

COMARCALIZACIÓN CINEGÉTICA A ESCALA REGIONAL: LA EXPERIENCIA PILOTO DE ANDALUCÍA (SUR DE ESPAÑA)

JUAN MARIO VARGAS¹, MIGUEL ANGEL FARFÁN²
Y JOSÉ CARLOS GUERRERO³

RESUMEN

El presente trabajo tiene como finalidad el desarrollo de un método objetivo para la identificación y caracterización de comarcas cinegéticas a nivel regional (Comunidades Autónomas), tomando como marco de referencia Andalucía (sur de España). Una comarca cinegética es un territorio de extensión variable, ambientalmente homogéneo, que alberga una fauna típica cuyas densidades se inscriben dentro de unos márgenes definidos, con una vegetación natural, unos usos del suelo y unas características socioeconómicas y culturales singulares y, a su vez, distintos de otras comarcas vecinas. Partiendo de 2 variables espaciales (longitud y latitud), 36 variables ambientales (climáticas, topográficas y litológicas) y los 771 municipios andaluces como unidades operativas de trabajo, se ha procedido a identificar las unidades ambientales existentes en Andalucía, mediante la prueba «K means jerarquizado» que permite establecer *a priori* el número de agrupaciones que se desea obtener (30-35). A continuación se han caracterizado desde el punto de vista cinegético los municipios andaluces, utilizando para ello los rendimientos específicos de captura por superficie de las 32 especies consideradas y el número de especies dominantes, como paso previo a la caracterización cinegética mediante regresiones logísticas de las unidades ambientales previamente identificadas (30-35), lo que ha permitido en un paso posterior determinar que el mejor modelo resultante, es decir, la agrupación de municipios que mejor se caracteriza en términos cinegéticos entre las seis posibles candidatas, corresponde al de 32 comarcas. Finalmente se ha procedido a establecer las tasas de extracción y las especies que constituyen el principal aprovechamiento en el modelo comarcal obtenido, mediante el cálculo de los rendimientos medios de captura por comarca cinegética y especie y la determinación de su amplitud cinegética (número e identidad de las especies preferentes y representativas de cada comarca).

Palabras clave: amplitud cinegética, caza menor, caza mayor, comarca cinegética, diversidad cinegética, dominancia cinegética, memoria anual de caza, regresión logística, rendimiento cinegético.

¹ Departamento de Biología Animal, Facultad de Ciencias, Universidad de Málaga, Correo electrónico: jmvy@uma.es

² Departamento de Biología Animal, Facultad de Ciencias, Universidad de Málaga, Correo electrónico: mafanfanguilar@hotmail.com

³ Departamento de Biología Animal, Facultad de Ciencias, Universidad de Málaga, Correo electrónico: jcgantunez@gmail.com

Recibido: 22/08/2006.

Aceptado: 28/10/2006.

SUMMARY

The objective of this study is to develop a method to identify and characterize game regions to a regional scale (Autonomous Regions) using as reference Andalusia (South of Spain). A game region is a territory of variable size, environmentally homogeneous, with a characteristic game species whose densities are included in defined margin. Also, the game region has a singular natural vegetation, land uses and socioeconomic and cultural characteristics, and, in turn, different to others nearby game regions. We used two spatial variables (longitude and latitude), 36 environmental variables (climatic, orographic and lithological) and the 771 Andalusian municipalities to identify the environmental units of Andalusia through a K means-test, which allowed us to determine *a priori* the number of regions (30 – 35). We realised the game harvest characterisation of the environmental units by means of binary logistic regression and we used for them two game variables: the hunting yield (RS) and the game dominance (DC). The best regionalisation is constituted by 32 game regions. Finally, we calculated the mean values of the hunting yields (RM_{CC}) and the game amplitude (AC) in each game region for the most emblematic small and big game species in Andalusia.

Key words: Annual hunting report, big game, game amplitude, game diversity, game dominance, game region, hunting yield, logistic regression, small game.

INTRODUCCIÓN

La ordenación racional de la caza es necesaria para garantizar la supervivencia de las especies cinegéticas y del resto de la fauna catalogada (COVISA 1998). El concepto de ordenación es complejo y se apoya en una serie de pilares de distinta naturaleza que corresponsabiliza a distintos estamentos y colectivos (VARGAS 2002a), además de implicar a los propios cazadores en las labores básicas de gestión.

El coto de caza constituye la unidad territorial de gestión cinegética, mediante un Plan Técnico de Caza (PTC) avalado por un técnico competente (LUCIO 1996). Sin embargo, al cabo de 15 años de experiencia, existen justificadas dudas acerca de la utilidad práctica de los PTC. Los cazadores consideran que incrementan los costes, limitan las actuaciones en los acotados y su cumplimiento no les aporta beneficios administrativos. Por ello, muchos de ellos se complimentan con la única finalidad de satisfacer los requisitos legales, dando lugar a estimas poblacionales mal calculadas o adecuadas artificialmente a cifras consideradas *a priori* razonables. Las consecuencias pueden ser el establecimiento de cupos incorrectos, la sobreexplotación y el agotamiento final

de los recursos cinegéticos silvestres (SÁENZ DE BURUAGA & LUCIO 1989).

Hasta ahora, la falta de tiempo, medios y personal han imposibilitado que las Administraciones verifiquen el contenido, la ejecución y el cumplimiento de buena parte de los PTC (VARGAS *et al.* 2004). Por ejemplo, en el año 2001 había en la Comunidad Autónoma de Andalucía más de 6.000 cotos que tenían vigente su correspondiente PTC (JUNTA DE ANDALUCÍA 2001). Ello implica que cada provincia genera una copiosa información, que oscila entre los 350 PTC de Almería y los 1.300 de Córdoba, así como las correspondientes Memorias Anuales de Caza (MAC) que multiplican por quince estas cifras.

En ausencia de directrices globales, los PTC atomizan la gestión de la caza, incluso estando bien cumplimentados y ejecutados. Un coto bien gestionado sufre los efectos negativos de repoblaciones mal planificadas y la falta de control de predadores generalistas en los cotos colindantes, así como se ve privado de recolonizaciones naturales en períodos de escasez, cuando en las fincas vecinas existe una alta presión cinegética o el deterioro de los hábitats es intenso. Estos inconvenientes son muy patentes en los cotos pertenecientes a una

misma comarca natural y afectan, sobre todo, a los de pequeña superficie. La gestión sería mucho más fructífera y rentable si se llevara a cabo en todo el territorio de forma coordinada (re poblaciones, control de predadores, establecimiento de reservas compartidas, tratamientos sanitarios...), una vez identificados los problemas globales que afectan a la fauna del entorno (VARGAS & DUARTE 2002). Esto no significa renunciar a la gestión individual de los cotos, sino aunar esfuerzos en áreas homogéneas afectadas por la misma problemática, en función de las características de la zona. En este planteamiento se sustenta el concepto de comarcalización cinegética (LUCIO 1991).

Una comarca cinegética es un territorio de extensión variable, ambientalmente homogéneo, que alberga una fauna típica cuyas densidades se inscriben dentro de unos márgenes definidos. Adicionalmente se requiere que posea una vegetación natural, unos usos del suelo y unas características socioeconómicas y culturales singulares y, a su vez, distintos de otras comarcas vecinas (VARGAS 2002b). Homogeneidad ambiental no implica necesariamente monotonía paisajística, sino la existencia de gradientes ambientales discretos que condicionan una fauna, una flora y unos usos del suelo característicos, actuando el relieve como elemento diversificador (MAILLARD *et al.* 1999). Cada comarca cinegética constituye una unidad coherente de gestión, en la cual se puede y se debe establecer un patrón común de principios rectores y actuaciones para llevar a cabo una ordenación integrada de la caza (VARGAS 1997).

Un modelo comarcal definido con criterios objetivos permite adecuar la gestión administrativa de la caza a la potencialidad cinegética y problemática de cada entidad geográfica natural de las Comunidades Autónomas, en lugar de utilizar como marco de referencia las divisiones provinciales. Su finalidad es optimizar los esfuerzos gestores y adecuarlos a la realidad de cada comarca, mediante el establecimiento de directrices básicas (Planes de Ordenación Comarcal) que orienten al gestor local y faciliten la cumplimentación de los PTC de los acotados (LUCIO 1996; VARGAS & DUARTE 2002).

El primer texto legal que contemplaba actuaciones comarcales fue el Reglamento de la Ley de Caza de 1970, atribuyendo al Ministerio de Agricultura la potestad de exigir a los titulares de cotos de caza mayor que constituyeran una unidad bioecológica la confección de un plan conjunto de aprovechamiento cinegético. Al cabo de varias décadas, algunas normativas autonómicas han incorporado en su articulado referencias explícitas a modelos comarcales. El Reglamento de Ordenación de la Caza en Andalucía (2001) preveía que los titulares de cotos de caza colindantes solicitasen la integración de sus PTC en un Plan Integrado, con objeto de gestionar bajo criterios comunes hábitats homogéneos. Dicha iniciativa se ha incorporado a la reciente Ley 8/2003 de la Flora y la Fauna Silvestres.

