



CAPITULO 11

APLICACION DE UN SISTEMA DE INFORMACION GEOGRAFICA (S.I.G.) A LA METODOLOGIA DE ANALISIS DE LA CALIDAD DEL HABITAT PARA EL OSO PARDO EN LA CORDILLERA CANTABRICA (*)

(*) La versión inglesa de este artículo ha sido previamente presentada para su publicación en el volumen *Int. Conf. Bear Res. and Manage.*, 9 (en prensa), cuyos editores han autorizado su reproducción en castellano para esta monografía.

JORGE MARQUINEZ / PILAR GARCIA / JAVIER NAVES / ARTURO RUANO

1. INTRODUCCION

La delimitación jerárquica de áreas de distinta calidad es la base para la gestión del territorio osero, tanto desde la perspectiva de la conservación de las áreas vitales para la especie como en relación con la planificación y ordenación de las actividades humanas en zonas oseras.

Las únicas referencias encontradas dentro de la bibliografía europea que contemplan de alguna manera aspectos relacionados con la calidad del hábitat son las de ALMANSA (1979) para Rumanía y las de EROME y MICHELOT (1990), que analizan la capacidad de acogida de osos de los Alpes Franceses, en donde se ha extinguido. En ambos casos, el acercamiento al problema planteado es de carácter cualitativo y la escala de trabajo es de tipo regional, considerando amplias zonas y unidades ambientales de carácter general.

En una escala de detalle local, en el occidente de Europa, la valoración de la calidad de las zonas oseras se basa en ciertos conocimientos del uso real del territorio por parte de la especie, o de aspectos de su biología (invernada y refugio, alimentación otoño-invernal, reproducción, etc.). Son ejemplos de este enfoque la cartografía elaborada por la Office National de la Chasse para Pirineos (CAMARRA, 1989) o la cartografía de zonas de refugio elaborada por las administraciones regionales y estatal de la Cordillera Cantábrica (ver, por ejemplo, NAVES y PALOMERO, 1989a).

Figura 1. Area de estudio en la población occidental de osos pardos en la Cordillera Cantábrica. Distribución basada en CAMPO *et al.* (1984).

Study area in the western population of brown bears in the Cantabrian Range. Distribution based on CAMPO et al. (1984).

Sin embargo, en U.S.A. y Canadá se han desarrollado métodos de trabajo destinados a cuantificar la calidad del hábitat en las zonas oseras. En muchos de estos estudios se ha descrito el hábitat del oso pardo a partir de los usos del suelo y las comunidades vegetales presentes, desarrollando, además, trabajos de campo tendentes a conocer la distribución, producción y calidad nutritiva de los recursos tróficos consumidos por la especie. Algunos de estos trabajos han contribuido a establecer líneas de actuación en cuanto al manejo del hábitat osero (CRAIGHEAD *et al.*, 1982; CONTRERAS y EVANS, 1986), aportándose algunos mapas básicos de cierta precisión obtenidos mediante imágenes de satélite (BANNER *et al.*, 1986; CRAIGHEAD, *op. cit.* y 1986; BUTTERFIELD y KEY, 1986). Pocos trabajos, sin embargo, incorporan el uso de Sistemas de Información Geográfica -SIG- (WIN y BARBER, 1986). Una discusión general sobre estos temas puede encontrarse en LEFRANC *et al.* (1987) y SCHOEN (1990).

El objetivo de este trabajo es definir distintas categorías de calidad de hábitat para el oso pardo en un área seleccionada de la Cordillera Cantábrica y proceder a su cartografiado, aplicando métodos de análisis cuantitativo. Como base se utiliza un Sistema de Información Geográfica (SIG) que incluye cartografía ambiental precisa y de detalle, permitiendo la obtención de resultados gráficos adecuados.

El área objeto del presente estudio tiene una superficie de 4.029 hectáreas y constituye una zona de especial interés, ya que coincide con el principal estrangulamiento del área de distribución de la población occidental de oso pardo en la Cordillera Cantábrica (CAMPO *et al.*, 1984; NAVES y PALOMERO, este volumen). Administrativamente,

esta zona pertenece a la Comunidad Autónoma de Asturias (figura 1), incluyéndose, desde el punto de vista fitogeográfico, en la Provincia Orocantábrica (Región Eurosiberiana).

