

el corzo en los alcornoques

MAPA DE CALIDAD DE HÁBITATS



Gestión de Infraestructuras de Andalucía
CONSEJERÍA DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTES

el corzo en los alcornoques

MAPA DE CALIDAD DE HÁBITATS

Francisco Braza
Cristina San José
Mercedes López

*Consejería de Obras Públicas y Transportes
Gestión de Infraestructuras de Andalucía*

Sevilla, 2004

El Corzo en los Alcornocales: mapa de calidad de hábitats/ Francisco Baza; Cristina San José; Mercedes López; Estación Biológica de Doñana.- Sevilla: Consejería de Obras Públicas y Transportes, Gestión de Infraestructuras de Andalucía S.A., 2004

90 p.: il. fot. col.; 22 cm

Publicación desarrollada dentro del Programa de Medidas Compensatorias con motivo de la construcción de la Autovía Jerez-Los Barrios

1. Flora y Fauna - Andalucía - España 2. Parques Naturales - Andalucía - España
3. Parque Natural Alcornocales (Cádiz) I. San José, Cristina II. López, Mercedes
III. Estación Biológica de Doñana

IV. Andalucía. Consejería de Medio Ambiente V. Andalucía. Consejería de Obras Públicas y Transportes VI. Gestión de Infraestructuras de Andalucía S.A. (GIASA)

© Junta de Andalucía. Consejería de Obras Públicas y Transportes.
Gestión de Infraestructuras de Andalucía, S.A.

© Los autores

Coordina la edición: Servicio de Publicaciones. Ana Flores

Nº de Registro: JAOP/GIASA – 19 - 2004

Fotografías: Javier Rodríguez Piñero

Diseño, maquetación y fotomecánica: Centro Gráfico

Impresión: Coria Gráfica

Depósito Legal:

Esta publicación está editada por la Consejería de Obras Públicas y Transportes de la Junta de Andalucía, en el marco del Programa de Medidas Compensatorias, desarrollado con motivo de la construcción de la Autovía Jerez - Los Barrios.

prefacio

Este trabajo ha sido desarrollado en el marco de un Convenio de Colaboración entre la Estación Biológica de Doñana (C.S.I.C.) y Gestión de Infraestructuras de Andalucía (GIASA). El objetivo era la elaboración de estudios de investigación y seguimiento de especies sensibles, comprendidos en el Proyecto de Medidas Compensatorias correspondiente a la Autovía A-381 Jerez-Los Barrios. Las medidas se enmarcan dentro del Convenio de Colaboración entre el Ministerio de Obras Públicas y Transportes, hoy Ministerio de Fomento, y la Junta de Andalucía, para la financiación y ejecución de obras de carreteras en el corredor Bahía de Cádiz-Bahía de Algeciras.

Nuestra investigación ofrece información sobre la situación actual de acogida de los hábitats más característicos del Parque Natural “Los Alcornocales” para el corzo y, al mismo tiempo, proporciona datos de la abundancia de corzos en dicho Parque.

Al evidenciar relaciones entre la abundancia de corzos y las características concretas de los distintos hábitats que los acogen, este estudio identifica posibilidades de nuevas políticas de manejo, y establece nuevas cuestiones para futuras investigaciones. Este informe puede servir de ayuda a todas aquellas personas con distintos niveles de responsabilidad en el ámbito de la conservación y manejo de estas poblaciones de corzo andaluz y del Parque de Los Alcornocales. Al mismo tiempo se intenta promover una mejora en la comprensión y conocimiento del corzo y de los hábitats que ocupa, a nivel científico, y para todos los colectivos implicados en protección medioambiental.

Presentamos la información obtenida en cinco partes:

Parte 1. Donde se recopila de una forma resumida el conocimiento disponible sobre el corzo en el mundo, en España y, de forma más detallada, todo el que se ha conseguido hasta ahora sobre el corzo andaluz. También en esta primera parte se presenta información sobre el Parque de Los Alcornocales, sobre todo aquella más relacionada con los objetivos de este estudio.

Parte 2. En la que se presentan los objetivos del estudio.

Parte 3. Describe en detalle el desarrollo del trabajo de campo y los métodos seguidos para la caracterización de los distintos hábitats, la obtención de las estimas de abundancia de corzo en ellos, y el manejo de la información geográfica digital.

Parte 4. Aquí se detallan las variables elegidas para la elaboración del modelo de predicción de acogida para el corzo, los modelos previos y aditivos ensayados, y el modelo definitivo seleccionado. En este mismo apartado, como resultado final, se presenta el mapa de zonación de calidad de los hábitats para el corzo en Los Alcornocales.

Parte 5. En este punto se comentan las posibles interacciones entre el corzo y el ciervo (*Cervus elaphus*).

Partes 6, 7 y 8. Reúnen las conclusiones que se derivan de nuestro trabajo, los principales desafíos que se plantean y las actuaciones concretas más aconsejables para la conservación del corzo andaluz y Los Alcornocales.

Parte 9. Donde se reseña la bibliografía más utilizada.

Este estudio ha surgido motivado por el análisis del impacto que tiene la construcción de una autovía en el Parque de Los Alcornocales. En este sentido, quisiéramos destacar la importancia que tienen este tipo de iniciativas de estudio que consiguen ir reuniendo poco a poco buenas bases de datos sobre nuestro medio ambiente.

Finalmente quisiera agradecer su apoyo y su trabajo a todos los que han contribuido a hacer posible este informe. En primer lugar, la labor de coordinación que han llevado a cabo Miguel Ferrer y Fernando Hiraldo, directores de la Estación Biológica de Doñana, y Ana Carbajosa, Luis Ramajo y Renato Herrera, desde GIASA. Gracias también a Felipe Oliveros, director-conservador del Parque Natural Los Alcornocales y José M^a Sánchez, que en todo momento nos han facilitado la información, el apoyo y la acogida necesaria para que nuestra labor de campo y de análisis se desarrollara eficazmente. Gracias también a Carlos Martínez, director-conservador del Parque Natural de Grazalema, por su acogida y ayuda en la labor de campo en ese Parque.

Asimismo vaya nuestro más sincero agradecimiento a todos los propietarios (privados y ayuntamientos) de aquellas fincas de Los Alcornocales que han permitido y facilitado nuestro acceso a ellas para la instalación de los transectos de indicios, y que han soportado la carga de nuestras visitas mensuales durante todos estos años. A ellos y a todos los que con su labor han conseguido que este Parque Natural sea, hoy por hoy, una de las extensiones mejor conservadas de bosque mediterráneo.

Especialmente quisiéramos destacar el apoyo continuo de Eduardo Briones, que, no sólo con su experiencia participó activamente en la elección de las áreas de muestreo, sino que siempre que le fue posible nos acompañó en la obtención de los datos.

Los guardas, tanto de los montes públicos como privados, han sido para nosotros una fuente de información muy útil para conocer las características del terreno y las poblaciones animales que lo habitan. Sin su ayuda y compañía el desarrollo del trabajo nos hubiera resultado mucho más difícil.

José Manuel Moreira y su equipo, desde la Consejería de Medio Ambiente, nos facilitaron, a través de GIASA, la cartografía digital necesaria para la elaboración de nuestro modelo de predicción y mapas derivados.

Agradecemos la colaboración prestada por la Consejería de Medio Ambiente y la Empresa de Gestión Medio Ambiental (EGMASA) para la estima de la abundancia de corzo.

Una persona ha sido fundamental también para el desarrollo de este trabajo, José Antonio Luna, “Chico”, que ha participado activamente en la toma de datos en el campo, en unas condiciones a veces muy difíciles.

Muchas han sido las personas que esporádicamente nos han ayudado en la labor de campo, entre ellas destacar a Pepe Salas, Pepe Ríos y Salvador Ramírez.

Un recuerdo especial queremos dedicar a Beatriz González que inició toda la labor de análisis de la Información Geográfica Digital, y construyó con ella los primeros mapas útiles para este trabajo; labor que continuó Stefanie Weykam, que no sólo ha elaborado los mapas definitivos que forman parte de este informe final, sino que ha contribuido a que tengan un diseño cuidadoso y atractivo para todos los que lleguen a manejar los resultados que hemos conseguido con nuestro trabajo.

La orientación y ayuda que nos ha proporcionado el profesor Baltasar Cabezudo, de la Universidad de Málaga, ha sido enormemente eficaz para la caracterización de las series de vegetación; asimismo, las sugerencias y consejos de la profesora Rocío Fernández Alés y la ayuda del profesor Juan Manuel Infante han sido sumamente útiles para la caracterización de los hábitats. Gracias también a los profesores Fernando Ojeda y Juan Arroyo, por sus comentarios sobre las herrizas y los ojaranzales. Asimismo, nos han sido de gran ayuda en la clasificación de los suelos María Anaya y otros miembros de su grupo, desde la Facultad de Química. Miembros todos ellos de la Universidad de Sevilla.

Enrique Collado, siempre ha estado dispuesto a prestarnos todo su apoyo en la discusión de los análisis estadísticos.

Por último, no quisiera olvidar a mi mujer Annie y a mi hija Rita, mi familia, que me han soportado y apoyado en todos los momentos de este proyecto, costoso en tiempo y en esfuerzo.

F. Braza
Sevilla, Julio 2003

Índice

1. INTRODUCCIÓN	11
1.1. Situación taxonómica y distribución del corzo en el mundo	13
1.2. El corzo en Europa	14
Descripción	14
Registros fósiles	15
Distribución actual y taxonomía del corzo europeo	16
Hábitos alimenticios	17
Organización social	17
Biología reproductiva	17
Interacciones con otras especies	18
Futuro de la investigación sobre el corzo en Europa	19
1.3. El corzo andaluz	19
Distribución del corzo en España	19
Las poblaciones de corzo en Cádiz-Málaga	21
Logros en la conservación del corzo de Cádiz-Málaga	25
1.4.-Parque Natural Los Alcornocales	26
2. OBJETIVOS	33
3. DESARROLLO DEL TRABAJO	37
3.1. Estimas de abundancia de corzo	39
Transectos de indicios	41
3.2. Caracterización de hábitats	43
Definición de las series de vegetación	44
Caracterización edafológica	47
Factores climáticos	49
Impacto humano	49
3.3. Obtención y manejo de los datos	51
Definición del área de muestreo	51
Manejo de la información geográfica digital	51

4. CONSTRUCCIÓN DE UN MODELO DE PREDICCIÓN DE LA PRESENCIA DE CORZO EN LOS ALCORNOCALES	55
4.1. Variables consideradas en el modelo de predicción	57
4.2. Modelos previos individualizados para cada variable	61
4.3. Modelos aditivos	64
4.4. Modelo seleccionado para la predicción de abundancia de corzo en Los Alcornocales	68
4.5. Zonación de la calidad de los hábitats de Los Alcornocales para el corzo	70
5. INTERACCIÓN CON EL CIERVO EN LAS PREFERENCIAS DE HÁBITAT	71
5.1. Influencia del ciervo sobre la presencia del corzo	74
5.2. Preferencias del ciervo hacia las distintas series de vegetación	75
6. CONCLUSIONES	77
7. PRINCIPALES DESAFÍOS	81
8. ACTUACIONES CONCRETAS	83
9. BIBLIOGRAFÍA	85

1. introducción



1.1. SITUACIÓN TAXONÓMICA Y DISTRIBUCIÓN DEL CORZO EN EL MUNDO

El Género *Capreolus* se incluye dentro del amplio grupo de los ungulados, perteneciendo a la familia Cervidae. Los cérvidos actuales se caracterizan por la presencia de cuernos deciduos en los machos, a excepción del ciervo acuático chino que carece de ellos y del reno, que los presenta en ambos sexos.

El Género *Capreolus* es exclusivamente euroasiático y se reconoce por la presencia en los machos de cuernas con tres puntas y abundante perlado, por el escudo anal blanco con pelo erizable que rodea la rudimentaria cola y por tener una compartimentalización incompleta del estómago, lo que les impide digerir alimentos con abundante celulosa.

Actualmente se acepta la existencia de dos especies distintas de corzo, el corzo siberiano (*Capreolus pygargus*) y el europeo (*Capreolus capreolus*), existiendo notables diferencias entre ambas, tanto a nivel morfológico como fisiológico y genético, presentando incluso distinto número de cromosomas.

La especie *Capreolus pygargus* se extiende desde los Urales hasta Corea y, a lo largo de su amplia área de distribución se pueden reconocer al menos dos subespecies distintas, la típica de Siberia (*C.p.pygargus*) y más hacia el este la que habita China y la Península de Corea (*C.p.tianschanicus*) (Figura 1).

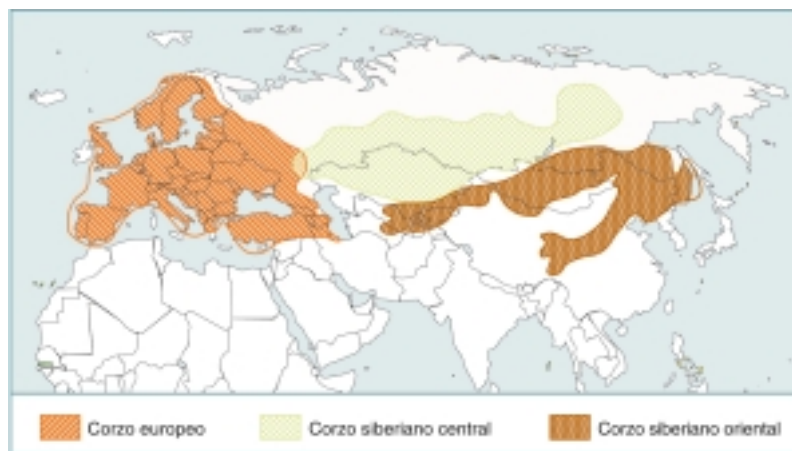
FIGURA 2

Localización de algunas de las áreas donde el corzo ha sido estudiado. (Andersen et al., 1998)



FIGURA 1

Área actual de distribución del corzo. (Danilkin, 1996)



1.2. EL CORZO EN EUROPA

A pesar del alto nivel de desarrollo de la mayoría de los países europeos y del carácter salvaje del corzo, podemos decir que se trata de una especie que no sólo ha sobrevivido a este desarrollo sino que se encuentra, en muchos casos, en una franca expansión.

En general, la investigación científica que trata sobre la ecología de los grandes vertebrados se ha centrado en poblaciones con riesgo de extinción y que necesitaban urgentemente la atención de los científicos especializados en biología de la conservación. A pesar de ello, se puede decir que en los últimos 30 años la investigación científica sobre esta abundante especie se ha extendido a todas las áreas ocupadas por el corzo en Europa (Fig.2). Gracias a toda esta investigación, contamos hoy con una información bastante detallada sobre distintos aspectos de su biología.

Descripción. El corzo (*Capreolus capreolus*) es el más pequeño de los cérvidos europeos, y aunque los machos son de mayor tamaño que las hembras, el

grado de dimorfismo sexual es relativamente bajo. Los corzos presentan unas patas traseras potentes, adaptadas al salto. Destacan en su morfología una franja negra en el hocico, grandes orejas, un escudo anal blanco con pelo erizable que rodea la rudimentaria cola, y cuernas en los machos, que se renuevan cada año y se caracterizan por tener tres puntas y abundante “perlado”. Tiene dos épocas de muda al año, en primavera y en otoño; el manto de invierno es tupido y de color gris, y el de verano corto con gran variedad de tonalidades desde el anaranjado al marrón (Fig.3), si bien hay poblaciones en el sur de España que conservan la coloración gris también en verano.

FIGURA 3

Corzo europeo. (San José, 2000)



Registros fósiles. El primer fósil de corzo se encuadra en el *Género Procapreolus* (Chslosser, 1924), del que se han descrito siete especies. La más antigua data de hace 10 millones de años (Mioceno medio). El *Género Capreolus*, tal como se reconoce hoy día, apareció hace tan sólo 3 millones de años. Toda la información recogida de los fósiles demuestra que las oscilaciones climáticas causadas por los distintos ciclos de glaciación e inter-glaciación del Pleistoceno han tenido gran influencia en la constitución, aspecto y distribución de este animal en Europa. Durante los periodos fríos, los hábitats de la mayor parte del norte y centro de Europa estaban ocupados por grandes extensiones de nieve, casi sin árboles y muy poca comida, lo que restringía al corzo a la región mediterránea. Es a partir de estas áreas mediterráneas de refugio desde donde el corzo coloniza de nuevo el centro y norte de Europa, cuando las condiciones climáticas le vuelven a ser favorables.

La Península Ibérica está reconocida como uno de los principales refugios en la región mediterránea durante las oscilaciones climáticas del Pleistoceno. En el curso de los periodos glaciares sólo las regiones del sur quedaron libres de hielo, actuando como refugio de muchas especies de clima templado. Sucesivamente, los periodos interglaciares permitieron la recolonización y expansión de estas especies a partir de los núcleos supervivientes en los refugios.

Distribución actual y taxonomía del corzo europeo. En la figura 4 puede observarse la distribución actual del corzo en la Europa Occidental. Así, puede verse como el corzo está presente en casi todos los hábitats naturales europeos, incluyendo los bosques deciduos de coníferas, y mediterráneos, así como páramos y marismas. Sólo en las altas zonas alpinas su presencia está muy limitada o es casi nula. Su tolerancia a la actividad humana le ha permitido ocupar también hábitats muy manejados por el hombre, como zonas de repoblaciones forestales, de mosaicos bosque-granja, campiñas agrícolas e incluso jardines suburbanos.

FIGURA 4
Distribución actual del corzo europeo. (Andersen et al., 1998)



Por lo tanto, la gran variedad de hábitats ocupados por esta especie es hoy día la evidencia de su éxito adaptativo.

La amplitud del área ocupada por la especie, y la diversidad de biotopos que coloniza, determinan la existencia de una alta variabilidad tanto morfológica como ecológica entre las distintas poblaciones, lo que propicia la aparición de diferentes ecotipos o formas locales. La clasificación a nivel subespecífico de la especie *Capreolus capreolus* ha sido un tema muy discutido, llegándose a describir multitud de subespecies, sobre todo a principios del siglo XIX; si bien actualmente todas estas formas europeas han quedado englobadas bajo una única subespecie *Capreolus capreolus capreolus*.

Hábitos alimenticios. Uno de los principales factores limitantes de la distribución de este cérvido es la disponibilidad del alimento. El corzo es considerado un herbívoro generalista capaz de alimentarse de una gran variedad de plantas. Así llegan a consumir cientos de especies diferentes de plantas de las que aprovechan todos sus tejidos, desde las raíces a las flores. A pesar de ello, y dado su pequeño tamaño, recurren a estrategias muy selectivas de alimentación que les permite mantener sus altos requerimientos energéticos y su alto nivel de inversión parental, dado que son de los pocos cérvidos con más de una cría por parto. A consecuencia de ello, su dieta solapa poco con la de otros cérvidos europeos, siendo, sin embargo, sorprendentemente sensibles a la competición espacial con otros grandes herbívoros como el ciervo o el jabalí.