La primera Comunidad Autónoma que ha llevado a la práctica el modelo comarcal para gestionar la caza ha sido Navarra (JUNTA DE NAVARRA 2000), tras reconocer en su territorio la existencia de 14 comarcas cinegéticas. No obstante, un ensayo local había sido ya realizado en 1989 por el IARA en Andalucía al crear la comarca de ordenación cinegética Sierra de Huelva, cuyos límites fueron ampliados por el mismo organismo en 1992. Más recientemente, la JUNTA DE ANDALUCÍA (1999a) realizó un nuevo ensayo de comarcalización cinegética en la Sierra de Huétor (Granada). Fuera del ámbito andaluz, LUCIO (2000) elaboró un modelo de ordenación de la caza en Cantabria basado en directrices comarcales y, ese mismo año, La Rioja, adoptó el modelo comarcal para facilitar la ordenación y gestión de la caza menor (GOBIERNO DE LA RIOJA 2003). Asimismo, la comarcalización cinegética está contemplada en el Plan Estratégico de caza de Cataluña y Andalucía y se encuentra en diferentes fases de desarrollo en Aragón, Castilla-La Mancha, Extremadura y Castilla y León.

El presente trabajo es el fruto de un ensayo de comarcalización cinegética de Andalucía basado en criterios objetivos, tomando como referencia metodológica una experiencia preliminar realizada por FARFÁN (2002) en la

provincia de Granada. Los objetivos marcados han sido los siguientes:

1. La caracterización cinegética de las unidades ambientales de Andalucía, poniendo a prueba varios modelos alternativos.
2. La elección objetiva del mejor modelo de comarcalización cinegética entre los posibles candidatos.
3. La determinación de la tasa específica media de extracción cinegética por comarca y la identificación de las especies que constituyen su principal aprovechamiento.

METODOLOGÍA

Área de estudio

El presente estudio se ha llevado a cabo en la Comunidad Autónoma de Andalucía, la cual abarca una superficie de 87.268 km² y constituye una región de elevada heterogeneidad orográfica. De norte a sur se reconocen cuatro grupos orográficos diferentes con una distribución latitudinal: Sierra Morena, constituida principalmente por zonas boscosas, el valle del Guadalquivir ocupado fundamentalmente por cultivos herbáceos y las cordilleras Subbéticas y Penibéticas con una elevada altitud media, alcanzando 3.479 m en Sierra Nevada (la máxima altitud de la Península Ibérica).

De la misma forma, el clima, el cual está estrechamente relacionado a las características orográficas, es muy diverso. De acuerdo con RIVAS-MARTÍNEZ (1987), en Andalucía están presentes los cinco pisos bioclimáticos existentes en la región corológica Mediterránea.

Periodo de estudio

Anualmente, la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía recibe de los titulares de los acotados las Memorias Anuales de Caza (MAC) donde aparece recogido el número de individuos capturados de

cada especie cinegética. Para la realización del presente estudio, se ha utilizado la información contenida en las MAC existentes durante el periodo de tiempo comprendido entre los años 1994 y 2002.

Especies cinegéticas consideradas en el estudio

En el presente estudio se han considerado 32 especies cinegéticas (taxones en sentido estricto) (tabla 1), de las 41 incluidas en el Reglamento de Ordenación de la Caza en Andalucía (2001).

Las cuatro especies del género *Turdus*, por un lado, y las dos especies del género *Sturnus*, por otro, han sido analizadas conjuntamente al no disponer de datos individualizados de sus capturas.

La paloma bravía (*Columba livia*) y la paloma zurita (*Columba oenas*) no han sido incluidas en el presente estudio porque los datos de capturas contenidos en las MAC no son fiables. El faisán (*Phasianus colchicus*), el colín de Virginia (*Colinus virginianus*) y el colín de California (*Callipepla californica*) tampoco han sido considerados porque son especies de escasa relevancia dentro del panorama cinegético andaluz.

Criterios objetivos para el reconocimiento de comarcas cinegéticas

1. Identificación de unidades ambientales.

Para identificar las unidades naturales existentes en el área de estudio, es decir, los conjuntos de municipios con características ambientales similares entre sí y diferentes a las del resto de los municipios, se seleccionaron dos variables espaciales (longitud y latitud) y 78 variables ambientales (climáticas, topográficas y litológicas) (tabla 2) y se utilizaron los 771 municipios andaluces como unidades operativas de trabajo. La variable altitud (A) ha sido facilitada como capa digital por el «Land Processes Distributed Active Archive», localizado en el

US Geological Survey's EROS Data Center (<http://LPDAAC.usgs.gov>). La pendiente (P) ha sido calculada a partir de la altitud usando el comando SLOPE del Sistema de Información Geográfica Idrisi32 (EASTMAN 2004). Las variables climáticas (desde HRE hasta E en la tabla 2) han sido digitalizadas usando CartaLinx 1.2 y procesadas usando Idrisi32 (para una explicación más detallada acerca de los métodos de digitalización ver BARBOSA *et al.* 2003).

Mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov se comprobó la normalidad de cada variable, seleccionándose tan sólo las que presentaban una distribución normal (n = 38). Con estas 38 variables ambientales se realizó un Análisis de Componentes Principales (ACP) para detectar los ejes de variación ambiental de Andalucía. Para obtener un número determinado de unidades ambientales (agrupaciones de municipios contiguos con características ambientales similares), se utilizaron las coordenadas de cada municipio en el nuevo espacio generado por los ejes principales con autovalores mayores de 1, la latitud y la longitud. Dicha agrupación se realizó por medio de la prueba «K means jerarquizado» (SPSS 2003). Dado que esta prueba permite establecer *a priori* el número de agrupaciones que se desea obtener, los municipios se agruparon teniendo en cuenta

que el número de unidades ambientales resultantes no excediera de 35 ni bajara de 30, lo que equivale a una media de cuatro unidades ambientales por provincia.

2. Caracterización cinegética de los municipios

Las variables utilizadas para caracterizar en términos cinegéticos los 771 municipios andaluces han sido las siguientes:

1. Rendimientos específicos de captura por superficie (individuos/100 hectáreas) (RS).

Es la suma de la media de individuos cazados en las nueve temporadas cinegéticas (1994-2002) en los cotos de un municipio, dividido por la superficie total de los cotos de dicho municipio. Esto da lugar a la aparición de 32 valores para cada municipio, teniendo en cuenta que se han considerado 32 especies cinegéticas diferentes.

$$RS = \frac{\sum \text{media ejemplares cazados en el municipio}}{\sum \text{superficie de los cotos del municipio}} \times 100 \quad (1)$$

La fórmula (1) se multiplica por cien para relativizar a 100 hectáreas de terreno acotado el resultado obtenido en cada municipio.

Caza menor	Caza mayor	
Conejo (<i>Oryctolagus cuniculus</i>)	Ánade rabudo (<i>Anas acuta</i>)	Cabra montés (<i>Capra pyrenaica</i>)
Liebre ibérica (<i>Lepus granatensis</i>)	Ánade friso (<i>Anas strepera</i>)	Ciervo (<i>Cervus elaphus</i>)
Zorro (<i>Vulpes vulpes</i>)	Ánade silbón (<i>Anas penelope</i>)	Corzo (<i>Capreolus capreolus</i>)
Perdiz roja (<i>Alectoris rufa</i>)	Pato cuchara (<i>Anas clypeata</i>)	Jabalí (<i>Sus scrofa</i>)
Becada (<i>Scolopax rusticola</i>)	Cerceta común (<i>Anas crecca</i>)	Gamo (<i>Dama dama</i>)
Codorniz (<i>Coturnix coturnix</i>)	Pato colorado (<i>Netta rufina</i>)	Muflón (<i>Ovis gmelini</i>)
Tórtola común (<i>Streptopelia turtur</i>)	Porrón común (<i>Aythya ferina</i>)	Arruí (<i>Ammotragus lervia</i>)
Paloma torcaz (<i>Columba palumbus</i>)	Focha común (<i>Fulica atra</i>)	
Estornino negro (<i>Sturnus unicolor</i>)	Ánsar común (<i>Anser anser</i>)	
Estornino pinto (<i>Sturnus vulgaris</i>)	Agachadiza común (<i>Gallinago gallinago</i>)	
Zorzal común (<i>Turdus philomelos</i>)	Avefría (<i>Vanellus vanellus</i>)	
Zorzal real (<i>Turdus pilaris</i>)	Urraca (<i>Pica pica</i>)	
Zorzal alirrojo (<i>Turdus iliacus</i>)	Grajilla (<i>Corvus monedula</i>)	
Zorzal charlo (<i>Turdus viscivorus</i>)	Corneja negra (<i>Corvus corone</i>)	
Ánade real (<i>Anas platyrhynchos</i>)		

Tabla 1 - Especies cinegéticas incluidas en el presente estudio. Las cuatro especies del género *Turdus* y las dos especies del género *Sturnus* han sido analizadas conjuntamente al carecer de datos individualizados de captura.

Table 1 - Game species considered in the present study. The four species of the genus *Turdus* and the two species of the genus *Sturnus* have been analysed together because there are not individual dates of capture of them.