El paisaje de esta zona se caracteriza por el desarrollo de un fuerte relieve, con alturas que oscilan entre 600 y 1.900 m. El clima corresponde en gran parte al del piso bioclimático montano, con un nivel de precipitaciones que permite calificarlo como hiperhúmedo (pluviosidad total anual superior a 1.400 l/m²). La población local asciende a unos 425 habitantes, distribuidos en nueve pequeños núcleos. Las principales actividades económicas son la ganadería y aquellas vinculadas a la minería del carbón, las cuales han generado usos del suelo que relegan las formaciones boscosas a pequeñas extensiones (sólo un 30% del área total).

2. METODOLOGIA

Muchos estudios de ordenación y gestión de recursos naturales en la Cordillera Cantábrica se han encontrado tradicionalmente con la dificultad de no disponer de una cartografía ambiental detallada y precisa. Esto llevó al INDUROT en 1988, con la financiación del ICONA (Ministerio de Agricultura), al desarrollo de un plan de cartografía ambiental a escala 1:25.000. Este trabajo se realizó basándose en un intenso reconocimiento en el campo y en el análisis de fotografía aérea, llevado a cabo por un nutrido grupo de especialistas en distintas materias sobre la base de un Sistema de Información Geográfica (MARQUINEZ *et al.*, 1991).

Este sistema -que incorpora datos de vegetación, sustrato, altitud, pendiente, orientación, litología, geomorfología, zonas rocosas e infraestructuras humanas- permitió el análisis previo y posterior manejo de la información relevante para establecer criterios de calidad del hábitat.

Figura 2. Organización del Sistema de Información Geográfico. Mapas empleados en la construcción de la cartografía presentada en este trabajo.

Organization of the Geographic Information System. Coverages and layers employed in the construction of the cartography presented in this work.

A partir de los datos existentes sobre la alimentación del oso y la selección de áreas de refugio e invernada, se llevaron a cabo agrupaciones de diferentes clases vegetales, así como cruces entre la vegetación y otras variables, con el fin de establecer un modelo de unidades ambientales supuestamente homogéneas desde la perspectiva de la calidad del hábitat para el oso (figura 2). Así, el número total de unidades ambientales catalogadas se redujo a 17, con objeto de simplificar el posterior proceso de muestreo y análisis.

En función de la superficie ocupada por cada una de las unidades ambientales, se diseñó una red de 139 puntos de muestreo repartidos entre ellas, tomando como base el método de trabajo propuesto por MEALEY (1986). En dos unidades ambientales de pequeña extensión no fueron realizados muestreos; la primera de ellas incluye los pueblos, minas y escombreras (12,9 Ha.) y la segunda corresponde a las áreas rocosas (12,5 Ha.).

En cada punto de muestreo, dentro de un radio aproximado de 15 metros, se tomaron datos relativos a la cobertura de los distintos recursos tróficos vegetales, codificados en una escala de 1 a 10. Se recogieron, igualmente, datos relativos al grado de visibilidad de cada unidad ambiental a un metro de altura sobre el nivel del suelo (entendiendo este índice como la distancia media a la cual no es posible observar un objeto que levante menos de 1 m. del suelo). La escala así elaborada toma los siguientes valores:

- Menos de 10 m de visibilidad.....1
- Menos de 100 m de visibilidad.....2
- Más de 100 m de visibilidad.....3

Con objeto de detectar posibles cambios en la disponibilidad de los recursos (umbelíferas, poáceas, otras herbáceas) en diferentes estadios del ciclo anual, los puntos de muestreo se visitaron en distintas fechas: septiembre de 1990 (verano), diciembre y enero de 1990 y 1991 (otoño-invierno) y mayo de 1991 (primavera).

Los recursos tróficos considerados para cada una de las estaciones y para el conjunto del ciclo vital fueron tipificados en base al trabajo de BRAÑA *et al.* (1989), referido al conjunto de la Cordillera Cantábrica. De la dieta señalada en dicho trabajo, se seleccionaron los alimentos a buscar en cada uno de los puntos de muestreo. Hay que

señalar que la dieta otoñal e invernal fue sumada y considerada como una única estación, dado que en ambos períodos el comportamiento alimenticio del oso es similar.

Además, fue necesario realizar algunas correcciones de estos datos, de cara a los cálculos posteriores. Así, el escuernacabras (*Rhamnus alpina*) -arbusto que, aun teniendo un peso importante en la dieta de la especie, no se localiza en la zona de estudio- no fue considerado, repartiéndose su frecuencia estacional entre el resto de los alimentos de la estación de forma proporcional a la frecuencia de éstos (tabla 1).

TABLA 1

Variación estacional en la dieta del oso pardo, expresada como porcentaje de presencia en las muestras analizadas.