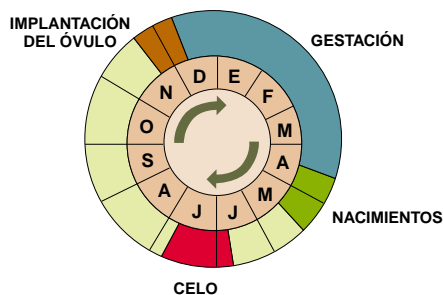
Organización social. El éxito adaptativo de esta especie puede ser atribuido en parte a su capacidad para modificar su organización social según los distintos hábitats que ocupe.

El corzo es, en general, una especie de hábitos solitarios, si bien las condiciones del hábitat pueden determinar comportamientos más gregarios.

Su ciclo anual consiste en una etapa más o menos solitaria durante la primavera y el verano, en la que las hembras adultas se encuentran aisladas, durante el periodo de partos, amamantando a sus crías, mientras que los machos adultos están defendiendo territorios de apareamiento; esto es llevado a cabo mediante un marcaje olfativo a través de sustancias químicas liberadas por diversas glándulas odoríferas. El marcaje se realiza frotando la cabeza y cuernas contra la vegetación y escarbando en el suelo, especialmente durante el descorreo de la cuerna y en el periodo de celo. Al final del otoño y del invierno, machos y hembras forman grupos de composición variable. El tamaño de estos grupos varía sobre todo debido a la densidad de población y a la estructura del hábitat.

Biología reproductiva. El ciclo reproductivo de la hembra del corzo es único entre los ungulados, no sólo por el hecho de poder tener 2-3 crías por parto, sino porque además cuentan con la singularidad del Proceso de Implantación Retardada (Fig.5). En este proceso, el embrión no queda instalado definitivamente en la pared del útero tras la fecundación, en el mes de julio, sino que durante unos cinco meses este embrión queda en letargo, y después de este periodo se produce su implantación, comenzando así la verdadera gestación que dura 130 días. Este singular proceso les permite ajustar las dos fases más costosas de su ciclo, el celo y la lactancia, a las épocas del año en que la calidad y abundancia de alimento son máximas.

FIGURA 5
Ciclo reproductivo del corzo



Interacciones con otras especies. El éxito del corzo es importante también para otras especies, especialmente para aquellos predadores que se alimentan de él. De hecho, la expansión de las poblaciones de corzo en Europa coincide con un aumento de las poblaciones de algunos de sus potenciales predadores, tales como el lobo y el linco europeo. Una buena presa base es vital para el restablecimiento de las poblaciones de predadores, y los corzos, adultos y neonatos, tiene un tamaño muy adecuado para estas especies. Los corzos son también “recolectados” por los cazadores humanos que los miran como un trofeo muy apreciado; por ejemplo en el año 84 se cazaron en Europa 1,6 millones de corzos, y en la actualidad probablemente se alcancen los 2,5 millones de ejemplares.

Es necesario señalar que la presencia del hombre en el campo no parece limitar el desarrollo de las poblaciones de corzo. El comportamiento oportunista de la especie le permite explotar los ambientes rurales modificados a consecuencia de la actividad humana. Además, la progresiva extinción del lobo de la mayor parte de España en los años 40 también contribuyó a la expansión de los grandes herbívoros; en el norte de España el corzo sigue siendo predado por el lobo, sin que esto frene su expansión.

En cuanto a patologías, en Europa los principales procesos que afectan a la especie son queratoconjuntivitis, colibacilosis, pasterelosis y distintos problemas parasitarios. El protozoo *Besnoitia besnoiti* ha sido detectado en corzos del Pirineo.

Los accidentes (carreteras, canales.....) también constituyen un factor de mortalidad a considerar.

El correcto manejo de los recursos cinegéticos necesita claramente de una buena comprensión de la dinámica de las poblaciones, unos métodos eficientes para el seguimiento de estas poblaciones y unos objetivos muy bien definidos.

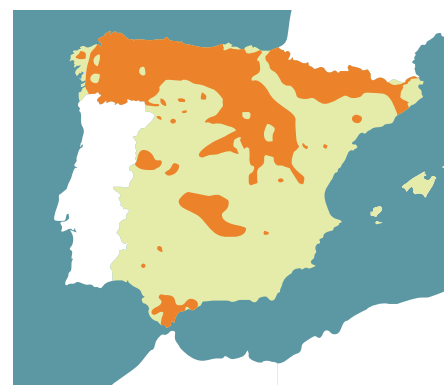
Futuro de la investigación sobre el corzo en Europa. El mayor problema a afrontar para la comprensión de la biología del corzo europeo estriba en el hecho de que en estos últimos treinta años de investigación, los estudios se han centrado sólo en poblaciones con densidades medias o altas y, por lo tanto, fáciles de estudiar. Nuevos datos de poblaciones con bajas densidades, como las que habitan en zonas boreales y en bosques secos o cálidos mediterráneos, podrían completar esta visión tradicional de la biología del corzo.

1.3.- EL CORZO ANDALUZ

Distribución del corzo en España. En España el corzo se distribuye de forma homogénea a lo largo de los Pirineos, Cordillera Cantábrica, Montes de León y mitad norte del Sistema Ibérico, penetrando a lo largo del Sistema Central hasta las proximidades de Gredos. Hacia el sur aparecen poblaciones aisladas de corzos en los Montes de Toledo, Sierra Morena, y Sierras de Cádiz-Málaga (Fig.6).

En toda la mitad norte de la Península el corzo está en expansión; no ocurre lo mismo en la mitad sur, donde su baja densidad puede estar explicada por las peculiares características de la región mediterránea, donde los prolongados períodos de sequía estival actúan como épocas críticas y mantienen a las poblaciones por debajo de su potencial real. Por esta razón, estas poblaciones andaluzas de corzo tienen particular interés ya que poseen características locales que permiten comprender sus adaptaciones al ambiente mediterráneo.

FIGURA 6
Distribución del corzo en España.
(San José, 2002)



En cuanto a la distribución histórica del corzo en Andalucía, a principios de siglo, en concreto en 1910, Chapman y Buck en su libro *La España inexplorada* hacen referencia a la abundancia del corzo en Sierra Morena, Montes de Toledo y en la sierra y vegas extremeñas, así como en los montes más bajos de las serranías de Ronda y Cádiz. También en el libro *Las Monterías en Sierra Morena a mediados del Siglo XIX* se menciona la presencia de corzos en Sierra Morena. Existen también referencias anteriores que confirman la presencia del corzo en Sierra Morena, como una Ordenanza pregonada en Baena (sureste de Córdoba) en 1546, donde se prohíbe la caza de “venados, corzos, cabra, puerco y de otra res mayor o menor”.

En la Sierra de Cazorla el corzo se extinguió entre 1910 y 1930, realizándose una última reintroducción, en 1957, que no llegó a prosperar; en la Sierra de Huelva se cazaron corzos hasta la primera mitad del siglo XX.

En el libro *Veinte años de caza mayor*, del año 1943 del Conde de Yeves, se cita la presencia de corzo en las estribaciones de la Sierra de Las Nieves, en las zonas llamadas “La Máquina” y “El Cuzcú”, y en el monte de Rueda, próximo a Coín.

La presencia de corzo en la provincia de Granada es más rara, debido a la escasez de hábitats apropiados para esta especie. No obstante, hay una referencia en el catálogo de mamíferos y aves observados en la provincia de Granada por José Manuel Sánchez García (1885), donde se menciona la presencia de corzo en la Sierra de Huétor. Hace unos diez años se introdujeron en esta sierra tres parejas de corzos provenientes de León. Una de ellas murió al poco de ser introducida, pero las otras dos parece que se adaptaron e incluso se reprodujeron. No se ha efectuado un seguimiento de estos ejemplares, por lo que actualmente no se sabe exactamente los corzos que puedan quedar en la zona.

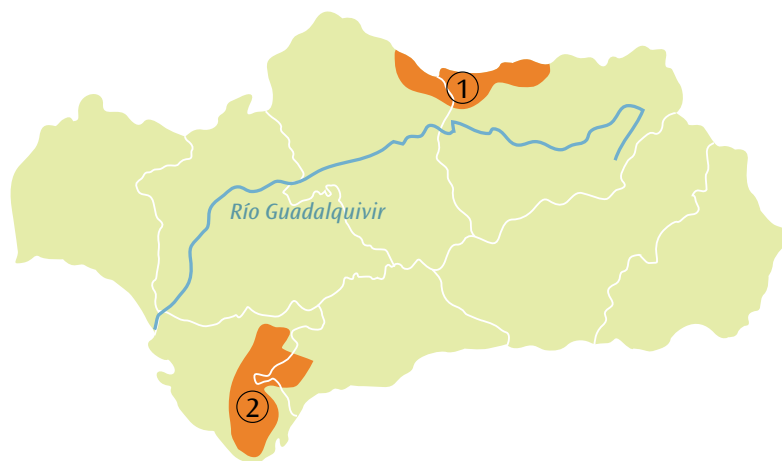
No existen referencias sobre la presencia de corzo en tiempos recientes en la provincia de Almería, pero sí en la Sierra de Filabres hace al menos tres siglos (Archivo Histórico de Almería).

Actualmente, las poblaciones andaluzas de corzo se limitan a dos núcleos separados por el río Guadalquivir (Fig.7).

El primero de ellos (1) y el más amenazado, se localiza en Sierra Morena, a caballo entre las provincias de Ciudad Real, Córdoba y Jaén. Existe constancia de presencia de corzo a muy baja densidad en el término de Santa Eufemia, y se han introducido corzos en algunas fincas malladas de Córdoba. Igualmente existe una población de corzo a densidad muy baja en la linde de Andújar con Fuencaliente y en el Parque Natural de Despeñaperros. Al margen de este núcleo, pero también al Norte del Guadalquivir, merece la pena destacar el hecho de que se han reintroducido corzos en ocho fincas cercadas con mallas cinegéticas en los términos de Constantina, Sanlúcar la Mayor y Cazalla de la Sierra.

El segundo (2), relativamente abundante y bien conservado, habita en las Sierras de Cádiz-Málaga, estando la mayor parte de su área de distribución incluida dentro de zonas protegidas. En estas sierras se localiza la población autóctona más estable de corzos de Andalucía, y es donde se les encuentra en mayor cantidad y densidad. Estas poblaciones constituyen el límite suroccidental de distribución de la especie a nivel mundial. Otras especies como el ciervo de berbería (*Cervus elaphus barbarus*), sin embargo, traspasan el Estrecho y se conocen en Marruecos. El corzo, no. La Sierra de Cádiz es el extremo meridional de Europa que ha invadido o colonizado esta especie.

FIGURA 7
Área de distribución del corzo en Andalucía



Según se desprende de los datos bibliográficos, antiguamente en Andalucía el corzo tenía una distribución mucho más amplia que la actual. Su desaparición en muchas áreas andaluzas se ha debido fundamentalmente a la transformación de los hábitats, así como a la introducción y favorecimiento de otros ungulados salvajes (gamo, muflón y ciervo) y domésticos (fundamentalmente cabra), que compiten con ventaja frente al corzo.

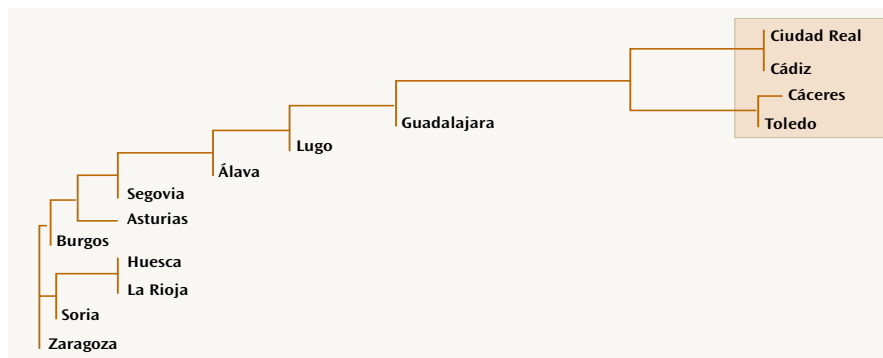
Actualmente las poblaciones de corzo de la Sierra de Cádiz son las únicas en Andalucía con posibilidades de proporcionar ejemplares para la repoblación y reintroducción en otras áreas de Andalucía.

Las poblaciones de corzo de Cádiz-Málaga. Los resultados de un reciente y exhaustivo estudio genético en el que hemos participado revelan que las poblaciones de corzo que existen en España se encuentran geográficamente estructuradas. En este estudio, la variabilidad genética y la divergencia poblacional fueron analizadas mediante técnicas moleculares basadas en la secuenciación del ADN mitocondrial y el análisis de microsatélites del ADN nuclear. Para este estudio se tomaron un total de 126 muestras de tejido de corzos cazados en 14 provincias españolas durante las temporadas 1999-2001.

Los resultados del análisis de estas muestras reflejaron que existe una variabilidad considerable tanto a nivel de ADN mitocondrial como del ADN nuclear y que las poblaciones más meridionales de corzo han evolucionado independientemente de las poblaciones más septentrionales.

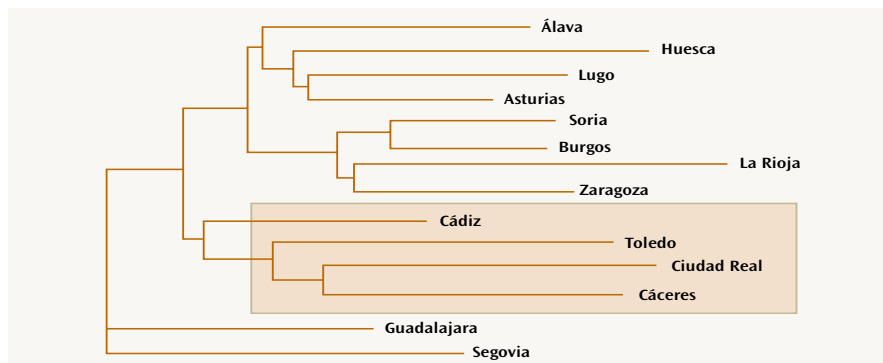
Concretamente, el análisis del ADN mitocondrial muestra una clara segregación de los genotipos del corzo en España de acuerdo con una distribución geográfica (Fig.8).

FIGURA 8
Resultados del análisis genético del ADN mitocondrial (Lorenzini et al. 2003)



En cuanto al análisis de microsatélites del ADN nuclear, éste corrobora los resultados obtenidos en el análisis del ADN mitocondrial, observándose nuevamente diferencias significativas entre los corzos de la mitad norte y la mitad sur peninsular, confirmándose así, una segregación genética entre ambas subpoblaciones, y evidenciándose además el aislamiento genético de las poblaciones de Cádiz (Fig. 9).

FIGURA 9
Resultados del análisis genético del ADN nuclear (Lorenzini et al. 2003)



Un ulterior análisis revela asimismo que el 100% de los corzos de Cádiz pertenecen a una población independiente, mientras que el resto de la “subpoblación sur” (Toledo, Cáceres y Ciudad Real) es más heterogéneo y se distribuye indistintamente en dos “grupos genéticos”. Asimismo, el norte peninsular se revela también más heterogéneo, al aparecer repartido en tres “grupos genéticos”.

Este patrón de diferencias genéticas también se refleja a nivel morfológico, separando también a las poblaciones de corzo de Cádiz-Málaga del resto de las poblaciones españolas. De esta forma, se puede hablar de patrones diferentes de coloración en el pelaje, tamaño corporal, diferencias significativas en la morfología del cráneo y aspecto de la cuerna (Figs. 10 y 11).

En primer lugar, el corzo típico de las sierras de Cádiz-Málaga presenta un pelaje cuya coloración no varía a lo largo del año, aunque mantenga las dos épocas de muda. Su librea es siempre gris, mientras que en el resto de los corzos europeos el pelaje de verano adquiere tonos rojizos. También, a diferencia de otros corzos, el de la sierra de Cádiz-Málaga carece, en general, de manchas blancas (babero) en la parte anterior del cuello.

FIGURA 10
Corzo europeo



FIGURA 11
Corzo de Cádiz-Málaga



En cuanto a su tamaño corporal, puede decirse que el corzo de Cádiz-Málaga es menos corpulento que el resto de los corzos europeos, siendo en general más corto y bajo que ellos. Asimismo, el cráneo del corzo de Cádiz-Málaga es más corto y más ancho que los del resto de las poblaciones europeas y españolas analizadas (Tabla 1).

Aunque los machos de corzo son algo más grandes que las hembras, es uno de los cérvidos menos dimórficos (menor diferencia entre machos y hembras); recordemos que en algunos ciervos los machos adultos son dos veces más pesados que las hembras. Se suele asociar el monomorfismo (machos y hembras iguales) a la monogamia y el dimorfismo a la poligamia. La tendencia de los machos de corzo, durante la época de celo, a no pastorear ni seguir a más de dos hembras en estro les sitúa entre los más monógamos. Si a esto añadimos el hecho de que las hembras de corzo paren generalmente dos crías, la selección natural habrá favorecido a las hembras de mayor tamaño contribuyendo a disminuir las diferencias entre machos y hembras. A pesar de este monomorfismo del corzo en comparación con otros cérvidos, es interesante destacar que los corzos que viven en las montañas de Cádiz y Málaga muestran un dimorfismo más alto que los corzos europeos (siendo el índice peso macho/peso hembra de 1,16 para los corzos andaluces y de 1,04 para los corzos europeos).

TABLA 1
Algunas características morfológicas del corzo europeo y del corzo andaluz.

CARÁCTER	CORZO EUROPEO	CORZO ANDALUZ
Peso (Kg)	22-32	15-25
Altura a la cruz (cm)	66-83	54-73
Longitud de cráneo (mm)	190-213	188,6-191,6
Anchura de cráneo (mm)	80-82	81,6-84,3

Por otra parte, mientras que en los corzos de otras poblaciones españolas y europeas las cuernas aparecen próximas en la base pero tienden a separarse progresivamente en las puntas, tendencia que llega a su máximo en los corzos siberianos con trofeos con aspecto de “lira”, las cuernas de los de Cádiz-Málaga crecen, en general, más rectas y mucho más paralelas entre sí que en el resto de los corzos europeos.

Estas características que a grandes rasgos diferencian a los corzos de Cádiz-Málaga del resto de los europeos, junto con las diferencias detectadas a nivel genético, parecen constatar que estas poblaciones han evolucionado por separado, constituyendo un grupo autóctono que tiene la particularidad de desarrollarse en un área marcadamente mediterránea. Estas notables divergencias, en cuanto a caracteres genéticos, morfológicos y adaptaciones ecológicas, han permitido establecer un ecotipo de Corzo Andaluz para estas poblaciones de Cádiz-Málaga.

Por lo tanto, la población de corzos del Parque Natural Los Alcornocales pertenece a un grupo autóctono y singular, formado por un elevado número de individuos que viven en su hábitat natural, lo que la sitúa en una posición relevante en la conservación de la biodiversidad de Andalucía.

