis de tejidos y órganos de especies animales como indicadores de concentración de elementos químicos en el medio ambiente. También se ha utilizado el seguimiento de especies animales a través de sus pautas en el ciclo vital:

- Variaciones en el índice de fertilidad.
- Incremento en la tasa de fertilidad
- Modificaciones en el tamaño total y de sus órganos.
- Variaciones en la pigmentación de la piel.
- Alteraciones estacionales en cuanto a los cambios de muda de piel.

La presencia o ausencia, o un marcado cambio en la abundancia relativa de ciertas especies de conocida tolerancia ambiental también resultan buenos indicadores de las condiciones del hábitat. Su valor de especies indicadoras les viene porque la situación sobrepasa su capacidad de tolerancia y desaparecen mientras persiste cierta alteración o sus consecuencias, o bien porque sobreviven donde otras mueren.

Entre los criterios utilizados para seleccionar especies indicadoras están (WESTMAN, 1978):

- Especies con un rango suficientemente grande como para estar presentes en muchos tipos de hábitat.
- Especies con un rango de tolerancia ambiental muy estrecho.
- Especies capaces de producir generaciones en cortos espacios de tiempo.
- Especies suficientemente abundantes para que las fluctuaciones en el contingente de la población puedan ser significativas de cambios en el ecosistema.

SALVASSER *et al.* (1982), proponen como especies indicadoras aquellas que pertenecen a más de uno de los grupos siguientes:

- Especies raras y en peligro.
- Especies que suponen recursos alimentarios o no para el hombre.
- Especies asociadas estrechamente a condiciones específicas de hábitat.
- Especies cuyos hábitats y poblaciones pudieran ser controlados con el fin de detectar problemas en otras de carácter más difícil pero de similares necesidades ecológicas.

BRENNAN (1984), apuesta por aquellas especies que puedan ser censadas fácilmente tanto en primavera durante el periodo de celo, como en otoño, y que están bien asociadas a biotopos particulares, agrupaciones vegetales, cortados y escarpes, zonas húmedas, etc. Propone para ello utilizar como indicadores las especies cinegéticas.

Con el fin de presentar indicadores que prevengan sobre el estado del sistema, sobre todo en aquellas que están directamente o indirectamente explotadas por el hombre cabe apuntar dos grupos de especies indicadoras:

- Especies indicadoras del nivel de explotación, también recogidas en la bibliografía como indicadoras de sustentabilidad. Un ejemplo claro y bien conocido lo tenemos en la cigüeña negra que busca las áreas naturales con intervención mínima por parte del hombre.
- Especies indicadoras de la degradación. Estas especies denotan la falta de calidad del medio, que estará en función de la abundancia relativa de estas especies; este es el caso de la Urraca, Milano negro, Rata negra, etc.

Entre las especies que proporcionan mucha información y por tanto recogen bien el papel de indicadoras, cabe apuntar a las especies migratorias tanto migratorias parciales como las grandes migratorias invernantes o estivales. El papel lo juegan tanto a través de su presencia/ausencia como por el contingente de individuos que se asientan y tienen que desplazarse nuevamente. Sirve en estos casos el seguimiento de la especie en cuestión en aquellos puntos que se elijan como Areas de control de especies indicadoras.

4.4. VALORACION DE LA FAUNA

En los últimos años se han publicado numerosos estudios dirigidos a la estimación de los valores faunísticos; unas veces son generales, sin referencia a un lugar o situación concreta, y otras, en cambio, se refieren a determinadas actividades, figuras de protección, etc.

Los criterios que suelen seleccionarse en estos estudios de evaluación, así como su mayor o menor frecuencia de uso son muy parecidos; MARGULES and USHER (1981), después de haber revisado 9 estudios, identificaron 18 grupos o clases de criterios:

CRITERIO	ESTUDIOS PUBLICADOS
— Diversidad (especies y hábitat)	8
— Naturalidad	7
— Rareza (especies y hábitat)	7
— Area (extensión del hábitat)	6
— Amenaza de interferencia humana	6
— Valor cultural	3
— Valor educativo	3
— Valor histórico	3
— Representatividad	2
— Valor científico	2
— Tipicidad	2
— Unidad	2
— Disponibilidad	1
— Fragilidad ecológica	1
— Consideraciones de gestión	1
— Posición en unidad ecológica/geográfica	1
— Valor potencial	1
— Reserva potencial faunística	1

A continuación se describen sucesivamente algunos métodos, enunciando los criterios que emplean y, en algunos de ellos, la traducción que hacen en índices o fórmulas.