Elaborado a partir de BRAÑA *et al.* (1989).

Seasonal variation in brown bear diet, expressed as percentages of presence over the number of samples analysed.

Elaborated from data in BRAÑA et al. (1989).

RECURSO TROFICO	PRIMAVERA	VERANO	OTOÑO-INVIERNO
Umbelíferas	51,11	16,67	4,86
Poáceas	57,78	50,00	31,25
Otras herbáceas	35,56	16,67	7,59
<i>Rosa spp.</i>			1,38
<i>Sorbus spp.</i>			4,83
<i>Rubus spp.</i>		5,45	8,28
<i>Prunus spp.</i>		7,27	2,76
<i>Malus spp.</i>		5,45	4,14
<i>V. myrtillus</i>		49,05	11,04
<i>Castanea sativa</i>			12,42
<i>Quercus spp.</i>	8,86	5,56	47,61
<i>Fagus sylvatica</i>	4,44	1,39	15,18
<i>Corylus avellana</i>	2,22	5,56	6,21

La superficie de alimento para cada unidad ambiental fue calculada como:

$$A_j = \frac{s_j c}{10}$$

Donde:

A_j = superficie ocupada por el alimento en la unidad ambiental j

s_j = superficie de la unidad ambiental j

c = cobertura del alimento en las muestras

Se confeccionó un índice de selección I para cada alimento k en cada estación i , que se expresa como:

$$I_{ik} = \frac{F_{ik}}{\sum_{j=1}^n A_j}$$

Donde:

F_{ik} = frecuencia de consumo de un alimento en una estación Los valores de este índice de selección varían entre 0 y

1.

El valor tráfico de cada una de las unidades ambientales, para cada una de las estaciones del año consideradas V_{ij} , se expresa mediante la relación:

$$V_{ij} = \sum_{k=1}^n \frac{100 \cdot A_{ijk}}{S_j} = I_{ik}$$

El valor tráfico anual se obtiene calculando la media de los valores tráficos estacionales.

Para la construcción de los valores de refugio asociados a cada una de las unidades ambientales se ha tenido en cuenta la información proporcionada en NAVES y PALOMERO (1989b), según la cual la selección de lugares de encame y oseras viene determinada por la presencia de afloramientos rocosos que dispongan de cierta cobertura vegetal. Por esta razón, se realizó sobre el mapa la agrupación de unidades ambientales y roquedos, obteniéndose el mapa base (figura 2); además, a la base de datos obtenida se ha incorporado información derivada del trabajo de campo y relacionada con valores tráficos y visibilidad, lo que permite la extensión automática de estos datos a toda la zona de estudio.

Se decidió utilizar seis valores de refugio diferentes, haciéndose variar su cuantía en un rango equiparable a los datos de valor tráfico anual. Para asignar uno u otro de estos valores a cada polígono se tomaron los siguientes criterios: en primer lugar se seleccionaron en el mapa base todos los polígonos con afloramientos rocosos (las mejores áreas para el refugio). Estos, a su vez, fueron divididos en tres clases en función de la densidad de su cubierta vegetal, obteniendo los siguientes tipos:

- Roquedos con cobertura arbórea y arbustivo.
- Roquedos con cobertura de matorral.
- Otros roquedos.

El resto del mapa, es decir, las áreas sin roquedo, se repartió en otras tres clases en función de la visibilidad media de la unidad ambiental, recogida en los muestreos de campo:

- Visibilidad menor de 1,5.
- Visibilidad entre 1,5 y 2.
- Visibilidad mayor de 2.

Para atribuir el valor final de calidad del hábitat para una determinada época del año debe utilizarse la media entre el valor tráfico de la unidad ambiental en dicha época y su valor como refugio. Estos resultados son generados de manera automática por el SIG, y se incorporan como nuevas variables a la base de datos. El SIG permite, a partir de este punto, la representación gráfica de cualquiera de los resultados generados.

3. RESULTADOS

3.1. Recursos tráficos

Como derivación de los datos obtenidos en los trabajos de campo (tabla 2), y en relación a la superficie total de cada una de las unidades ambientales consideradas, se ha obtenido una estimación de la superficie ocupada por cada alimento dentro de la correspondiente unidad ambiental, y también de la superficie de los distintos recursos tráficos para el total de la zona de estudio.

TABLA 2

Recursos tráficos y visibilidad. Resultados de los muestreos realizados. Se incluye la superficie total de cada unidad ambiental.

