

SELECCIÓN PRIMAVERAL DE HÁBITAT DEL CORZO ANDALUZ (*CAPREOLUS CAPREOLUS*) EN UN BORDE DE SU ÁREA DE DISTRIBUCIÓN

JESÚS DUARTE^{1,2}, MIGUEL ÁNGEL FARFÁN^{1,2} Y J. MARIO VARGAS²

RESUMEN

El corzo es un cérvido de pequeño tamaño y hábitos forestales que se distribuye por casi toda la Península Ibérica. Existen dos poblaciones, la que ocupa el centro y norte peninsular y que está actualmente en expansión y la que ocupa la mitad sur y que se restringe principalmente a las sierras andaluzas de Málaga y Cádiz. En este trabajo se ha estudiado el patrón de selección primaveral de hábitat del corzo en un borde de su actual área de distribución en la provincia de Málaga, utilizándose como área de estudio un valle fluvial cercano a la Costa del Sol, una zona turística muy poblada. Los resultados muestran que el corzo usa preferentemente en el área de estudio las zonas más altas, alejadas de núcleos urbanos y de carreteras, en las que predominan los usos forestales y especialmente la vegetación de quercíneas y frondosas, a pesar que la cobertura forestal dominante es el pinar. Se comparan estos resultados con los obtenidos por otros autores en el área central de la especie en Andalucía y se discute el valor del hábitat de los pequeños valles fluviales costeros en el proceso dispersivo del corzo.

Palabras clave: Corzo, Andalucía, Málaga, hábitat, dispersión.

SUMMARY

The roe deer is a small cervid species linked to forest habitats. This species is distributed throughout most of the Iberian Peninsula, and there are two sub-populations. The northern population is currently expanding its distribution range, and the southern one is restricted to the mountains of Cadiz and Malaga (Andalusia). In this paper we present a study of the roe deer spring habitat selection pattern in the bounds of its current distribution range in Malaga. The study area was a nearby river valley to the Costa del Sol, a densely populated tourist area. Our results show that the roe deer selects high altitudes, distant from population centers and roads, where forests are the main soil uses and especially oaks are available. We compare these results with other authors' for this species in Andalusia, and discuss the value of coastal river valley habitats for the dispersal process of the roe deer.

Key words: Roe deer, Andalucía, Málaga, habitat, dispersion.

⁽¹⁾ Biogea Consultores. Calle Navarro Ledesma 243, Portal 4, 3º C, 29010 Málaga. jddbigea@gmail.com

⁽²⁾ Departamento de Biología Animal. Facultad de Ciencias. Universidad de Málaga. Campus de Teatinos, 29071 Málaga. jmv@uma.es

Recibido: 04/02/2010.

Aceptado: 07/06/2010.

INTRODUCCIÓN

El corzo (*Capreolus capreolus* L., 1758) es un cérvido forestal de pequeño tamaño con gran interés tanto ecológico como cinegético. En la Península Ibérica se ha considerado tradicionalmente la existencia de corzo europeo en la mitad norte peninsular y de un ecotipo diferente de la especie en las Sierras de Cádiz y Málaga (ARAGÓN *et al.* 1995) caracterizado por tener menor peso y envergadura, una coloración gris dominante e invariable, ausencia de babero blanco en el cuello, dimorfismo sexual más acentuado y cráneo y mandíbula más cortos y anchos como consecuencia de una adaptación a la xerofilia (SAN JOSÉ & DORADO 2007). Desde un punto de vista genético las poblaciones de corzos del norte son también significativamente diferentes de la denominada subpoblación sur, que incluye Andalucía, Extremadura, Toledo y Ciudad Real (LORENZINI *et al.* 2003; ROYO *et al.* 2007). Todo ello ha llevado a un grupo de investigadores a proponer la catalogación del corzo andaluz como la subespecie *Capreolus capreolus garganta* Meunier, 1983 (SAN JOSÉ 2007).

En la mitad norte peninsular el corzo es una especie en expansión (ACEVEDO *et al.* 2005) que ocupa incluso hábitats agrícolas, diferentes al hábitat forestal paradigma de la especie (TELLERÍA & VIRGÓS 1997). Esta expansión es un hecho también constatado en el resto de Europa (BURBAITE & CSÁNYI 2009; MILNER *et al.* 2006; WAHLSTRÖM & LIBERG 1995; WARD 2005). En Cádiz y Málaga el corzo ha ido ocupando progresivamente las zonas contiguas a los bordes de su área de distribución, sobre todo en las sierras occidentales de Málaga (DUARTE *et al.* 2008 y 2009) lo cual se interpreta como signos de un proceso de expansión de estas poblaciones (ANDERSEN *et al.* 2004). Actualmente en Andalucía existe también interés por parte de la Administración pública con esta especie y se proyecta el reforzamiento de poblaciones y la reintroducción en nuevas áreas fuera de su rango actual de distribución en la comunidad autónoma (JUNTA DE ANDALUCÍA 2009).

De cara a estos proyectos de reintroducción resulta necesario conocer los requerimientos y condicionantes ecológicos de la especie en su hábitat (SAN JOSÉ & DORADO 2007) para poder valorar la idoneidad y potencialidad del hábitat de nuevas zonas para la especie. En el norte peninsular COSTA (1992) y MARKINA (1998) han estudiado en profundidad los patrones de selección de hábitat y uso del espacio del corzo. Tradicionalmente los estudios existentes sobre el hábitat del corzo andaluz se han llevado a cabo en los núcleos centrales de su área de distribución, la sierra de Cádiz (véase ARAGÓN *et al.* 1995; DELIBES 1996 y SAN JOSÉ *et al.* 1997; y más recientemente BRAZA *et al.* 2004). Los hábitats estudiados se caracterizan principalmente por la dominancia del bosque de frondosas (especialmente el alcornoque), aunque DELIBES (1996) en las sierras de Grazalema también valoró el hábitat de coníferas (pinar y pinsapar). MATEOS-QUESADA (2005) ha mostrado como el corzo presenta sus más bajas densidades en los bosques de pinar. DELIBES (1996) apunta igualmente este aspecto y considera que se debe a la marginalidad de este tipo de bosque en el ámbito de la sierra de Cádiz. MATEOS-QUESADA (2005) relaciona las menores densidades de corzo en las zonas de pinar con la escasez de recursos tróficos en este tipo de bosques, lo que provocaría el rechazo de este hábitat en una situación de disponibilidad de masas de frondosas. En las poblaciones más norteñas de corzo también se aprecian diferencias de densidad según los tipos de hábitat forestal que ocupan (COSTA, 1992; MARKINA, 1998).

En el resto del área de distribución actual del corzo en Andalucía, sobre todo en las sierras de Málaga, los bosques de frondosas están bastante restringidos. Dejando al margen la comarca del Valle del Genal y la Dehesa de Bornoque en el Parque Natural de Sierra de las Nieves, el paisaje está dominado por las coníferas. Este hecho se acentúa conforme más próximo al borde del área de distribución de la especie, donde los hábitats ocupados están más próximos a núcleos habitados de la costa, los usos del suelo son más urbanos y el medio está, en general, más alterado. En este trabajo

se presenta una nueva contribución al estudio de la selección del hábitat del corzo con la peculiaridad de haberse llevado a cabo en primavera y en el borde de su actual área de distribución, en una sierra de Málaga donde los pinares de *Pinus pinaster* son la cobertura forestal dominante.

MATERIAL Y MÉTODOS

Área de estudio

El estudio se ha llevado a cabo en el valle del río Guadalmina (36°32'N 5°04'W), término municipal de Benahavís, cuya cuenca es el límite natural entre Sierra Bermeja (Estepona y Genalguacil) y las Sierras Palmitera y Real (Benahavís e Istán) en la provincia de Málaga. Sierra Bermeja es la prolongación hacia el sur y el oeste del valle del Genal y la Serranía de Ronda. La depresión del río Guadalmina se enmarca en un relieve importante. Al este de la zona de estudio se encuentran los picos de Sierra Palmitera (Castillejo de los Negros, 1.362 m; Alto de las Máquinas, 1.372 m y Encinetas, 1.473 m). En el flanco oeste la altitud es menor (Montemayor, 579 m; Cerro Matrona, 588 m y Cerro de la Mora, 1.015 m).

El clima es mediterráneo templado subtropical, con temperaturas medias de 11,7 °C en enero y 25 °C en Julio. La precipitación media anual varía entre 0 y 1.068 mm y las nevadas son raras (CAPEL-MOLINA 1981).