HELLIWELL (1982), intentó evaluar la fauna en términos monetarios, de manera que su conservación pudiera situarse dentro de un sistema económico convencional.

En el estudio sobre la fauna que se desarrolló para la Ordenación Integral de la comarca de Albarracín, en la provincia de Teruel (ESCRIBANO y ARAMBURU, 1978), se confeccionó un índice que informa del valor ecológico del biotopo a través de su calidad y abundancia.

Se consideraron como rasgos significativos para dicho índice:

- a) Abundancia de especies.
- b) Diversidad de especies.
- c) Número de especies protegidas que habitan en la unidad.
- d) Diversidad del biotopo.
- e) Abundancia del biotopo.
- f) Rareza del biotopo.

El índice en cuestión resulta de la expresión:

$$VE = (a.b+c+3d/e) + 10f$$

GOLDSMITH (1983), en la evaluación de la importancia de un sitio a escala local destinado a la conservación de la naturaleza distingue entre «criterios ecológicos» —tamaño, diversidad y rareza— que podrían ser (más o menos) medidos, y «criterios de conservación» —valor potencial y atractivo intrínseco que son más unos juicios de valor—.

MARGULES and USHER (1984), opinan que, para sitios pequeños, la fragilidad ecológica y la rareza de hábitats y especies son los criterios más importantes, mientras que la representatividad, tamaño, naturalidad, posición en una unidad ecológica/geográfica lo son para el caso de sitios grandes.

JEFFERSON (1984), estudió los hábitats generados a partir de actividades mineras (canteras), como posibles puntos que podrían resultar de interés para la conservación. Elaboró un índice que permitía seleccionar aquellas canteras destinadas a la conservación de la fauna, compuesto por 4 términos:

- Riqueza de especies (*s*).
- Rareza local (*r*).
- Rareza nacional (*n*).
- Distribución geográfica de las especies (*c*).

El índice para la conservación era el siguiente:

$$Ic = s+r+n+c$$

Otro método empleado en EE.UU. para evaluar la fauna con objeto de preservarla, es el conocido como «Nature Conservancy's Natural Heritage Programme».

Dicho método consiste en clasificar el individuo o especie a estudiar mediante la consideración de ciertos factores (ver Cuadro IX.6) que permiten agrupar a las especies en 5 categorías según su mayor (G1) o menor (G5) peligro de extinción.

CUADRO IX.6.—Las 5 categorías en que el NATURE CONSERVANCY (1983) agrupa a las especies, clasificándolas desde la más amenazada a la menos

Rango o nivel	Número de ocurrencias de la especie estimadas a nivel nacional	Descripción
G1 Críticamente en peligro en todo su ámbito	1-5	Críticamente en peligro, a causa de la extrema rareza o porque algún factor en su biología lo hace especialmente vulnerable a la extinción.
G2 En peligro a lo largo de todo el ámbito	6-20	En peligro a causa de la rareza o por factores que demostrablemente la hacen proclive a la extinción.
G3 Amenazada, en todo el ámbito	21-100	Amenazada porque es muy rara y local a lo largo de su ámbito, o porque se encuentran localmente en un rango muy restringido.
G4 Aparentemente segura	>100	Aparentemente segura a nivel nacional, bastante rara en algunas partes, especialmente en la periferia.
G5 Desmostrablemente segura	>100	Desmostrablemente segura a nivel nacional, aunque puede ser bastante rara en algunas partes, especialmente en la periferia.

Factores:

- Constituyentes de la comunidad y del sustrato edáfico para las comunidades naturales.
- Tamaño mínimo de población, migraciones.
- Posibles notas taxonómicas, por ejemplo familia monoespecífica.
- Condición especial, asignada por la agencia federal y/o por los estados; por ejemplo: amenazada o en peligro.
- Grado en el cual el elemento está protegido bajo leyes actuales, federales y estatales.
- Presencia total.
- Abundancia global.
- Número de individuos o poblaciones recogidos en la base de datos estatal.
- Abundancia en el estado o región.
- Ambito nacional y estatal o regional.
- N.º de especies o poblaciones protegidas a nivel de estado y a nivel nacional.
- Amenazas que van a sobrevenir.
- Fragilidad ecológica (sensibilidad de la comunidad y de las especies a las variaciones del hábitat).