Averages of the results obtained in field sampling for trophic resources and visibility. The total surface area of each of the environment units accompanies

	<i>PRIMAVERA</i>	<i>VERANO</i>	<i>OT-INVIERNO</i>	<i>TOTAL ANUAL</i>

UNIDADES AMBIENTALES	u	g	h	u	g	h	u	g	h	A	B	C	D	E	F	G
Hayedo		4,00	1,00		4,00	1,00		2,00			0,80	1,40			1,33	
Abedular < 1300 m	1,05	4,00	1,75		1,00			0,20		0,40	0,02	1,04	0,11	0,02		
Robledal solano		3,81	1,86		1	0,72		1,15	0,71	0,09	0,20	2,10	0,50	0,10	0,20	
Bosque higrófilo	0,83	5,16	1,66		1,14	2,33		3,00	3,00	0,50		3,00				
Castañado	0,50	3,50	1,50		3,00	1,00		1,75	1,00	0,50	6,00				3,00	8,75
F. arbustivas sin robles		8,00	3,00		3,25	2,00		2,00	2,00			1,00	0,25			
F. arbustivas con robles		3,00	0,50		8,00	0,50		1,00	0,50		0,03	2,01	0,29			
Piornal, < 1300 m		4,70	0,87		0,50	1,12		2,62	1,33	0,20						0,03
Matorral de brechina		4,75	1,75		3,65	1,75		2,75	1,75						3,75	
Otros brezales		3,00	0,75		2,75	0,50		1,00		0,08		0,75			0,42	
Matorral de Genista		5,00	1,00		2,14											
Formaciones herbáceas	1,40	7,54	1,06	1,16	6,80	1,00	0,67	5,80	1,80	0,20		0,71	0,21			0,07
Robledal umbrío		5,50	2,00		7,50	2,00		4,16	1,50	0,85	0,37	1,00	0,75	0,25		
Piornal > 1300m		3,30	0,75		8,60	0,80		2,66	0,67		0,40				0,20	
Abedular >1300 m		8,00	1,50		4,00	1,00		1,00	1,00	1,43	0,43				1,28	

U= Umbelíferas; g = Poáceas; h= Otras herbáceas; A= Rosa spp B= Sorbus spp; C= Rubus spp; C= Rubus spp.; D= prunus spp; E= Malus spp. F= Vaccinium myrtillus; G= Castanea sativa; H= Quercus spp. I= Fagus sylvatica J=Corylus avellana; Vis.: Visibilidad ; Ha= Superficie en Hectáreas.

Un primer resultado de este tratamiento, desde una perspectiva de la biología de la especie, fue la obtención de los distintos índices de selección de alimentos (tabla 3).

Como puede verse en las tablas 1 y 3, las umbelíferas, gramíneas y otras herbáceas constituyen los recursos principales en primavera, destacándose netamente las primeras debido a su alto índice de selección. En verano destaca el arándano (*Vaccinium myrtillus*), aunque el índice de selección más elevado corresponde al fruto del manzano (*Malus* spp.). Finalmente, en otoño-invierno el grueso de la dieta se compone de bellotas y hayucos, siendo, no obstante, el manzano y castaño los alimentos que presentan mayor índice de selección.

El valor trófico de las distintas unidades ambientales ha sido referido tanto a cada una de las estaciones como al conjunto del año (tabla 4).

Se observa que en primavera las formaciones herbáceas ocupan el primer lugar en importancia, seguidas de los abedulares situados por debajo de los 1.300 m. de altitud, los bosques higrófilos (incluyendo las alisedas) y los hayedos, En un tercer grupo se sitúan los robledales umbríos y las formaciones arbustivas no formadas por robles. Estos dos últimos grupos de unidades ambientales muestran una orientación preferentemente norte, lo que los hace muy ricos en alimentos primaverales; además, en ocasiones incorporan los restos de la cosecha de frutos secos del otoño precedente, muy buscados durante esta época del año.

TABLA 3

Valores del Índice de selección de alimento para los distintos recursos tróficos en cada una de las estaciones consideradas.

Values of the food selection index for trophic resources in each of the seasons considered.