Código		VARIABLES AMBIENTALES
A	Altitud (m)*⁽¹⁾ (máxima y rango)	
HRE	Humedad relativa media en Enero a las 7:00 h (%)* ⁽²⁾	
HRJ	Humedad relativa media en Julio a las 7:00 h (%)* ⁽²⁾	
RH	Rango anual de humedad relativa (%) (= HRE – HRJ)*	
I	Insolación media anual (horas/año)*⁽²⁾ (rango)	
R	Radiación solar global media anual (Kwh/m²/día)*⁽²⁾ (mínima, máxima y rango)	
TEN	Temperatura media de Enero (°C)*⁽²⁾ (mínima, máxima y media)	
TJU	Temperatura media de Julio (°C)*⁽²⁾ (mínima, máxima, media y rango)	
T	Temperatura media anual (°C)*⁽²⁾ (mínima, máxima, media y rango)	
RT	Rango anual de temperatura (°C) (= TJU – TEN)* (mínima, máxima, media y rango)	
DH	Número medio anual de días de helada (Temperatura mínima = 0 °C)*⁽²⁾ (mínima y media)	
PM	Precipitación media anual (mm)*⁽²⁾ (mínima, máxima y media)	
ETP	Evapotranspiración potencial media anual (mm)*⁽²⁾ (mínima, máxima y media)	
IP	Irregularidad pluviométrica*⁽³⁾ (mínima, máxima, media y rango)	
E	Escorrentía media anual (mm) (= PM – Evapotranspiración real media anual)*	
P	Pendiente (%) (Obtenida mediante Idrisi32 a partir de la altitud)* (máxima, media y rango)	
RS	Rocas sedimentarias (% superficie) ⁽⁴⁾	
RM	Rocas metamórficas (% superficie) ⁽⁴⁾	
RI	Rocas intrusivas (% superficie) ⁽⁴⁾	
RV	Rocas volcánicas (% superficie) ⁽⁴⁾	
P(<3)	Pendiente inferior al 3% (% superficie) ⁽⁴⁾	
P(3-7)	Pendiente entre el 3 y el 7% (% superficie) ⁽⁴⁾	
P(7-15)	Pendiente entre el 7 y el 15% (% superficie) ⁽⁴⁾	
P(15-30)	Pendiente entre el 15 y el 30% (% superficie) ⁽⁴⁾	
P(30-45)	Pendiente entre el 30 y el 45% (% superficie) ⁽⁴⁾	
P(>45)	Pendiente superior al 45% (% superficie) ⁽⁴⁾	
EB	Erosión baja (% superficie) ⁽⁴⁾	
EM	Erosión media (% superficie) ⁽⁴⁾	
EE	Erosión elevada (% superficie) ⁽⁴⁾	
EME	Erosión muy elevada (% superficie) ⁽⁴⁾	
		VARIABLES ESPACIALES
LA	Latitud media (°N)⁽⁴⁾	
LO	Longitud media (°W)⁽⁴⁾	

Tabla 2 - Lista de variables ambientales (climáticas, orográficas y litológicas) y espaciales disponibles para cada municipio de Andalucía con sus respectivas fuentes bibliográficas. Para las variables marcadas con asterisco se ha calculado, haciendo uso del Sistema de Información Geográfica Idrisi32, el valor máximo, el mínimo, la media y el rango (valor máximo – valor mínimo). En negrita se reseñan las 38 variables con distribución normal que han sido utilizadas para realizar la identificación de unidades ambientales.

Table 2 - Environmental (climatic, orographic and lithological) and spatial variables available for each municipality of Andalusia with their respective references font. We calculated to variables marked with asterisk the minimum value, maximum, mean and range for each municipality trough GIS Idrisi32. In bold type we marked the 38 variables with normal distribution used in the identification of the environmental units.

Fuentes: ⁽¹⁾ U. S. Geological Survey; ⁽²⁾ Font (1983); ⁽³⁾ Montero de Burgos y González-Rebollar (1974); ⁽⁴⁾ SIMA (1996).

Las capturas realizadas en los cotos que pertenecen a más de un municipio se han distribuido proporcionalmente entre la superficie que abarca el coto en cada uno de esos municipios.

aprovechamiento cinegético en función de sus rendimientos de captura (VARGAS *et al.* 2004). Se calcula mediante la siguiente expresión:

$$DC = e^{H'}$$

2. Dominancia cinegética (DC)

La DC de un municipio representa el número de especies que constituye su principal

donde *e* es la base de los logaritmos neperianos y *H'* representa el índice de diversidad cinegética, el cual ha sido calculado a través

del índice de diversidad de Shannon (MARGALEF 1980):

$$H' = - \sum p_i \times \log p_i \quad p_i = n_i/N$$

donde n_i representa el rendimiento de captura por superficie de cada una de las especies cazadas y N la suma de los rendimientos por superficie de dichas especies para cada municipio.

La identificación cualitativa de las n especies que entran a formar parte de DC en cada municipio se ha realizado seleccionando las n especies que presentan mayor RS, en función del valor de DC obtenido. Esto da lugar a la existencia de 32 valores específicos por municipio, al asignarle valor (1) a las especies dominantes y (0) a las que no lo son.

3. Caracterización cinegética de las unidades ambientales

La caracterización cinegética de las unidades ambientales se ha llevado a cabo mediante regresiones logísticas binarias. La probabilidad de que un municipio (polígono) pertenezca a una unidad ambiental determinada, en función de sus características cinegéticas, se obtiene a partir de la siguiente ecuación logística:

$$p = e^y / (1+e^y)$$

donde e es la base de los logaritmos neperianos e y es una función llamada predictor lineal como la que sigue:

$$y = a + bx_1 + cx_2 + \dots + zx_n$$

donde x_1, x_2, \dots, x_n , es una selección de las variables cinegéticas utilizadas. La primera variable que entra en la ecuación es la que explica la mayor variación de los datos. La segunda variable es la que explica la mayor variación una vez que la primera variable se hace estadísticamente constante, y así sucesivamente (LAWLESS & SINGHAL 1978; 1987). De este modo, el orden de aparición de cada variable en el modelo secuencial es

esencial para interpretar el predictor lineal, ya que cada nueva variable complementa el efecto de las que ya están incluidas en el modelo.

Las regresiones logísticas binarias se han realizado enfrentando la presencia (1) o ausencia (0) de los municipios (polígonos), en cada una de las unidades ambientales obtenidas (30 – 35), a los 32 valores de RS de cada municipio y a los 32 valores que identifican si cada una de las especies consideradas entra (1) o no (0) a formar parte del valor de DC de dichos municipios.

4. Elección del mejor modelo de comarcalización cinegética

Se ha asumido que la comarcalización cinegética más idónea corresponde a la agrupación de municipios (unidades ambientales) que mejor se caracteriza desde el punto de vista cinegético.

Los criterios establecidos para determinar el número definitivo de comarcas cinegéticas en la Comunidad Autónoma de Andalucía, a partir de los seis modelos de comarcalización cinegética propuestos, han sido los siguientes (VARGAS & FARFÁN 2002):

- La posibilidad de caracterizar cinegéticamente todas las unidades ambientales.
- La correcta clasificación del mayor número posible de municipios en la correspondiente comarca cinegética.
- La comprobación de que los municipios de una unidad ambiental que no se caracteriza cinegéticamente tienden a pertenecer a otras comarcas cinegéticas ya existentes.
- La posibilidad de que dos comarcas afines se caractericen mejor juntas que separadas, en el caso de que los municipios bien clasificados en la comarca A tiendan a asociarse con los de la comarca B y a la inversa.

La reubicación de los municipios que no mantienen contacto geográfico con la comarca cinegética a la que pertenecen se ha realizado teniendo en cuenta los siguientes criterios:

a) La comprobación de que los municipios puedan ser asignados a otras comarcas cinegéticas ya establecidas.

b) El análisis de la probabilidad de pertenencia de un municipio concreto a una determinada comarca cinegética. Dicha probabilidad de pertenencia se ha calculado a partir de la siguiente expresión:

$$P = \frac{e^{y_{\text{def}}}}{1 + e^{y_{\text{def}}}}$$

donde P es la probabilidad de pertenencia, e es la base de los logaritmos neperianos. El elemento «y_{def}» procede a su vez de la expresión:

$$Y_{\text{definitivo}} = Y_1 - \ln \frac{\text{Número de municipios (polígonos) presentes en la comarca}}{\text{Número de municipios (polígonos) totales}}$$

Por último, Y₁ se calcula como:

$$Y_1 = \text{Var}_1 \times B_1 + \text{Var}_2 \times B_2 + \dots + \text{Var}_n \times B_n + \text{Constante}$$

donde Var₁, Var₂,...Var_n son las variables que han entrado en la ecuación tras la realización de la regresión logística binaria de la comarca en la que se está determinando la probabilidad de pertenencia del municipio problema y B₁, B₂,...B_n son los coeficientes por los que se multiplican las variables incluidas en dicha ecuación.

c) Contigüidad espacial. Este criterio admite dos posibles valores alternativos, 1 cuando el municipio linda físicamente con la comarca cinegética a la que se intenta reubicar y 0 en caso contrario.