Los estudios realizados en Holanda acerca de la evaluación para la conservación de la fauna se centran fundamentalmente en los criterios de rareza, representatividad, diversidad, naturalidad y reemplazabilidad. El criterio que se utiliza con mayor frecuencia es la rareza de especie o de grupos de especies o también de hábitats a nivel nacional. La representatividad de la especie o grupo de especies y la reemplazabilidad son criterios empleados en la evaluación de ecotopos.

La reemplazabilidad y la naturalidad se basan en juicios de expertos acerca de la sucesión en el grado de influencia humana.

A este respecto CLAUSMAN, VAN WIJINGA-RARDEN and DEN HELD (1984), definen el valor integral de una especie como:

$$IV = (Rp + Rn + Rg) / 3 - TD$$

Rp = rareza provincial

Rn = rareza nacional

Rg = rareza global

TD = es la tendencia de la ocurrencia de una especie (aumenta o disminuye)

HELLIWELL (1982) opina que un individuo de una especie que es grande tendrá mayor valor para la conservación que un único individuo de una especie de pequeño tamaño (tigre y ratón); sin embargo, una población de «n» individuos grandes es tan valiosa en términos de conservación como una población de «1000 n» individuos de una especie de pequeño tamaño que ocupa un área similar de terreno.

Teniendo en cuenta esta suposición el autor sugiere que el valor relativo de un individuo está relacionado con su abundancia en el área, el tamaño que presente, el modo de nutrición y la temperatura del cuerpo de la especie (los animales de sangre caliente, requieren una mayor cantidad de alimento que los animales de sangre fría, lo cual limita su número en un determinado hábitat); con esta información crea el siguiente índice:

Valor relativo de un individuo = $(W \text{ ó } C) \times (P \text{ ó } C \text{ ó } H) \times (\text{peso del cuerpo en gr elevado a } 0,75)$.

A cada uno de los factores que componen este índice se les asigna un peso relativo en función de sus características:

— W = animales de sangre caliente=2

— C = animales de sangre fría=1

— P = predadores=5

— O = omnívoros=3

— H = herbívoros e insectos=1

Este valor resulta útil cuando no se dispone de datos de rareza y abundancia.

4.4.1. Zonas húmedas

El estudio de las zonas húmedas como importantes hábitats para la fauna acuática es de especial interés no sólo por las especies que conviven de forma temporal o permanente, sino también por ser lugares muy frágiles en los que existen riesgos de extinción.

En España la clasificación de zonas húmedas responde a una serie de criterios que varían según se trate de valorar la zona húmeda a nivel internacional o a nivel nacional o regional.

* *Valoración de zonas húmedas de importancia internacional*

Se siguen los 3 criterios establecidos en la Conferencia Internacional sobre Conservación de Zonas Húmedas y Aves Acuáticas desarrollada en Heiligenhafen en 1974:

Criterio 1: Se consideran de importancia internacional aquellas zonas que soporten regularmente al 1% (compuesto al menos de 100 individuos) de la población de una zona biogeográfica (o de fracción migratoria) de una especie de aves acuáticas. Se utiliza tanto para especies invernantes o de paso como para nidificantes en cuyo caso se considerará el 1% de parejas reproductoras de la población biogeográfica de la especie.

Criterio 2: Si soportan regularmente o bien 10.000 ánades, ánsares, o cisnes o bien 10.000 fochas o bien 20.000 limícolas. SZIJ (1972), considera por su parte la cifra global de 20.000 aves (en regiones mediterráneas) para otorgar la importancia internacional.

Criterio 3: Si soporta un número apreciable de individuos de una especie amenazada de planta o animal. Algún autor considera cifras de especies o subespecies cuya población sea inferior a los 10.000 individuos o 2.500 parejas reproductoras.

* *Valoración de zonas húmedas de importancia nacional o regional*

Según AMAT *et al.* (1985), los criterios utilizados son:

- N.º de aves que utilizan la zona húmeda

$$B=1/\sum (P_i)^2 \text{ (LEVINS, 1968)}$$

P_i = Proporción media de individuos de una determinada especie en la región i .

- Amplitud de las fluctuaciones numéricas.
- Diversidad de especies.
- Presencia de especies amenazadas de extinción o características de la fauna española.

- Presencia de especies protegidas por la ley española.

5. CARTOGRAFIA

En los últimos años los datos relativos al conocimiento de las especies animales ha avanzado considerablemente. Las Comunidades Autónomas y la Administración Central, han realizado con profusión tareas divulgativas de la información básica relativa a la fauna de los espacios naturales, especies en peligro de extinción, trabajos monográficos sobre zonas con interés paisajístico, zoológico, catálogos descriptivos de especies, etcétera.