La litología dominante está basada en series peridotíticas y serpentínícolas de origen ígneo. Estas rocas determinan un carácter marcadamente ácido de los suelos y condicionan mucho el tipo de vegetación. Tan sólo se aprecian intrusiones de materiales calizos en el extremo sur (entorno de Montemayor, Cerro Matrona y el cañón de las Angosturas del Guadalmina), donde los suelos son básicos y con una litología basada en materiales carbonatados (calizas, mármoles y dolomías) que predominan sobre todo en las partes más altas del relieve. Las zonas bajas están constituidas

por una base de gneises, esquistos, filitas y cuarcitas (GÓMEZ-ZOTANO 2006).

La vegetación dominante se encuadra en la serie *Pino pinastri-Querceto cocciferae serpentínícola*, bermejense, termo y mesomediterránea del pino negral o resinero (NIETO *et al.* 1991) que se caracteriza principalmente por la dominancia del pino resinero, normalmente acompañado de coscojares y aulagares. Los pinares alcanzan coberturas medias y altas en las zonas media y alta del valle. En las zonas bajas aparece la serie *Myrto communis-Querceto suberis* termomediterránea bética del alcornoque, que presenta bosques de alcornoque acompañados de quejigos, acebuches y algarrobos. El matorral predominante es el madroñal y el brezal en las zonas más húmedas y silicícolas, y el jaral y las aromáticas en las solanas. La zona de ribera del río presenta bosques de sauces acompañados de adelfares y quejigos.

En la zona de estudio existe una importante población de rapaces reproductoras (águila real, águila perdicera, águila culebrera, águila calzada, halcón peregrino y búho real, entre otras). Entre los mamíferos destaca la presencia de la nutria y el gato montés. El ungulado más abundante es el jabalí. Está presente también la cabra montés, aunque en baja densidad y muy localizada en las zonas altas. El ciervo aparece de forma intermitente en las cabeceras de los ríos como ejemplares dispersantes provenientes de la Reserva de Cortes de la Frontera (Serranía de Ronda). No obstante, existe un núcleo muy pequeño de población (menos de 20 individuos) procedente de ejemplares escapados de fincas de caza que está asentado en el entorno de un campo de golf.

El valle del Guadalmina limita al oeste con el valle del río Guadalmanza y al este con el del río Guadaiza. Ambos están catalogados como LIC y albergan una masa forestal importante que conecta la comarca del valle del Genal y la Sierra de las Nieves, respectivamente, con la costa. El curso medio y alto del río Guadalmina está también catalogado como LIC y a su vez todo valle está incluido en el LIC de las Sierras Bermeja y Real (ES6170010).

Dentro del área de estudio se escogió al azar una superficie de 100 Km² en la que se sabía de la presencia del corzo (véase figura 1). Esta superficie se subdividió en cuadrículas de 1 Km² que se utilizaron como unidades de muestreo. Los muestreos se realizaron entre marzo y junio de 2007. Los movimientos estacionales entre hábitats y zonas con diferente topografía han sido ampliamente descritos para el corzo a lo largo de su ciclo anual (BRAZA *et al.* 1994; COSTA 1992; MARKINA, 1998). Sin embargo, se trata también de un animal muy territorial, por lo que la época más adecuada para detectarlo de forma estable en un mismo territorio es la primavera, entre la paridera y el inicio del celo, momento en el que hemos centrado este estudio. La baja detectabilidad de la especie en esta época se ha compensado con un alto esfuerzo de muestreo, intensivo y en un área de tamaño relativamente pequeño.

El área de estudio estaba situada al norte de la autopista de peaje AP-7 y a escasamente 3,5 kilómetros de la costa.

Método de muestreo

En cada unidad de muestreo se han realizado recorridos intensivos buscando rastros de corzos (huellas y excrementos) a fin de determinar la presencia o ausencia del ungulado y observaciones directas de animales. Para complementar los datos obtenidos con los censos propios se realizaron también entrevistas a la guardería y cazadores de la zona a fin de obtener citas que confirmasen los datos de presencia y evitasen sobre todo las falsas ausencias en unidades de muestreo contiguas.

Para caracterizar el hábitat se han considerado en cada unidad de muestreo variables descriptivas de tipo topográfico, humanas, de vegetación y usos de suelo (ver tabla 1). Las variables topográficas se han obtenido del mapa militar de España a escala 1:50.000. Las humanas y usos de suelo a partir de la serie de Ortografía Digital de Andalucía a escala 1:5.000. Para las variables de distancia se ha considerado el centro geográfico de cada cuadrícula y se ha

calculado la densidad de vías asfaltadas, carriles y cortafuegos como índice del grado de fragmentación del medio en cada unidad de muestreo. Para estimar la frecuencia o cobertura de los usos de suelo se ha superpuesto una retícula de 10×10 celdillas (aprox. 100 x 100 m., equivalentes a 1 hectárea cada celdilla) sobre cada unidad de muestreo. Además, para cada unidad de muestreo se ha calculado la riqueza de usos o número de usos de suelo diferentes, la diversidad y la dominancia. Para las coberturas de vegetación se realizaron itinerarios a pie en cada unidad de muestreo tomando 100 puntos al azar y anotando el tipo de vegetación existente conforme a las variables descritas en la tabla 1.

Tratamiento estadístico

El análisis de selección de hábitat ha consistido en la comparación de las unidades de muestreo con presencias y ausencias de corzo para comprobar la posible existencia de diferencias en función de la vegetación y las variables descriptivas del hábitat. Se han utilizado dos enfoques, uno univariante y otro multivariante. La aproximación univariante ha consistido en comparar las unidades de muestreo mediante la prueba no paramétrica de la U de Mann Whitney (FOWLER, J. & COHEN, L. 1992). La aproximación multivariante se ha basado en el uso de la regresión logística por pasos con entrada condicional de variables. Se ha realizado un análisis previo para detectar problemas de colinealidad entre las variables. El análisis ha consistido en realizar una matriz de correlaciones, obteniendo el valor del coeficiente de correlación *r* de Pearson para cada par de variables. A partir de este valor se han calculado el coeficiente de determinación (R^2) y los valores del Factor de Inflación de la Varianza (FIV) y Tolerancia (T). Estos tres estadísticos son los propuestos por KLEINBAUM *et al.* (2007) para medir la posible colinealidad entre variables. Estos autores consideran que valores de $R^2 > 0,9$, $FIV > 10$ y $T < 0,1$ indican colinealidad. En este estudio hemos adoptado un criterio más estricto (O'BRIEN 2007) que establece colinealidad entre pares de variables