5. Determinación de las tasas de extracción y de las especies que constituyen el principal aprovechamiento de las comarcas cinegéticas obtenidas

Con objeto de determinar la tasa específica media de extracción cinegética por comarca e identificar las especies que constituyen su principal aprovechamiento, se ha procedido a caracterizar el modelo comarcal resultante mediante dos nuevas variables:

a) *Rendimientos medios de captura por comarca cinegética y especie (RM_{CC})*

El rendimiento específico medio de captura en las comarcas cinegéticas de Andalucía, expresado en número de individuos cazados/100 hectáreas de terreno acotado, se ha calculado a partir de la siguiente expresión matemática:

$$RM_{CC} = \frac{\Sigma \text{RM Municipios de la Comarca}}{\text{Número total de Municipios de la Comarca}}$$

Adicionalmente se ha calculado para cada especie la media y la desviación típica de su rendimiento cinegético en Andalucía, tomando como referencia para el citado cálculo los valores obtenidos a nivel de cada una de las comarcas cinegéticas.

b) *Amplitud cinegética (AC)*. La AC de una comarca representa el número de especies que constituye el aprovechamiento más frecuente de sus cotos. La utilidad de esta variable es conocer, además, sobre qué especies se centra la actividad cinegética en la comarca, independientemente de sus rendimientos. El valor de la amplitud cinegética se expresa mediante un número entero seguido de un decimal (3,7 por ejemplo), indicando la primera cifra (3) el número de especies preferentes (cazadas en más del 80% de los cotos de la comarca) y la segunda (7) el número de especies representativas (cazadas en más del 50% de los cotos de la comarca pero sin llegar a ser preferentes).

RESULTADOS

A partir del análisis de las 38 variables ambientales con distribución normal y de los criterios establecidos para identificar las comarcas cinegéticas en Andalucía, aplicados individualmente a los seis modelos ambientales obtenidos, se ha comprobado que el mejor modelo comarcal resultante, desde el punto de vista cinegético, ha sido el constituido por 32 comarcas (figura 1). De hecho, es el único modelo que ha permitido caracterizar en términos cinegéticos todas las unidades ambientales. Sólo cinco municipios han sido incorrectamente clasificados si bien pudieron asignarse a otras comarcas con una alta probabilidad de pertenencia en todos los casos, cumpliendo las 32 comarcas resultantes el criterio de contigüidad espacial entre sus municipios. Las características cinegéticas propias de cada una de las comarcas cinegéticas, establecidas a partir de los valores de RS y DC, se detallan en el anexo I. Procede aclarar que los rendimientos por superficie (RS) reflejan lo que sucede a nivel regional. En consecuencia, los valores altos y bajos de RS indican que la comarca es una de las zonas más o menos favorable de Andalucía para la especie, respectivamente. Por el contrario, los valores específicos de dominancia cinegética (DC) tienen exclusivamente significación comarcal. Por ello, los valores altos y bajos de DC tan sólo indican que los rendimientos obtenidos para esas



Figura 1 - Comarcas cinegéticas de Andalucía.
Figure 1 - Game regions of Andalusia.

especies son superiores o inferiores, respectivamente, que para el resto de las especies cazadas en la comarca.

Dieciséis especies entran a formar parte de la DC de los municipios de la Comunidad Autónoma de Andalucía (tabla 3). No obstante, la proporción en la que dichas especies representan el principal aprovechamiento varía considerablemente entre si. Los zorzales constituyen el principal aprovechamiento cinegético en algo menos de las tres cuartas partes de los municipios de Andalucía, mientras que en los casos del conejo y la perdiz roja la proporción oscila en torno al 50 %. La liebre ibérica, la paloma torcaz y la tórtola común representan el aprovechamiento principal en aproximadamente el 10 % de los municipios de Andalucía. Para las restantes especies la proporción disminuye considerablemente, no alcanzando en ningún caso el 2 % de los municipios.

Los rendimientos medios de captura (individuos/100 ha) en las 32 comarcas cinegéticas, para las 4 especies de caza mayor y las 7 de caza

Especie	N	%
Zorzales	521	71,5
Conejo	355	48,7
Perdiz roja	346	47,5
Liebre ibérica	83	11,4
Paloma torcaz	66	9,1
Tórtola común	59	8,1
Codorniz	12	1,6
Estorninos	10	1,4
Ciervo	4	0,5
Ánsar común	3	0,4
Jabalí	3	0,4
Urraca	2	0,3
Zorro	1	0,1
Ánade real	1	0,1
Gamo	1	0,1
Muflón	1	0,1

Tabla 3 - Proporción en la que las especies cinegéticas entran a formar parte de la Dominancia Cinegética (DC) de los municipios de Andalucía. N = número de municipios.

Table 3 - Proportion in which the game species are included in de Game Dominance (DC) of the municipalities of Andalusia. N = number of municipalities.

menor más emblemáticas del panorama cinegético andaluz, aparecen recogidos en la tabla 4.

Las especies que constituyen el principal aprovechamiento de las comarcas cinegéticas de Andalucía, identificadas mediante el valor de amplitud cinegética de cada comarca (AC), comprenden 2 especies de caza mayor y 12 de caza menor. Los valores comarcales de AC, así como el carácter preferente o representativo de cada especie, aparecen recogidos en la tabla 5. Las especies que en ninguna comarca se cazan en más del 50 % del territorio acotado han sido excluidas de la tabla.

En la tabla 6 se muestra la relación existente, dentro de cada comarca cinegética, entre los rendimientos específicos de captura (individuos/100 ha) y la amplitud cinegética. Los resultados obtenidos muestran que hay 4 especies de caza mayor y 7 de caza menor que presentan rendimientos de caza superiores a la media más la desviación típica de las capturas totales realizadas en las 32 comarcas cinegéticas de Andalucía. El resto de las especies que no cumplen este requisito, aun siendo preferentes o representativas en alguna comarca, han sido excluidas de la tabla.

	Caza menor							Caza mayor			
	Conejo	Liebre ibérica	Perdiz roja	Codorniz	Tórtola común	Paloma torcaz	Zorzales	Cabra montés	Ciervo	Corzo	Jabalí
Comarca 1	9,77	3,44	3,97	1,28	6,46	12,90	24,87	0,00	3,13	0,00	1,30
Comarca 2	6,65	4,16	5,78	2,23	8,05	7,43	21,69	0,00	5,38	0,00	0,96
Comarca 3	3,68	2,75	4,35	1,40	1,97	3,96	14,06	0,10	0,97	0,00	0,69
Comarca 4	15,81	8,85	7,50	1,56	4,15	3,71	42,18	0,01	2,63	0,00	0,50
Comarca 5	11,09	1,79	2,05	0,88	5,88	32,23	12,86	0,00	6,29	0,00	1,33
Comarca 6	27,42	15,25	15,62	3,92	9,18	7,03	31,44	0,14	3,74	0,00	0,89
Comarca 7	15,84	12,35	13,67	3,11	9,43	6,78	28,82	0,00	5,44	0,00	1,38
Comarca 8	10,54	1,35	8,10	1,31	7,72	4,28	17,57	0,00	0,52	0,00	0,83
Comarca 9	46,15	2,24	12,99	1,60	9,83	13,71	61,99	0,00	4,24	0,00	1,24
Comarca 10	11,06	12,31	15,26	8,81	10,91	10,89	37,13	0,00	6,64	0,00	1,60
Comarca 11	3,09	0,80	3,14	0,61	3,95	4,56	25,17	0,00	0,76	0,00	0,74
Comarca 12	2,71	2,18	3,46	2,31	2,13	2,29	11,92	0,09	2,03	0,00	0,19
Comarca 13	37,26	20,88	27,37	4,91	11,07	3,66	31,49	0,00	1,73	0,00	2,16
Comarca 14	15,87	12,13	14,09	3,68	5,42	6,08	32,82	1,41	4,05	0,00	0,96
Comarca 15	7,16	2,68	8,61	1,87	5,25	3,43	10,62	0,00	0,04	0,00	0,69
Comarca 16	23,23	8,29	17,08	5,76	9,37	5,33	36,46	0,00	1,79	0,00	1,16
Comarca 17	27,01	10,58	19,68	1,98	5,56	3,90	43,96	0,00	0,00	0,00	0,13
Comarca 18	57,07	1,97	26,36	1,90	13,26	3,49	25,60	0,00	0,45	0,00	0,35
Comarca 19	21,81	3,71	10,74	4,55	5,48	7,49	25,98	0,18	0,32	0,00	0,55
Comarca 20	26,15	5,52	9,20	2,73	5,68	3,20	38,61	0,00	0,59	0,00	0,52
Comarca 21	40,22	14,04	27,13	5,00	10,87	3,84	39,31	0,00	12,07	0,52	0,60
Comarca 22	20,45	3,22	13,20	1,68	10,68	1,36	13,19	0,00	0,00	0,00	0,28
Comarca 23	50,07	7,75	18,18	5,26	10,84	9,62	55,18	0,16	1,47	0,00	0,41
Comarca 24	39,20	10,32	21,98	6,43	17,05	4,20	50,92	0,30	0,89	0,00	0,61
Comarca 25	4,56	1,22	10,19	1,29	3,25	2,46	12,02	0,09	0,00	0,00	0,58
Comarca 26	39,06	7,42	40,86	4,05	9,16	5,38	17,54	0,00	0,00	0,00	0,00
Comarca 27	6,14	1,49	10,18	2,13	4,44	4,12	21,13	0,09	0,01	0,00	0,27
Comarca 28	27,42	3,28	18,02	3,70	5,44	4,33	26,41	1,02	3,80	0,69	1,38
Comarca 29	10,41	1,78	10,90	2,06	3,37	1,79	33,01	0,80	0,00	0,00	0,32
Comarca 30	18,70	2,05	14,04	3,04	7,01	2,46	14,36	0,17	3,80	0,00	0,16
Comarca 31	132,66	3,74	38,42	7,21	13,45	7,63	121,17	1,35	4,80	0,55	0,70
Comarca 32	27,48	3,63	7,73	15,60	15,71	5,06	32,38	1,15	1,92	0,53	1,06

Tabla 4 - Valores medios de los rendimientos de captura RM_{CC} obtenidos para las 32 comarcas cinegéticas, expresado como individuos/100 hectáreas de terreno acotado. Tan sólo se reseñan las especies más importantes del panorama cinegético andaluz.