5.1. MAPAS DE ESPECIES

La cartografía de especies faunísticas se suele desarrollar para especies catalogadas como en peligro o raras y para las especies cinegéticas. Es especialmente necesaria cuando no resulta un territorio compacto, por presentar «huecos» (escala 1:50.000 y mayores) a causa de la existencia de factores limitantes (falta de recursos, ciertos factores físicos, intolerancia a otras especies, etc), y cuando el área resultante presenta distintos grados de abundancia en función de: distinta distribución y abundancia de los recursos energéticos; competencia por recursos energéticos con otras especies; control de sus predadores; límite del área ecológica; escasez de zonas con requisitos para criar; movilidad de la especie y preferencias, etcétera.

Según la información de que se disponga esta cartografía puede ser más o menos completa y se recomienda fundamentalmente para las especies más o menos sedentarias. Para las especies migratorias se lleva a cabo por época de migración y se circunscribe a su territorio de cría y alimento. Es conveniente para estas especies realizar mapas a menor escala (1/1.000.000 o menores) de las rutas de migración y de los puntos de paradas y manejarles junto con los mapas de estancia; de esta manera se tiene información sobre las vías de entrada y salida en estas áreas.

5.2. MAPAS DE COMUNIDADES

La mapificación de las unidades faunísticas requiere el apoyo en otros elementos del medio que tienen representación cartográfica y aportan una información que se puede relacionar fácilmente con las necesidades ecológicas de las es-

pecies animales. De aquí que la fauna sea un elemento complejo y dependiente en cuanto a su representación cartográfica.

El apoyo fundamental son los mapas de vegetación para las especies animales terrestres y los mapas de hidrología para las acuáticas. La realización de éstos condiciona siempre la de los mapas de fauna.

Paso previo obligado para esta fase, cartografía de la fauna, última etapa del inventario, es tener establecidos los niveles de detalle necesarios para la tipificación del elemento, que a su vez depende de la escala en la que estén inventariados los elementos base (vegetación, fisiografía....).

Al estudiar regiones de gran extensión, el nivel exigido será el que proporcione el detalle suficiente para distinguir formaciones o unidades homogéneas que dividan el territorio en distintos hábitats, donde viven comunidades de animales definidos.

Las unidades cartográficas de fauna resultan de la agregación o no de las unidades de vegetación e hidrología. Si la formación cartográfica que se pretende para la fauna está a nivel de detalle más pequeño que la que ofrecen las unidades de vegetación o la representación cartográfica de hidrología, estas unidades no se podrán subdividir o detallar en gabinete. Por ejemplo, en el caso de tener la fauna diferenciada según los distintos tipos de bosques de frondosas en que habitan (hayas, robles, encinas, etc) y la vegetación cartográfica en unidades tales como coníferas o frondosas, se da una agregación de la información base de la fauna al reflejarla en mapas. De lo que se deduce, que la escala de trabajo incide directamente en el número de especies características y principales definidas para cada unidad, ya que según se vayan agregando unidades de fauna el número de especies animales que tienen semejantes necesidades de hábitat irá disminuyendo; esto implica, por tanto, dar de hecho mayor consideración a las especies ubicuistas. En estudios realizados con escalas de trabajo pequeñas, los valores faunísticos pueden verse perjudicados, ya que las especies raras que no estén protegidas por la ley o no sean singulares, pasarán desapercibidas.

De la cartografía de este elemento surgen a menudo una serie de problemas que se resuelven por medio del conocimiento de las características de las especies y por la adopción de criterios prees-

tablecidos. Entre los más frecuentes se encuentran aquellos relacionados con el tamaño mínimo de la unidad cartográfica en el mapa de vegetación con los ecotonos, con la distribución de árboles dispersos en unidades desarboladas, con la afloración de rocas o la presencia de cuevas dentro de las distintas unidades de vegetación.

Una superficie de, por ejemplo, 100 hectáreas puede cartografiarse en casi todas las escalas comúnmente utilizadas (a escala 1:50.000 ocupará 4 cm), pero sólo será utilizable para la representación de las unidades faunísticas cuando en estas poblaciones estables de especies características tengan requerimientos en el tamaño del área menores de esa superficie, como es el caso de praderas o cultivos. Pero cuando los requerimientos son mayores que la superficie representada cartográficamente hay que distinguir si el hábitat a que se refiere corresponde a formaciones vegetales de matorral o arbolado. En caso de matorral, dicha unidad se verá influida, en gran parte, por la fauna característica de los hábitats colindantes: por lo que se englobará con aquella unidad que más semejanza tenga faunísticamente. Los bosques aislados de cualquier especie, cuya superficie no supera las 100 hectáreas (bosques isla) no albergan, por lo general, a todas las especies características que definen a la unidad homogénea de la cual son parte constituyente, pero tienen una importancia tal por sí mismos que los hace merecedores de ser representados cartográficamente.