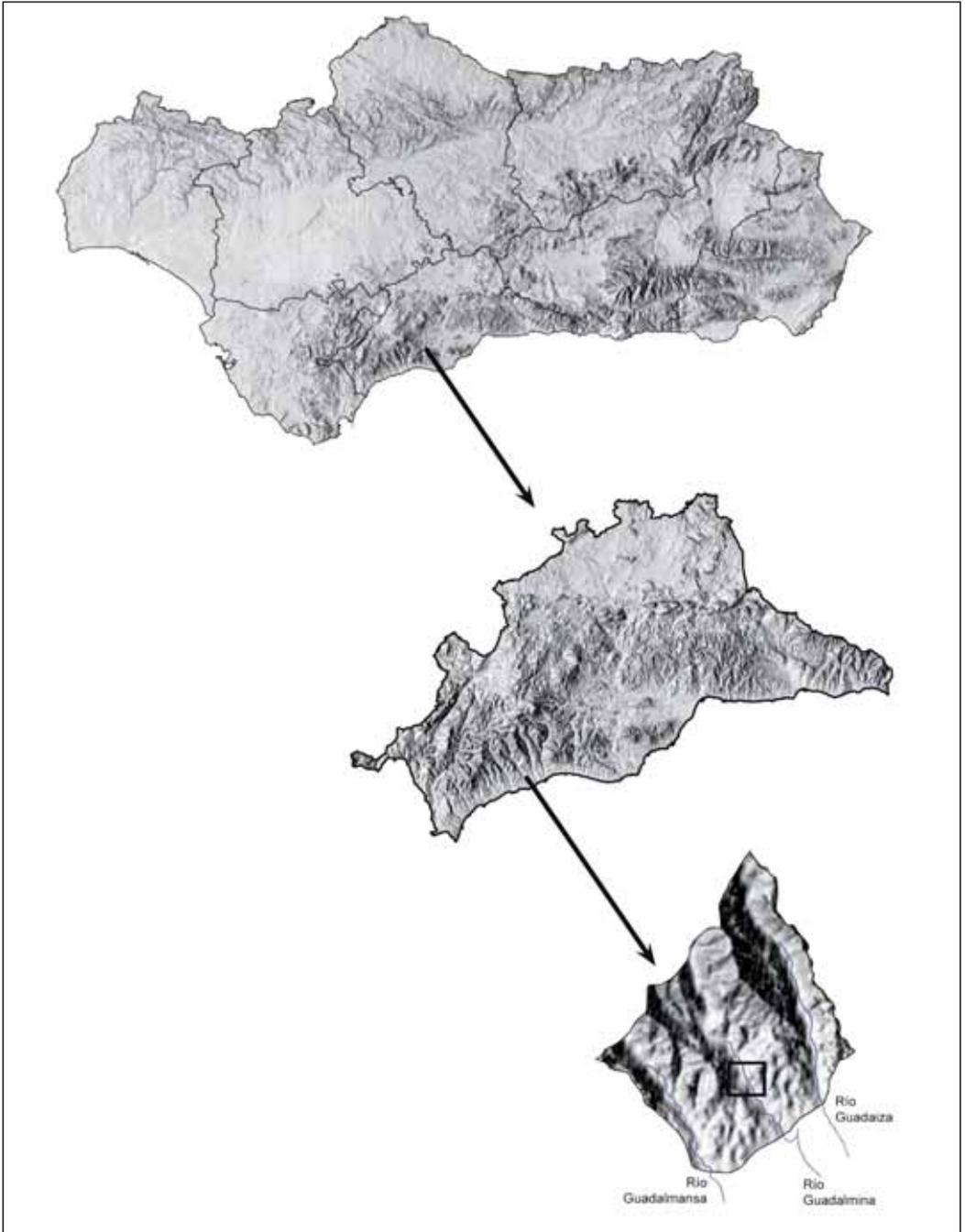


Fig. 1. Localización del área de estudio en el curso del río Guadalmina en el municipio de Benahavís (provincia de Málaga, Andalucía). Se detallan otros cursos fluviales próximos al área de estudio.

Fig. 1. Location of the study area (Guadalmina river valley) in the municipality of Benahavís (Málaga province, south of Spain). Other nearby river basins are detailed.

| Código | Variable |
|--|---|
| <i>Topografía</i> | |
| Altmin | Altitud mínima (m) |
| Altmax | Altitud máxima (m) |
| Altmed | Altitud media (m) |
| RangAlt | Rango de altitudes (m) |
| Abrupt | Abruptuosidad (número de veces que curvas de nivel cortan hipotenusa de la cuadrícula) |
| Pendt | Pendiente (rango de altitudes / hipotenusa de la cuadrícula) |
| <i>Humanas (infraestructuras y barreras)</i> | |
| DistPob | Distancia mínima a un núcleo de población habitado (m) |
| DistCtra | Distancia mínima a carreteras (m) |
| DenCarr | Densidad de carriles o vías no asfaltadas (carriles / Km ²) |
| DenCtfg | Densidad de cortafuegos (cortafuegos / Km ²) |
| DenCtra | Densidad de carreteras o vías asfaltadas (vías / Km ²) |
| DenVías | Densidad global de vías de comunicación asfaltadas o no (vías / Km ²) |
| <i>Vegetación</i> | |
| Pinar | Cobertura de pinar (%; frecuencia de puntos de muestreo con pinar y matorral alto) |
| Quercus | Cobertura de quercíneas o frondosas (%; frecuencia de puntos de muestreo con arbolado no coníferas y matorral alto) |
| Matbajo | Cobertura de matorral (%; frecuencia de puntos de muestreo con matorral bajo y/o disperso) |
| Pastizal | Cobertura de pastizal (%; frecuencia de puntos de muestreo con pastos) |
| Ribera | Cobertura de vegetación de ribera (%; frecuencia de puntos de muestreo adelfares, saucedas y márgenes de ribera) |
| <i>Usos de suelo</i> | |
| UsoFor | Cobertura de suelo forestal (%; frecuencia de zonas con arbolado y matorral alto) |
| UsoUrb | Cobertura de suelo con uso urbano (%; frecuencia de zonas con núcleos de población habitados) |
| UsoInc | Cobertura de suelo incendiado (%; frecuencia de zonas incendiadas < 10 años, con matorral bajo o disperso) |
| UsoGlf | Cobertura de suelo con campos de golf (%; frecuencia de zonas con suelo en forma de green o próximo a un green) |
| UsoAgr | Cobertura de suelo con uso agrícola (%; frecuencia de zonas con presencia de cultivos o huertas) |
| NumUsos | Riqueza de usos (número de usos de suelo diferentes en una unidad muestreo) |
| DivUsos | Diversidad de usos de suelo (Índice de Shannon) |
| DomUsos | Dominancia de usos de suelo (Índice de Simpson) |

Tabla 1. Variables usadas como descriptores del hábitat del corzo en la zona de estudio (Valle del Guadalmina, Málaga).

Table 1. Variables available to model the habitat used by the roe deer in the study area (Guadalmina river Valley, Málaga, south of Spain).

con valores de FIV > 5. En los casos detectados se ha eliminado del análisis de regresión múltiple una de las variables implicada (LÓPEZ, 1998). Los estadísticos FIV y T se calculan como:

$$FIV_i = 1 / (1 - R_i^2)$$

$$T = 1 / FIV_i$$

El análisis mediante regresión logística considera y minimiza, no obstante, la posible

colinealidad de las variables obteniendo el modelo más parsimonioso posible (HOSMER & LEMESHOW 2000). La probabilidad de presencia de ungulados en una cuadrícula determinada en función de sus características de hábitat, vegetación y topografía 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 del tipo:

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

donde x_1, x_2, \dots, x_n es una selección de las variables 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 y 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. La bondad de cada modelo logístico generado se compara mediante su Criterio de Información de Akaike (AKAIKE 1973).

Todos los valores medios se acompañan de su error estándar. El esfuerzo de muestreo se ha medido como las horas-observador y kilómetros-observador empleados. Los análisis se han realizado mediante el paquete SPSS 15.0. Se detalla el esfuerzo de muestreo, medido como total de horas empleadas y de kilómetros recorridos y el número de observadores.

RESULTADOS

En total se han invertido 561 horas-observador de muestreos de campo, se han realizado 170 recorridos y se han recorrido 273,9 Km-observador buscando indicios de la presencia del corzo en la zona. Con respecto al muestreo de vegetación se recorrieron 175 Km-observador y se invirtieron 425,3 horas-observador. En total se ha muestreado la vegetación en 9.972 puntos diferentes, se han realizado 18 observaciones directas de corzos y se han encontrado 53 indicios indirectos (excrementos y huellas) de su presencia. En total, el corzo está presente en cuarenta unidades de muestreo diferentes del área de estudio (40% de la superficie total

muestreada). Todas las presencias han sido confirmadas mediante entrevistas con los cazadores de la zona.

En la tabla 2 se detallan los valores medios de cada variable en el área de estudio, así como los valores que presentan en las unidades de muestreo con presencia y ausencia de corzo. También se detallan los resultados del test de la U de Mann-Whitney comparando las unidades con presencia y ausencia de corzo. Según los resultados se aprecia que el corzo está en las zonas más abruptas, de mayor altitud y con mayores pendientes. Con respecto a las infraestructuras y barreras las zonas donde está presente se caracterizan por estar alejadas de núcleos de población y de carreteras y por presentar baja densidad de carreteras y de vías de comunicación en general. La densidad de cortafuegos y carriles no aparece relacionada con la presencia del corzo. Respecto a la vegetación, el corzo selecciona las zonas con alta cobertura de pinar, quercíneas o frondosas (acebuches y algarrobos, principalmente) y matorral alto como sotobosque, y evita las zonas donde domina el matorral bajo. La vegetación de ribera no aparece relacionada con la presencia del corzo. En relación a los usos de suelo, el corzo está asociado preferentemente a las zonas con uso forestal y evita las zonas urbanas, incendiadas y campos de golf. El uso agrícola o el número de usos distintos en una misma zona no afectan a su posible presencia o ausencia, mientras que selecciona positivamente zonas con baja diversidad de usos.