Table 4 - Mean values of the hunting yields RM_{CC} obtained for the 32 game regions, expressed as individuals/100 ha of game estate. Only are included the game species more representative in the Andalusian game scene.

	Conejo	Lièvre ibérica	Zorro	Perdiz roja	Becada	Codorniz común	Tórtola común	Paloma forcaz	Estorninos	Zorzales	Urraca	Grajilla	Ciervo	Jabalí	AC
Comarca 1	P	R	R	P		R	P	R						R	3,5
Comarca 2	P	P		P		P	P	R							5,1
Comarca 3	R	P	R	P	R	R	P	R		R				P	4,6
Comarca 4	R	R	R	P	R	R	R	R		R				R	2,8
Comarca 5	R	P	R	R		R	P	P		R					1,6
Comarca 6	P	R	R	P		R	P	R							6,2
Comarca 7	R	R	R	R		R	R	R						R	0,8
Comarca 8	R	R	R	P		R	R	R						R	1,7
Comarca 9	P	R	R	P		R	P	R						R	3,5
Comarca 10	R	R		P		R	R	R						R	1,4
Comarca 11	R	R	R	R		R	P	R					R	P	2,7
Comarca 12	P	P	R	P		P	P	R		R					6,3
Comarca 13	P	P	R	P	P	R	P	P							5,2
Comarca 14	P	P	R	P	R	R	P	P							6,2
Comarca 15	P	P	R	P		R	R	R		R					3,5
Comarca 16	P	P		P	R	R	P	R							4,2
Comarca 17	P	P	R	P	R	R	P	P							6,2
Comarca 18	P	P	R	P	R	R	P	P							6,2
Comarca 19	P	R	R	P	R	R	P	P	R	P					4,3
Comarca 20	P	P	R	P	R	R	P	P							6,3
Comarca 21	P	P	R	P	R	R	P	P							5,2
Comarca 22	P	P	R	P		P	R	R		R					4,5
Comarca 23	P	P	R	P	R	R	P	P		R					6,3
Comarca 24	P	P	P	P	R	R	P	P							7,1
Comarca 25	P	P	R	P		R	R	R							3,4
Comarca 26	P	P		P	R	R	R	R							3,2
Comarca 27	P	P	P	P	R	R	P	P	R	R				R	7,5
Comarca 28	P	R	R	P	R	R	R	R							4,5
Comarca 29	P	R	R	P	R	R	R	P							4,4
Comarca 30	P	P	P	P	R	P	P	P							8,2
Comarca 31	P	R	R	P		R	R	R							2,7
Comarca 32	R												R	R	0,4

Tabla 5 - Amplitud cinegética (AC) de las especies de caza mayor y menor más características de las comarcas cinegéticas andaluzas. P = especie preferente (capturada en más del 80 % del territorio comarcal acotado). R = especie representativa (capturada entre el 50-80 % de la superficie acotada). AC = valor neto de la amplitud cinegética comarcal (ver texto).

Table 5 - Game amplitude (AC) of the most characteristic big and small game species of the Andalusian game regions. P = preferential species (hunted in more than 80 % of the game region). R = representative species (hunted between 50-80 % of the game region). AC = value of the regional game amplitude (see text).

	Conejo	Liebre ibérica	Perdiz roja	Codorniz	Tórtola común	Paloma torcaz	Zorzales	Cabra montés	Ciervo	Corzo	Jabalí
Comarca 1							***				**
Comarca 2											
Comarca 3											
Comarca 4											
Comarca 5						***			*		*
Comarca 6		***									
Comarca 7		**									**
Comarca 8											
Comarca 9						***	**				
Comarca 10		**		*					*		*
Comarca 11											
Comarca 12											
Comarca 13		***	***								*
Comarca 14		***						*			
Comarca 15											
Comarca 16											
Comarca 17											
Comarca 18	***		***		***						
Comarca 19											
Comarca 20											
Comarca 21		***	***					*			
Comarca 22											
Comarca 23	***						***				
Comarca 24					***						
Comarca 25											
Comarca 26			***								
Comarca 27											
Comarca 28								*		*	*
Comarca 29											
Comarca 30											
Comarca 31	***		***	**	**		**	*			
Comarca 32				*	*			*			

Tabla 6 - Relación existente dentro de cada comarca cinegética entre los rendimientos específicos de captura RM_{CC} y la amplitud cinegética (AC). (***) = especies preferentes con rendimientos superiores a la media más la desviación típica de las capturas totales realizadas en las 32 comarcas. (**) = especies representativas con rendimientos superiores a la media más la desviación típica de las capturas totales realizadas en las 32 comarcas. (*) = especies que sin ser preferentes ni representativas presentan rendimientos superiores a la media más la desviación típica de las capturas totales realizadas en las 32 comarcas.

Table 6 - Relation in each game region between mean values of the hunting yields RM_{CC} and the game amplitude (AC). (***) = preferential species with RM_{CC} upper than mean value and standar desviation of the total captures realised in the 32 game regions. (**) = representative species with RM_{CC} upper than mean value and standar desviation of the total captures realised in the 32 game regions. (*) = Non preferential neither representative species with RM_{CC} upper than mean value and standar desviation of the total captures realised in the 32 game regions.

DISCUSIÓN

Ninguno de los instrumentos de gestión actualmente existentes ha conseguido armonizar la rentabilidad cinegética con la conservación de las poblaciones silvestres objeto de caza, evitar el impacto negativo que dicha actividad provoca directa e indirectamente en las especies catalogadas ni mejorar la calidad de los hábitats de las especies cazables. No obstante, la gestión constituye hoy día una pieza fundamental sin la cual no

se podría compatibilizar el binomio caza-conservación (LUCIO 2002). Por ello, desde hace algún tiempo, se viene esgrimiendo la necesidad de dar un nuevo enfoque a la gestión cinegética que permita mejorar la situación actual, dado que los PTC son un instrumento necesario pero no suficiente para garantizar la sustentabilidad de las poblaciones silvestres y de la propia actividad cinegética. Esta reciente tendencia está empezando a cristalizar en una nueva herramienta de gestión administrativa de la caza

que es la comarca cinegética (VARGAS & DUARTE 2002).

Andalucía es un territorio heterogéneo en términos ambientales, de usos del suelo y cinegético, de ahí que el modelo comarcal tenga como principales objetivos optimizar la gestión cooperativa e integral de las poblaciones cinegéticas y de sus hábitats, teniendo en cuenta que existen peculiaridades y problemáticas diferentes incluso dentro de cada provincia andaluza. Se trata, por tanto, de habilitar nuevos instrumentos para personalizar y agilizar la gestión de la caza, primando la unión de cotos pertenecientes a una misma comarca y fijando los objetivos prioritarios de gestión que se pretende llevar a cabo en ellos, incluidos los criterios de calidad cinegética que debe cumplir un coto que aspire a conseguir la futura certificación (VARGAS *et al.* 2005), en función de su ubicación geográfica y de la potencialidad del territorio.

La comarca cinegética como unidad administrativa de gestión puede dar mucho juego si los titulares de acotados, propietarios de fincas y cazadores asumen el principio de que la unión hace la fuerza. Cuanto más profundo sea el conocimiento de los recursos comarcales y de la problemática asociada más fácil será gestionarlos de forma racional y sustentable, siempre y cuando las Administraciones competentes sepan marcar los tiempos y el sector cinegético caminar en bloque sin perder el paso.

Existen muchas formas posibles de delimitar espacios naturales, desde el trazado a mano alzada basado en el conocimiento empírico y subjetivo del territorio hasta la elaboración de complejos mapas a partir del análisis estadístico de variables de distinta naturaleza (BUNCE *et al.* 1996; WRIGHT *et al.* 1998). De hecho, cada uno de los ensayos de comarcalización realizados hasta ahora en España han seguido una metodología propia, si bien en casi todos se ha utilizado un procedimiento numérico para dar consistencia a los resultados. Respecto al método aquí utilizado para llevar a cabo la comarcalización cinegética de Andalucía, cabe afirmar que se basa en un protocolo muy similar al des-

arrollado por PALMER (1999) para obtener una clasificación biogeográfica de los hábitats dulceacuícolas en Gran Bretaña. No obstante, aun tratándose de un procedimiento objetivo, ha sido necesario adoptar una serie de decisiones arbitrarias que se discuten a continuación.