Los ecotonos, lugares donde se localiza la mayor diversidad de especies, tanto vegetales como animales, no siempre podrán cartografiarse a causa de la pequeña superficie que con frecuencia ocupan, y el mapa sólo da información cualitativa de la distribución de especies. Pero dada la importancia y singularidad de estas zonas de borde deberá dejarse constancia escrita de su descripción a través de sus rasgos o factores calificativos y cuantitativos. En las unidades formadas por mezclas de especies arbóreas, bosques mixtos, la superficie puede ser suficiente para la cartografía y podrán señalarse entonces las especies principales que las definen que serán, en general, las correspondientes a cada una de las formaciones vegetales en mezcla que constituyen dichas unidades homogéneas.

Para los otros casos, árboles aislados y rocas o cuevas incluidas en las unidades y no cartografiadas, se resuelve el problema incluyendo dentro

del conjunto de especies principales o asociadas algunas cuyas necesidades ecológicas respondan a dichos casos.

En las unidades resultantes se puede cargar información específica relativa a las especies características de cada unidad especialmente de las que tengan nivel de indicadoras. Datos relativos a:

- Areas de nidificación/cría.
- Areas de alimento preferente.
- Areas de refugios invernales.
- Areas donde se presentan conflictos con especies competitivas.
- Pasillos de migración, o de comunicación entre hábitats comunes.
- Puntos de concentración con otras especies: bebederos.

6. INFORMACION BASICA DISPONIBLE

La cantidad de publicaciones que se dedican total o parcialmente a la fauna en nuestro país es, actualmente, inabarcable.

Quizás el apartado más conocido y manejado sean las «Guías de campo» o manuales referidos a los ordenes y otros grupos taxonómicos más concretos. En ellas se encuentran descripciones y, generalmente, una explicación de la biología y área de distribución de las especies.

Además se puede buscar información en los Departamentos y Cátedras Universitarias de Biología y Ecología, en los centros correspondientes del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (C.S.I.C.), en las publicaciones del Instituto Nacional para la Conservación de la Naturaleza (ICONA) del Ministerio de Agricultura y en la Secretaría de Estado para las Políticas del Agua y el Medio Ambiente del MOPT.

6.1. DOCUMENTACION

6.1.1. Guías de campo

ARNOLD, E. N y BURTON, J. A.: *Guía de campo de anfibios y reptiles de España y Europa*. OMEGA, Barcelona, 1987.

BANG, P., y DAHLSTRON, P.: *Huellas y señales de los animales de Europa*. OMEGA, Barcelona, 1985.

BARBADILLO, L. J.: *La guía INCAFO de los anfibios y reptiles de la Península Ibérica, Islas Baleares y Canarias*. Guías verdes de Incafo, 1987.

BAUCHOT, M. L.: *Guía de los peces de mar de España y de Europa*. OMEGA, Barcelona, 1987.

BLAS ARITIO, L.: *Guía de campo de los mamíferos españoles para Biólogos y amantes de la naturaleza*. OMEGA, 1989.

BRUW, B., y SINGER.: *Guía de las aves de España y de Europa; desde el Atlántico a los montes Urales*. OMEGA, Barcelona, 1985.

BURTON, M.: *Guía de los mamíferos de España y Europa*. OMEGA, 1978.

CAMBELL, A. C.: *Guía de campo de la flora y fauna de las costas de España y de Europa*. OMEGA, 1989.

CORONADO, R y col. : *Guía de anátidas de España*, ICONA, Madrid 1973.

CHINERY, MICHAEL.: *Guía de campo de los insectos de España y Europa*. OMEGA, Barcelona, 1984.

HARRISON, C.: *Guía de campo de los nidos, huevos y polluelos de las aves de España y Europa*. OMEGA, Barcelona, 1977.

MORILLO, C.: *Rapaces ibéricas*. ICONA. Madrid, 1976.

SAEZ-ROYUELA.: *Ramón La guía de INCAFO de las aves de la Península Ibérica y Baleares*. Guías verdes de INCAFO, 1990.

6.1.2. Libros

FERNÁNDEZ-CRUZ, M., y ARAUJO, J.: *Situación de la avifauna de la península ibérica*, 1985.