El análisis previo a la regresión logística múltiple ha detectado la existencia de colinealidad entre cinco pares de variables: altitud máxima-altitud mínima, rango de altitudes-abruptuosidad, abruptuosidad-pendiente, cobertura de pastizal-cobertura de suelo incendiado y dominancia-diversidad de usos de suelo. Se han eliminado de análisis posteriores cuatro variables: altitud máxima, abruptuosidad, pastizal y dominancia de usos de suelo. Se han generado dos modelos mediante regresión logística que se detallan en las tablas 3 y 4. El primer modelo relaciona positivamente la presencia del corzo con la altitud, la cobertura de fron-

| Variable | Global | Con presencia de corzos | Con ausencia de corzos | U (40,60) | P |
|----------|----------------|-------------------------|------------------------|-----------|-------------|
| Altmin | 252,40 ± 17,38 | 358,25 ± 27,92 | 181,83 ± 17,04 | 439,0 | < 0,001 *** |
| Altmax | 540,51 ± 28,06 | 700,15 ± 37,13 | 434,08 ± 33,39 | 454,0 | < 0,001 *** |
| RangAlt | 288,11 ± 13,54 | 341,90 ± 15,88 | 252,25 ± 18,62 | 658,5 | < 0,001 *** |
| Abrupt | 14,72 ± 0,62 | 17,37 ± 0,65 | 12,95 ± 0,87 | 592,0 | < 0,001 *** |
| Pendt | 0,203 ± 0,009 | 0,242 ± 0,011 | 0,178 ± 0,013 | 658,5 | < 0,001 *** |
| DistPob | 4056,5 ± 173,4 | 4673,7 ± 247,7 | 3645,0 ± 223,3 | 775,0 | 0,003 ** |
| DistCtra | 1917,5 ± 165,5 | 2685,0 ± 234,7 | 1405,8 ± 202,9 | 600,0 | < 0,001 *** |
| DenCarr | 16,890 ± 1,032 | 16,800 ± 1,641 | 16,950 ± 1,337 | 1178,5 | 0,880 n.s. |
| DenCtfg | 2,550 ± 0,431 | 2,175 ± 0,668 | 2,800 ± 0,566 | 1080,5 | 0,310 n.s. |
| DenCtra | 4,980 ± 0,840 | 1,850 ± 0,832 | 7,066 ± 1,218 | 791,5 | 0,001 ** |
| DenVias | 24,190 ± 1,325 | 20,250 ± 1,966 | 26,816 ± 1,707 | 881,5 | 0,025 * |
| Pinar | 0,468 ± 0,028 | 0,584 ± 0,044 | 0,392 ± 0,034 | 725,5 | 0,001 ** |
| Quercus | 0,088 ± 0,015 | 0,138 ± 0,034 | 0,054 ± 0,009 | 849,0 | 0,012 * |
| Matbajo | 0,311 ± 0,026 | 0,211 ± 0,035 | 0,378 ± 0,034 | 732,0 | 0,001 ** |
| Pastizal | 0,015 ± 0,003 | 0,005 ± 0,003 | 0,004 ± 0,002 | 977,0 | 0,325 n.s. |
| Ribera | 0,038 ± 0,005 | 0,045 ± 0,009 | 0,034 ± 0,007 | 1044,5 | 0,225 n.s. |
| UsoFor | 0,557 ± 0,029 | 0,723 ± 0,037 | 0,446 ± 0,035 | 520,0 | < 0,001 *** |
| UsoUrb | 0,032 ± 0,006 | 0,006 ± 0,003 | 0,050 ± 0,009 | 729,5 | < 0,001 *** |
| UsoInc | 0,016 ± 0,004 | 0,005 ± 0,004 | 0,024 ± 0,007 | 977,0 | 0,014 * |
| UsoGlf | 0,031 ± 0,008 | 0,004 ± 0,003 | 0,049 ± 0,014 | 895,5 | 0,002 ** |
| UsoAgr | 0,013 ± 0,003 | 0,005 ± 0,002 | 0,017 ± 0,004 | 1022,5 | 0,100 n.s. |
| NumUsos | 4,030 ± 0,126 | 3,775 ± 0,177 | 4,200 ± 0,172 | 961,5 | 0,084 n.s. |
| DivUsos | 0,902 ± 0,035 | 0,782 ± 0,050 | 0,982 ± 0,047 | 796,0 | 0,004 ** |
| DomUsos | 0,519 ± 0,018 | 0,583 ± 0,027 | 0,477 ± 0,022 | 765,0 | 0,002 ** |

Tabla 2. Valores medios (\pm error estándar) de las variables descriptivas del hábitat en las unidades de muestreo con presencia ($n = 40$) y ausencia de corzo ($n = 60$). También se muestran los resultados del test estadístico de la U de Mann-Whitney comparando las unidades con presencia y ausencia de corzo. Las variables se nombran de acuerdo con los códigos descritos en la tabla 1. ***: significativo al 99%; **: significativo al 95%; n.s.: no significativo.

Table 2. Mean values (\pm SE) of the variables used to model the habitat in the study area in sampling units with presence of roe deer ($n = 40$) and absence of this cervid ($n = 60$). There are also showed the results of the U-Mann Whitney test between both sampling units. Variables are coded according to table 1. ***: significant at 99%; **: significant at 95%; n.s.: not significant.

| Modelo | Variables en el modelo | AIC | R ² de Nagelkerke | Clasificación |
|----------------|--|--------|------------------------------|---------------|
| Con topografía | Altmin (+), DistCtra (+), Quercus (+), UsoUrb (-) | 90,413 | 0,566 | 75,0% - 86,7% |
| Sin topografía | UsoFor (+), DistCtra (+), Quercus (+), DenVias (-), UsoUrb (-) | 94,210 | 0,551 | 72,5% - 88,3% |

Tabla 3. Modelos de selección de hábitat generados mediante regresión logística por pasos para el corzo. Las variables se nombran de acuerdo con los códigos descritos en la tabla 1 y el signo indica el tipo de influencia que ese factor ambiental ejerce en la presencia de corzo. El modelo topográfico incluye todas las variables mientras que el modelo sin topografía descarta las variables topográficas y se restringe a usos de suelo, vegetación y variables humanas. AIC = Criterio de Información de Akaike para el modelo. La clasificación hace referencia siempre al porcentaje de presencias correctamente clasificadas por el modelo respecto al de ausencias.

Table 3. Roe deer habitat selection models generated by stepwise logistic regression. variables are coded according to table 1. The variable sign show the influence of the environmental factor on the roe deer presence. The topographic model includes all the variables whereas the non-topographic model only includes vegetation, soil uses and human-induced variables. AIC = Akaike Information Criterion of the model. The classification always is referred to presences and absences percentage corrected classified.

| Variable | Coefficiente (β) | SE | Wald | P |
|------------------------------|--------------------------|---------|--------|--------|
| <i>Modelo con topografía</i> | | | | |
| Altmin | 0,006 | 0,002 | 10,068 | 0,002 |
| DistCtra | 0,0004 | 0,0001 | 8,324 | 0,004 |
| Quercus | 11,953 | 4,931 | 5,876 | 0,015 |
| UsoUrb | -19,451 | 10,311 | 3,559 | 0,059 |
| Constante | -3,578 | 0,870 | 16,934 | 0,0001 |
| <i>Modelo sin topografía</i> | | | | |
| UsoFor | 3,353 | 1,156 | 8,422 | 0,004 |
| DistCtra | 0,00035 | 0,00017 | 4,417 | 0,036 |
| Quercus | 13,319 | 4,974 | 7,170 | 0,007 |
| DenVías | -0,052 | 0,028 | 3,442 | 0,064 |
| UsoUrb | -22,736 | 11,755 | 3,741 | 0,053 |
| Constante | -2,496 | 0,942 | 7,025 | 0,008 |

Tabla 4. Variables y sus coeficientes (β) seleccionadas en los modelos de regresión logística por pasos para predecir la presencia del corzo en las unidades de muestreo del área de estudio (Valle del Guadalmina, Málaga). Las variables se listan de acuerdo con su orden de entrada en el modelo y con los códigos descritos en la tabla 1. Los valores de Wald y P corresponden con el test de Wald y su probabilidad asociada.

Table 4. Variables and their coefficients (β) selected by stepwise logistic regression to predict roe deer presence in the study area (Guadalmina river Valley, Málaga, south of Spain). Variables are ranked according to their order of entrance in the model. Wald shows the Wald test values.

dosas y la distancia a carreteras, y negativamente con los usos urbanos de suelo. En el segundo modelo se excluyen arbitrariamente las variables topográficas del análisis y el resultado relaciona positivamente la presencia del corzo en el área de estudio con el uso forestal del suelo, la cobertura vegetal de quercíneas y frondosas y la distancia a carreteras. Por el contrario relaciona negativamente su presencia con los usos urbanos del suelo y la densidad de vías de comunicación. En la tabla 5 se anexa la matriz de correlaciones y de los estadísticos de detección de colinealidad de las variables analizadas en los modelos logísticos.

DISCUSIÓN

La principal diferencia entre los dos modelos de selección de hábitat generados radica en la influencia de la topografía sobre los resultados. Ambos modelos ofrecen resultados similares y aunque clasifican un porcentaje de presencias de corzo y seleccionan variables (no topográficas) similares, la bondad de ajuste y validez del modelo topográfico es mayor. La altitud es la primera variable en entrar en modelo, por lo

que el peso del factor topográfico en la interpretación de los resultados es alto. Los factores de influencia humana y vegetación serían los siguientes en la jerarquía del modelo topográfico. Sin embargo, en el modelo sin topografía la importancia del factor topográfico es sustituida por el uso de suelo (forestal), manteniéndose la jerarquía de los siguientes factores.