Logros en la conservación del corzo de Cádiz-Málaga. En el año 1987, y a instancia de Sociedades de Cazadores y de la Agencia de Medio Ambiente (A.M.A.), fuimos requeridos para la elaboración de un informe que precisara la densidad de las poblaciones de corzo en las sierras de Cádiz-Málaga y que, al mismo tiempo, despejara las cuestiones fundamentales del futuro manejo de dichas poblaciones.

Se estimaba entonces para las sierras de Cádiz-Málaga una densidad media de 4,5 individuos/100 ha, densidad que estaba muy por debajo de la considerada como óptima, entre 10-20 individuos/100 ha.

La proporción de machos y hembras adultos se encontraba próxima al 1:1, pero el número de crías por hembra era sorprendentemente bajo; con lo cual, aunque podía considerarse que la población de corzos de Cádiz-Málaga contaba

con un número de individuos suficientemente amplio y con una estructura de sexos bien equilibrada, la renovación de sus efectivos parecía verdaderamente difícil en aquellos momentos.

En este informe, además de proporcionarse datos sobre el ciclo biológico de estas poblaciones, se presentaron unas directrices de actuación para su manejo y conservación, proponiéndose la elaboración de un plan especial que contemplara, por una parte el desarrollo de nuevos estudios, y por otra actuaciones concretas de manejo, tales como la prohibición de la caza, al menos en aquellos puntos que fueran considerados como posibles focos de expansión. Como resultado de este plan especial, en el año 1989, y gracias a la Junta de Andalucía (Consejería de Agricultura y Pesca), se inicia un proyecto de investigación de cuatro años de duración dirigido preferentemente a caracterizar el corzo de Cádiz-Málaga en el conjunto de la especie, estudiar su situación en ese momento y su dinámica de poblaciones, considerar sus posibilidades de evolución, ofrecer un panorama del estado sanitario de estas poblaciones, y delimitar nuevas estrategias para su conservación. Como resultado de este proyecto se publicaron dos libros, uno que, a modo de manual, ofrece una recopilación de métodos para el estudio y manejo de estos cérvidos, y otro que recoge los principales resultados obtenidos en relación con los objetivos propuestos. Otros resultados más especializados han sido publicados en revistas científicas nacionales e internacionales. Todos estos resultados permitieron caracterizar el ecotipo de corzo andaluz según describíamos anteriormente.

Además, gracias al estudio del uso del espacio se han podido conocer las interacciones del corzo con el ciervo, ya que los datos indican una solapación espacial de ambas especies durante primavera-verano, más acusada entre abril-julio, épocas que coinciden con la crianza y celo del corzo. Así pues, el corzo sufre el impacto negativo del ciervo en estos momentos cruciales de su reproducción. Esto es de especial interés ya que el factor más relevante en la dinámica de poblaciones del corzo de Cádiz-Málaga es la baja tasa reproductiva. Es probable que exista una mortalidad prenatal influida por el clima, a través del importante déficit hídrico imperante en estas sierras durante los años de sequía, por la relación con otras especies como el ciervo, así como por la predación de perros, cochinos asilvestrados y zorros, y también por la carga parasitaria y las enfermedades que puedan afectar no sólo a las crías sino también a las madres. Sin descartar el impacto humano, que puede llegar a ser un factor determinante en el futuro de la conservación de estas poblaciones.

Por otro lado, los resultados obtenidos y publicados a raíz de los últimos proyectos realizados por la Consejería de Medio Ambiente durante los años 1999 a 2004 han permitido acceder a un conocimiento más exhaustivo de la genética y el estado actual de la dinámica de estas poblaciones, en las que se ha detectado una recuperación, probablemente debida a las actuaciones de manejo que se están llevando a cabo desde la redacción del primer informe.

1.4. PARQUE NATURAL LOS ALCORNOCALES

El Parque Natural Los Alcornocales se encuentra situado en el extremo sur de la Península Ibérica, concretamente al sur de la sierra de Grazalema, representando así la extensión de alcornoques (*Quercus suber*) más meridional de Europa (ver Mapa 1). Este espacio natural abarca parte de las provincias andaluzas de Cádiz y Málaga, limitando al norte con el río

Majaceite y la sierra de Ubrique, al este con el valle del río Hozgarganta, al oeste con la campiña gaditana de Medina Sidonia y Jerez de la Frontera, y al sur con los arenales de Tarifa y el estrecho de Gibraltar. Las sierras del Aljibe, de los Melones y de la Luna forman la divisoria hidrográfica entre los ríos que vierten al océano Atlántico y al mar Mediterráneo. El único río tributario al Atlántico es el Barbate, con varios afluentes que recorren el Parque de este a oeste. En cambio, desembocan en el mar Mediterráneo los ríos Hozgarganta, Guadarranque, Guadacorte, Palmones y de la Miel. Los límites del Parque Natural coinciden, generalmente, con accidentes naturales o infraestructuras de comunicaciones.

Con una superficie aproximada de 170.000 ha, este Parque Natural se convierte en el tercero con mayor extensión de Andalucía, además de ser el único del mundo dedicado fundamentalmente a la protección y gestión del alcornocal.

El edificio litológico de la mayor parte del territorio está constituido por las unidades autóctonas del Campo de Gibraltar, la unidad del Aljibe, y al norte la unidad Subbética (ver Mapa 2).

La importancia de la unidad geológica del Aljibe, como elemento conformador de la mayor parte de las características ambientales, o la, en apariencia, baja intensidad de la presencia humana, son algunos de los factores que dan unidad al conjunto. Sin embargo, más allá de la aparente uniformidad visual que ofrece en un primer momento, el Parque Natural Los Alcornocales debe ser considerado particularmente diverso.

Este Parque Natural se sitúa dentro de las latitudes medias, donde domina el cinturón de vientos del oeste, lo que condiciona su climatología en todo momento. El Parque se engloba dentro de la zona mediterránea subtropical y mediterránea marítima, con lo que se encuentra sometido a una elevada influencia marítima. Dentro de la provincia de Cádiz, en la costa el frío se hace menor y las heladas desaparecen; por el contrario, al irnos alejando de la costa hacia las cumbres aumenta la continentalidad, aunque las heladas siempre son escasas. En el Parque Natural aparecen formaciones tan características como los brezales aljibicos de influencia atlántica, la vegetación de tipo lauroide, los pastizales vivaces de elevada biomasa y los herbazales escionitrófilos de lindero de los bosques.

Las temperaturas vienen determinadas, aparte de por su situación geográfica, por la fuerte presencia de topografías altas. Las temperaturas medias anuales disminuyen a medida que se avanza en altura y nos alejamos del litoral. Así, se sitúan en torno a los 17°C en litoral y zonas de menor altitud, mientras que en las topografías más elevadas los promedios anuales oscilan entre 13 y 16°C.

Las precipitaciones, como corresponden a los climas mediterráneos, se caracterizan por una pronunciada sequía durante el verano. El grueso de las precipitaciones se reparten entre septiembre y abril, aunque son tan abundantes que casi no existen meses sin que se produzcan, contando además con la característica de la torrencialidad, lo que acarrea una fuerte erosión. Estas altas precipitaciones son debidas al relieve (las precipitaciones orográficas adquieren una gran importancia) y a la apertura de las sierras hacia el golfo de Cádiz; es decir, a los vientos húmedos de poniente.

Geomorfológicamente hablando, en el Parque Natural pueden diferenciarse cinco grandes unidades físicas con representación espacial dispar, pero con características claramente diferenciadas en función de los materiales predominantes:

MAPA 1
Ubicación del P.N. Los Alcornocales



MAPA 2
Mapa topográfico



Sierra de las Cabras: eminentemente carbonatada y localizada al norte del Parque.

Extremo norte del Parque Natural: caracterizado por el predominio de materiales arcillosos triásicos.

Macizo del Aljibe: integrado fundamentalmente por las areniscas de la unidad del Aljibe, alberga el techo altitudinal del Parque Natural (Pico del Aljibe 1.092 m). Es ésta la unidad más representativa del espacio y la portadora de la imagen identificadora del Parque Natural. Ocupa el 73% de la superficie protegida y viene definida por una gran homogeneidad en cuanto al relieve y a usos de suelo, una mínima presencia de asentamientos humanos y una situación medioambiental por lo general buena. Compuesta por las llamadas areniscas del Aljibe, con intercalaciones de vetas margoarcillosas en las cotas bajas, y asentado sobre suelos de tierra parda forestal, destacan como paisaje más interesante y característico de esta unidad los llamados “canutos”: valles umbríos encajados en “uve”, coincidentes con los tramos altos o medios de los cursos de agua, donde la arenisca, de baja o mediana permeabilidad, proporciona un depósito permanente de agua en el sustrato (Fig.12).

FIGURA 12
Canutos de Los Alcornocales



Montes de Algeciras-Tarifa: condicionados por la fuerte compartimentación en bloques areniscosos aislados.

Depósitos postorogénicos periféricos: engloban relieves con marcada horizontalidad, situados siempre por debajo de la cota de 200 m.

Su situación geográfica peculiar, junto con su singular relieve y un clima especial, hacen que este Parque posea una flora y una fauna características, además de un paisaje muy valioso dentro del patrimonio natural andaluz y que aglutina además una gran diversidad de ecosistemas. Este Parque constituye aún hoy uno de los alcornocales mejor conservados del mundo, tal vez el mejor. El paisaje del Parque está compuesto fundamentalmente por las grandes “mohe-das” o “mojeas” de los alcornocales que le dan nombre, recorridas a modo de venas por los abundantes “canutos”, “gargantas” y “ríos”. Los alcornocales aquí suelen presentar abundancia de quejigos en umbrías y zonas frescas. Limitan por sus zonas más bajas (bujeos) con los “acebuchales” y sus valiosos pastos, entre los que suelen aparecer islas rocosas y pequeñas crestas aquí llamadas “machorras” o “campanillas”. Por los altos, ya en las crestas, limitan con las “herrizas” (o quejigales enanos).

En cuanto a la presencia humana en estas montañas puede decirse que es bastante antigua, pues se remonta, según lo datos disponibles, al menos al Paleolítico Medio. Prueba de ello son las pinturas e instrumentos líticos encontrados en las distintas cuevas del Parque Natural Los Alcornocales. Estos hallazgos permiten reconstruir, en parte, la vida de aquellos primeros pobladores, la cual estaba íntimamente ligada a la fauna silvestre que convivía con ellos (cérvidos, otros rumiantes y aves).

A partir de la llegada de fenicios y romanos, comenzó una explotación más o menos intensa de estos bosques, debido al aumento en el consumo de leñas y maderas para la navegación y la guerra. Esta explotación unida a los efectos de la sequía, a veces muy prolongada, tuvo terribles consecuencias en la evolución de estos bosques. En esta época, las guerras de conquista, el establecimiento de vías interiores de comunicación y la industria naval se tradujeron en importantes talas. Tras esta etapa poco conservadora, es interesante destacar el papel de los reyes visigodos (s.VII) que con su hacer fueron pioneros en la protección de la propiedad forestal y el bosque en sí como unidad económica.

Posteriormente, el carácter estratégico de estas sierras como frontera natural entre musulmanes y cristianos favoreció la aparición de incendios que, como instrumento de guerra, provocaron arrasamientos en grandes superficies arboladas.

Después del descubrimiento de la importancia del corcho a finales del s.XVII, el bosque de alcornoques y quejigos se ve alterado, y a finales del s. XIX aparecen los primeros planes de ordenación de estos recursos.

Ya en el s. XVIII los ilustrados perciben que los bosques constituyen un recurso escaso, sobreexplotado y difícilmente renovable. Estas primeras concepciones ecologistas supondrán la base para que, ya en el s. XIX, aparezcan los primeros planes de ordenación de estos recursos. Estos planes buscaban, en definitiva, repoblar y organizar de manera racio-

nal el estado de unos bosques que habían sufrido el impacto de un incremento demográfico, un nuevo auge de la industria naval, acompañado de conflictos bélicos y actividades pesqueras.

En nuestra época, los cambios experimentados en las técnicas agrícolas y ganaderas, junto con la aparición de actividades de ocio y contacto con la naturaleza, dio lugar a la declaración de Parque Natural a estos parajes, lo cual ha contribuido a un mejor mantenimiento y conservación de sus bosques.

Las normas establecidas para la conservación indefinida de todos los valores ambientales de este Parque Natural están contenidas en su Plan de Ordenación de los Recursos Naturales (P.O.R.N.) y en su Plan Rector de Uso y Gestión (P.R.U.G.). En ellos se detallan todas las directrices generales precisas para su buen manejo, pretendiendo compatibilizar el uso racional de sus riquezas naturales con la conservación de las mismas para asegurar unas condiciones de desarrollo duradero y sólido en toda la comarca. La conservación a la que se aspira no es por tanto pasiva sino activa. Se desea un Parque Natural pleno de actividades diversas, racionales, y bien compatibles con el progreso y el medio ambiente.

2. objetivos



Dado el interés de las poblaciones de corzo de Cádiz-Málaga, para garantizar su futuro y favorecer su expansión es necesario optimizar las medidas de conservación y manejo en este área.

A principios del año 1997 el desdoblamiento de la carretera A-381, Jerez de la Frontera-Alcalá de Los Gazules-Los Barrios, exigió la Declaración de Impacto Medioambiental dado que parte de esta construcción atravesaba el P.N. Los Alcornocales por su región meridional (Mapa 1). Como consecuencia de esta declaración se llevó a cabo el estudio y la redacción de las bases de las medidas encaminadas a compensar dicho impacto. Este Proyecto Básico de Medidas Compensatorias comprendía una serie de actuaciones en el medio natural, entre las cuales figuraban estudios de investigación sobre determinadas especies del Parque consideradas “sensibles” a esta actuación en su entorno. Entre dichas especies fue considerado el corzo, debido a sus características de ecotipo único en la especie y a su problemática de supervivencia y expansión. De este modo, en el año 1999 se inicia un programa de estudio sobre estas poblaciones, dirigido a la zonación de la calidad del hábitat y población del corzo, cuyo objetivo principal era determinar los requerimientos ecológicos específicos que permitan el fortalecimiento de esta especie en el P.N. Los Alcornocales y su expansión potencial.

Con este proyecto de investigación, en el plazo de cuatro años, se pretendía elaborar el mapa de calidad de hábitat para el corzo en el P.N. Los

Alcornocales. En esencia se trataba de clasificar el territorio del Parque en tres categorías:

- Zonas de óptima calidad para el corzo
- Zonas de buena calidad para el corzo
- Zonas de calidad deficiente para el corzo

Para ello se siguieron básicamente las siguientes estrategias:

- Recopilar información sobre el estado actual de la vegetación en términos de protección del suelo, complejidad estructural y estado de conservación.
- Evaluar la abundancia de corzos en los distintos tipos de vegetación considerados.
- Recopilar datos de otras variables del hábitat que pudieran explicar la presencia y abundancia de este cérvido en una zona, como por ejemplo la altitud, la distancia a vías de circulación, accesibilidad a puntos de agua, etc.

3. desarrollo del trabajo



Dado que el objetivo global de este proyecto es elaborar un mapa de la calidad del hábitat para el corzo en Los Alcornocales, hemos centrado nuestros esfuerzos en conocer cómo varía la abundancia de corzo en los distintos hábitats del P.N. Los Alcornocales. Para ello, el primer objetivo concreto al que nos hemos enfrentado ha sido el de decidarnos por una medida indicativa de la abundancia del corzo en las distintas zonas. El segundo ha sido el llegar a una clasificación de los distintos hábitats del Parque que contemplara parámetros más indicativos de las preferencias del corzo. Y en un tercer lugar, llegar a construir modelos predictivos de la capacidad de acogida para el corzo de cada uno de estos hábitats.

3.1.-ESTIMAS DE ABUNDANCIA DE CORZO

En función del hábitat y de las características geográfico-físicas de cada zona, existen diversos métodos para estimar la abundancia de corzo.

Considerando que el corzo es un cérvido adaptado al sotobosque, que este sotobosque en Los Alcornocales, además, es muy denso, y que anteriores estudios han indicado bajas densidades de corzo, este animal podría catalogarse como de muy difícil observación en el área de estudio.

Con este panorama, el método más aconsejable sería la estima de abundancia a través de transectos de indicios. Todos los animales dejan huellas diversas de sus actividades (rascaduras, excrementos, camas, mudas, etc.) (Fig. 13), cuya abundancia es proporcional al tamaño de la población que las produce.

FIGURA 13
Rastros de corzo. Huellas y excrementos



Este tipo de muestreo, no obstante, lleva asociado una serie de errores debido fundamentalmente a que:

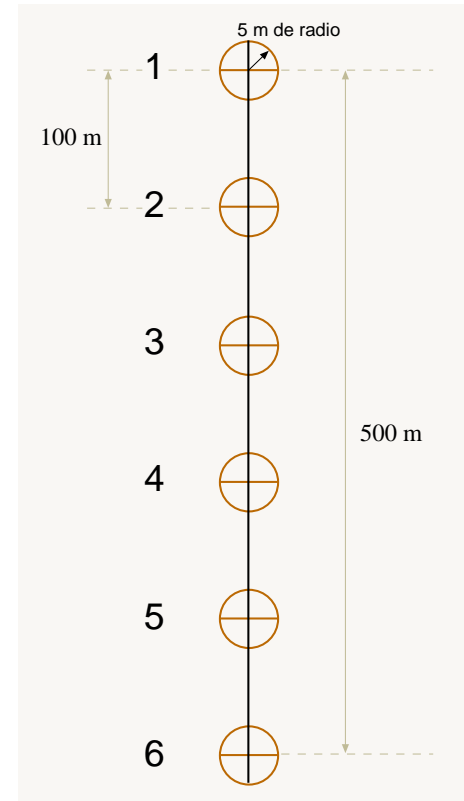
- la distribución de estos rastros en el medio es muy heterogénea y depende tanto de las características del medio como de la organización social de los individuos,
- la variación en el tiempo de la tasa de producción de estos rastros (tasa de defecación y tasa de desaparición),
- las propias características de atención del observador o de la persona que registra los datos.

Por todo ello, y aunque nuestros análisis se basarán fundamentalmente en los resultados obtenidos a partir de los transectos de indicios, también llevamos a cabo otros métodos de censo, centrados principalmente en la observación directa a lo largo de itinerarios fijos por zonas abiertas e información de la guardería, que nos han permitido contrastar nuestras estimas y minimizar así los posibles errores.