I.C.O.N.A.: *Lista roja de los vertebrados de España*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid, 1986.

RODRIGUEZ DE LA FUENTE, F.: *Fauna Ibérica*. Salvat, 1975.

S.E.O (Sociedad Española de Ornitología): *Areas importantes para las aves en España*. Ed: Eduardo de Juana. 1990.

6.1.3. Revistas

ARDEOLA, Revista ibérica de Ornitología. Organó de la Sociedad Española de Ornitología.

BOLETÍN DE LA ESTACIÓN CENTRAL DE ECOLOGÍA.

GARCILLA: Boletín informativo cuatrimestral de la S.E.O.

MONTES, Revista de los Ingenieros de Montes. Madrid

PERIPLO, Revista del Instituto de Caza Fotográfica y Ciencias Naturales (INCAFO). Madrid.

QUERCUS, Revista de observación, estudio y defensa de la Naturaleza.

TROFEO, Revista mensual de caza.

6.2. CARTOGRAFIA

6.2.1. Ministerio de Agricultura

Servicio de pesca continental, caza y parques naturales. Mapa cinegético nacional, 1986. Cier-

vo, perdiz roja, aves acuáticas, oso, rebeco, lobo, corzo, avutarda, cabra montés, jabalí, codorniz, colín, conejo, liebre, paloma, tórtola, urogallo. Escala gráfica: 2,3 cm de mapa equivalente a 50 km de territorio.

6.2.2. Atlas

La SEO está componiendo el Atlas ornitológico Español, basado en los mapas escala 1:50.000 del Servicio Cartográfico del Ejército o del Instituto Geográfico y Catastral.