Topografía

De acuerdo con SAN JOSÉ *et al.* (1997) el corzo selecciona zonas de baja altitud y según LÓPEZ-MARTÍN *et al.* (2009) evita zonas con topografía abrupta y elevadas pendientes. Los resultados del presente estudio confirman la importancia de la topografía en la selección de hábitat del corzo y muestran también una aparente contradicción a este respecto con los resultados de otros autores, ya que indican que el corzo selecciona en el área de estudio las zonas más elevadas y con mayores pendientes. Este patrón se puede entender considerando que el área de estudio no es tan abrupta como las sierras del interior de Cádiz o de otras zonas mediterráneas. Se trata de monta-

| Variable | Almin | Altmax | RangAlti | Abrupt | Pendt | DistPop | DistCtra | DenCarr | DenCfgr | DenCtra | DenVias | Pinar | Quercus | Matbajo | Pastizal | Ribera | UsoFor | UsoUrb | UsoInc | UsoGff | UsoAgr | NumUsos | DivUsos | DomUsos |
|----------|-------|--------|----------|--------|--------|---------|----------|---------|---------|---------|---------|--------|---------|---------|----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|
| Almin | 1,000 | 0,929 | 0,642 | 0,698 | 0,642 | 0,452 | 0,170 | 0,097 | -0,038 | -0,289 | -0,297 | 0,400 | 0,115 | -0,263 | -0,032 | -0,214 | 0,452 | -0,319 | -0,038 | -0,256 | -0,246 | -0,442 | -0,457 | 0,443 |
| Altmax | 1,000 | 0,863 | 0,412 | 0,487 | 0,412 | 0,204 | 0,028 | 0,009 | 0,001 | 0,083 | 0,088 | 0,160 | 0,013 | 0,069 | 0,001 | 0,045 | 0,204 | 0,101 | 0,001 | 0,065 | 0,060 | 0,208 | 0,196 | |
| RangAlti | 1,000 | 7,301 | 1,701 | 1,950 | 1,701 | 1,256 | 1,029 | 1,009 | 1,001 | 1,019 | 1,096 | 1,190 | 0,013 | 0,074 | 0,001 | 0,047 | 1,256 | 1,113 | 0,001 | 0,070 | 1,064 | 1,263 | 1,263 | 1,244 |
| Abrupt | 1,000 | 0,880 | 0,884 | 0,880 | 0,880 | 0,450 | 0,251 | -0,093 | -0,089 | -0,372 | -0,351 | 0,403 | 0,082 | -0,235 | 0,052 | -0,146 | 0,438 | -0,418 | 0,072 | -0,334 | -0,218 | -0,453 | -0,456 | 0,433 |
| Pendt | 1,000 | 0,774 | 0,774 | 0,774 | 0,774 | 0,202 | 0,063 | 0,008 | 0,007 | 0,138 | 0,123 | 0,162 | 0,006 | 0,055 | 0,002 | 0,021 | 0,191 | 0,174 | 0,005 | 0,111 | 0,047 | 0,205 | 0,207 | 0,187 |
| DistPop | 1,000 | 4,432 | 4,575 | 4,432 | 4,432 | 1,253 | 1,067 | 1,008 | 1,007 | 1,160 | 1,140 | 1,193 | 1,006 | 0,058 | 0,002 | 0,021 | 1,137 | 1,211 | 1,005 | 1,125 | 1,049 | 1,258 | 1,262 | 1,231 |
| DistCtra | 1,000 | 0,937 | 0,880 | 0,884 | 0,880 | 0,352 | 0,301 | -0,069 | -0,136 | -0,400 | -0,346 | 0,322 | 0,022 | -0,150 | 0,187 | -0,028 | 0,328 | -0,458 | 0,197 | -0,363 | -0,136 | -0,370 | -0,358 | 0,328 |
| DenCarr | 1,000 | 0,877 | 0,774 | 0,774 | 0,774 | 0,123 | 0,090 | 0,004 | 0,018 | 0,160 | 0,119 | 0,103 | 0,000 | 0,022 | 0,034 | 0,000 | 0,107 | 0,209 | 0,038 | 0,131 | 0,018 | 0,136 | 0,128 | 0,107 |
| DenCfgr | 1,000 | 8,194 | 1,137 | 1,096 | 1,011 | 1,010 | 1,128 | 1,115 | 1,116 | 1,128 | 1,115 | 1,115 | 1,000 | 0,022 | 0,033 | 0,007 | 1,124 | 1,211 | 1,037 | 1,143 | 1,039 | 1,165 | 1,139 | 1,117 |
| DenCtra | 1,000 | 1,000 | 0,352 | 0,301 | -0,069 | -0,136 | -0,400 | -0,346 | 0,322 | 0,022 | -0,150 | 0,187 | 0,022 | -0,150 | 0,187 | -0,028 | 0,328 | -0,458 | 0,197 | -0,363 | -0,136 | -0,370 | -0,358 | 0,328 |
| DenVias | 1,000 | 0,005 | 0,010 | 0,154 | 0,115 | 0,112 | 0,016 | 0,022 | 0,001 | 0,027 | 0,069 | 0,150 | 0,001 | 0,036 | 0,024 | 0,035 | 0,132 | 0,018 | 0,136 | 0,018 | 0,136 | 0,128 | 0,107 | 0,120 |
| Pinar | 1,000 | 1,005 | 1,010 | 1,182 | 1,130 | 1,127 | 1,016 | 1,023 | 1,000 | 1,027 | 1,074 | 1,177 | 1,001 | 1,038 | 1,025 | 1,036 | 1,120 | 1,265 | 1,040 | 1,151 | 1,018 | 1,158 | 1,147 | 1,120 |
| Quercus | 1,000 | 0,517 | -0,107 | -0,041 | -0,437 | -0,388 | 0,328 | -0,108 | -0,047 | -0,065 | -0,018 | 0,266 | -0,499 | -0,075 | -0,257 | -0,216 | 0,266 | -0,499 | -0,075 | -0,257 | -0,216 | -0,583 | -0,566 | 0,489 |
| | 1,000 | 0,267 | 0,011 | 0,001 | 0,191 | 0,151 | 0,107 | 0,011 | 0,002 | 0,004 | 0,000 | 0,071 | 0,249 | 0,005 | 0,066 | 0,046 | 0,071 | 0,249 | 0,005 | 0,066 | 0,046 | 0,339 | 0,320 | 0,239 |
| | 1,000 | 1,364 | 1,011 | 1,001 | 1,236 | 1,177 | 1,120 | 1,011 | 1,002 | 1,004 | 1,000 | 1,076 | 1,331 | 1,005 | 1,070 | 1,048 | 1,076 | 1,331 | 1,005 | 1,070 | 1,048 | 1,514 | 1,471 | 1,314 |
| | 1,000 | 1,000 | -0,075 | -0,100 | -0,393 | -0,340 | 0,336 | -0,127 | -0,150 | -0,027 | 0,165 | 0,264 | -0,388 | -0,029 | -0,192 | -0,157 | 0,264 | -0,388 | -0,029 | -0,192 | -0,157 | -0,188 | -0,282 | 0,281 |
| | 1,000 | 0,005 | 0,010 | 0,154 | 0,115 | 0,112 | 0,016 | 0,022 | 0,001 | 0,027 | 0,069 | 0,150 | 0,001 | 0,036 | 0,024 | 0,035 | 0,132 | 0,018 | 0,136 | 0,018 | 0,136 | 0,128 | 0,107 | 0,120 |
| | 1,000 | 0,007 | -0,120 | 0,668 | 0,095 | 0,243 | -0,250 | -0,155 | -0,088 | 0,220 | 0,099 | -0,127 | 0,070 | 0,029 | 0,029 | 0,129 | 0,220 | 0,099 | -0,127 | 0,070 | 0,029 | 0,129 | 0,055 | -0,025 |
| | 1,000 | 0,014 | 0,446 | 0,009 | 0,059 | 0,062 | 0,024 | 0,007 | 0,048 | 0,009 | 0,024 | 0,004 | 0,004 | 0,004 | 0,004 | 0,004 | 0,048 | 0,009 | 0,024 | 0,004 | 0,001 | 0,016 | 0,003 | 0,001 |
| | 1,000 | 1,014 | 1,805 | 1,009 | 1,062 | 1,066 | 1,024 | 1,001 | 1,050 | 1,009 | 1,025 | 1,004 | 1,001 | 1,050 | 1,009 | 1,025 | 1,050 | 1,009 | 1,025 | 1,004 | 1,001 | 1,016 | 1,003 | 1,000 |
| | 1,000 | -0,048 | 0,319 | 0,221 | -0,052 | -0,135 | -0,083 | -0,154 | 0,190 | -0,013 | -0,084 | -0,053 | -0,075 | -0,031 | -0,095 | 0,093 | 0,190 | -0,013 | -0,084 | -0,053 | -0,075 | -0,031 | -0,095 | 0,093 |
| | 1,000 | 0,002 | 0,101 | 0,048 | 0,002 | 0,018 | 0,006 | 0,023 | 0,036 | 0,000 | 0,007 | 0,002 | 0,005 | 0,001 | 0,009 | 0,008 | 0,036 | 0,000 | 0,007 | 0,002 | 0,005 | 0,001 | 0,009 | 0,008 |
| | 1,000 | 1,002 | 1,113 | 1,051 | 1,002 | 1,018 | 1,006 | 1,024 | 1,037 | 1,000 | 1,007 | 1,000 | 1,001 | 1,037 | 1,000 | 1,002 | 1,037 | 1,000 | 1,007 | 1,002 | 1,005 | 1,001 | 1,009 | 1,008 |
| | 1,000 | 0,535 | -0,378 | 0,141 | 0,031 | 0,075 | -0,069 | -0,194 | 0,037 | 0,491 | -0,095 | 0,303 | 0,048 | 0,320 | 0,261 | -0,198 | 0,297 | 0,646 | 0,078 | 0,409 | 0,067 | 0,414 | 0,445 | -0,383 |
| | 1,000 | 0,286 | 0,142 | 0,019 | 0,000 | 0,005 | 0,004 | 0,008 | 0,417 | 0,006 | 0,167 | 0,004 | 0,171 | 0,088 | 0,146 | 0,171 | 0,088 | 0,417 | 0,006 | 0,167 | 0,004 | 0,171 | 0,198 | 0,146 |
| | 1,000 | 1,401 | 1,166 | 1,020 | 1,001 | 1,005 | 1,004 | 1,096 | 1,716 | 1,006 | 1,201 | 1,004 | 1,206 | 1,246 | 1,171 | 1,206 | 1,096 | 1,716 | 1,006 | 1,201 | 1,004 | 1,206 | 1,246 | 1,171 |
| | 1,000 | -0,083 | 0,226 | -0,210 | -0,092 | -0,194 | 0,037 | 0,491 | -0,095 | 0,303 | 0,048 | 0,320 | 0,261 | -0,198 | 0,297 | 0,646 | 0,078 | 0,409 | 0,067 | 0,414 | 0,445 | -0,383 | 0,362 | 0,362 |
| | 1,000 | 0,006 | 0,051 | 0,044 | 0,008 | 0,037 | 0,001 | 0,241 | 0,009 | 0,091 | 0,002 | 0,102 | 0,068 | 0,039 | 0,068 | 0,039 | 0,001 | 0,241 | 0,009 | 0,091 | 0,002 | 0,102 | 0,068 | 0,039 |
| | 1,000 | 1,006 | 1,053 | 1,046 | 1,008 | 1,039 | 1,001 | 1,317 | 1,009 | 1,101 | 1,002 | 1,114 | 1,073 | 1,040 | 1,073 | 1,040 | 1,001 | 1,317 | 1,009 | 1,101 | 1,002 | 1,114 | 1,073 | 1,040 |
| | 1,000 | 0,296 | -0,878 | 0,163 | -0,045 | 0,861 | -0,309 | 0,166 | -0,328 | -0,184 | -0,126 | -0,321 | 0,362 | 0,362 | 0,362 | 0,362 | 0,861 | -0,309 | 0,166 | -0,328 | -0,184 | -0,126 | -0,321 | 0,362 |
| | 1,000 | 0,087 | 0,771 | 0,026 | 0,002 | 0,771 | 0,095 | 0,027 | 0,107 | 0,033 | 0,015 | 0,103 | 0,131 | 0,131 | 0,131 | 0,131 | 0,087 | 0,771 | 0,026 | 0,002 | 0,771 | 0,095 | 0,027 | 0,103 |
| | 1,000 | 1,096 | 4,364 | 1,027 | 1,002 | 3,865 | 1,105 | 1,028 | 1,120 | 1,035 | 1,016 | 1,114 | 1,150 | 1,150 | 1,150 | 1,150 | 1,096 | 4,364 | 1,027 | 1,002 | 3,865 | 1,105 | 1,028 | 1,114 |
| | 1,000 | -0,315 | -0,144 | -0,027 | 0,296 | 0,071 | -0,149 | 0,010 | -0,047 | 0,160 | 0,142 | -0,099 | 0,142 | -0,099 | 0,142 | -0,099 | 1,000 | -0,315 | -0,144 | -0,027 | 0,296 | 0,071 | -0,149 | 0,142 |
| | 1,000 | -0,315 | -0,144 | -0,027 | 0,296 | 0,071 | -0,149 | 0,010 | -0,047 | 0,160 | 0,142 | -0,099 | 0,142 | -0,099 | 0,142 | -0,099 | 1,000 | -0,315 | -0,144 | -0,027 | 0,296 | 0,071 | -0,149 | 0,142 |
| | 1,000 | 0,099 | 0,021 | 0,001 | 0,087 | 0,005 | 0,022 | 0,000 | 0,022 | 0,000 | 0,022 | 0,000 | 0,022 | 0,000 | 0,022 | 0,000 | 0,099 | 0,021 | 0,001 | 0,087 | 0,005 | 0,022 | 0,000 | 0,022 |
| | 1,000 | 1,110 | 1,021 | 1,001 | 1,110 | 1,021 | 1,001 | 1,087 | 1,005 | 1,022 | 1,000 | 1,002 | 1,026 | 1,009 | 1,009 | 1,009 | 1,110 | 1,021 | 1,001 | 1,087 | 1,005 | 1,022 | 1,000 | 1,009 |