RECURSO TROFICO	PRIMAVERA	VERANO	OTOÑO-INVIERNO
Umbelíferas	0,43	0,25	0,13
Poáceas	0,03	0,03	0,03
Otras herbáceas	0,08	0,05	0,02
<i>Rosa spp.</i>			0,01
<i>Sorbus spp.</i>			0,05
<i>Rubus spp.</i>		0,02	0,03
<i>Prunus spp.</i>		0,14	0,05
<i>Malus spp.</i>		0,86	0,87
<i>V. myrtilus</i>		0,37	0,08
<i>Castanea sativa</i>			0,69
<i>Quercus spp.</i>	0,02	0,01	0,10
<i>Fagus sylvatica</i>	0,05	0,01	0,16
<i>Corylus avellana</i>	0,01	0,03	0,04

En verano, destaca el valor trófico de las formaciones arbustivas sin robles y de los matorrales de brechina (*Calluna vulgaris*), debido a la importancia del arándano durante esta estación. La misma interpretación puede aplicarse al alto valor trófico que alcanzan un segundo grupo de unidades ambientales, constituido por los hayedos y abedulares de zonas altas. Sin embargo, en el caso de otras unidades con valores similares a las anteriores -bosques higrófilos y alisedas, robledales umbríos- el resultado parece deberse a otros frutos de consumo preferentemente estival (*Malus spp.*, *Prunus spp.*, *Rubus spp.*, etc.).

En otoño-invierno, los castañedos constituyen la unidad ambiental más importante en la dieta del oso (con un valor trófico casi cuatro veces superior al de los bosques de hayas, situados en segundo lugar). Los robledales y las formaciones arbustivas dominadas por robles forman el tercer grupo en cuanto al valor trófico.

Desde una perspectiva anual, el castañedo es la unidad con mayor valor trófico para la especie, seguido por el hayedo, matorral de brechina, formaciones arbustivas sin robles y robledales umbríos.

TABLA 4
Valor trófico estacional y anual de las unidades ambientales
Seasonal and annual trophic values of the environment units

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	
Primavera	6.72	7.72	4.05	7.11	4.92	4.89	2.51	2.22	2.88	1.62	2
Verano	8.63	0.98	2.15	5.56	2.61	14.37	1.65	2.45	15.4	2.62	
Otoño-invierno	17.83	2.4	8.33	5.99	63.73	6.81	7.12	2.38	4.41	1.32	
ANUAL	11.06	3.61	4.84	6.22	23.75	8.69	3.76	2.35	7.56	1.86	0

A= Hayedo; B= Abedular(<1300 m); C= Robledal solano; D= Bosque Higrófilo, E= castañedo. F0 F. arbustivas sin robles; G= F. arbustivas con robles; H= Piornal (<1300m) I= Matorral de brechina; J= Otros brezales; K= Matorral de Genista; L= Formaciones herbáceas; M= Robledal umbrío; N= Piornal (> 1300m) O= Abedular (>1300m)

La incorporación de estos resultados al Sistema de Información Geográfica (SIG) ha permitido la cartografía del valor trófico, tanto para las diferentes épocas consideradas como para todo el período anual (figuras 3, 4, 5 y 6).

3.2. Refugio y cobertura

En los resultados del trabajo de campo (tabla 2), como era de esperar, se observa que las unidades ambientales que ofrecen mayor cobertura al oso pardo son las formaciones arbustivas y arbóreas, frente a la mayor visibilidad de matorrales y formaciones herbáceas.

Dado el amplio rango de variación del valor trófico anual (0,79-23,75), se asignaron valores de refugio variables en rango similar (1 a 25), destacando claramente el nivel alcanzado por los roquedos con cobertura vegetal densa, debido a su excepcional valor como áreas de refugio e invernada para el oso (figura 7). De esta forma, los valores finales serían los siguientes:

Roquedos con cobertura arbórea y arbustivo.....	25
Roquedos con cobertura de matorral.....	15
Roquedos con otra cobertura.....	7
Unidades ambientales con visibilidad < 1,5.....	5
Unidades ambientales con visibilidad 1, 6-2	3
Unidades ambientales con visibilidad > 2,1.....	1

3.3. Calidad de hábitat

Los valores de calidad de hábitat se han obtenido calculando la media del valor trófico y el valor de cobertura. Los datos resultantes (figura 8) se han ordenado en cinco clases, que ocupan una superficie muy desigual dentro del área de estudio. El 93% de la misma (3.740 Ha.) pertenece a las dos clases de menor calidad (valores inferiores a 8), y el 7 % restante se reparte del modo siguiente:

Calidad de hábitat entre 8 y 12.....	3,98% (160,64 Ha.)
Calidad de hábitat entre 12 y 16.....	2,29% (92,3 1 Ha.)
Calidad de hábitat mayor que 16.....	0,75% (30,18 Ha.)