Además muchas Diputaciones provinciales y Comunidades Autónomas están ayudando a financiar la realización de atlas de vertebrados.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMAT, J.A., et al.: *Criterios de valoración de zonas húmedas de Importancia nacional y regional en función de las aves acuáticas*. Ministerio de agricultura, pesca y alimentación. ICONA. Monografía 35, 1985.
- BERNIS, F.: *Migración en aves. Tratado teórico y práctico*. S.E.O. Madrid, 1966.
- BLONDEL, J.: *Biogeografía y ecología*. Editorial Academia, S.L. León, 1985.
- BOLWERKSGROEP: *Natuurwaarden en Cultuurwaarden in het Landelijk Gebied*. Staatsnitgeverij, Den Haag, 1979.
- BRENNAN, L. A.: *Summer habitat ecology of the mountain quail in northern California*. Master's thesis, Humboldt State University, Arcata. California, 71 págs., 1984.
- CATEDRA DE PROYECTOS.: *Guía metodológica para la elaboración de estudios de Impacto ambiental*. Repoblaciones Forestales. Monografía de la Dirección General de Medio Ambiente. MOPT. Madrid, 1989.
- CAUGHLEY, G.: Bias en aerial survey. *Journal of Wildlife Management* 38: 921-933, 1974.
- CLAPHAN, A. R., TUTIN, T. G., y WARBURG, E. F.: *Excursión Flora of the British Isles*. University Press, Cambridge, 1981.
- CLAUSMAN, P. H. M. A., et al.: *Verspreiding en Ecologie van Wilde Planten in Zuid-Hollad*. vol 1a: Waarderings parameters, Provincie Planologische Dienst, Den Haag, 1984.
- CLEMENTS, F. E.: Natures and the structure of the climax. *Journal of Ecology* 24: 252-284, 1936.
- CUONTRYSIDE COMMISSION: *Report of study group n° 2, training and qualification of professions concerned with land and water*. London, 1970.
- CHAMBERS, V. R. (Ed): *Diccionario Científico y Tecnológico*. Omega, Barcelona, 1979.
- DAJOZ, R.: *Dynamique des populations*. Masson, París, 1974.
- DEMPSTER, J. P.: "The scientific basis of practical conservation: factors limiting the persistence of populations and communities of animals and plants". *Proc. R. Soc. Lond. B* 197, págs. 69-76, 1977.
- DOCUMENTATION FRANÇAISE: *Analyse écologique: Paysage rural et regional*. Ministère de l'Environnement. Paris, 1975.
- DONY, J. G., y DENHOLM, I.: Some quantitative methods of assessing the conservation value of ecologically similar sites. *Journal of Applied Ecology*, 22, 224-238, 1985.
- ESCRIBANO, R.: *El análisis de la fauna en los modelos de Planificación*. (Tesis doctoral). E.T.S. de Ingenieros de Montes, Madrid, 1977.
- ESCRIBANO, R., y ARAMBURU, M. P.: *Estudio de Planificación Integrada de la Comarca de Albarracín en la provincia de Teruel*. I.C.O.N.A. (No publicado). Teruel, 1978.
- ESCRIBANO, R.: *Planificación física de la provincia de Santander. Fauna*. Centro de Investigación y Desarrollo de Santander (C.I.D.S.). No publicado, 1979.
- FERRY, C., y FROCHOT, B.: «Une méthode pour dinommer les oiseaux nicheurs». *La Terre et la Vie*, págs. 85-102, 1970.
- FORD-ROBERTSON, F. C.: *Terminology of forest science. Technology, practice and products*. Society of American Foresters, Washington, D.C., 1971.
- GARCÍA DE VIEDMA, M.; «El futuro de las comunidades animales». En: *La técnica forestal en la conservación de la naturaleza*. E.T.S. de Ingenieros de Montes, Madrid, 1974.
- GARCÍA DE VIEDMA, M.: El manejo de hábitats para la conservación de la fauna en García de Viedma, et al. *Planificación y Gestión de Espacios Naturales Protegidos*. Fundación Conde del Valle de Salazar, E.T.S. de Ingenieros de Montes, Madrid, 1982.
- GARZON, J.: *Estudio de los condicionantes del medio físico a la localización espacial de las actividades de planeamiento, 7, Fauna*. Excma. Diputación Provincial de Vizcaya, Bilbao, 1977.
- GLEASON, H. A.: On the relation between species and area *Ecology*, 3, 158-162, 1922.
- GOLDSMITH, F.B.: *Evaluating nature; in Conservation in Perspective* (eds A. Warren and F.B. Goldsmith). Wiley, chichester, 233-246, 1983.
- HAMILTON, T. H., y RUBIMOFF, I.: On predicting insular variation in endemism and sympatry for the Darwin Finches in the Galapagos Archipiélago. *Amer Natur*, 101, 161-172, 1967.
- HELLIWELL, D.R.: Assessment of Conservation values of large and small organisms. *Journal of Environmental Management*. vol, 15, 1982.
- HILL, A. R.: Ecosystem stability. Some recent perspectives *Progress in Physical Geography* 11: 3: 315-333, 1987.
- HUBBEL, S. P., y FOSTER, R. B.: Biology, chance and history and the structure of tropical rain forest tree communities. *The Community Ecology*. T.J. Case and J. Diamond (eds). New York 314-329, 1985.
- JARVINEM, O., VAISANEN, R. A.: *Estimating relative densities of breeding birds by the line transect method*. O:Kos, 26: 316-322, 1975.
- JARVINEM, O.: Estimating relative densities of land birds by point counts. *Annales Zoologica* 15: 290-293, 1978.
- JEFFERSON, R. G.: Quarries and Wildlife conservation in the Yorkshire Wolds, England. *Biological Conservation*. D. Phil. Tesis University of York, 1984 a.