| | | | | | | | | | | | |
|----------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Matbajo | 1,000 | 0,062 | -0,080 | -0,878 | -0,031 | 0,068 | -0,016 | 0,070 | -0,143 | -0,045 | -0,023 |
| | | 0,003 | 0,006 | 0,771 | 0,001 | 0,004 | 0,000 | 0,004 | 0,020 | 0,002 | 0,000 |
| | | 1,003 | 1,006 | 4,364 | 1,001 | 1,004 | 1,000 | 1,004 | 1,021 | 1,002 | 1,000 |
| Pestizal | 1,000 | -0,023 | -0,162 | -0,063 | 0,958 | -0,111 | 0,105 | 0,042 | 0,123 | -0,151 | |
| | | 0,000 | 0,026 | 0,003 | 0,917 | 0,012 | 0,011 | 0,001 | 0,015 | 0,022 | |
| | | 1,000 | 1,026 | 1,003 | 12,160 | 1,012 | 1,011 | 1,001 | 1,015 | 1,023 | |
| Ribera | 1,000 | -0,045 | -0,143 | -0,233 | 0,275 | 0,280 | 0,415 | -0,402 | 0,172 | 0,161 | |
| | | 0,002 | 0,020 | 0,000 | 0,054 | 0,075 | 0,078 | 0,172 | 0,172 | 0,161 | |
| | | 1,002 | 1,028 | 1,000 | 1,057 | 1,081 | 1,085 | 1,208 | 1,208 | 1,192 | |
| UsoFor | 1,000 | 0,309 | -0,166 | -0,328 | -0,184 | -0,126 | -0,321 | 0,362 | 0,103 | 0,131 | |
| | | 0,095 | 0,027 | 0,107 | 0,033 | 0,015 | 0,016 | 1,114 | 1,151 | | |
| | | 1,105 | 1,028 | 1,120 | 1,035 | 1,016 | | | | | |
| UsoUrb | 1,000 | -0,066 | 0,516 | 0,032 | 0,385 | 0,509 | -0,460 | 0,259 | 0,211 | | |
| | | 0,004 | 0,266 | 0,001 | 0,148 | 0,148 | 0,259 | 0,211 | | | |
| | | 1,004 | 1,362 | 1,001 | 1,174 | 1,349 | 1,268 | | | | |
| UsoInc | 1,000 | -0,112 | -0,109 | 0,052 | 0,127 | -0,153 | | | | | |
| | | 0,012 | 0,011 | 0,002 | 0,016 | 0,023 | | | | | |
| | | 1,012 | 1,012 | 1,002 | 1,016 | 1,023 | | | | | |
| UsoGlf | 1,000 | -0,070 | 0,235 | 0,382 | -0,375 | 0,382 | -0,375 | | | | |
| | | 0,004 | 0,055 | 0,145 | 0,140 | 0,145 | 0,140 | | | | |
| | | 1,004 | 1,058 | 1,170 | 1,163 | 1,170 | 1,163 | | | | |
| UsoAgr | 1,000 | 0,353 | 0,323 | -0,256 | | | | | | | |
| | | 0,124 | 0,104 | 0,065 | | | | | | | |
| | | 1,142 | 1,116 | 1,070 | | | | | | | |
| NumUsos | 1,000 | 0,728 | -0,573 | | | | | | | | |
| | | 0,529 | 0,328 | | | | | | | | |
| | | 2,127 | 1,488 | | | | | | | | |
| DivUsos | 1,000 | -0,968 | | | | | | | | | |
| | | 0,937 | | | | | | | | | |
| | | 15,879 | | | | | | | | | |
| DomUsos | 1,000 | | | | | | | | | | |