Es de destacar el hecho de que las áreas de alta calidad son muy escasas, lo que les confiere una singular importancia para la ecología de la especie, contribuyendo, además, a resaltar la utilidad de su identificación.

Figura 3. Cartografía de las zonas con diferente valor trófico en la totalidad del área de estudio, de acuerdo con las clases establecidas. (Primavera).

Cartography of the areas with different trophic values in the totality of the area studied, in accordance with classes established. (Spring)

Figura 4. Cartografía de las zonas con diferente valor trófico en la totalidad del área de estudio, de acuerdo con las clases establecidas, (Verano).

Cartography of the areas with different trophic values in the totality of the area studied, in accordance with classes established. (Summer)

Figura 5. Cartografía de las zonas con diferente valor trófico en la totalidad del área de estudio, de acuerdo con las clases establecidas. (Otoño-invierno).

Cartography of the areas with different trophic values in the totality of the area studied, in accordance with classes established. (Fall-Winter)

Figura 6. Cartografía de las zonas con diferente valor trófico en la totalidad del área de estudio, de acuerdo con las clases establecidas. (Conjunto del año).

Cartography of the areas with different trophic values in the totality of the area studied, in accordance with classes established. (All year)

Figura 7. Cartografía de las zonas con diferente valor de refugio en la totalidad del área de estudio, de acuerdo con las seis clases establecidas.

Cartography of the areas with different refuge values in the totality of the area studied, in accordance with the six classes established.

Figura 8. Cartografía de las zonas con diferente valor de calidad en la totalidad del área de estudio, de acuerdo con las seis clases establecidas,

Cartography of the areas with different quality values in the totality of the area studied, in accordance with the six classes established.

4. DISCUSION E IMPLICACIONES PARA LA CONSERVACION DE LA ESPECIE

La evaluación y cuantificación de los recursos tróficos y la disponibilidad de zonas de refugio son elementos esenciales para determinar la calidad del hábitat oso en Europa Occidental. Por otra parte, la cuantificación de estos parámetros, complementada con una cartografía detallada y precisa, y la capacidad de análisis aportada por los Sistemas de Información Geográfica, constituyen una metodología de gran potencialidad. Esto se ha puesto de manifiesto con los alentadores resultados obtenidos en el presente trabajo, del que se ha derivado una descripción del hábitat muy coherente con lo que la experiencia en la zona permitía suponer, encontrándose frecuentes indicios de la presencia del oso pardo asociados a las áreas que presentaban valores altos de calidad de hábitat.

No obstante, el modelo planteado en este trabajo debe considerarse únicamente como una aproximación a la valoración de la calidad potencial del hábitat. Contrastar rigurosamente este tipo de modelos con el uso real del territorio por parte del oso podría servir para conocer la influencia de la actividad humana sobre el área oso y, por consiguiente, proporcionar métodos para predecir el impacto ocasionado por las distintas actividades humanas.

El objetivo sería comparable al que se ha perseguido generando modelos de «Análisis de Efectos Acumulativos» (FOREST SERVICE *et al.*, 1985; USDA FOREST SERVICE IDAHO, 1988). Estos modelos de efectos acumulativos, en combinación con los Sistemas de Información Geográfica, pueden ofrecer, como ha indicado SCHOEN (1990), «una oportunidad a los investigadores y técnicos para la evaluación de relaciones complejas y variadas [de la especie] con el medio».

En otro orden de cosas, el cálculo de los valores tróficos podría ser claramente mejorado con la resolución de algunas incógnitas acerca de la biología del oso pardo y de la ecología de su hábitat. Entre los aspectos de mayor importancia estaría el conocimiento de las dietas locales, evitándose así los errores asumidos al utilizar datos de una dieta de carácter general obtenida para el conjunto de la Cordillera Cantábrica. Del mismo modo, constituiría una aportación fundamental el estudio de aspectos como la productividad de los distintos recursos tróficos y la capacidad de carga del hábitat.

Igualmente, el modelo planteado podría ser mejorado contemplando avances en el análisis y potenciando el manejo del SIG. Entre estos avances puede citarse la agrupación de polígonos de distinta calidad, la consideración de orlas, zonas de contacto entre unidades o la introducción de nuevas unidades de distribución lineal (setos, riberas ...). En el mismo sentido, la introducción de otros elementos como rugosidad del terreno, pendiente, etc., podrían completar aspectos relativos al valor como refugio de las unidades ambientales.