El primer punto susceptible de conflicto ha sido la utilización de las Memorias Anuales de Caza (MAC) como fuente básica de información. Se trata de un método indirecto de muestreo que permite obtener una gran cantidad de datos homogéneos y temporalmente seriados con un ahorro evidente de medios materiales y humanos. Procede aclarar que los muestreos indirectos no son en sí mismo cuestionables y han sido reiteradamente utilizados con resultados exitosos en investigaciones cinegéticas, tanto dentro como fuera de España (TELLERÍA & SÁEZ-ROYUELA 1985; VARGAS & MUÑOZ 1996; OLESON & HE 2004, por ejemplo). En contrapartida, cabe cuestionar la exactitud y precisión de dichos datos (LANDRY 1983; BRAVO & PERIS 1998a) y, en consecuencia, su validez para este tipo de trabajos.

Ciertamente los PTC y las MAC presentan numerosas deficiencias por omisiones y errores (FARFÁN 2002), muchos de los cuales pueden ser subsanados mediante un filtraje previo de los datos. Dicha preselección ha permitido descartar del análisis todos los cotos cuyos PTC y/o MAC presentaban campos fundamentales sin rellenar o datos no fiables. Por tanto, convenientemente filtrada y utilizada en su justa medida, la información de los PTC y las MAC constituye una herramienta válida para realizar determinados análisis estadísticos, sobre todo cuando se trabaja sobre una amplia superficie geográfica, con un tamaño de muestra apreciable y una serie temporal representativa (BRAVO & PERIS 1998a y b). De hecho, en el presente caso el marco territorial ha sido de 87.268 km², se ha dispuesto de información procedente de más de 6.000 cotos (unas 32.000 MAC) y se han barajado datos procedentes de nueve temporadas consecutivas de caza.

El segundo punto sujeto a reflexión es la adopción de los municipios como unidades operati-

vas de trabajo, teniendo en cuenta que la información cinegética básica procede de las MAC de los cotos andaluces.

Se ha desestimado la utilización de los cotos como unidades operativas de trabajo por tres motivos distintos:

a) no es posible establecer los límites geográficos concretos ni conocer el valor de las distintas variables ambientales para cada uno de los cotos andaluces ya que no están digitalizados y muchos PTC carecen incluso del plano correspondiente.

b) el número de cotos y la superficie de algunos de ellos experimentan constantes cambios a lo largo del tiempo.

c) el elevado número de cotos en Andalucía dificulta la obtención de agrupaciones discretas y mapables (comarcas cinegéticas) y da lugar a mosaicos superpuestos de agrupaciones poco útiles para la gestión comarcal de la caza.

Bien es verdad que en otros ensayos de comarcalización cinegética se han utilizado los cotos como unidades operativas (LUCIO 2000; GOBIERNO DE LA RIOJA 2003) pero, en ambos casos, tan sólo se trabajó con una serie representativa y la superficie de los territorios a comarcalizar, Cantabria y La Rioja, era mucho más reducida que la de Andalucía. No obstante, el uso de municipios, o de sus equivalentes en otros países (counties en el ámbito anglosajón y communes en Francia), es una práctica generalizada a la hora de manejar la información cinegética a gran escala (MAILLARD *et al.* 1999; OLESON & HE 2004).

Por otra parte, tanto las comarcas agrarias como las de planificación de la oferta turística y deportiva, así como las declaradas zonas de peligro para los incendios forestales, están elaboradas por agregaciones de municipios, lo que implica que el uso de esta unidad operativa de trabajo es habitual en Andalucía (JURADO 1991) y permite establecer comparaciones directas entre los modelos comarcales resultantes. Los municipios tienen una ventaja

añadida frente a otro tipo de divisiones territoriales, como, por ejemplo, las cuadrículas UTM o las establecidas mediante coordenadas geográficas, puesto que cada uno de ellos está perfectamente caracterizado en términos socioeconómicos y de usos del suelo mientras que las cuadrículas no y tampoco es fácil inferir dichos valores. Además, cada coto se sabe a qué municipio/s pertenece pero hoy por hoy no es posible precisar a qué cuadrículas geográficas se adscriben muchos de ellos.

A pesar de las ventajas indudables que se derivan del uso de los municipios para establecer la comarcalización cinegética, esto no significa que el grado de precisión del modelo obtenido sea el óptimo. De hecho, los valores de las variables ambientales y cinegéticas utilizadas en los distintos análisis son valores medios asignados a cada municipio (FARFÁN *et al.* 2004). Además, hay términos municipales que no son espacialmente continuos, otros que son excesivamente grandes y poco homogéneos desde el punto de vista fisiográfico y de usos del suelo. Por tanto, en el futuro, cabe la posibilidad de que parte de los cotos de estos municipios se puedan adscribir a una comarca cinegética y el resto a otra comarca limítrofe, pero esto no será viable hasta que los cotos se encuentren digitalizados.

La utilización del método «K means jerarquizado» en lugar de otros métodos más rígidos de clasificación o de ordenación también es susceptible de debate. Aquí se ha preferido elegir un método flexible de clasificación que permite fijar *a priori* el número de agrupaciones resultantes por tres motivos distintos:

a) No existe un modelo único de comarcalización ambiental sino que depende de la escala de trabajo elegida y del nivel de exigencia que se determine para distinguir grupos de comarcas.

b) Como instrumento de gestión, el modelo comarcal resultante no debe ser excesivamente complejo ni demasiado simplista para facilitar su adopción por parte de los responsables administrativos de la gestión de la caza en Andalucía.

c) No se persigue la mejor comarcalización ambiental sino la que mejor se caracterice en términos cinegéticos.

De acuerdo con estas premisas, el «K means jerarquizado» presenta todas las ventajas y atiende las exigencias requeridas para conseguir un modelo comarcal ambiental objetivo, adecuado a las necesidades de gestión y caracterizable desde el punto de vista cinegético. Por ello, se ha adoptado como herramienta de trabajo por las indudables ventajas que reporta (PALMER 1999).

Procede aclarar que se ha desestimado utilizar *a priori* la vegetación, tanto natural como cultivada, para el establecimiento de las comarcas ambientales de Andalucía por dos motivos fundamentales (FERNÁNDEZ-ALES *et al.* 1992):

a) La vegetación natural está muy alterada por la actividad humana, de modo que el reparto de la fauna responde a la matriz vegetal que existe en lugar de la que debería existir en ausencia de manejos (vegetación potencial).

b) Los cultivos dominantes cambian con la política agraria y la demanda del mercado, por lo que constituyen descriptores inestables a la hora de establecer comarcas ambientales. De hecho, los mapas de usos del suelo están sujetos a continuas modificaciones para permanecer actualizados.

Como consecuencia de ello, los futuros cambios que experimente la vegetación (incendios, abandono de cultivos, nuevas roturaciones, cambio de especies cultivadas) no tienen por qué alterar el modelo comarcal establecido, sino que tan sólo repercutirán en la caracterización posterior de cada comarca. Según la JUNTA DE ANDALUCÍA (1999b), el cambio y la alternancia en los usos del suelo son peculiaridades de gran trascendencia dentro del ámbito regional. Así, entre 1976 y 1995 el porcentaje de tierras cultivadas se incrementó en un 8 %, la coyuntura socioeconómica ha propiciado la sustitución de unos cultivos por otros, los espacios construidos se han duplicado a lo largo de dicho período y en los treinta últimos años se quemaron en torno a 660.000 ha y se repobla-

ron alrededor de 622.000 ha (ZAMBRANA *et al.* 2002). Puesto que los cambios de usos del suelo condicionan directamente el tipo de vegetación existente (FERNÁNDEZ-ALES *et al.* 1992), se ha preferido restringir el empleo de las variables relacionadas con la vegetación para caracterizar las comarcas cinegéticas resultantes. De este modo, cualquier futura modificación que afecte a la vegetación de las comarcas no supondría una alteración de los criterios utilizados para delimitarlas y tan sólo implicaría una recharacterización del territorio.

Por un motivo similar, las variables cinegéticas también se han utilizado para caracterizar y seleccionar la mejor comarcalización ambiental pero no para discernir *a priori* directamente el número de comarcas cinegéticas existentes en Andalucía, al contrario de como se ha hecho en otras Comunidades españolas (GOBIERNO DE LA RIOJA 2003). El potencial cinegético varía con los cambios de usos del suelo y con la vegetación asociada, se ve afectado por la intensidad de la presión cinegética, por la tendencia demográfica de las poblaciones objeto de caza y, fundamentalmente en el caso de la caza mayor, por las introducciones y reintroducciones de especies de interés venatorio. Por estos motivos, es preferible restringir el uso de las variables cinegéticas para determinar qué modelo de clasificación ambiental es más idóneo desde el punto de vista cinegético, puesto que lo que se pretende es garantizar la estabilidad temporal del modelo comarcal adoptado.

APLICACIONES DE LA COMARCALIZACIÓN CINEGÉTICA

La comarcalización cinegética es ventajosa y necesaria para facilitar la gestión administrativa de la caza y aunar los esfuerzos gestores que se llevan a cabo en los cotos. Se trata, por tanto, de que las Administraciones planifiquen y consensúen la gestión que se pretende llevar a cabo en cada comarca para fomentar el aprovechamiento racional de sus recursos cinegéticos. En

esencia, lo que el modelo comarcal persigue es facilitar la gestión sustentable de la caza en Andalucía en armonía con otras actividades agrarias y usos del territorio, convirtiéndola en un factor de Desarrollo Rural (FUNGESMA 2001; VARGAS 2002a).