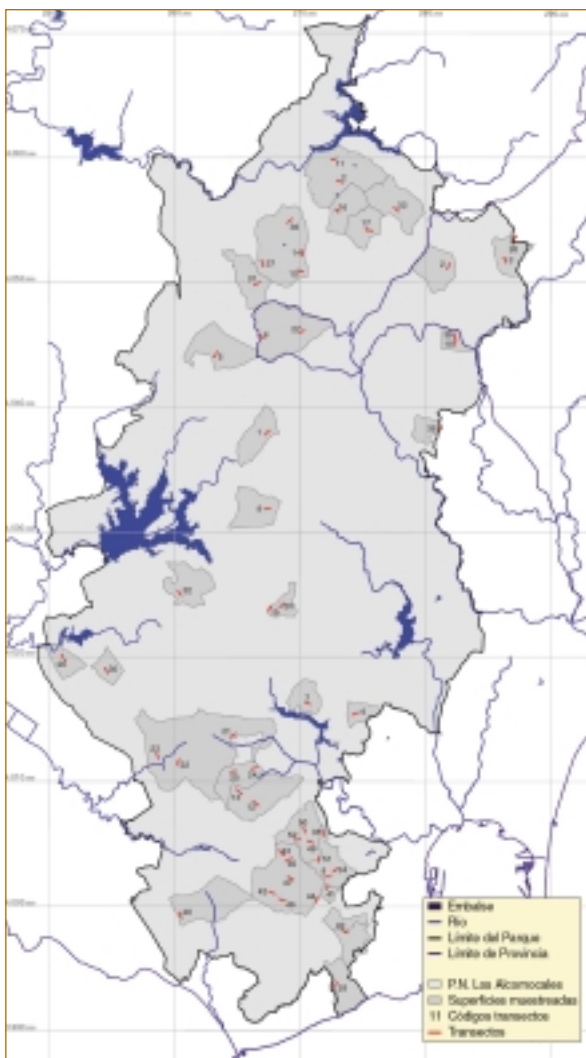
Transectos de indicios. Los transectos o itinerarios de conteo de indicios de corzo se trazaron con ayuda de una brújula que nos permitía mantener la misma dirección a lo largo de todo el recorrido. La dirección fue elegida tratando de cortar el paso natural de los animales en cada zona y teniendo en cuenta las pendientes del terreno y acceso a los arroyos. El resultado, pues, es una línea recta sobre cada hábitat a muestrear con una longitud total de 500 m. Esta longitud fue decidida en base a estudios previos que nos han permitido establecerla como distancia óptima, dado que permite rastrear casi toda la diversidad florística de cada área minimizando el esfuerzo de muestreo.

Tal como se observa en la figura 14 estos recorridos se dividían en tramos de 100 m de longitud que se señalan mediante la presencia de una varilla metálica. Alrededor de cada una de estas varillas (6 en total para cada transecto), se define una superficie circular de 5 m de radio, que denominamos “placeta”, la cual constituye la unidad básica de muestreo. En ellas se registran en cada visita los indicios de presencia de corzo, ya sean excrementos, huellas, camas y rascaduras; una vez anotados se eliminan del medio para registrar los nuevos indicios en la próxima visita.

FIGURA 14
Esquema de transecto para el conteo de indicios de corzo



MAPA 3
Área de muestreo



Para la obtención de una medida de la abundancia de corzos se utiliza una fórmula matemática que contempla el número de grupos de excrementos recogidos en cada visita por cada área muestreada en relación al intervalo de tiempo entre cada visita (30 días) y la tasa media de defecación de la especie (estimada para el caso concreto del corzo en 20 grupos de excrementos al día).

Fórmula utilizada:

$$D = \frac{n^{\circ} \text{ grupos de excrementos} / \text{ha}}{(n^{\circ} \text{ días entre visitas}) (\text{tasa media de defecación})}$$

En el Mapa 3 puede verse la localización de los transectos y las fincas, tanto públicas como privadas, elegidas para el muestreo. En el caso de las fincas privadas, éstas se escogieron en base a la colaboración de sus propietarios, el acceso a las mismas y la representatividad de los hábitats del Parque que existían en ellas.

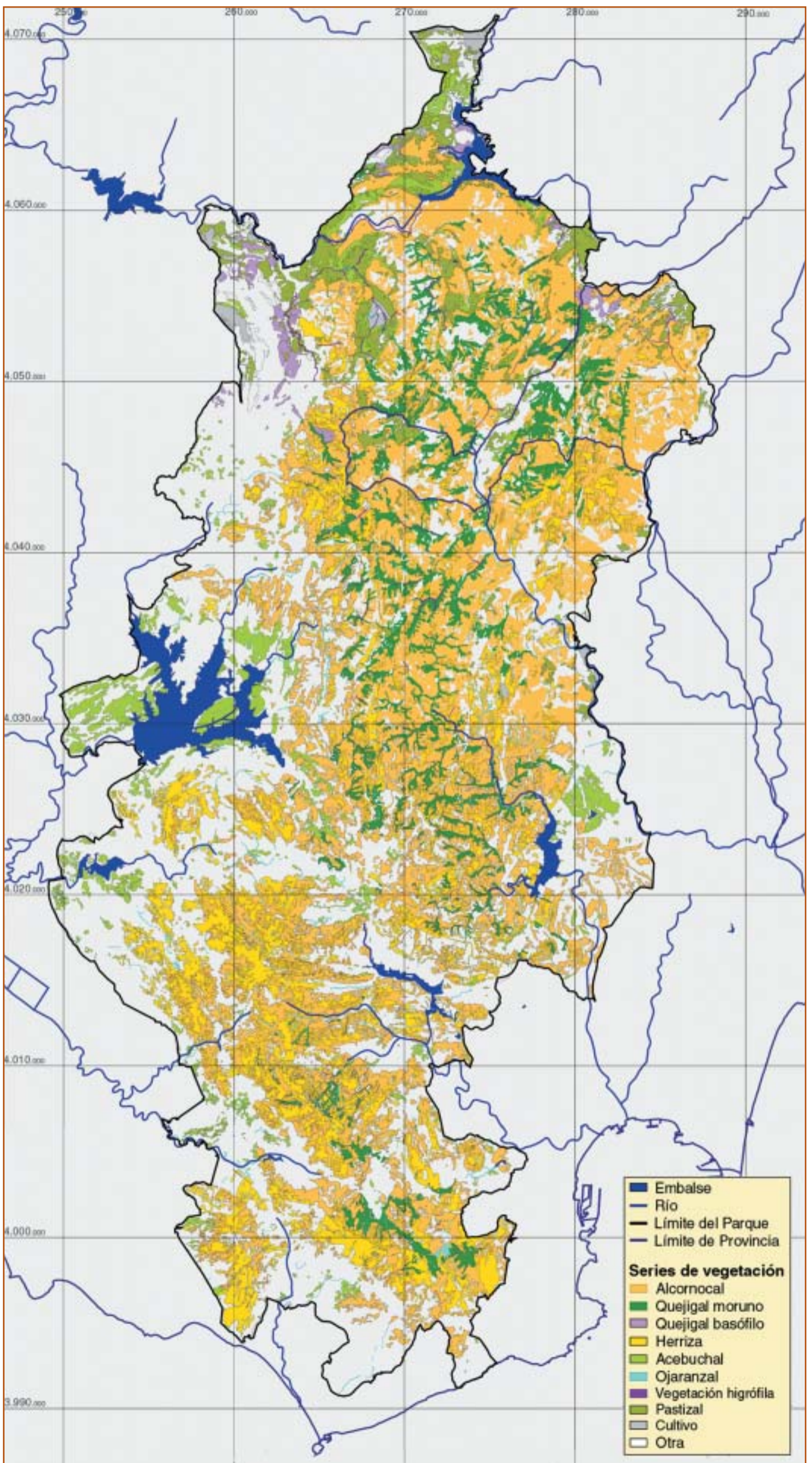
3.2. CARACTERIZACIÓN DE HÁBITATS

Para la evaluación de los hábitats se hacía necesaria la selección de ciertas variables que, por una parte deberían estar relacionadas con la abundancia de corzo y por otra debían proveer información acerca de las características de cada hábitat en cuestión. El estudio de la relación entre estos parámetros será lo que nos permita inferir una capacidad de acogida para el corzo en las distintas zonas del P.N. Los Alcornocales. Estos indicadores, por lo tanto, deberían integrar información acerca de:

- Apetencia del corzo por las distintas zonas (basándonos en las estimas de abundancia obtenidas en cada una de ellas)

MAPA 4

Distribución de las series de vegetación consideradas



- Factores ecológicos tales como:
 - a) series de vegetación basadas en la composición botánica
 - b) características edafológicas, que podrían ayudar a definir aún mejor las unidades de vegetación previamente establecidas
 - c) topografía y factores climáticos
 - d) otras variables indicadoras del estado de conservación y manejo de las distintas zonas: impacto humano.



Definición de las series de vegetación. La hipótesis principal de partida de este trabajo establece que es posible determinar la capacidad de acogida del P.N. Los Alcornocales para el corzo. Para ello es preciso obtener un gran volumen

de información acerca del terreno ya que se necesitan datos sobre diversos aspectos de la vegetación y del suelo fundamentalmente. Dado que este Parque Natural presenta un buen estado de conservación en la mayor parte de su extensa superficie, es esperable que la vegetación, por sí misma, proporcione una medida de la calidad potencial de los distintos hábitats en relación a la abundancia de corzo.

Dado que las poblaciones de corzo de Cádiz-Málaga constituyen el límite suroccidental de la distribución de la especie, es de esperar que en estos bordes de distribución las poblaciones nunca alcancen densidades que pudieran amenazar la sostenibilidad del sistema. Teniendo esto en cuenta y conociendo la evolución que ha tenido esta población de corzos durante los últimos años, creemos posible valorar la calidad de acogida de los hábitats en función de las densidades de corzo registradas durante este tiempo.

Estudios recientes y muy detallados de la flora del P. N. Los Alcornocales llevados a cabo por la Universidad de Málaga recogen la existencia de 20 series de vegetación. A saber: dos tipos de alcornocales, tres tipos de quejigales, robledales, encinares, acebuchales, algarrobales, enebrales, pinares, ojaranzales, fresnedas, choperas, alisedas, saucedas, adelfares, tarajales y dos tipos de brezales.

De todas estas series, y en la búsqueda de una variable lo más operativa posible, centramos el muestreo de abundancia de corzo en seis de estas series, las cuales fueron escogidas por dos razones fundamentales:

1. Estudios previos nos indicaban una mayor preferencia del corzo por estos seis ambientes en comparación con la que mostraba hacia las series descartadas.
2. La mayor representatividad de estos hábitats en el P.N. Los Alcornocales, con lo que, de este modo, se conseguía información para la práctica totalidad de la superficie del Parque.

Gracias a esta decisión, se consigue una variable categórica con pocos factores, lo que la hace muy operativa en la elaboración de los modelos de predicción.

En base a datos florísticos y fitosociológicos del Parque, puede decirse que las series de vegetación con más representación son los alcornocales y quejigales morunos, seguidos por otras series también muy importantes, pero menos representadas en el Parque, como son los acebuchales, quejigales enanos y ojaranzales, y por último, con escasa representación pero importantes, los quejigales basófilos (ver Mapa 4).

Los **alcornocales** presentan tres tipos de asociaciones, la más típica, que se desarrolla en solanas y en áreas de producción corchera, está formada fundamentalmente y casi en exclusivo por bosques de alcornoques (*Quercus suber*), mientras que en laderas umbrías y suelos puntualmente hidromorfos o fondos de valles el alcornocal se mezcla con el quejigo andaluz (*Quercus canariensis*). Por último, sobre sustratos margocalizos aparece la encina (*Quercus rotundifolia*) entremezclada con el alcornoque.

En el extremo norte y oeste del Parque Natural así como en cotas bajas, podemos encontrar además unos alcornoques termófilos ricos en elementos arbustivos y lianas (pertenecientes a la serie *myrto-querceto suberis*) que apenas tienen representación en el Parque y, por ello, no serán considerados en el estudio.

Dentro de los **quejigales**, podemos distinguir tres grandes tipos: los morunos, los enanos y los basófilos. El quejigal moruno o andaluz (*Quercus canariensis*) constituye una de las formaciones forestales más singulares del Parque, formando un bosque marcescente rico en especies epífitas y lianas. Éstos ocupan biotopos de laderas umbrías, gargantas y suelos hidromorfos, paisajísticamente muy típicos, a modo de lenguas que ascienden por el fondo de los valles. En algunas zonas la presencia de helechos (*Polystichum setiferum*) denota un buen estado de conservación de la zona. Los



quejigales enanos (herrizas) constituyen una vegetación muy frecuente en todas las cumbres del Parque. Debido al efecto abrasivo del viento y a la escasa profundidad y abundante rocosidad de estas zonas, las formaciones forestales ven limitada su aparición, siendo sustituidas por brezales-aulagares tipo herriza donde el quejigo enano (*Quercus lusitanica*) aparece como la especie más representativa. En cuanto a los quejigales basófilos, que sólo aparecen en algunas zonas del Parque localizadas en el norte y oeste, constituyen formaciones boscosas donde este tipo de quejigo (*Quercus brotero*) se mezcla con el acebuche (*Olea europaea* var. *sylvestris*).

Los **acebuchales** típicos de este Parque suelen desarrollarse generalmente sobre los sustratos margosos que conforman la base de las sierras silíceas del Parque (al sur) y a veces también en isleos calizos o margosos del interior del Parque. Dependiendo del tipo y grado de hidromorfía del sustrato estos acebuchales varían en su composición:

- Sobre vertisuelos xéricos, los acebuches aparecen únicamente acompañados de herbazales.
- Cuando el sustrato se vuelve más hidromorfo estos acebuchales del sur se van mezclando con fresnos (*Fraxinus angustifoliae*) y herbazales anuales.
- Sobre margoareniscas se entremezclan con alcornocales. En estas formaciones boscosas la presencia de lentiscas con jérguenes (*Calicotome* sp.) nos indican una degradación del medio natural.
- Por último, ya sobre calizas, el acebuche se da con el algarrobo (*Ceratonia siliqua*).

Los **ojaranzales** (*Rhododendrum ponticum*) constituyen la vegetación más original del Parque Natural al tratarse de los relictos de laurisilva mejor conservados y de mayor extensión de la Península Ibérica y, por lo tanto, de Europa occidental. Se desarrollan en tramos altos de gargantas y también en altiplanicies con suelos hidromorfos o bajo régimen constante de nieblas. Asociado a estos ojaranzales aparece el avellanillo (*Frangula* sp.) y también con frecuencia los helechos.

Otras series no menos importantes pero con una representación más puntual en el conjunto del Parque y que por razones operativas no han sido incluidas en este estudio son:

- Los **encinares** (*Quercus rotundifolia*) también son exclusivos de la zona noroeste del Parque, haciendo su aparición sobre calizas y margocalizas, y en las hondonadas o zonas de contacto con las areniscas aljibicas, se enriquecen con quejigos basófilos (*Quercus brotero*).
- Los **robledales** (*Quercus pyrenaica*) aparecen en las cumbres más elevadas (por encima de 800 m) y siempre orientados a poniente. La mayor parte de su área potencial está ocupada por herrizas.
- Los **enebrales** (*Juniperus oxycedrus*) se encuentran en pequeñas áreas del Parque, sobre suelos poco desarrollados y lajas de areniscas.
- Los **pinares** negrales relicticos (*Pinus pinaster*) aparecen como vegetación permanente en canchas y lajas de areniscas muy xéricas y soleadas.

- Los **bosques de ribera** se desarrollan asociados a los cursos de agua y están constituidos predominantemente por saucedas, fresnedas, alisedas y choperas. Las saucedas típicas (*Salix pedicelata*) aparecen en cursos de aguas rápidas en áreas serranas. Las fresnedas (*Fraxinus angustifoliae*) se desarrollan en suelos arcillosos en la parte externa del curso medio de los ríos, las alisedas (*Alnus glutinosa*) en cursos medios (gargantas) o bajos de ríos que transcurren sobre sustratos silíceos y, por último, las choperas (*Populus alba*) en los suelos profundos arcilloso-limosos de vegas en el curso bajo de los ríos, que se encharcan con las crecidas.

Caracterización edafológica. Conocer bien la estructura y composición del suelo en el área de estudio no sólo puede ayudarnos a mejorar la definición de las unidades de vegetación, sino también a orientar las posibles unidades de gestión de cara al corzo.

En la realidad puede ocurrir que las unidades de vegetación sean homogéneas edafológicamente o, por el contrario, que unidades botánicamente muy semejantes se asienten sobre suelos ligeramente diferentes, lo que las haría funcionalmente distintas.

Para establecer una buena caracterización de los suelos, conviene tener en cuenta variables geomorfológicas, y otras como el material original sobre el que se ha desarrollado cada suelo, la pendiente y su posición topográfica.

En la caracterización de los suelos que se desarrollan en el Parque Natural Los Alcornocales, hay que destacar un acusado dominio de las tipologías de suelos derivados de los rasgos geomorfológicos dominantes: areniscas y arcillas de la unidad alóctona del Aljibe. Geográficamente las zonas con mayores riesgos de degradación se concentran en la mitad norte del Parque Natural, allí donde los afloramientos de yesos y los materiales más deleznable son más frecuentes. A pesar de estos casos concretos, la degradación de suelos que se da en el Parque Natural es poco significativa en general.

A partir de las areniscas del Aljibe se desarrollan una serie de suelos. Así, en las cimas y partes altas de las laderas con pendientes escarpadas se encuentran suelos muy esqueléticos con una leve alteración, por lo que no pueden considerarse verdaderos suelos. En las laderas altas de fuertes pendientes y cubriendo amplias superficies de la Sierra del Aljibe aparecen suelos de buen drenaje, muy pedregosos especialmente en profundidad, y donde se aprecian raíces de plantas. Aquí el pH es muy ácido y, por lo tanto, el contenido en carbonatos es casi nulo. La vegetación asociada estaría constituida por formaciones arbustivas densas, principalmente brezales.

En las laderas medias con pendientes menos pronunciadas, y bajo cubierta de las masas de alcornocales y quejigales aparecen los suelos que constituyen la unidad edáfica de mayor significación territorial dentro del Parque; suelos pardo-forestales, de color oscuro-pardo rojizo, de textura arenosa y moderadamente sueltos y permeables. Junto a su buen drenaje, es de destacar también su acidez y carencia de carbonato cálcico.

Sobre sustratos geológicos de edad eocena constituidos por margas calcáreas, se desarrollan suelos de textura limo-arcillosa que presentan un gran porcentaje de arcilla y se caracterizan, en general, por su gran productividad agrícola, lo

que hace que estos suelos, denominados vulgarmente “bujeos”, constituyan la base actual de los cultivos de la campiña gaditana.



En aquellos entornos donde afloran sedimentos triásicos, principalmente margas y yesos, se forman suelos de pH básico donde los procesos erosivos se dejan sentir con intensidad, sobre todo tras las intensas lluvias otoñales.

Por último, en los márgenes y terrazas fluviales aparecen suelos con escaso desarrollo morfológico, con perfiles poco desarrollados, originados a partir de los depósitos recientes y con buenas condiciones de retención de agua y drenaje.

En general, los parámetros más relevantes que podrían ayudarnos en la caracterización edafológica del Parque Natural en relación a las preferencias del corzo serían, por una parte, aquellos atributos tales como la textura, la densidad y la humedad, no sólo considerando la cantidad de agua de cada tipo de suelo, sino también su tasa de infiltración,

así como su capacidad de almacenamiento. Por otra parte, tal y como se ha visto en la descripción de los suelos del Parque, otra interesante propiedad sería su pH, el cual puede afectar a la disponibilidad y/o toxicidad para las plantas de determinados elementos así como favorecer el predominio de determinados microorganismos.