A pesar de las posibles mejoras aplicables al modelo, la utilidad del método de estimación de calidad de hábitat realizado resulta evidente, dado que permite la identificación de los lugares de importancia para el oso pardo a una escala detallada, la caracterización de las diferentes unidades ambientales, el uso estacional de las mismas y otros fenómenos de importancia singular. Todo ello contribuye a determinar objetivamente las zonas críticas para la especie en las que los Planes de Recuperación del Oso Pardo Cantábrico, recientemente aprobados por las Administraciones competentes, centran su atención.

AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer a la empresa HIDROASTUR, S. A., la financiación del trabajo y a C. Servheen y C. Nores la lectura y aportaciones al manuscrito.

RESUMEN

A partir de los datos existentes sobre la alimentación del oso pardo (*Ursus arctos*) en la Cordillera Cantábrica, y de datos sobre disponibilidad de recursos tróficos (coberturas de plantas-alimento) procedentes de 139 muestreos realizados en el área de estudio (4.029 Ha.), se han podido establecer unos índices de selección de alimentos y un valor trófico para cada una de las unidades ambientales consideradas. También se ha realizado una valoración de refugio y cobertura, obtenida tanto por el uso directo de la cartografía temática manejada como a partir de unos índices de visibilidad recogidos en los muestreos de campo.

Los alimentos con un mayor índice de selección son las umbelíferas, manzana, arándano y castaña, aunque la importancia en la dieta de estos alimentos es desigual. Las unidades ambientales con mayor valor trófico, desde una perspectiva anual, son los castañedos, hayedos, matorrales de brechina y arándano, formaciones arbustivas sin robles y robledales umbríos.

Considerando conjuntamente los valores tróficos de las unidades ambientales, así como los valores de refugio y cobertura, se obtienen los valores de calidad de hábitat.

El procesamiento de los datos en el SIG permite extrapolar los resultados a la totalidad del área estudiada, proporcionando mapas de calidad de recursos tróficos, refugio-cobertura y, finalmente, de la calidad del hábitat en su conjunto. Esta cartografía se obtiene tanto para cada estación del año como anualmente. El estudio de esta cartografía (para el caso de calidad de hábitat anual) señala cómo el 93% del área de estudio se incluye en las clases de menor calidad y el 7% restante se reparte en las clases de mayor valor.

SUMMARY: APPLICATION OF A GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEM (GIS) TO ANALYSE HABITAT QUALITY FOR THE BROWN BEAR IN THE CANTABRIAN MOUNTAINS

*From existing data on the feeding habits of the brown bear (*Ursus arctos*) in the Cantabrian Mountain Range, and data about availability of trophic resources (coverage of plant-food) from 139 samplings performed in the study area (4,029 Ha), it has been possible to establish a food selection indexes and a trophic value for each of the environmental units considered. An evaluation of shelter and coverage has also been performed on the basis of direct use of thematic cartographic material available and visibility indexes collected during field samplings.*

*Umbelliferae, apples, blueberries and chestnuts are among the most frequently selected food products, although their dietary importance is irregular. Chestnuts forest, beech forest, heath rich in *Calluna vulgaris* and *Vaccinium* sp, shrub without oak, and shady oakwoods are some of the environmental units with a highest degree of trophic value from an annual perspective.*

Considered globally, environmental trophic values together with shelter and coverage values offer a quality habitat,

The processing of the GIS data allows the extrapolation of results to the whole area under study, by supplying trophic resource maps, refuge-covering and finally global habitat quality details. This mapping is obtained both for each season of the year and annually. Examination of this material (in the case of annual habitat quality) indicates that 93% of the study area would correspond to a lower quality, with the remaining 7% covering higher quality areas.

BIBLIOGRAFIA

ALMANSA, H. (1979): *Diagnose écologique des terrains de chasse pour l'Ours brun de Roumanie, Rapport C.I.C.*