Precisamente por la enorme trascendencia que en el futuro va a tener la comarcalización cinegética del territorio, no solo a nivel andaluz sino del resto de las Comunidades Autónomas, es por lo que se le ha dedicado especial atención al aspecto metodológico. Un modelo comarcal intuitivamente elaborado, pero carente de un soporte analítico riguroso y de unos criterios sintéticos contrastados, puede desvirtuar la gestión comarcal de la caza, si las comarcas obtenidas no representan realidades ambientales y cinegéticas coherentes en sí mismas y distinguibles del resto.

Las aplicaciones más inmediatas que se le puede dar al esquema comarcal cinegético son las siguientes (VARGAS 2002b):

1. Optimizar la explotación de los recursos cinegéticos de cada comarca en función de su abundancia y de su demanda.
2. Coordinar campañas comarcales selectivas de control de predadores generalistas o de repoblaciones de especies cinegéticas cuando las circunstancias lo aconsejen.
3. Fomentar la agrupación comarcal de cotos con vistas al desarrollo de medidas de gestión integrada.

4. Priorizar la concesión de ayudas para el desarrollo y la gestión sostenible de recursos cinegéticos en función de las características y necesidades de cada comarca.
5. Primar la implementación de medidas de gestión ecocompatibles en los cotos pertenecientes a las comarcas de mayor potencialidad cinegética y, en su caso, implementar medidas tributarias disuasorias a los acotados que lleven a cabo una gestión deficitaria o perjudicial para los cotos vecinos.
6. Utilizar el ámbito comarcal como marco de referencia a la hora de conceder la certificación de calidad cinegética a los cotos que se distinguen por la gestión racional y ordenado aprovechamiento de la caza.
7. Controlar la calidad de la oferta cinegética para evitar posibles fraudes, sobre todo en las comarcas donde la caza se explota mayoritariamente con fines comerciales, en beneficio del propio sector, de la economía de la zona y en defensa de los derechos del cazador-consumidor.

AGRADECIMIENTOS

Nuestro más sincero agradecimiento a la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía por suministrar la información cinegética utilizada en la elaboración del presente estudio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARBOSA, A.M., REAL, R., OLIVERO, J. & VARGAS, J.M. 2003. Otter (*Lutra lutra*) distribution modeling at two resolution scales suited to conservation planning in the Iberian Peninsula. *Biological Conservation* 114: 377-387.
- BRAVO, F. & PERIS, S.J. 1998a. Los planes cinegéticos: su interés en la evaluación demográfica de la perdiz roja (*Alectoris rufa*). *Ecología* 12: 413-421.
- BRAVO, F. & PERIS, S.J. 1998b. El valor de los planes cinegéticos. *Trofeo* 120: 25-28.
- BUNCE, R.G.H., BARR, C.J., CLARKE, R.T., HOWARD, D.C. & LANE, A.M.J. 1996. Land classification for strategic ecological survey. *Journal of Environmental Management* 47: 37-60.

- COVISA, J. 1998. Ordenación Cinegética: Proyectos de Ordenación y Planes Técnicos. Cinegética y Naturaleza, Madrid: 167 pp.
- EASTMAN, J.R. 2004: Idrisi Kilimanjaro GIS, User Guide and Software. Clark Labs, Clark University, USA.
- FARFÁN, M.A. 2002. Caracterización de la caza en la provincia de Granada. Un ensayo de comarcalización cinegética. Tesis de Licenciatura, Universidad de Málaga. 404 pp.
- FARFÁN, M. A., GUERRERO, J. C., REAL, R., BARBOSA, A. M. y VARGAS, J. M. 2004. Caracterización del aprovechamiento cinegético de los mamíferos en Andalucía. *Galemys* 16: 41-59.
- FERNÁNDEZ-ALES, R., MARTÍN, A., ORTEGA, F. & ALES, E.E. 1992. Recent changes in landscape structure and function in a mediterranean region of SW Spain (1950-1984). *Landscape Ecology* 7: 3-18.
- FONT, I. 1983. Atlas climático de España. Instituto Nacional de Meteorología, Madrid. 48 pp.
- FUNGESMA. 2001. Buenas Prácticas cinegéticas. Mundiprensa, Madrid. 238 pp.
- GOBIERNO DE LA RIOJA. 2003. Ordenación cinegética y comarcalización de la caza menor en La Rioja. http://www.larioja.org/ma/montes_caza_pesca/ordenaci%C3%B3n_cinegetica.htm.
- JUNTA DE ANDALUCÍA. 1999a. Gestión de cotos públicos en el área de Sierra de Huétor (propuesta de comarcalización cinegética). Sevilla. 96 pp.
- JUNTA DE ANDALUCÍA. 1999b. Informe 1998 Medio Ambiente en Andalucía. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía. Sevilla: 136-138.
- JUNTA DE ANDALUCÍA. 2001. Informatización y procesamiento de los Planes Técnicos de Caza en Andalucía. Informe inédito. Sevilla. 182 pp.
- JUNTA DE NAVARRA. 2000. Plan estratégico de caza para Navarra (2001-2008). Navarra. 120 pp.
- JURADO, J.M. 1991. Delimitaciones comarcales en Andalucía. *Revista de Estudios Andaluces* 17: 1-38.
- LANDRY, P. 1983. Les méthodes et les données disponibles sur les statistiques relatives aux tableaux de chasse dans les pays européens. *Le Bulletin Mensuel de l'Office National de la Chasse* 70: 33-42.
- LAWLESS, J.F. & SINGHAL, K. 1978. Efficient screening of nonnormal regression models. *Biometrics* 34: 318-327.
- LAWLESS, J.F. & SINGHAL, K. 1987. ISMOD: An all-subsets regression program for generalized linear models. I. Statistical and computational background. *Computer Methods and Programs in Biomedicine* 24: 117-124.
- LUCIO, A. 1991. Ordenación y gestión en caza menor. En: A. Fuentes, I. Sánchez & L. Pajuelo (eds.). *Manual de ordenación y gestión cinegética*. pp. 219-255. IFEBA, Badajoz.
- LUCIO, A. 1996. Planes Técnicos de Caza. En: Colegio Oficial de Biólogos (eds.). *Curso de gestión y ordenación cinegética*. Colegio Oficial de Biólogos. Granada: 161-180.
- LUCIO, A. 2000. Delimitación de las comarcas cinegéticas de Cantabria. Metodología y primera propuesta de comarcalización. Dirección General de Montes y Conservación de la Naturaleza. Santander. 112 pp.
- LUCIO, A. 2002. Caza y conservación de la naturaleza. Nuevas tendencias en ordenación cinegética. En: A. Lucio & M. Sáenz de Buruaga (eds.). *Aportaciones a la gestión sostenible de la caza*. pp. 295-312. FEDENCA-EEC. Madrid.
- MAILLARD, D., ROCA, L. & MELAC, O. 1999. Première étape de la gestion départementale des sangliers: la délimitation des unités de gestion par analyse multivariée. *Le Bulletin Mensuel de l'Office National de la Chasse* 246: 4-11.
- MARGALEF, R. 1980. *Ecología*. Omega, Barcelona. 951 pp.
- MONTERO DE BURGOS, J.L. & GONZÁLEZ-REBOLLAR, J.L. 1974. Diagramas bioclimáticos. ICONA, Madrid: 45-48.

- OLESON, J.J. & HE, C.Z. 2004. Space-time modeling for the Missouri Turkey Hunting Survey. *Environmental and Ecological Statistics* 11: 85-101.
- PALMER, M.A. 1999. The application of biogeographical zonation and biodiversity assessment to the conservation of freshwater habitats in Great Britain. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 9: 179-208.
- RIVAS-MARTÍNEZ, S. 1987. Memoria del Mapa de Series de Vegetación de España. Publicaciones del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, ICONA, Madrid. 268 pp.
- SÁENZ DE BURUAGA, M. & LUCIO, A. 1989. Reflexión sobre los planes de caza. *Trofeo* 234: 20-23.
- SIMA (Sistema de Información Municipal de Andalucía). 1996. Instituto Estadístico de Andalucía (IEA). Junta de Andalucía.
- SPSS. 2003. Statistical Package for the Social Sciences. Versión 12.0.1 para Windows. Chicago, Illinois.
- TELLERÍA, J.L. & SÁENZ-ROYUELA, C. 1985. L'évolution démographique du sanglier (*Sus scrofa*) en Espagne. *Mammalia* 49: 195-202.
- U.S. GEOLOGICAL SURVEY. 1996. GTOPO30. Land Processes Distributed Archive Center, <http://edcdaac.usgs.gov/gtopo30/gtopo30.asp>
- VARGAS, J.M. 1997. Gestión de la caza en la comarca de la Axarquía (Málaga). En: P. Fernández-Llébrez (ed.) *Axarquía viva. Historia natural de la comarca. Desarrollo y Medio Ambiente*. pp. 167-190. Servicio de Publicaciones e Intercambio Científico de la Universidad de Málaga. Málaga.
- VARGAS, J.M. 2002a. Alerta cinegética. Reflexiones sobre el futuro de la caza en España. Otero, Madrid. 399 pp.
- VARGAS, J.M. 2002b. La comarcalización cinegética de Andalucía. *Medio Ambiente* 41: 32-33.
- VARGAS, J.M. & DUARTE, J. 2002. Dos modelos discrepantes de gestión de la perdiz roja en España. En: A. Lucio & M. Sáenz de Buruaga (eds.) *Aportaciones a la gestión sostenible de la caza*. pp. 101-126. FEDENCA-EEC. Madrid.
- VARGAS, J.M. & FARFÁN, M.A. 2002. La gestión comarcal de la caza. *La Tierra (Suplemento Fungesma informa)*: 3 pp.
- VARGAS, J.M. & MUÑOZ, A.R. 1996. Panorámica de la caza menor en Andalucía. En: Federación Andaluza de Caza (ed.) *La caza en Andalucía y su problemática*. pp. 1-19. Federación Andaluza de Caza, Málaga.
- VARGAS, J.M., FARFÁN, M.A., GUERRERO, J.C. & REAL, R. 2004. Caracterización de los aprovechamientos cinegéticos a escala macroespacial: un ejemplo aplicado a la provincia de Granada (sur de España). *Ecología* 18: 53-70.
- VARGAS, J.M., CARRANZA, J., LUCIO, A. & VILLAFUERTE, R. 2005. Caza certificada, un reto para el futuro. *Trofeo* 419: 48-52.
- WRIGHT, R.G., MURRAY, M.P. & MERRILL, T. 1998. Ecoregions as a level of ecological analysis. *Biological Conservation* 86: 207-213.
- ZAMBRANA, J.F., TITOS, M., FERNÁNDEZ, M., GARRUÉS, J., HEREDIA, V., HERNÁNDEZ, S., LIZÁRRAGA, C., MARTÍN, M., PAREJO, A. & PELLEJERO, C. 2002. Estadísticas del siglo XX en Andalucía. Instituto de Estadística de Andalucía. Sevilla. 976 pp.