Para nuestro estudio, y teniendo en cuenta lo que se sabe hasta ahora acerca de las preferencias del corzo, hemos decidido escoger dos variables distintas que informen acerca de los suelos. Por una parte, una variable nominal integrada por cinco factores que representan cinco tipos de suelos que son: 1.- Arenas silíceas/areniscas; 2.- Areniscas calcáreas/biocalcarentas; 3.- Calizas; 4.- Conglomerados; 5.- Sustratos no consolidados. Y por otra, una variable cuantitativa que refleja el pH del suelo de cada zona de muestreo. Para determinar el pH de cada placeta de un transecto, se tomaron al azar distintas muestras de suelo dentro de cada placeta, las cuales representarían el suelo de esa placeta en cuestión. Una vez secas las muestras se llevan al laboratorio donde se procede a determinar su pH mediante un pHmetro y siguiendo el correspondiente protocolo existente para la determinación del pH de suelos.

Factores climáticos. La estratégica situación geográfica del Parque, con una posición de tránsito climático entre las influencias del Atlántico y del Mediterráneo, hace que sus temperaturas estén muy dulcificadas por la presencia de ambas masas de agua, haciendo casi inexistentes los días de heladas. Por tanto, en toda el área del Parque la temperatura no muestra grandes variaciones de unas zonas a otras, con veranos calurosos y suaves inviernos, pero existen dos gradientes, uno del litoral hacia el interior y otro asociado a la altitud en los medios montañosos.

Lo mismo ocurre con las precipitaciones, que muestran un gradiente del litoral hacia el interior y otro asociado a la altitud, y las diferencias espaciales más importantes se manifiestan entre las zonas más bajas y las zonas de cumbres.

Desde el desierto del Sáhara llega el viento cálido de levante que recoge algo de humedad en el Mediterráneo y al encontrar la barrera montañosa del sur de la provincia se eleva y condensa; se forman, así, las características nieblas de las cumbres y canutos, ocasionando un microclima húmedo durante gran parte del año que amortigua la intensa sequía estival. De hecho, en los canutos la humedad relativa es bastante elevada, incluso durante el verano donde las nieblas siguen siendo frecuentes.

Dada, pues, la importancia de la variación microclimática asociada a la altitud decidimos escoger esta variable, altitud, para nuestro posterior modelo de estima de preferencia del corzo por los distintos hábitats, englobando a la vez variaciones en temperaturas y precipitaciones dentro del Parque.

Impacto humano. Como se ve en la breve reseña histórica de la Introducción, los terrenos del Parque Natural se encuentran desde antiguo sometidos a planes de protección que han minimizado el impacto humano en esta área. Asimismo, la disminución demográfica que ha sufrido esta región en épocas recientes ha contribuido también, en cierto modo, a su conservación.

En la actualidad, forman parte del Parque los siguientes municipios: Alcalá de los Gazules, Algar, Algeciras, Arcos de la Frontera, Benalup, Castellar de la Frontera, El Bosque, Jerez de la Frontera, Jimena de la Frontera, Los Barrios, Medina

Sidonia, Prado del Rey, Tarifa y Ubrique, en la Provincia de Cádiz; y Cortes de la Frontera de la provincia de Málaga. El 60% de estos núcleos no llega a los 10.000 habitantes y sólo dos de ellos superan los 100.000 habitantes. El resto son poblaciones entre 10.000 y 30.000 habitantes. Casi todos estos asentamientos humanos pueden considerarse periféricos al Parque y quizás únicamente en la cuenca de Algeciras se esté experimentando un crecimiento demográfico progresivo.

Los usos de la vegetación más frecuentes en el Parque Natural son la extracción de corcho de los alcornoques, y en menor grado, el carboneo, el aprovechamiento del palmito (*Chamaerops humilis*) y brezos (*Erica*), y la repoblación forestal (*Eucalyptus camaldulensis* y *Pinus pinaster*). A ello hay que añadir la construcción reciente de embalses, infraestructuras para el turismo, la instalación de generadores de electricidad a partir de la energía eólica, autovías, conducciones de gas natural e instalaciones militares.

Por otro lado, en el Parque existen gran cantidad de pastizales para el ganado. La cabaña estaría compuesta por ganado vacuno, ganado ovino, équidos, cerdos y ganado caprino. No obstante, el conjunto de las cabañas ganaderas existentes en el Parque soportan un problema estructural relacionado con el propio hábitat que les da sustento: la estacionalidad, y las pendientes de ciertos terrenos cubiertos de matorral.

Los aprovechamientos cinegéticos de las explotaciones forestales están adquiriendo una importancia cada vez mayor. En este sentido, es frecuente la potenciación de las poblaciones de ciervo y corzo frente al tradicional, y extensivo, uso ganadero. En la mayoría de los casos, la caza se practica bajo un régimen de gestión privado. Las especies objeto de este aprovechamiento en el ámbito del Parque Natural son fundamentalmente de ciervo y corzo en caza mayor, y conejo, perdiz, tórtola y zorzal en la menor, existiendo otras especies aprovechables en menor escala como el muflón y el gamo en la mayor, y liebre, paloma, codorniz, becada y patos para la menor. Asimismo, y con cierta periodicidad en función de las poblaciones existentes, se organizan batidas de cerdos asilvestrados con la finalidad de controlar y reducir sus poblaciones.

Otros aprovechamientos dentro del Parque lo constituyen también la producción de miel (es uno de los más tradicionales), así como la recolección de hongos.

Con este panorama hemos elegido cuatro variables para el modelo de predicción de abundancia de corzo que informan sobre el impacto humano en Los Alcornocales. Para cada placeta y mediante las coordenadas GPS se obtuvieron de los mapas con información digitalizada del Parque cuatro medidas:

1. distancia a las vías principales (en metros),
2. distancia a todas las vías,
3. distancia a núcleos urbanos mayores de 10 ha, y
4. distancia a cualquier núcleo urbano.

3.3. OBTENCIÓN Y MANEJO DE LOS DATOS

Definición del área de muestreo. Dada la gran extensión de este Parque Natural, los distintos regímenes jurídicos de las fincas que lo integran, las dificultades del acceso a ellas y la heterogeneidad en la superficie de los distintos hábitats, el diseño para la obtención de los datos resultó ser una tarea complicada.

Teniendo en cuenta que 1) la variable cualitativa “series de vegetación” está constituida por seis categorías, 2) que la variable cualitativa que informa sobre la caracterización edafológica está integrada por cinco categorías, 3) que en el modelo deberían ensayarse además algunas variables cuantitativas, y 4) considerando el intervalo necesario de 30 días entre cada visita a las zonas de muestreo para la revisión de indicios de corzo, se instalaron un total de 52 transectos en el área de estudio a lo largo de los años 2000, 2001 y 2002 (ver Mapa 3). Por otro lado, durante la primavera de 2001 se llevó a cabo el inventario de vegetación y variables ambientales (ej. pH del suelo) de todas las parcelas de muestreo. Se planificó registrar los datos de al menos dos transectos por día. Por su facilidad de reconocimiento sobre el terreno nos basamos principalmente en las series de vegetación para distribuir los transectos de indicios de forma representativa por todo el Parque. Por otra parte, se buscó una correspondencia entre la extensión ocupada por las distintas series de vegetación dentro del Parque y el número de unidades de muestreo en cada una de ellas.

En la tabla 2 puede verse el número de hectáreas que ocupa cada serie de vegetación en el Parque Los Alcornocales y el área total muestreada de cada una de estas series.

TABLA 2
Proporción de superficie muestreada para cada tipo de vegetación considerada

Serie de vegetación	Superficie (ha)	Nº de placetas	Area muestreada (m ²)
Alcornocales	47415	150	12000
Quejigales morunos	9513	66	5280
Quejigales basófilos	1106	42	3360
Quejigales enanos (Herrizas)	19056	12	960
Acebuchales	7209	30	2400
Ojaranzales	814	18	1440

Manejo de la Información Geográfica Digital. Para la obtención del modelo predictivo de la abundancia de corzo se utilizó la información ya digitalizada en la cartografía disponible para el Parque Natural Los Alcornocales. Por lo tanto, con el fin de obtener los parámetros ambientales de los puntos de muestreo, se procesó toda esta cartografía en los

paquetes estadísticos SIG, ArcView e Idrisi 32, y se introdujeron en el SIG las coordenadas de los puntos de muestreo (placetas) obtenidas directamente en el campo con la ayuda de un GPS.

Los mapas digitales del terreno y sus derivados fueron creados en formato ráster con una resolución de 50 m. Toda la cartografía utilizada nos fue suministrada, a través de GIASA, por la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía.

Para el análisis estadístico, en el caso de las variables cuantitativas se calculó el valor promedio de las seis placetas de cada transecto, mientras que para las variables categóricas usamos la clase dominante del transecto.

Para la construcción de los modelos previos y finales de predicción de abundancia de corzo en Los Alcornocales se han utilizado los paquetes estadísticos GLIM y Statistica.

Una vez conseguidas las estimas de las variables que formaron parte del modelo lineal generalizado definitivo se generaron en SIG los mapas temáticos correspondientes.

Todos los mapas vectoriales fueron transformados al formato ráster para facilitar las operaciones matemáticas con, y entre mapas. El proceso consiste en multiplicar las estimas de cada variable por los valores digitales de los píxeles del mapa temático. Por ejemplo, multiplicando la estima de altitud por los valores de los píxeles del mapa de altitud del terreno ya digitalizado se generó el mapa de abundancia de corzo en función de la altitud.

En el caso de las variables categóricas, se asigna la estima obtenida para cada una de las categorías del factor a la superficie ocupada por cada una de estas categorías; por ejemplo, en el caso de la variable “series de vegetación” se asignaría la estima de una de las series consideradas a la superficie ocupada por esta serie en cuestión dentro del Parque, mientras que el resto toma el valor cero; así sucesivamente para todas las categorías de la variable (para todas las series de vegetación). De esta forma se obtuvo el mapa de abundancia de corzo en función de la vegetación.

Por último, el modelo definitivo de predicción de abundancia de corzo en Los Alcornocales se obtuvo sumando los productos de las estimas de cada variable por la variable en cuestión, tal como se expresa en la siguiente ecuación:

$$Y = aX_1 + bX_2 + cX_3 + \dots + n_i X_n.$$

siendo: X_n = distintas variables que integran el modelo; y n_i = estimas de cada una de las variables.

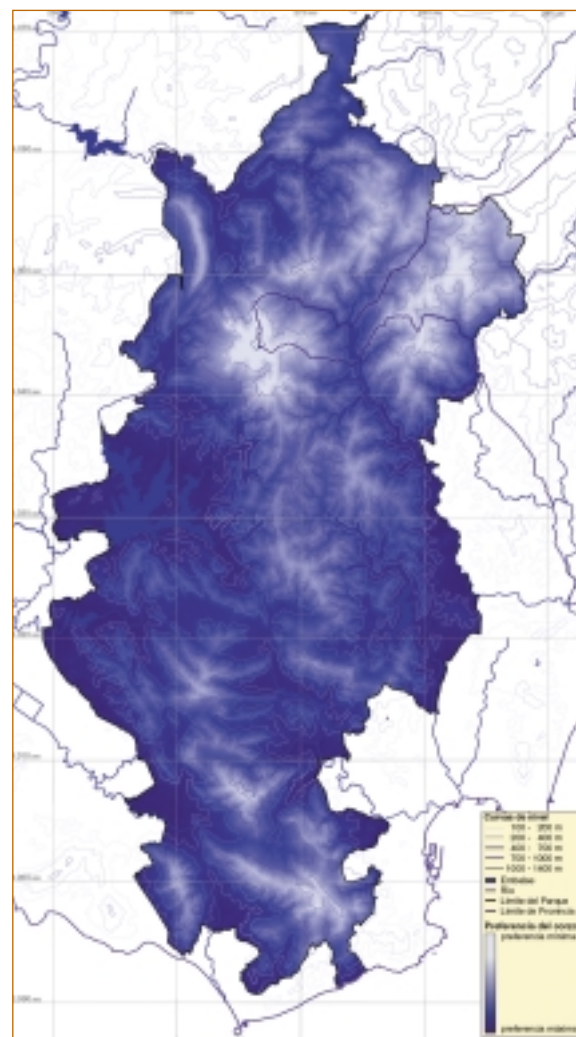
A partir de esta ecuación se llega al mapa de predicción de la presencia del corzo en Los Alcornocales. Este mapa es finalmente clasificado en tres categorías, de acuerdo con intervalos de abundancia de corzo. De este modo, aquellas zonas con poca abundancia de corzo serán clasificadas como de calidad deficiente (serán, por tanto, zonas de baja aco-

gida para el corzo); otras serán clasificadas como de buena calidad, y serán las que se correspondan con zonas de abundancia media de corzo y, por último, las zonas con mayor abundancia de corzo serán consideradas de calidad óptima.

Los valores de abundancia de corzo para cada uno de los intervalos se decidieron en base a la distribución de las densidades medias de corzo estimadas para cada transecto, a los resultados y opiniones de otros autores dedicados al estudio de otras poblaciones de corzo españolas y europeas, así como a nuestra propia experiencia en Los Alcornocales.

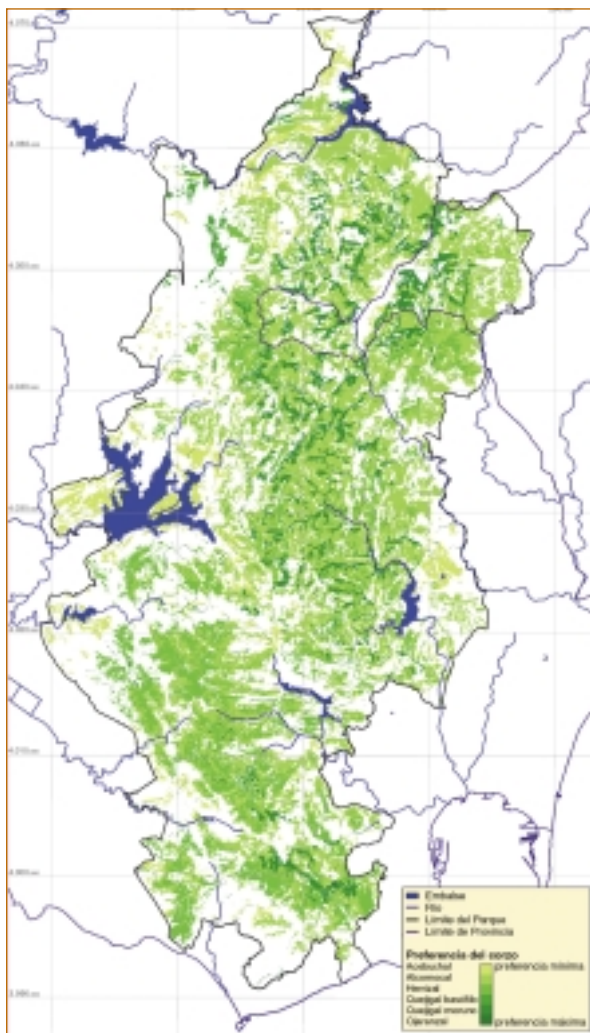
MAPA 5

Predicción de la preferencia del corzo en función de la altitud



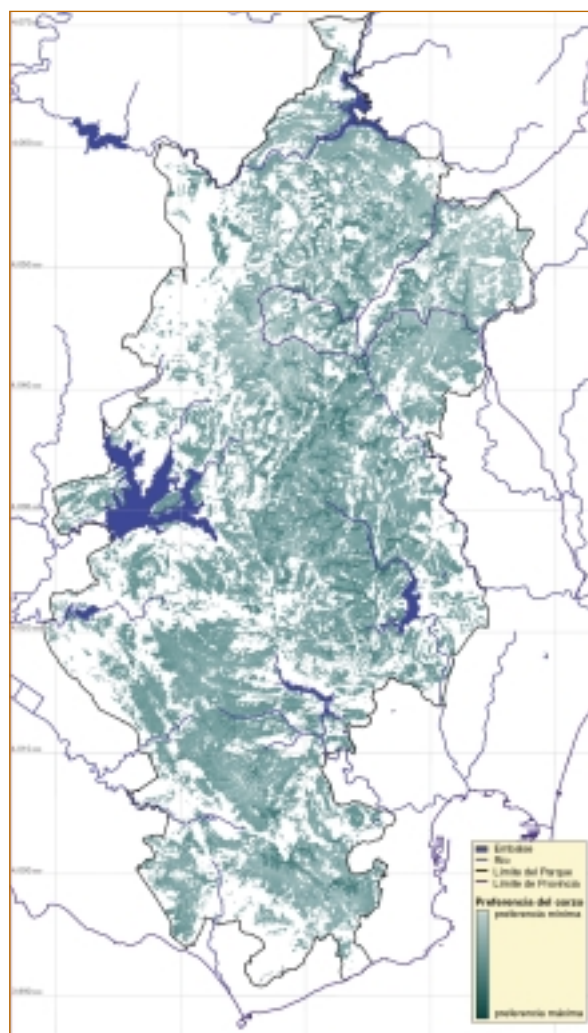
MAPA 6

Predicción de la preferencia del corzo en función de la vegetación



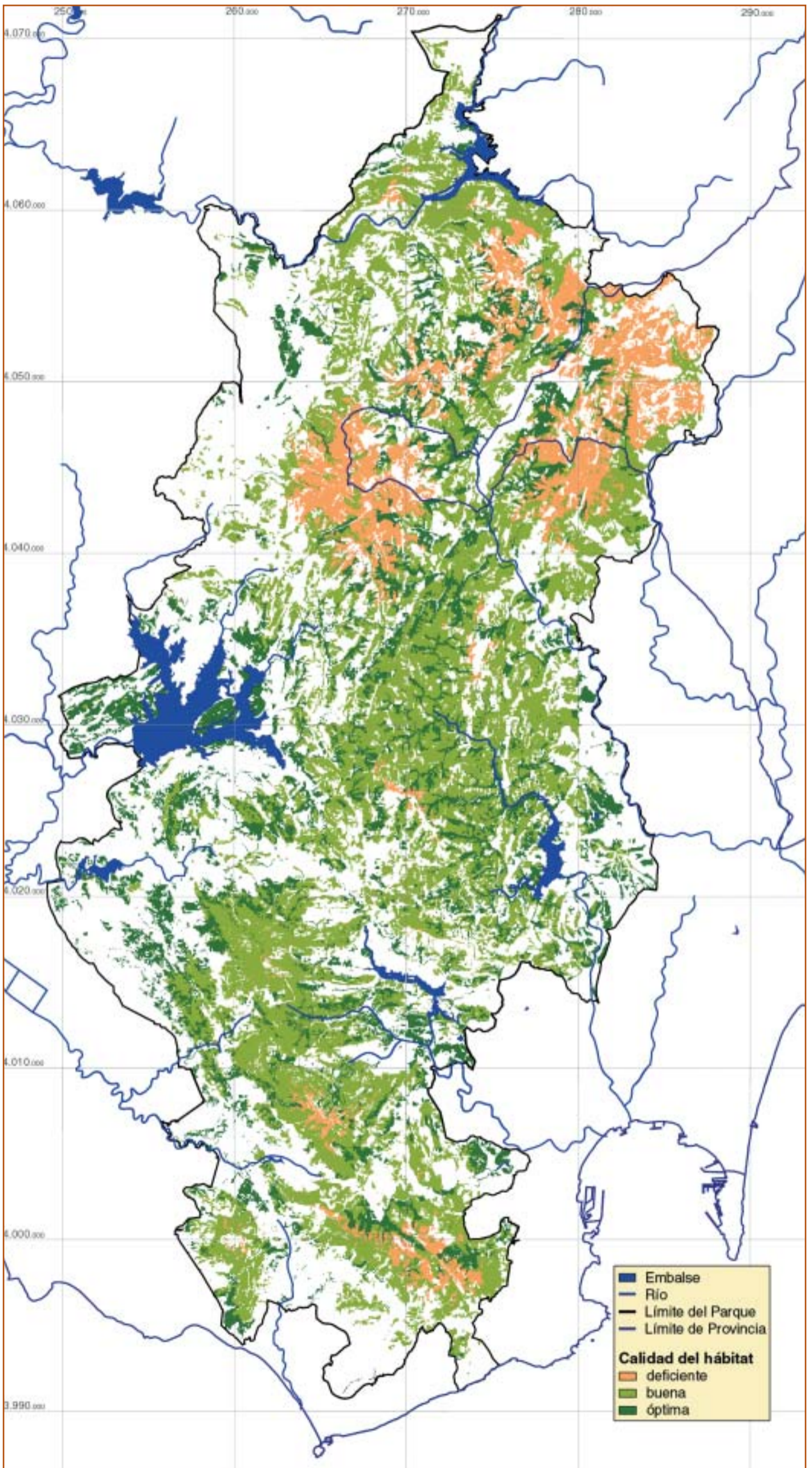
MAPA 7

Modelo predictivo de la presencia del corzo en función de la altitud y la vegetación