- JEFFERSON, R. G.: *Ecological stades of disused chalk Quarries with particular reference to Nature Conservation*, D. Phil. Thesis. University of York, 1984 b.
- KREBS, C. J.: *Ecology: The experimental analysis of distribution and abundance*. Harper International Edition, 1972.
- LAMOTTE, M.: *Méthodes de dénombrement des vertébrés*. Masson, Paris, 1969.
- LEVINS, R.: *Evolution in changing environments* Princeton University Press, Princeton, 1968.
- MARGALEF, R.: *Ecología*. Omega, Barcelona, 1974.
- MARGULES, C. R., y USHER, M. B.: Criteria used in assessing wildlife conservation potential: a review *Biological Conservation* 21, 79-109, 1981.
- MARGULES, C. R., y USHER, M. B.: Conservation evaluation in practice: North-East sites of different habitats in North-East Yorkshire, Great Britain. *Journal of environmental management*, 18, 153-168, 1984.
- MCARTHUR, R.: «Fluctuations of animal populations and a measure of community stability». *Ecology*, 36 págs. 533-536, 1955.
- MCARTHUR, R. M., y MCARTHUR, J. W.: «On Bird species diversity». *Ecology*, 42, págs. 594-98, 1961.
- MCARTHUR, R. M.: *Geographical Ecology, Patterns in the distribution of species*. Haper and Row, New York, 1972.
- MÖBIUS, K.: *Die Auster und die austern Wirtschaftb*. Berlin, 1877.
- MOORE, N. W., y HOOPER, M. D.: On the number of bird species in British woods. *Biological Conservation*, 8, 239-250, 1975.
- MULLER, P.: *Introducción a la Zoogeografía*. Blume, Barcelona, 1974.
- NATURE CONSERVANCY.: *Element ranking; Heritage Operations Manual*. Duplicated, Nature Conservancy, Washington, A.C., 1983.
- ORIAN, G. H.: The number of birds species in some tropical forest. *Ecology*, 50: 783-797, 1969.
- ORIAN, G. H.: *Diversity stability and maturity in natural ecosystems*. In Van Dobben, W.H. and Lowe-Macconnell, R.H., editors, unifying concepts in ecology, the Hague: pr W. Junk, B.V. Publishers, 139-50. 1975.
- VERTON, W.S.: Estimating the numbers of animals in wildlife populations págs. 403-455 de Giles, R.H. (ed.): *Wildlife Management Techniques*. The Wildlife Society, Washington, 1971.
- RABINOWITZ, D.: *Seven forms of rarity. The Biological Aspects of Rare Plant Conservation*, M. synge (ed). Willy chichester. 1981.
- RACEY, G., y EULER, D.: An index of habitat disturbance for lakeshore cottage development. *Journal on Environmental Management* 116: 173-179, 1983.
- REYNOLDS, R. T., SCOTT, J. M., y NUSSBAUM, R. A.: *A variable circular-plut method for estimating birds numbers*. Condor 82: 290-313, 1980.
- SALWASSER, H., et al.: Integrating Wildlife and Fish into public land forest management. *Proceeding of the western Association of Fish and Wildlife Agencies*, 62: 293-299, 1982.
- SEBER, G. A. F.: *The estimation of Animal Abundance and Related Parameters*. Griffin & Co. London, 1982.
- SHORT, H. L.: A habitat structure model for natural resource management. *Journal of Environmental Management*, 27, 289-305, 1988.
- SHUGART, et al.: The development of a succession model for subtropical rain forest and its application to assess the effects of timber harvest at wiangaree state forest. New South Wales. *Journal of environmental Management* 11, 243-265, 1980.
- SMITH, M. H., BLESSING, R., CHELTON, J. G., GENTRY, J. B., GOLLEY, F.B. y MC GINNIS, J. T.: Determining Density for Small Mammal populations using a Grid and Assesment Lines. *Acta Theriologica* 16; 105-125. 1971.
- SOIL CONSERVATION SOCIETY OF AMERICA: «Resource conservation glossary». *Journal Soil and Water Conservation*, 25 (1, supplement), págs. 1-52, 1970.
- SOULE, M.: *Conservation Biology*. Sinaner associates, Inc Publishers. Sunderland, Massachusetts, 1986.
- SOULE, M.: *Viable Populations*, Cambridge University Press, Cambridge (2), 1986.
- SZIJ, J.: *Some suggested criteria for determining the international importance of wetlands in the western palaeartic*. Proc. Int. Conf. Conserv. Wetlands and Waterfowl, Ramsar, 1971. (E. Carp, ed), 1972.
- TELLERIA, J. L.: La protección de las comunidades de aves: Criterios de Valoración. *La Garcilla*, 64: 37-42. 1984.
- TELLERIA, J. L.: *Manual para el censo de los vertebrados terrestres*. ED RAICES, 1986.
- U.S. FOREST SERVICE: *Wild-life management*, Washington, D.C., 1975.
- USHER, M.: *Wildlife conservation evaluation*. Chapman and Hall. New York, 1986.
- VALENTINE, D. W., SOULE, M. E., y SAMOLLO, P.: *Asymetry a possible indication of environmental stress*. U.S. Dpt. Commerce Fishery Bull, Washington, D.E., 1973.
- WARTMANN, B. VON, y FURRERM, R. K.: Zur Struktur der Avifauna eines Alpentales Entlang des Höhengradienten. *Om Beob*, 74: 137-160, 1977.
- WEBSTER: *New international dictionary of the English language*. G. and C. Merrian, Springfield, Mass., 1963.
- WESTMAN, W. E.: Measuring the inertia and resilience of ecosystems. *Bioscience* 28: 705-10, 1978.
- WHITTAKER, R. H.: *Comunities and Ecosystems*. Macmillan Publishing CO, INC, 1975.
- WILCOX, B. A.: Insular Ecology and Conservation. *Conservation Biology: An evolutionary ecological perspective*. M.E. Soulé and B.A. Wilcox (eds). Sinaner Associates, Sunderland, Mass, 95-117 (11), 1980.