Tabla 5. Matriz de correlaciones y determinación de colinealidad de las variables descriptoras del hábitat empleadas en este estudio. Cada celdilla presenta en orden el coeficiente de correlación (r) de Pearson, el coeficiente de determinación (R²) y el Factor de Inflación de la Varianza (FIV). Se marcan en sombreado aquellas asociaciones de variables en las que se ha detectado colinealidad. Las variables se nombran de acuerdo con los códigos descritos en la tabla 1.

Table 5. Correlation matrix and collinearity analysis of the variables used in this study. Each cell presents the Pearson's product moment correlation coefficient (r), the coefficient of determination (R²) and the variance inflation factor (VIF) in order. The cells in which collinearity is detected are marked. Variables are coded as described in table 1.

ñas con laderas de suave pendiente y cotas máximas que apenas superan los 1.400 metros. Tampoco es comparable la densidad de población de la zona costera occidental de Málaga con la del interior de la sierra de Cádiz. Teniendo en cuenta la distribución de la especie en la Península Ibérica, los valores máximos de altitud y pendiente encontrados en el área de estudio están dentro de los rangos medios e incluso considerados bajos por otros autores en otras zonas (LÓPEZ-MARTÍN *et al.* 2009; SAN JOSÉ 2007; SAN JOSÉ Y DORADO 2007). Así pues, el factor topográfico lo que parece indicar, en un área de estudio muy poblada, es el uso de las zonas más inaccesibles.

Vegetación

Aunque se ha sugerido el rechazo por parte del corzo de los bosque de pino (MATEOS-QUE-SADA 2005) la especie está presente habitualmente en este tipo de masas forestales (DELIBES 1996; LÓPEZ-MARTÍN *et al.* 2009; TELLERÍA & VIRGÓS 1997). No obstante, es cierto que selecciona preferiblemente masas forestales de frondosas, donde la complejidad estructural y la diversidad de especies, sobre todo de los estratos arbolado y arbustivo, es mayor (SAN JOSÉ *et al.* 1997). Por otra parte, BRAZA *et al.* (1994) ha demostrado la importancia de las quercíneas y el sotobosque asociado a este tipo de bosques en la dieta del cérvido. De ahí que no resulte de extrañar que, incluso en una proporción de disponibilidad mucho menor que las coníferas, el corzo seleccione este tipo de vegetación cuando está disponible, como se muestra en los resultados de este estudio. En el modelo sin topografía la variable de uso de suelo forestal es la primera en entrar. Esta variable incluye tanto la vegetación forestal de coníferas como la de frondosas. El uso forestal en el área de estudio se restringe a las zonas menos pobladas y más alejadas de la costa, por lo que resulta lógico que esta variable sustituya en el modelo sin topografía la influencia del factor topográfico. Posteriormente el modelo selecciona la variable de vegetación de quercíneas, matizando la importancia de este tipo de vegetación en el patrón encontrado, y ello pese a ser

mucho menos disponible que la vegetación de coníferas. En el modelo topográfico la variable de uso forestal está ausente, pero no así la de vegetación de quercíneas.

Otro de los patrones de selección más señalados por otros autores para el corzo es el uso tanto de zonas agrícolas como de pastizal, normalmente formando mosaicos con las zonas forestales (ACEVEDO *et al.* 2005; FARFÁN *et al.* 2009 TELLERÍA & VIRGÓS 1997). En este estudio el corzo se muestra indiferente a este tipo de vegetación y hábitats, si bien es cierto que son realmente poco frecuentes y están muy localizadas en el área de estudio, no llegando a formar en ningún caso mosaicos extendidos. Aunque no se ha considerado como un factor a estudiar en este trabajo por ser poco representativo, cabe destacar que en al menos tres unidades de muestreo del área de estudio se habían realizado manejos de hábitat para la caza menor consistentes en rozas de matorral y siembras de especies pratenses. En todas esas zonas se detectó la presencia del corzo de forma reiterada.

Usos de suelo e influencia humana

ARAGÓN *et al.* (1995) destaca la asociación de los núcleos de población de corzo con áreas de baja densidad de población humana. Los resultados del presente estudio confirman este aspecto, como ya se ha discutido en relación al factor topográfico, ya que las áreas a menor altitud y con mayor uso urbano y similar (campos de golf, por ejemplo) aparecen como evitadas en el patrón de selección encontrado, igual que las zonas con cierto grado de disturbio (incendiadas). Estas últimas zonas se caracterizan en el área de estudio por la presencia sobre todo de suelo desnudo o cubiertos de matorral espinoso debido a las especiales características de los suelos de litología peridotítica, escaseando el pastizal. Los resultados también muestran que el corzo prefiere las zonas más alejadas de los núcleos de población. El área de estudio se sitúa a menos de diez kilómetros de zonas con una alta densidad de población, como son los grandes núcleos turísticos de la Costa del Sol. En

este marco los corzos, como ya se ha apuntado, seleccionan las zonas topográficamente más inaccesibles, alejadas y en las que además domina el uso forestal (con una media de un 72% de cobertura). Los resultados de la selección de zonas con baja diversidad de usos de suelo confirman la importancia para el corzo de la existencia de manchas forestales, donde no haya otro tipo de usos del suelo, y que en el área de estudio se encuentran aisladas.

ROSELL *et al.* (1996) apunta la importancia de las barreras, especialmente las infraestructuras viarias, en los desplazamientos y movimientos dispersivos del corzo. Los resultados del presente estudio también apuntan este aspecto. Una mayor distancia a carreteras y una menor densidad de vías asfaltadas en las zonas seleccionadas por el corzo indican que efectivamente evita en el área de estudio este tipo de barreras. Sin embargo, la existencia de cortafuegos y carriles no asfaltados le resulta indiferente, confirmando que en el área de estudio el corzo tolera un cierto grado de fragmentación del medio y la existencia de barreras débiles (TELLERÍA & VIRGÓS 1997).

El papel del hábitat en la dispersión del corzo

Actualmente el corzo está presente en Málaga en prácticamente todos los pequeños valles fluviales próximos a la costa desde las cuencas del Guadiaro y Genal hasta la del Guadalhorce (DUARTE *et al.* 2008). Todas estas cuencas presentan características de hábitat similares a la del área de estudio y se sitúan en el borde meridional del área de distribución actual de la especie en Andalucía. La influencia del clima en la distribución del corzo ha sido apuntado por ARAGÓN *et al.* (1995). La especie selecciona las zonas más frías y húmedas dentro de su área de distribución. En el caso de los Alcornocales de Cádiz estas características se dan en los canutos. Pero fuera de este ámbito y en zonas más secas y orientales la especie también está presente. De hecho ACEVEDO *et al.* (2005) destaca que durante el proceso dispersivo el corzo es capaz incluso de ocupar zonas aparentemente

hostiles con periodos de sequía estival. En este estudio no se han tenido en cuenta parámetros climáticos pero por su localización geográfica y cercanía al mar el área de estudio es una zona más templada y cálida que la sierra de Cádiz. Una hipótesis posible para explicar estas pequeñas poblaciones de corzo es que estas cuencas fluviales pueden implicar la existencia de unas micro-condiciones de humedad y temperatura que, en cierta manera, compensen un clima en general más cálido. La humedad ambiental sería, además, más pronunciada en cotas bajas y medias cercanas a la costa. Cabe añadir que esta hipótesis se ve reforzada por el hecho de que las únicas masas forestales disponibles y necesarias para la presencia del corzo están precisamente en esos valles fluviales, que suelen gozar además de figuras de protección legal y no sufren tanta presión urbanística y frecuentación humana como el resto de la costa.