MAPA 8

Zonación de la calidad de hábitat para el corzo en el P. N. Los Alcornocales



4. construcción de un modelo de predicción de la presencia de corzo en los alcornoques



La presencia del corzo en una determinada zona en los diferentes ambientes del Parque Natural Los Alcornocales está determinada por un gran número de factores diferentes, que a su vez están íntimamente relacionados entre sí. Frente a esta complejidad, en nuestros análisis hemos optado en primer lugar por seleccionar aquellas variables que, por la bibliografía existente sobre el corzo y por la propia experiencia, nos han demostrado ser las más relevantes en la predicción de la presencia de este cérvido en una zona.

En una primera etapa exploramos todas las variables que elegimos como más representativas y estudiamos su contribución en la predicción de la presencia de corzo, para así poder descartar las menos relevantes y simplificar los resultados finales, pudiendo, de este modo, llegar a conocer la situación actual de estas poblaciones en Los Alcornocales.

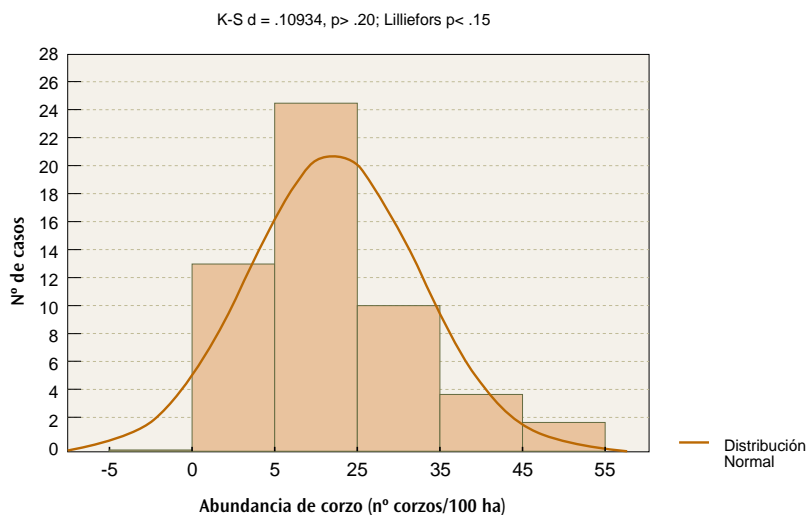
4.1. VARIABLES CONSIDERADAS EN EL MODELO DE PREDICCIÓN

Variable Dependiente

- **ABUNDANCIA DE CORZO.** Siguiendo los pasos que se indican en el capítulo “Desarrollo del trabajo de campo”, se calculó una abundancia de corzo para cada transecto. Durante el periodo de estudio los valores de esta variable cuantitativa tuvieron una media de 8.52 corzos/100 ha, siendo su valor

máximo de 23.23 corzos/100 ha (en fincas privadas orientadas exclusivamente al corzo) y su valor mínimo de 0.29 corzos/100 ha (en áreas de reciente colonización). En la figura 15 puede verse la distribución de estas densidades y la distribución normal esperada, no detectándose diferencias significativas entre ambas distribuciones ($d = 0.10934$, $p > 0.20$, K.S.).

FIGURA 15
Histograma de abundancia de corzo y curva de normalidad



Variables Independientes

- ALTITUD. Basándonos en las coordenadas GPS de los puntos de muestreo y en la información digitalizada del Parque Natural, se obtuvieron los valores de altitud para cada placeta. Esta variable cuantitativa adoptó valores dentro del rango comprendido entre 37.50 m de mínimo y 925.33 m de máximo. siendo la media de esta variable de 390.20 m. En la figura 16 se ve la altitud de los distintos puntos de muestreo y la distribución normal esperada, no detectándose diferencia significativa entre ambas ($d = 0.08274$, $p > 0.20$, K.S.).

FIGURA 16
Histograma de la altitud y curva de normalidad

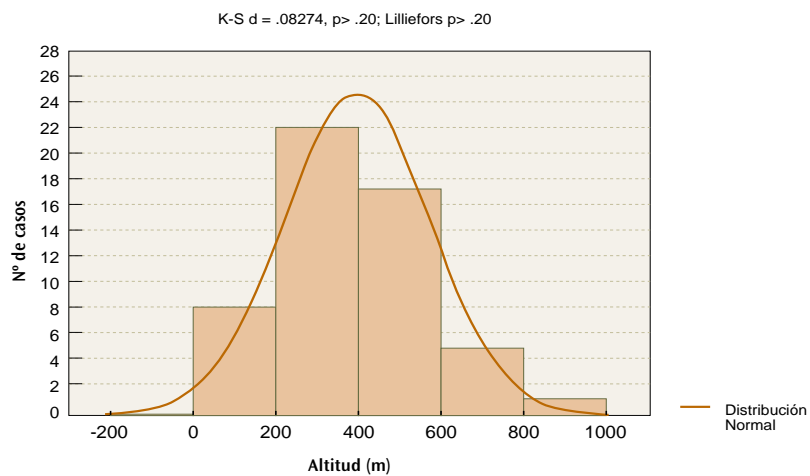
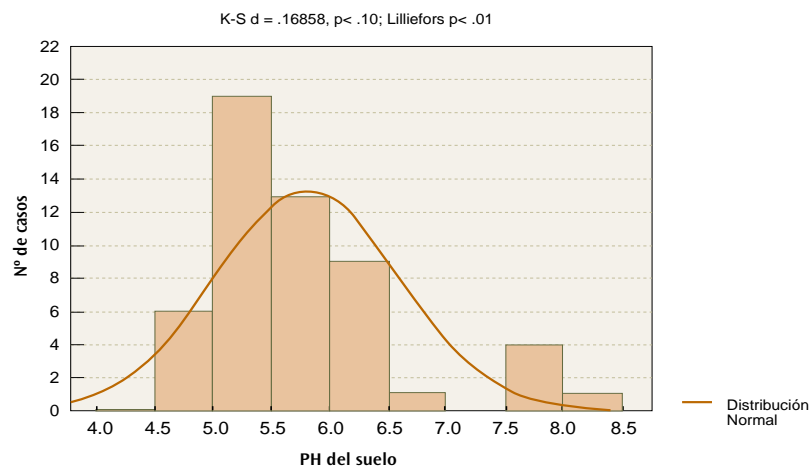


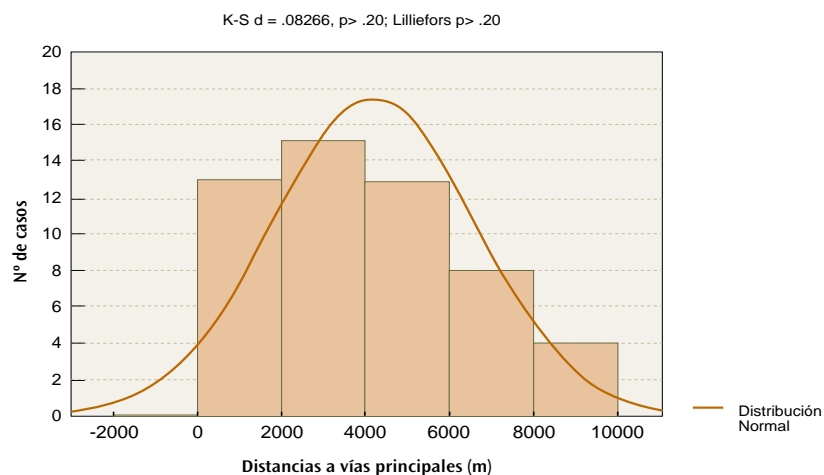
FIGURA 17
Histograma del pH sin transforma



- TIPOS DE SUELOS. Considerando el sustrato geológico de los puntos de muestreo, asignamos una clase litológica a cada transecto. De esta forma, la variable tipo de suelo se define como variable cualitativa con 5 clases distintas: 1.- Arenas silíceas/areniscas; 2.- Areniscas calcáreas/biocalcarenitias; 3.- Calizas; 4.- Conglomerados; 5.- Sustratos no consolidados.
- pH DEL SUELO. Tal y como ya se explicó en “Desarrollo del trabajo de campo”, se calculó en el laboratorio el pH de cada una de las muestras de suelo recogidas en las distintas placetas. Tal y como se observa en la figura 17, en el área de estudio existen unas zonas ácidas y otras básicas, oscilando estos pH entre un mínimo de 4.80 y un máximo de 8.20. La media se sitúa en 5.77. Aunque esta variable resulta difícil de normalizar, hemos realizado para los análisis una transformación de la misma aplicando a los datos la siguiente fórmula: $X_{tr} = (X+3/8)^{1/2}$.
- SERIES DE VEGETACIÓN. Tal y como se indica en “Desarrollo del trabajo de campo”, y basándonos en los estudios previos existentes sobre el P.N. Los Alcornocales, así como en los datos florísticos y fitosociológicos obtenidos en los puntos de muestreo, adjudicamos una serie de vegetación a cada transecto. Esta variable cualitativa consta de 6 clases: 1.- Alcornocales; 2.- Quejigales morunos; 3.- Acebuchales; 4.- Quejigales basófilos; 5.- Ojaranzales; 6.- Quejigales enanos (herrizas).
- DISTANCIA A VÍAS PRINCIPALES. De las cuatro variables relacionadas con distancia a carreteras y núcleos urbanos, la distancia a vías principales fue la única que mostró relaciones estadísticamente significativas con la abundancia de corzo en los análisis exploratorios y, por tanto, la única que consideramos en los modelos previos. Partiendo de las coordenadas GPS de los puntos de muestreo y de la información digitalizada disponible, elaboramos una variable cuantitativa que nos informa de la distancia de cada uno de estos puntos a la carretera más próxima. Los valores de esta variable oscilaron en torno a una media de 4130.12 m con un mínimo de 100 m y un máximo de 9350.09 m. En la figura 18 se muestra la distribución de los datos así como la distribución normal esperada, no detectándose diferencias significativas entre ambas ($d = 0.08266$ $p > 0.20$, K.S.).

FIGURA 18

Histograma de la distancia de los puntos de muestreo a las vías principales y curva de normalidad



4.2. MODELOS PREVIOS INDIVIDUALIZADOS PARA CADA VARIABLE

En la tabla 3 podemos observar cuál es la contribución de cada una de las variables escogidas para explicar la abundancia del corzo en el Parque Natural. Esto es, en dicha tabla se refleja qué porcentaje de la variación total de la abundancia del corzo en las distintas zonas puede ser explicado por cada una de estas variables.

TABLA 3

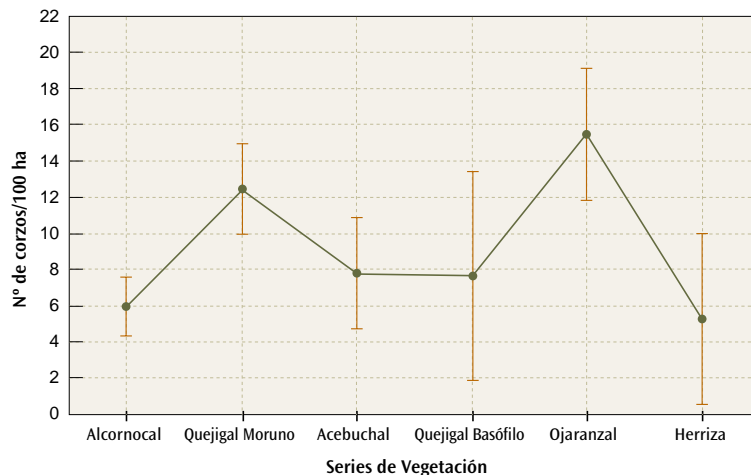
Variación de la abundancia de corzo en el Parque explicada por cada una de las variables consideradas según Modelos Lineales Generalizados (GLM)

Variables	Grados de libertad	Suma de cuadrados (SS)	Estadístico (F)	Nivel de significación (p)	Proporción varianza (W)
Vegetación	47	608,35	7,407	0,00003	44,07 %
Distancia a vías	51	195,54	8,417	0,0055	14,17 %
Altitud	51	118,63	4,795	0,0331	8,59 %
pH suelo	51	63,402	2,455	0,1233	4,59 %
Tipo suelo	48	36,96	0,330	0,8563	2,68 %

Observando cada uno de estos modelos que consideran la contribución de cada variable por separado, puede verse que únicamente alcanzan significación estadística ($p < 0.05$) tres de las variables utilizadas en este estudio. De éstas, es la vegetación la que explica la mayor proporción de la variación de la abundancia de corzo en Los Alcornocales; en segundo lugar la distancia a las carreteras principales, y en tercero la altitud.

En lo que se refiere a la vegetación, en la figura 19 se muestra la preferencia del corzo por las distintas series vegetales consideradas.

FIGURA 19
Preferencia del corzo hacia las distintas series de vegetación consideradas



En cuanto a la distancia a las vías principales, en la figura 20 puede verse cómo a mayor distancia, las poblaciones de corzo tienden a ser más abundantes (coeficiente de la regresión= $+0.376$; $p = 0.0055$).

Y en cuanto a la influencia de la altitud en la distribución del corzo, en la figura 21 puede verse cómo en las zonas de mayor altitud la abundancia de corzos es menor (coeficiente de la regresión= -0.293 ; $p = 0.0331$).

Para comprender la realidad de la forma más sencilla posible, y sin olvidar que en la naturaleza todos estos factores que inciden significativamente en la abundancia de corzo están interactuando entre sí, tratamos de llegar a un modelo aditivo (combinando todas las variables) que explique el máximo de variación de la abundancia de corzo con el menor número posible de factores influyentes.

FIGURA 20

Abundancia de corzo en relación a la distancia a vías principales

$$\text{Abundancia de corzo} = 5.2246 + .00080 * \text{Distancia a vías principales}$$

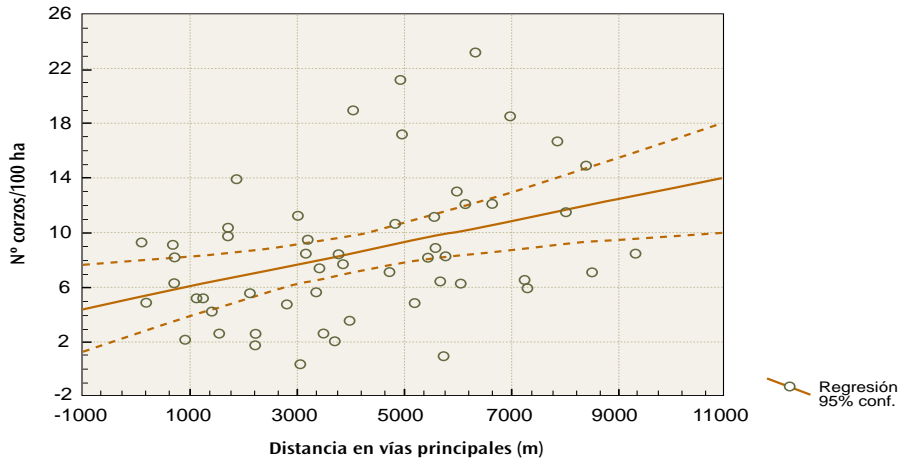
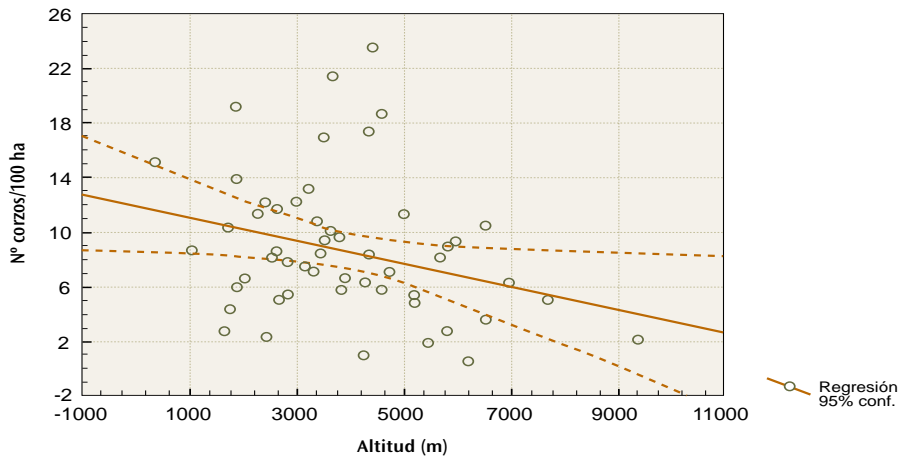


FIGURA 21

Abundancia de corzo en función de la altitud

$$\text{Abundancia de corzo} = 11.871 - .0086 * \text{Altitud}$$



4.3. MODELOS ADITIVOS

En la construcción de estos modelos aditivos, y dado que hemos obtenido las densidades de corzo a partir de datos de campo, lo más aconsejable es partir de un modelo de una sola variable e ir añadiendo en éste, una a una, las variables más relevantes (cuando los datos son experimentales el proceso más aconsejable es el inverso a éste, esto es, partir de un modelo que contemple todas las variables e ir extrayendo una a una las variables menos significativas).