Andalucía	Variable	Coef.	Andalucía	Variable	Coef.	
Comarca 1	Perdiz (RS)	-0,283	Comarca 11	Perdiz (RS)	-0,758	
	Jabalí (RS)	2,078		Urraca (RS)	-5,578	
	Conejo (DC)	2,589		Jabalí (RS)	1,570	
	Liebre (DC)	3,804		Arruí (RS)	25,610	
	Torcaz (DC)	3,161		Torcaz (DC)	1,489	
Comarca 2	Muflón (RS)	2,971	Zorzales (DC)	2,306		
	Tórtola (DC)	3,473	Comarca 12	Perdiz (RS)	-0,668	
Comarca 3	Liebre (RS)	0,023		Jabalí (RS)	-6,409	
	Perdiz (RS)	0,300		Perdiz (DC)	3,327	
	A. Rabudo (RS)	36,995	Codorniz (DC)	2,011		
	A. Friso (RS)	51,658	Comarca 13	Liebre (RS)	0,044	
	A. Silbón (RS)	43,551		Perdiz (RS)	0,047	
	P. Colorado (RS)	9,918		Tórtola (RS)	0,089	
	Agachadiza (RS)	38,174		Torcaz (RS)	-0,749	
	Corneja (RS)	1,225		Avefría (RS)	0,725	
	Jabalí (RS)	1,384		Urraca (RS)	-6,090	
	Perdiz (DC)	1,323		Grajilla (RS)	0,603	
Torcaz (DC)	1,184	Corneja (RS)		3,312		
Comarca 4	Torcaz (RS)	-0,344		Liebre (DC)	1,200	
	P. Cuchara (RS)	2,956		Comarca 14	Urraca (RS)	0,140
	Urraca (RS)	0,382	Comarca 15		Zorro (RS)	0,672
	Jabalí (RS)	1,750			Perdiz (RS)	-0,109
	Liebre (DC)	3,346			Zorzales (RS)	-0,054
	Zorzales (DC)	11,398			Corneja (RS)	1,477
Urraca (DC)	12,933	Cabra (RS)			-2723,503	
Comarca 5	Tórtola (RS)	-7,195		Perdiz (DC)	2,678	
	Torcaz (RS)	1,039	Comarca 16	Zorro (RS)	-3,663	
	Urraca (RS)	9,163		Becada (RS)	-1,227	
	Torcaz (AC)	86,566		Codorniz (RS)	0,102	
Comarca 6	Liebre (RS)	0,019		Torcaz (RS)	-0,124	
	Torcaz (RS)	0,101		Zorzales (RS)	0,011	
	A. Real (RS)	0,533		A. Rabudo (RS)	1,495	
	Muflón (RS)	2,400	Urraca (RS)	-3,073		
	Torcaz (DC)	-8,523	Liebre (DC)	1,339		
Comarca 7	Tórtola (RS)	0,110	Zorzales (DC)	1,160		
	Ciervo (RS)	0,677	Comarca 17	Conejo (DC)	2,470	
	Gamo (RS)	7,367		Zorzales (DC)	8,386	
	Liebre (DC)	2,603		Comarca 18	Conejo (RS)	0,028
	Perdiz (DC)	1,415			Liebre (RS)	-0,484
	Tórtola (DC)	1,541	Tórtola (RS)		0,165	
	Gamo (DC)	-19,448	Estorninos (RS)		-0,266	
Comarca 8	Jabalí (RS)	1,304	Perdiz (DC)	2,073		
	Tórtola (DC)	1,463	Comarca 19	Liebre (RS)	0,019	
Comarca 9	Torcaz (RS)	0,079		Codorniz (RS)	0,098	
	Ciervo (RS)	0,947		Tórtola (RS)	-0,194	
	Perdiz (DC)	-8,931		Focha (RS)	-8512,469	
Comarca 10	Zorro (RS)	-2,997		Urraca (RS)	0,309	
	Torcaz (RS)	0,121		Cabra (RS)	12,052	
	Jabalí (RS)	1,627		Ciervo (RS)	-30,348	
	Liebre (DC)	1,781		Conejo (DC)	1,032	
	Codorniz (DC)	3,421		Tórtola (DC)	1,760	
			Torcaz (DC)	2,400		
		Estorninos (DC)	2,227			

Andalucía	Variable	Coef.	Andalucía	Variable	Coef.	
Comarca 20	Zorro (RS)	-2,932	Comarca 28	Liebre (RS)	-0,411	
	Ánsar (RS)	4,512		Tórtola (RS)	-0,150	
	Zorzales (DC)	2,629		Torcaz (RS)	0,094	
	Ánsar (DC)	-45,715		Estorninos (RS)	0,166	
Comarca 21	Perdiz (RS)	0,045		A. Real (RS)	0,923	
	Ciervo (RS)	3,357		Urraca (RS)	-13,443	
	Jabalí (RS)	-40,763		Jabalí (RS)	-3,060	
	Perdiz (DC)	-1,463		Muflón (RS)	3,509	
Comarca 22	Torcaz (RS)	-1,106		Conejo (DC)	2,279	
	Grajilla (RS)	0,365		Estorninos (DC)	2,292	
	Corneja (RS)	3,430		Comarca 29	Liebre (RS)	-0,356
Comarca 23	Conejo (RS)	0,007			Zorro (RS)	1,504
	Zorro (RS)	-1,141	Perdiz (RS)		0,085	
	Torcaz (RS)	0,145	Codorniz (RS)		-0,303	
	Zorzales (RS)	0,011	Tórtola (RS)		-0,256	
	Focha (RS)	-5150,334	Zorzales (RS)		0,021	
	Urraca (RS)	0,514	Jabalí (RS)		-5,278	
	Grajilla (RS)	0,402	Zorro (DC)		-30,273	
	Cabra (RS)	14,049	Perdiz (DC)		1,606	
	Ciervo (RS)	-88,656	Zorzales (DC)		2,708	
	Perdiz (DC)	-0,945	Comarca 30		Liebre (RS)	-0,179
	Tórtola (DC)	-16,189			Zorro (RS)	1,640
Torcaz (DC)	-3,412	Zorzales (RS)		-0,059		
Comarca 24	Jabalí (RS)	-6,145		Conejo (DC)	1,509	
	Perdiz (DC)	-1,663		Zorro (DC)	-32,622	
Comarca 25			Codorniz (DC)	3,478		
			Comarca 31	Liebre (RS)	-2,316	
				Perdiz (RS)	3,161	
				Tórtola (RS)	-7,272	
Estorninos (RS)	5,702					
Comarca 26			A. Real (RS)	34,076		
			Cerceta (RS)	302,794		
			P. Colorado (RS)	119,135		
			Focha (RS)	-940,404		
			Cabra (RS)	192,745		
Comarca 27			Estorninos (DC)	-43,629		
			Comarca 32	Becada (RS)	177,904	
				Codorniz (RS)	27,753	
				Tórtola (RS)	-48,557	
				Urraca (RS)	-1074,467	
Corzo (RS)	1291,080					
			Conejo (DC)	864,407		
			Ciervo (DC)	697,836		
			Gamo (DC)	347,134		
			Zorzales (DC)	1,839		

Anexo I - Características cinegéticas (Rendimiento medio/ 100 ha: RS y Dominancia cinegética: DC) de las 32 comarcas establecidas en Andalucía. **Coef.:** Coeficiente de regresión.

Annexe I - Game characteristic (hunting yield/100 ha of game estate: RS and Game dominance: DC) of the 32 game regions established in Andalusia. **Coef.:** regression coefficient.