Por otra parte, tanto en el proceso dispersivo como en los hábitats preferentemente usados por el corzo, la existencia de masas de agua y fuentes naturales es importante (SAN JOSÉ 2007; TELLERÍA & VIRGÓS 1997). Los valles fluviales costeros antes citados, incluido el del área de estudio, se caracterizan porque en sus cursos medios y altos los ríos tienen agua todo el año y existen numerosas fuentes y regueros de agua aún en verano. La vegetación de coníferas es usada por los corzos durante sus procesos dispersivos (LÓPEZ-MARTÍN *et al.* 2009) y los pinares suelen ser los bosques dominantes en estos valles fluviales, existiendo en los piedemontes pequeñas manchas de alcornocal, quejigar y algarrobos. También se ha destacado que en el proceso dispersivo es importante la ausencia de barreras e infraestructuras humanas, así como la existencia de una topografía suave (CALENGE *et al.* 2005). Todas estas consideraciones apuntan a que estos valles fluviales cumplen con las características necesarias para funcionar como corredores para la especie, permitiendo que colonice zonas, aunque sea de hábitats subóptimos para la especie (ACEVEDO *et al.* 2005; ANDERSEN *et al.* 2004), desde los núcleos corceiros más relevantes en Málaga, como son el Valle del Genal y la Sierra de las Nieves.

AGRADECIMIENTOS

Estudio vinculado al proyecto RC220070000185, financiado por la Mancomunidad de Municipios de la Costa del Sol Occidental, para el “Estudio del estado de las poblaciones de ungulados silvestres en las sierras de la Costa del Sol”.

pios de la Costa del Sol Occidental, para el “Estudio del estado de las poblaciones de ungulados silvestres en las sierras de la Costa del Sol”.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACEVEDO, P., DELIBES-MATEOS, M., ESCUDERO, M.A., VICENTE, J., MARCO, J. & GORTÁZAR, C. 2005. Environmental constraints in the colonization sequence of roe deer across the Iberian Mountains, Spain. *Journal of Biogeography* 32: 1671-1680.
- AKAIKE, H. 1973. Information theory and an extension of the maximum likelihood principle. En: B.N. Petrov & F. Csaki, F. (eds.) *Proceedings of the Second International Symposium on Information Theory*. pp. 267-281. Akademiai Kiado, Budapest. Hungary.
- ANDERSEN, R., HERFINDAL, I., SAETHER, B., LINNELL, J., ODDEN, J. & LIBERG, O. 2004. When range expansion is faster in marginal habitats. *Oikos* 107: 210-214.
- ARAGÓN, S., BRAZA, F. & SAN JOSÉ, C. 1995a. Características morfológicas de los corzos de las sierras de Cádiz-Málaga. Doñana, *Acta Vertebrata* 22: 51-64.
- ARAGÓN, S., BRAZA, F. & SAN JOSÉ, C. 1995. Socioeconomic, physiognomic and climate factors determining the distribution pattern of roe deer *Capreolus capreolus* in Spain. *Acta Theriologica* 40: 37-43.
- BRAZA, F., SAN JOSÉ, C., ARAGÓN, S., & DELIBES, J.R. 1994. El corzo andaluz. Consejería de Agricultura y Pesca Junta de Andalucía. Sevilla.
- BRAZA, F., SAN JOSÉ, C. & LÓPEZ, M. 2004. El corzo en los Alcornocales. Mapa de calidad de habitats. Consejería de Obras Públicas y Transporte Junta de Andalucía. Sevilla.
- BURBAITE, L. & CSÁNYI, S. 2009. Roe deer population and harvest changes in Europe. *Estonian Journal of Ecology* 58: 169-180.
- COSTA, L. 1992. Ecología del corzo en las montañas cantábricas. Modelo de gestión. Tesis Doctoral. Universidad de León. León.
- DELIBES, J.R. 1996. Ecología y comportamiento del corzo en la sierra de Grazalema (Cádiz). Tesis Doctoral. Universidad Complutense de Madrid. Madrid.
- DUARTE, J., FARFÁN, M.A., VARGAS, J.M., GUERRERO, J.C., ESTRADA, A., REAL, R. & PALOMO, L.J. 2008. La expansión del corzo andaluz. *Quercus* 269: 22-29.
- DUARTE, J., FARFÁN, M.A. y VARGAS, J.M. 2009. Sobre la presencia del corzo *Capreolus capreolus* (Linnaeus, 1758) en Sierra Alpujata (Málaga). *Galemys*, 21: 73-76.
- FARFÁN, M.A., DUARTE, J., VARGAS, J.M. & REAL, R. 2009. El corzo en la región más meridional de su área de distribución. Las zonas más favorables para su caza. *Galemys* 21: 245-262.
- FOWLER, J. & COHEN, L. 1992. *Practical statistics for field biology*. John Wiley & Sons. Chichester, UK.
- HOSMER, D.W. & LEMESHOW, S. 2000. *Applied logistic regression*. 2nd edition. John Wiley & Sons. New York.
- JUNTA DE ANDALUCÍA 2009. Plan de Gestión y Reintroducción del Corzo en Andalucía. Portal de la caza y la pesca continental en Andalucía. <http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/web>
- KLEINBAUM, D.G., KUPPER, L.L., NIZAM, A. & MULLER, K.E. (2007). *Applied regression analysis and other multivariate methods*. 4th edition. Duxbury Press. Pacific Grove, USA.
- 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 generalizer linear models. I. Statistical and computational background. *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, 24: 117-124.
- LÓPEZ, E. (1998). Tratamiento de la colinealidad en regresión múltiple. *Psicothema* 10: 491-507.
- LÓPEZ-MARTÍN, J.M., MARTÍNEZ, D. & SUCH, A. 2009. Supervivencia, dispersión y selección de recursos de corzos *Capreolus capreolus* (Linnaeus, 1758) reintroducidos en un hábitat mediterráneo. *Galemys* 21(nº especial): 143-164.
- LORENZINI, R., SAN JOSÉ C., BRAZA, F. & ARAGÓN, S. 2003. Genetic differentiation and phylogeography of roe deer in Spain, as suggested by mitochondrial DNA and microsatellite analysis. *Italian Journal of Zoology* 70: 89-99.
- MARKINA, F. 1998. Estudio de las poblaciones de corzo (*Capreolus capreolus* L.) y jabalí (*Sus scrofa* L.) y análisis de su explotación cinegética en el territorio histórico de Álava. Tesis Doctoral. Universidad de León. León.
- MATEOS-QUESADA, P. 2005. Densidad poblacional y uso del espacio del corzo en el centro de la Península Ibérica. *Galemys* 17: 3-12.
- MILNER, J.M., BONENFANT, C., MYSTERUD, A., GAILLARD, J.M., CSÁNYI, S. & STENSETH, N.C. 2006. Temporal and spatial development of red deer harvesting in Europe: biological and cultural factors. *Journal of Applied Ecology* 43: 721-734.
- O'BRIEN, R.M. 2007. A caution regarding rules of thumb for variance inflation factors. *Quality and Quantity* 41: 673-690.
- ROSELL, C., CARRETERO, M.A., CAHILL, S. & PASQUINA, A. 1995. Seguimiento de una reintroducción de corzo (*Capreolus capreolus*) en ambiente mediterráneo. Dispersión y área de campeo. Doñana, *Acta Vertebrata* 23: 109-122.
- ROYO, L.J., PAJARES, G., ALVAREZ, I., FERNÁNDEZ, I. & GOYACHE, F. 2007. Genetic variability and differentiation in Spanish roe deer (*Capreolus capreolus*). *Molecular Phylogenetics and Evolution* 42: 47-61.
- SAN JOSÉ, C. 2007. Evaluación, gestión y conservación del corzo en bosques mediterráneos con baja densidad de población: el caso de Andalucía. En: Generalitat de Catalunya. Departament de Medi Ambient i Habitatge (eds.) *Actas de las Jornadas Técnicas sobre Ecología i Gestió del Cabriol*. pp: 29-51. Olot.
- SAN JOSÉ, C., BRAZA, F., ARAGÓN, S. & DELIBES, J.R. 1997. Habitat use by roe deer in Southern Spain. *Miscelanea Zoologica* 20: 27-38.
- SAN JOSÉ, C. & DORADO, A. 2007. Manual de conservación y gestión del corzo andaluz. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía. Sevilla.
- TELLERÍA, J.L. & VIRGÓS, E. 1997. Distribution of an increasing roe deer population in a fragmented mediterranean landscape. *Ecography* 20: 247-252.
- WAHLSTRÖM, L.K. & LIBERG, O. 1995. Contrasting dispersal pattern of two Scandinavian roe deer *Capreolus capreolus* populations. *Wildlife Biology* 1: 159-164.
- WARD, A.I. 2005. Expanding ranges of wild and feral deer in Great Britain. *Mammal Review* 35: 165-173.