Dado que la vegetación explica el 44.07% de la variación encontrada en la abundancia del corzo en los distintos hábitats, ésta siempre formará parte de todos los modelos aditivos que ensayemos.

En un primer modelo, añadimos a la “vegetación” la variable “distancia a vías principales”. En este modelo, la interacción entre ambas variables no resultó ser significativa ($F=1.03497$, d.f.=5, $p=0.410113$). Elaborando el modelo sin esta interacción se obtienen los resultados que pueden verse en la tabla 4. La vegetación sigue teniendo (al igual que en el modelo individualizado) una contribución significativa en la abundancia del corzo en las distintas zonas del Parque, independientemente de la proximidad o la lejanía de las carreteras principales a estos lugares. Sin embargo, la influencia de la proximidad de estas vías deja de ser significativa cuando se considera junto con la vegetación, es decir, la proximidad de las carreteras en sí misma no sería un factor condicionante de la abundancia del corzo. Su impacto parece secundario frente a la preferencia del corzo hacia los distintos hábitats.

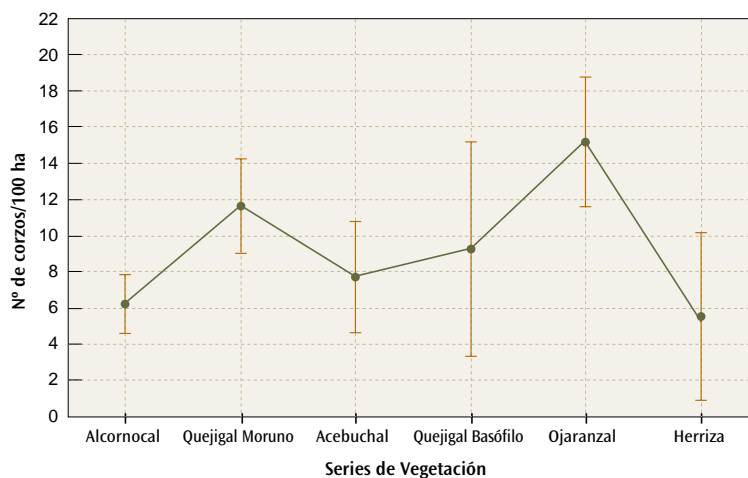
TABLA 4
Contribución de la vegetación y la distancia a vías principales en la abundancia de corzo según modelo GLM

Efecto	Grados de libertad	Suma de cuadrados (SS)	Estadístico (F)	Nivel de significación (p)
Intersección	1	584,5462	36,8853	0,00000
Vegetación	5	455,8114	5,7524	0,00033
Distancia a vías	1	43,0032	2,7135	0,10632
Error	46	728,9938		

Tal como se observa en la figura 22, de acuerdo con las estimas de este modelo, los corzos prefieren los distintos hábitats considerados según el siguiente orden: Ojaranzales, Quejigales morunos, Quejigales basófilos, Acebuchales, Alcornocales y Quejigales enanos (también conocidos como Herrizas).

FIGURA 22

Preferencia del corzo por los distintos hábitats cuando se controla en el modelo el efecto de la distancia a las vías principales



A continuación decidimos ensayar un segundo modelo que incluye además de la vegetación y las distancias a vías principales, la variable “altitud”. En este modelo, las interacciones no resultaron estadísticamente significativas (Vegetación * Distancia a carreteras, $F=1.07923$, d.f.=5, $p=0.38648$; Vegetación * Altitud, $F=0.06776$, d.f.=5, $p=0.996600$). Los resultados del modelo sin interacciones pueden verse en la tabla 5.

TABLA 5

Contribución de la vegetación, la distancia a vías principales y la altitud en la abundancia de corzo

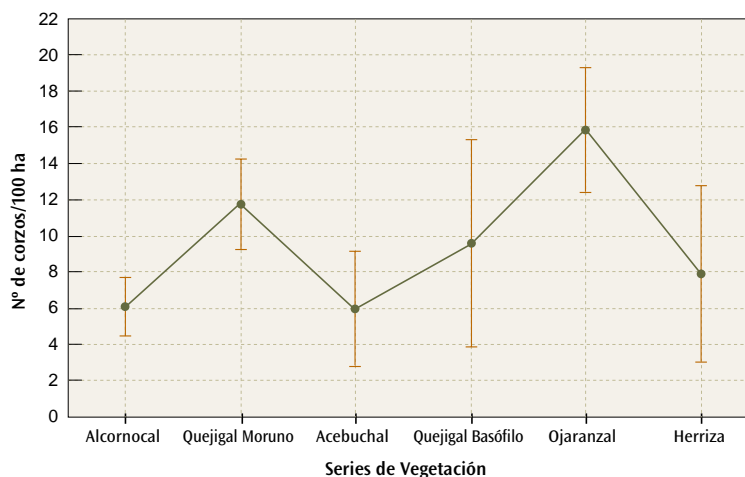
Efecto	Grados de libertad	Suma de cuadrados (SS)	Estadístico (F)	Nivel de significación (p)
Intersección	1	411,9902	28,9895	0,00000
Vegetación	5	506,4306	7,1270	0,00005
Distancia a vías	1	7,2112	0,5074	0,47994
Altitud	1	89,4675	6,2953	0,01577
Error	45	639,5263		

En primer lugar, el modelo indica que la vegetación, independientemente de la altitud y de la distancia a las vías principales, condiciona significativamente la abundancia de corzo en Los Alcornocales. Igualmente, la altitud, independientemente de la vegetación y de la distancia a las vías principales, condiciona la abundancia del corzo en el Parque. Sin embargo, la distancia a carreteras sigue sin ser significativa cuando el modelo contempla los efectos de la vegetación y la altitud.

Así, con independencia de la altitud y la distancia a las vías principales, y como se observa en la figura 23, el corzo prefiere en primer lugar los Ojaranzales, seguidos de los Quejigales (morunos, basófilos y enanos, en este orden), y por último los Alcornocales y los Acebuchales. Es interesante destacar cómo al controlar el efecto de la altitud y la distancia a las vías, la preferencia del corzo por los quejigales enanos (herrizas) aumenta.

FIGURA 23

Preferencia del corzo hacia los distintos hábitats cuando se controla en el modelo el efecto de la altitud y la distancia a vías principales



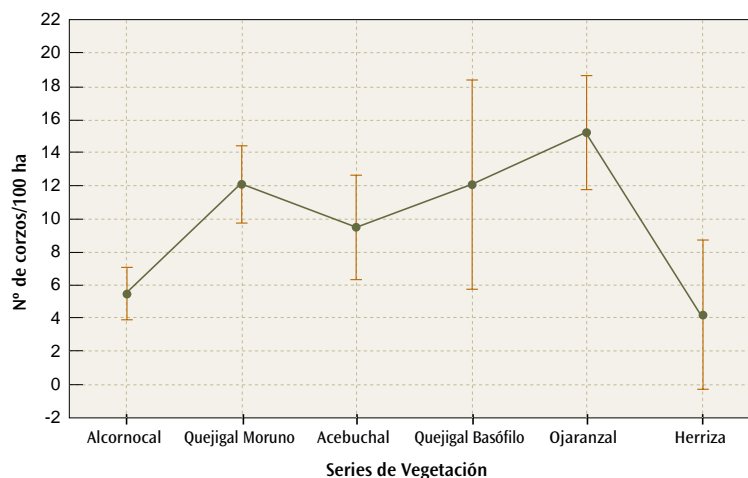
Extrayendo de este último modelo la distancia a las vías principales por no resultar significativa su contribución a la presencia del corzo, en un nuevo modelo añadimos la variable “pH del suelo” a la altitud y a la vegetación. Las interacciones no resultaron ser estadísticamente significativas (Vegetación * Altitud, $F=0.1398$, $d.f.=5$, $p=0.981935$; Vegetación * pH, $F=0.496747$, $d.f.=5$, $p=0.776749$). El modelo sin interacciones puede verse en la tabla 6. La vegetación y la altitud mantienen su significación, mientras que el pH del suelo no contribuye significativamente.

TABLA 6
Contribución de la vegetación, la altitud y el pH del suelo en la abundancia de corzo

Efecto	Grados de libertad	Suma de cuadrados (SS)	Estadístico (F)	Nivel de significación (p)
Intersección	1	141,6307	10,7396	0,00202
Vegetación	5	618,9444	9,3866	0,00000
Altitud	1	71,0458	5,3873	0,02487
pH suelo	1	53,2886	4,0408	0,05043
Error	45	593,4488		

Según este modelo, y como refleja la figura 24, tanto la preferencia del corzo por los quejigales básicos como por los acebuchales aumenta cuando se está controlando el efecto del pH del suelo. Parece pues, que las características estructurales de estas series de vegetación resultan atractivas para el corzo, siendo el pH de sus suelos el que podría estar limitando su presencia en ellas.

FIGURA 24
Preferencia del corzo por las distintas series de vegetación cuando se controla en el modelo el efecto del pH del suelo



Aunque el pH esté al límite de la significación estadística, si consideramos la relación negativa entre el pH y la abundancia de corzo (coeficiente de regresión = -8.850), nuestros resultados parecen sugerir que la aptitud del corzo por los distintos hábitats está a su vez condicionada por su tendencia a preferir suelos de mayor acidez.

En cualquier caso, dado que el pH del suelo en el modelo anterior no alcanza la significación estadística, preferimos descartarlo y quedarnos finalmente con un modelo mínimo adecuado que sólo contenga las variables “vegetación” y “altitud”, y que será, pues, el modelo seleccionado para la construcción del mapa de zonación de la calidad de los hábitats de acuerdo a su capacidad de acogida para el corzo.

4.4. MODELO SELECCIONADO PARA LA PREDICCIÓN DE ABUNDANCIA DE CORZO EN LOS ALCORNOCALES

Para elaborar el mapa de calidad de las distintas zonas del P.N. Los Alcornocales de acuerdo con la capacidad de acogida para el corzo, nos basaremos, pues, en un modelo definitivo que solamente incluya las variables “altitud” y “vegetación”. La interacción entre estas dos variables no resultó estadísticamente significativa (Vegetación * Altitud, $F=0.08220$, d.f.=5, $p=0.994651$). Los resultados del modelo sin interacción pueden verse en la tabla 7.

TABLA 7
Contribución de la vegetación y la altitud en la abundancia de corzo

Efecto	Grados de libertad	Suma de cuadrados (SS)	Estadístico (F)	Nivel de significación (p)
Intersección	1	917,9500	65,2903	0,00000
Vegetación	5	614,9784	8,7482	0,00001
Altitud	1	125,2595	8,9092	0,00453
Error	46	646,7375		

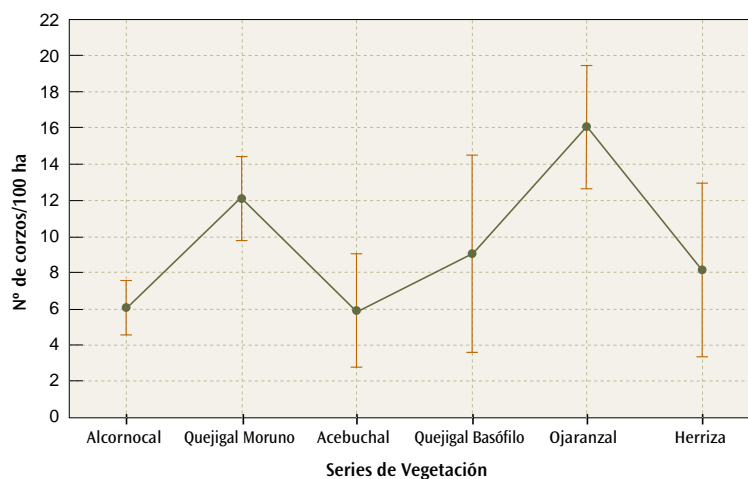
Los corzos, pues, muestran una preferencia por las altitudes bajas independientemente de la vegetación, probablemente debido a que en estas zonas bajas es donde se encuentran los lugares más húmedos y protegidos. En el Mapa 5 se ofrece una visión de las preferencias del corzo hacia las distintas zonas del Parque Natural en función de la altitud, independientemente de la vegetación que se desarrolle en ellas.

Estas preferencias coinciden con las que muestra el corzo por los distintos tipos de vegetación, independientemente de la altitud (Fig. 25): en primer lugar son los ojaranzales los más preferidos, que se desarrollan en los húmedos y escondidos canutos del Parque; en segundo lugar, los quejigales morunos, típicos de laderas umbrías, gargantas y suelos

hidromorfos, seguidos de quejigales basófilos y quejigales enanos; en último lugar se situarían los paisajes de solanas y más abiertos, donde se desarrollan los típicos alcornocales y acebuchales.

FIGURA 25

Preferencias del corzo hacia las distintas series de vegetación controlando en el modelo el efecto de la altitud



En el Mapa 6 puede apreciarse donde se concentran los corzos de acuerdo con sus preferencias hacia las distintas series de vegetación, independientemente de la altitud en que se encuentren estas series.

Considerando el modelo definitivo en su conjunto hemos elaborado un mapa final (Mapa 7) que contempla la abundancia de corzo que predice este modelo definitivo que incluye las variables series de vegetación y altitud.

Con este modelo puede predecirse la abundancia de corzo en una zona o finca cualquiera del Parque. Como se contempla en la siguiente ecuación, al coeficiente estimado para una serie de vegetación se le sustraerá el estimado para la altitud media de finca y este resultado será multiplicado por la superficie de esa serie de vegetación (expresado en unidades de 100 ha). Se procederá así para todas las series de vegetación presentes en esa zona y, finalmente, el resultado de la suma de todas ellas nos informará sobre el número de corzos idóneos para una finca de esas características.

ECUACIÓN DE PREDICCIÓN

Nº de corzos en una zona o finca concreta = (CE alcornocal – C altitud) x Superficie de alcornocal + (CE quejigal moruno – C altitud) x Superficie de quejigal moruno + (CE quejigal basófilo - C altitud) x Superficie de quejigal basófilo + (CE herriza - C altitud) x Superficie de herriza + (CE acebuchal - C altitud) x Superficie de acebuchal + (CE ojaranzal - C altitud) x Superficie de ojaranzal.

Donde:

CE alcornocal (Coeficiente estimado por el modelo para el alcornocal) = 10,28

CE quejigal moruno (Coeficiente estimado para el quejigal moruno) = 16,30

CE quejigal basófilo (Coeficiente estimado para el quejigal basófilo) = 13,24

CE herriza (Coeficiente estimado para las herrizas) = 12,37

CE acebuchal (Coeficiente estimado para el acebuchal) = 10,13

CE ojaranzal (Coeficiente estimado para el ojaranzal) = 20,25

C altitud (Coeficiente estimado para la altitud multiplicado por la altitud media) = 0,017 x altitud media de la finca

Ejemplo de aplicación de la ecuación de predicción para una hipotética finca de 2.000 ha situada a una altitud media de 300 m con las siguientes superficies para cada tipo de vegetación:

Series	Superficie (ha)	Superficie (unidades 100 ha)	Constante vegetación	Constante altitud	Altitud media (m)
Alcornocal	1200	12	10,28	0,017	300
Q. moruno	600	6	16,30	0,017	300
Q. basófilo	50	0,50	13,24	0,017	300
Herriza	50	0,50	12,37	0,017	300
Acebuchal	75	0,75	10,13	0,017	300
Ojaranzal	25	0,25	20,25	0,017	300

Teniendo en cuenta que el C altitud = 0,017 x 300 = 5,10 podemos estimar para esta finca en cuestión:

Nº de corzos = (10,28 – 5,10) x 12 + (16,30 – 5,10) x 6 + (13,24 – 5,10) x 0,50 + (12,37 – 5,10) x 0,50 + (10,13 – 5,10) x 0,75 + (20,25 – 5,10) x 0,25 = **144,625**

4.5. ZONACIÓN DE LA CALIDAD DE LOS HÁBITATS DE LOS ALCORNOCALES PARA EL CORZO

A partir del modelo definitivo, se construye un mapa (Mapa 8) que ofrece una zonación del hábitat en función de la calidad que éste presente para el corzo: óptima, buena y deficiente calidad.

5. interacción con el ciervo en las preferencias de hábitats



A principios de los años 90, y tal como indicábamos en nuestro libro *El Corzo Andaluz*, intentando analizar las posibles interacciones espacio-temporales entre el corzo y el ciervo, detectamos una solapación importante en la distribución de ambas poblaciones durante la primavera y el verano. Esas dos etapas son claves en el ciclo de vida de los corzos y, en concreto, para su reproducción (época de cría en abril-mayo; época de celo en julio). Además, teniendo en cuenta la ventaja competitiva de los ciervos, por su mayor tamaño y tasa de consumo, por estar más adaptado a los hábitats estacionales, y por ser menos sensibles a las enfermedades y a la degradación de los hábitats que el corzo, en aquellos años diagnosticábamos que altas densidades de ciervo podrían llegar a amenazar el futuro del corzo andaluz en las sierras de Cádiz-Málaga; concluíamos que por sí solo el ciervo no impide el desarrollo de las poblaciones de corzo, aunque sí tiene una interferencia negativa sobre las mismas.

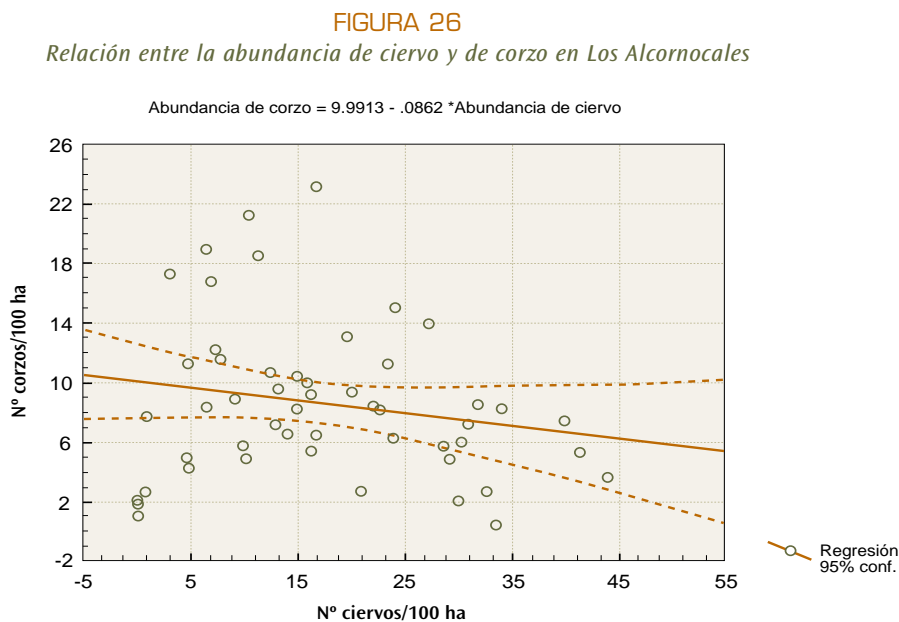
A partir de entonces, la Delegación Provincial de la Consejería de Medio Ambiente de Cádiz ha estado coordinando un manejo selectivo sobre los ciervos de Los Alcornocales. Con esto no sólo se ha conseguido una disminución de las densidades de ciervo en el Parque, sino que se está corrigiendo el desequilibrio que existía en la proporción de machos y hembras (en general estaba muy desviado hacia las hembras), lo que también contribuye a controlar el crecimiento de estas poblaciones. Podemos decir que probablemente como resultado de este manejo, las poblaciones de ciervo en Los Alcornocales han

pasado de una densidad media de 34 individuos/100 ha a una situación actual donde la media se sitúa en torno a los 17 individuos/100 ha.