- BANNER, A.; POJAR, J.; TROWBRIDGE, R., y HAMILTON, A. (1986): «Grizzly bear habitat in the Kimsquit River Valley, coastal British Columbia: classification, description, and mapping», en G. Contreras and K. Evans (ed.), *Proceedings- Grizzly bear habitat symposium*, pp. 36-49, U.S. Dep. Agric. For. Serv. Intermountain Res. Sin., Ogden, Utah, Gen. Tech. Rep. INT-207.
- BRAÑA, F.; NAVES, J., y PALOMERO, G. (1989): «Hábitos alimenticios y configuración de la dieta del oso pardo (*Ursus arctos* L.) en la Cordillera Cantábrica», *Acta Biol. Mont., Série. Doc. de Travail* (2): 27-38.
- BUTTERFIELD, B., y KEY, C. (1986): «Mapping grizzly bear habitat in Glacier National Park using a stratified Landsat classification: a pilot study», en G. Contreras and K. Evans, (ed.), *Proceedings- Grizzly bear habitat symposium*, pp. 58-66, U.S. Dep. Agric. For. Serv. Intermountain Res. Sin., Ogden, Utah, Gen. Tech. Rep. INT-207.
- CAMARRA, J. J. (1989): *Aire de repartition et sises d'activité de l'ours brun dans les Pyrénées Francaises*, Office National de la Chasse.
- CAMPO, J. C.; MARQUINEZ, J.; NAVES, J., y PALOMERO, G. (1984): «Distribución y aspectos poblacionales del oso pardo (*Ursus arctos*) en la Cordillera Cantábrica», *Acta Biol. Mont.*, 4: 371-381.
- CONTRERAS, G., y EVANS, K. (ed.) (1986): *Proceedings- Grizzly bear habitat symposium*, U.S. Dep. Agric. For. Serv. Intermountain Res. Stn., Ogden, Utah, Gen. Tech. Rep. INT-207.
- CRAIGHEAD, J.; SUMMER, J., y SKAGGA, G. (1982): *A definitive system for analysis of grizzly bear habitat and other wilderness resources*, West. Wildlands Tnst.Univ. Mont. Foundation, Univ. Mont., Missoula. Monogr.N.º 1.
- CRAIGHEAD, J.F., y CRAIGHEAD, D. (1986): «Using satellites to evaluate ecosystems as grizzly bear habitat», en G. Contreras and K. Evans (ed.), *Proceedings- Grizzly bear habitat symposium*, pp. 101-112, U.S. Dep. Agric. For. Serv. Intermountain Res. Stn., Ogden, Utah, Gen. Tech. Rep. INT-207.
- EROME, G., y MICHELOT, J.L. (1990): *L'ours brun dans les Alpes Françaises. Faisabilité de sa réintroduction*, Secrétariat d'Etat à L'Environnement, La Maison de Valérie, Artus et Centre Omithologique Rhône-Alpes.
- FOREST SERVICE, NATIONAL PARK SERVICE, INTERAGENCY GRIZZLY BEAR STUDY TEAM AND IDAHO FISH & GAME DEPARTAMENT (1985): *Cumulative Effects Model for grizzly bear management in the Yellowstone ecosystem*.
- LEFRANC, M. N.; MOSS, M. B.; PATNODE, K. A., y SUGG, W. C. (1987): *Grizzly bear compendium*, Fish and Wildlife Service, Missoula, Mont.
- MARQUINEZ, J.; GARCIA-MANTECA, P., y FELICISIMO, A. M. (1991): «Metodología para una cartografía básica ambiental en zonas no urbanas», *Second International Congress on Regional Planing*, Valencia, pp. 1941-1946.
- MEALEY, S. P. (1986): «Method for determining grizzly bear habitat quality and estimating consequences of impacts on grizzly habitat quality», en *Interagency Grizzly Bear. Guidelines*, pp. 73-91.
- NAVES, J., y PALOMERO, G. (1989a): *Cartografía de zonas de refugio del Corredor de Leitariegos (Cangas del Narcea, Asturias)*, ICONA, Madrid. Inédito.
- NAVES, J., y PALOMERO, G. (1989b): «Características ambientales y tipología de las oseras ambientales en Asturias», *Acta Biol. Mont., Série Doc. de Travail* (2): 15-22.
- SCHOEN, J.(1990): «Bear habitat management: a review and future perspectiva», *Int. Conf. Bear. Res. and Manage.*, 8: 143-154.

USDA FOREST SERVICE, IDAHO DEPARTMENT OF FISH AND GAME, WASHINGTON DEPARTMENT WILDLIFE, USDI FISH AND WILDLIFE SERVICE AND MONTANA DEPARTEMENT OF FISH WILDLIFE AND PARKS (1988): *Acumulative effects analisis process for the Selkirk/Cabinety- Yaak grizzly bear ecosystems.*

WINN, D., y BARBER, K. (1986): «Cartographic modeling: a method of acumulative effects appraisal», en G. Contreras and K. Evans, (ed.), *Proceedings- Grizzly bear habitat symposium*, pp. 247-252, U.S. Dep. Agric. For. Serv. Intermountain Res. Stn., Ogden, Utah, Gen. Tech. Rep. INT-207.

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