Este control selectivo de las poblaciones de ciervo en Los Alcornocales ha contribuido, sin duda, junto con otros factores (por ejemplo limpieza de fuentes, etc.) al fortalecimiento de las poblaciones de corzo, que en la actualidad alcanzan densidades óptimas en algunos lugares del Parque, y que como media han experimentado un aumento desde los 2.8 individuos/100 ha a principios de los años 90 hasta los 8.5 individuos/100 ha en la actualidad.

5.1. INFLUENCIA DEL CIERVO SOBRE LA PRESENCIA DEL CORZO

A pesar de que la presencia del ciervo sigue teniendo una influencia de tendencia negativa sobre la presencia del corzo (Fig. 26), de hecho en la actualidad, esta relación no llega a ser estadísticamente significativa ($R^2 = 0.038$; coeficiente de regresión = -0.294 ; $t = -1.413$; $p = 0.1636$).

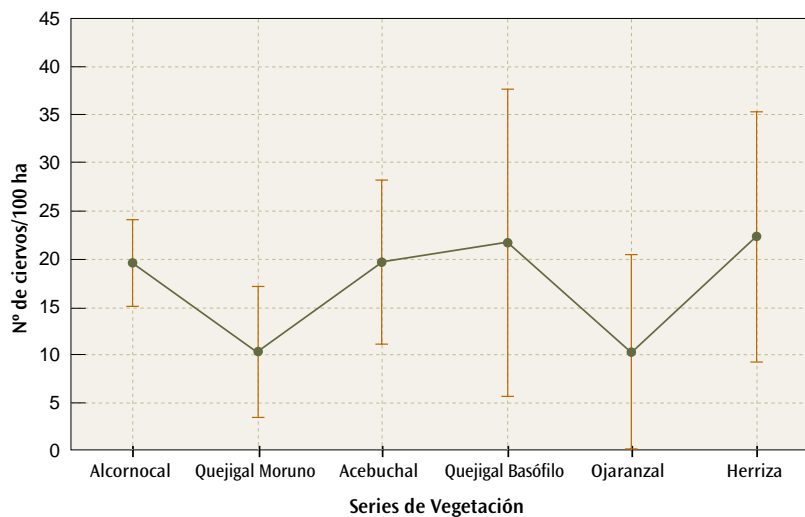


5.2. PREFERENCIAS DEL CIERVO HACIA LAS DISTINTAS SERIES DE VEGETACIÓN CONSIDERADAS

El ciervo no muestra una clara preferencia hacia ninguno de los distintos hábitats que hemos muestreado con el corzo ($F= 1.694$; $p= 0.1547$; ANOVA), aunque se observa una mayor abundancia de ciervos en los alcornocales, acebuchales, quejigales basófilos y herrizas que en los ojaranzales y quejigales morunos (Fig. 27); estos dos últimos hábitats son los que, precisamente, albergan las mayores densidades de corzo.

FIGURA 27

Preferencias del ciervo hacia las distintas series de vegetación



6. conclusiones

Sirva a modo de introducción de nuestras conclusiones el recordatorio de que las poblaciones de Cádiz-Málaga constituyen un núcleo autóctono único en el conjunto de las poblaciones españolas y europeas de esta especie. Durante los años en que hemos seguido a estos corzos para tratar de conocer mejor sus relaciones con los hábitats de Los Alcornocales, hemos llevado a cabo paralelamente un estudio para el análisis de las características genéticas de estas poblaciones andaluzas y de cómo se encuadran en el árbol genético del resto de las poblaciones españolas. Acabamos de publicar, por fin, los resultados de este estudio que no ha hecho más que confirmar que los corzos de Cádiz-Málaga están diferenciados genéticamente.

La importancia de estas formas locales en el ámbito de la biodiversidad global ha sido muy resaltada recientemente por la pérdida acelerada de variabilidad genética que está ocurriendo a causa de un inadecuado manejo y explotación de los recursos naturales. Con la extinción de una especie se pierde el genoma completo, pero la diversidad genética puede perderse también a través de la extinción de ecotipos y poblaciones locales.

Mapa de calidades

Por primera vez, en este informe se construye y presenta un mapa de zonación de la calidad de los hábitats para la acogida del corzo en Los Alcornocales. En este mapa se han rastreado 85.075 ha de las 168.000 ha que constituyen el Parque y, por la variedad de los hábitats que lo componen, esta superficie

puede considerarse representativa de la totalidad. Los resultados obtenidos a partir de esta muestra indican que el 27.7% de la superficie del Parque puede considerarse de calidad óptima para la acogida del corzo, el 58.3% de buena calidad y el 14% de calidad deficiente. Actualmente pues, Los Alcornocales ofrecen una importante extensión de terreno donde las poblaciones de corzo pueden desarrollarse óptimamente. Si a la superficie de calidad óptima le añadimos los terrenos clasificados como de buena calidad, nos encontraríamos con una gran cantidad de hectáreas (86 % de la superficie total del Parque) distribuidas por todo el Parque que, en principio, pueden permitir que estos corzos autóctonos vivan en su hábitat natural, lo que sitúa al Parque en una posición privilegiada, ya que la protección del corzo, de forma general, puede enfocarse desde la prevención y no desde la recuperación.

Vegetación

El hecho de que la vegetación explique prácticamente por sí misma la presencia del corzo en cada zona induce a considerar que el Parque Natural Los Alcornocales se encuentra en un buen estado de conservación, estando sus suelos poco degradados, conservando una buena cobertura vegetal.

Los corzos se desenvuelven mejor en aquellos hábitats que puedan considerarse prácticamente inalterados, como es el caso de los ojaranzales, considerados como la formación vegetal más original del Parque, al tratarse de los relictos de laurisilva mejor conservados de la Península Ibérica. Los quejigales morunos también ofrecen al corzo unas condiciones óptimas para su supervivencia y desarrollo, pudiendo considerarse una de las formaciones forestales más singulares del Parque. Estos hábitats aprovechan y conservan la humedad, uno de los elementos más apreciados por el corzo y otras poblaciones animales que desde antiguo han debido soportar los déficits hídricos del duro estiaje de estos territorios. En cambio, los alcornocales son relativamente menos preferidos por los corzos; a lo largo de la historia del Parque el hombre ha ido favoreciendo al alcornoque frente al quejigo; el hecho de estar sometido a un intenso manejo humano (rozas, aclareo y descorche....) y presentar un sotobosque menos diverso que el quejigal, hacen de este alcornocal un lugar un poco menos atractivo para el corzo.

Resulta interesante comentar el caso de las herrizas (quejigales enanos). Cuando se analiza la influencia de la vegetación en las preferencias del corzo, sin tener en cuenta ningún otro factor, la herriza presenta una baja acogida para el corzo; sin embargo, cuando controlamos en el modelo predictivo el efecto de la altitud, la acogida de las herrizas se sitúa por debajo de los hábitats más húmedos (los más preferidos por el corzo), pero por encima de los acebuchales y alcornocales (los menos preferidos por el corzo). Esto sugiere que en el caso de las herrizas el efecto de la altitud es particularmente importante, y dado que las herrizas se desarrollan en cumbres no colonizables por otras formaciones vegetales, el corzo preferiría las herrizas de menor altitud, las cuales se sitúan preferentemente en la mitad sur del Parque. La herriza, por tanto, ofrece al corzo unas condiciones de protección y tranquilidad en cotas bajas, que son muy aprovechadas por el corzo.

Sin embargo, al contrario que en el caso de las herrizas, los acebuchales disminuyen su acogida para el corzo cuando se controla en el modelo el efecto de la altitud; esto estaría sugiriendo que la mayoría de los acebuchales se desarrollan en altitudes adecuadas para el corzo, pero que como formación forestal resultan poco acogedoras para él.

Altitud

Por lo tanto, aunque la contribución de la altitud a la acogida del corzo en los distintos hábitats es relativamente pequeña cuando se la compara con la que le proporcionan las características de la vegetación de cada lugar, es necesario considerarla en todo momento para poder llegar a una clasificación rigurosa de las distintas zonas del Parque en lo que a acogida para el corzo se refiere.

pH del suelo

La preferencia del corzo hacia suelos de pH más bien ácidos podría explicar que los quejigales básicos, aunque por sus características estructurales pudieran ofrecer al corzo una acogida similar a la de los quejigales morunos, el pH básico de los suelos sobre los que se asientan los hacen menos apetecibles para estos animales.

Carreteras

Parece que en el Parque el impacto de las carreteras principales sobre la acogida del corzo en los distintos hábitats está más condicionado por las características propias de los hábitats en donde se encuentran estas vías. Dos hipótesis podrían explicar este hecho: por un lado, las carreteras han podido degradar los hábitats y ya éstos no son atractivos para el corzo; y/o las carreteras se intentan trazar por las zonas más degradadas. No obstante, en el Parque existen pocas vías principales y tanto éstas como las vías secundarias han sido establecidas desde una perspectiva respetuosa con el medio ambiente. Sí hay que tener en cuenta para el futuro que no hay que subestimar el impacto de otros factores asociados a la existencia de carreteras en el área de estudio: por una parte el auge creciente de un turismo rural, el cual debería siempre realizarse bajo una vigilancia para impedir el impacto negativo que éste pueda ocasionar y que en algunos casos podría llegar a ser irreversible (incendios), y, por otro lado, las posibilidades de acceso que estas vías pueden ofrecer a la caza furtiva, que sí tienen un impacto importante y directo sobre las poblaciones de corzo.

7. principales desafíos



Teniendo en cuenta que en las sierras de Cádiz-Málaga habitan unas poblaciones de corzo con particularidades morfológicas y genéticas que las separan de las otras poblaciones de corzo europeo, sería recomendable el fortalecimiento de estas poblaciones de corzo y de sus condiciones de vida. Los Alcornocales constituyen el área mejor conservada y más extensa de bosque Mediterráneo de la Península Ibérica, lo que ha permitido la conservación de estas poblaciones autóctonas de corzo que le confieren a esta región un carácter singular en lo que a vida silvestre se refiere. Existe, pues, una responsabilidad en el mantenimiento de las características locales de estas poblaciones como contribución a la conservación de la biodiversidad.

En este fortalecimiento estaría implicada la protección de las posibles zonas de expansión de este corzo hacia otras áreas andaluzas con suficiente capacidad

de acogida por su estado de conservación. En este sentido, se debería proteger la zona de conexión con el Parque Natural de Grazalema y favorecer la expansión de las poblaciones de corzo en las zonas comprendidas entre Grazalema, Ubrique, Cortes de la Frontera y Jimena de Líbar.

Sería, además, importante desarrollar estudios que ofrezcan cartografías digitales de la vegetación de zonas adyacentes a Los Alcornocales, como el Parque Natural de Grazalema, Sierras de Málaga y otras zonas andaluzas. Ello permitiría conocer en detalle el potencial de acogida para el corzo de otras áreas en Andalucía.

Si bien el área ocupada por el corzo en las sierras de Cádiz-Málaga puede considerarse lo suficientemente amplia, el carácter de “isla” de esta población hace temer siempre por la conservación de sus efectivos, ya que la aparición de algún tipo de epidemia o cualquier otro mecanismo de control natural podría poner en peligro la viabilidad de este núcleo.

En general, se debería favorecer la expansión del corzo en las zonas limítrofes de Los Alcornocales, corredores de expansión, controlando a ungulados domésticos y silvestres, la caza furtiva y todas aquellas alteraciones que puedan reducir las potenciales querencias del corzo por esas zonas. Al mismo tiempo, se debería controlar al máximo el uso de agentes químicos (venenos, herbicidas, pesticidas....) que repercuten tan negativamente sobre la vida silvestre.

Ya dentro del Parque, un desafío importante sería el de facilitar el libre campeo de los corzos con idea de asegurar sus migraciones y por tanto evitar el riesgo de consanguinidad, lo que a largo plazo conduciría a un empobrecimiento en su acervo genético. En este sentido, debería limitarse en lo posible la presencia de mallados cinéticos en el Parque.

El nivel de detalle conseguido en el mapa de zonación de la calidad del hábitat para el corzo en Los Alcornocales permite llegar a una gestión minuciosa en la conservación de estas poblaciones y de sus hábitats; por una parte, se reconoce la distribución de los tres tipos de zonas de acogida a lo largo de todo el territorio del Parque, lo que permitiría aplicar diferencialmente las políticas de protección y manejo. En este sentido, en la zona norte convendría proponer medidas encaminadas a la recuperación de los hábitats clasificados como de calidad deficiente, especialmente en aquellos lugares considerados como posibles zonas de expansión. Por otra parte, y en todo el Parque, las zonas clasificadas como de óptima calidad para el corzo deberían ser merecedoras de una atención especial desde el punto de vista de la conservación y, asimismo, se debería favorecer la recuperación del quejigal, puesta hoy día en marcha. El quejigal ha ido perdiendo parte de su extensión original por haber sido talado y desmochado de forma selectiva a favor del alcornocal.

Conservar, en la medida de lo posible, las herrizas de cotas bajas existentes en la mitad sur del Parque, dado el gran interés de éstas como zonas de encame y protección para el corzo. En este punto, sería interesante no olvidar la importancia de conservar y potenciar los robledales, que se dan en las cumbres más altas del Parque y que constituyen hábitats potencialmente de buena acogida para el corzo sobre todo en estas áreas donde la altitud limita su presencia.

En general, este mapa de zonación de la calidad del hábitat permite enfrentarse a la conservación y manejo del corzo y de sus hábitats a nivel de áreas y fincas concretas.

8. actuaciones concretas

Evitar la introducción de corzos procedentes de otras áreas

La hibridación constituye un tipo de extinción por pérdida de variabilidad genética. El hecho de que se hayan encontrado y definido características genéticas y morfológicas particulares para el ecotipo de corzo de Cádiz-Málaga no significa que se hayan establecido mecanismos de aislamiento reproductivo, y la mezcla de estos corzos con otros corzos no autóctonos podría ser perfectamente viable. Si permitieramos esta hibridación, generación tras generación, las características de la población original de Cádiz-Málaga se irían desdibujando, y a la larga se tendería a su extinción; esto conduciría a la pérdida de adaptaciones que han tardado mucho tiempo en conseguirse, algo que a su vez acabaría repercutiendo negativamente en la calidad de los individuos de esas poblaciones.

Desarrollo de la cría en cautividad

Sería conveniente garantizar y optimizar el funcionamiento del centro de cría de corzo instalado en la zona del Picacho, para asegurar la disponibilidad de un contingente de individuos autóctonos, que además de aportar información sobre los aspectos menos conocidos de su biología (fisiología, reproducción, alimentación...), contribuyan en el fortalecimiento de las poblaciones de Cádiz-Málaga, proveyendo efectivos capaces de colonizar otras áreas andaluzas, preferentemente del sur del Guadalquivir.

Conservación de los hábitats

Habida cuenta de las diferencias de acogida de los distintos hábitats en Los Alcornocales para el corzo, la conservación de los ojaranzales y el favorecimiento de los quejigales morunos serían actuaciones prioritarias. Asimismo, con la mejora de las herrizas y su conservación se podrían asegurar áreas de refugio para el corzo en lugares donde el manejo humano está generando un impacto en las condiciones de vida de estos animales.

No aumentar la superficie cultivable, de uso ganadero o edificable

Dentro del Parque, al menos en unidades que todavía se encuentran en estado de buena conservación, no sería aconsejable favorecer el uso agrícola, ganadero o urbanístico; la campiña gaditana es lo suficientemente extensa como para que se pueda incrementar el rendimiento de cosechas y explotaciones ganaderas sin necesidad de recurrir a estos terrenos ya protegidos.

9. bibliografía

Álvarez-Ortí, M. y J.A.Fernández. 2001. “Aplicaciones de la biología molecular a la gestión de cotos de caza mayor”. *Montes* nº 63: 35-42.

Andersen, R., P. Duncan and D.C. Linnell. 1998. *The European Roe Deer: the Biology of Success*. Scandinavian University Press.Oslo. 376 pp.

Aragón, S. 1993. *El corzo (Capreolus capreolus) en Cádiz. Caracterización y encuadre de sus poblaciones en el conjunto de la especie*. Tesis Doctoral, Universidad de Sevilla, 191pp.

Aragón, S. 1996. “Situación actual de las poblaciones de corzo en España”. *Quercus* 124:16-19.

Aragón, S., F. Braza y C. San José. 1995. “Características morfológicas de los corzos (*Capreolus capreolus*) de las sierras de Cádiz-Málaga”. *Doñana Acta Vertebrata* 22:51-64.

Aragón, S., F. Braza y C. San José. 1995. “Socioeconomic, physiognomic, and climatic factors determining the distribution pattern of roe deer *Capreolus capreolus* in Spain”. *Acta Theriologica* 40:37-43.

Aragón, S., F. Braza y C. San José. 1998. “Variation in skull morphology of roe deer (*Capreolus capreolus*) in western and central Europe”. *Journal of Mammalogy* 79 (1):131-140.

Arroyo, J. 1997. "Plant diversity in the region of the strait of Gibraltar: a multilevel approach". *Lagascalia*, 19 (1-2): 393-404.

Arroyo, J. and T. Marañón. 1990. "Community ecology and distributional spectra of Mediterranean shrublands and heathlands in Southern Spain". *J. Biogeograph*, 17: 163-176.

Baker, R.J. 1987. GLIM 3.77. *Reference Manual*, 2nd edition. Oxford: Numerical Algorithmics Group. 364 pp.

Batcheler, C.I. 1960. "A study of the relations between roe, red and fallow deer, with special reference to Drummond hill forest, Scotland". *J. Anim. Ecol.* 29: 375-384.

Berjano Pérez, R., A.Rivas, I. Mendoza, J.L.Medina, L. Fernández, A. Hampe y M. Castro. 2002. "Estructura de poblaciones de ojaranzo, avellanillo, laurel y acebo en el Parque Natural Los Alcornocales". *Almoraima*, 27: 179-188.

Braza, F., C. San José, S. Aragón y J.R. Delibes. 1994b. *Métodos para el manejo y estudio de cérvidos*. Ed. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía, Sevilla, 81 pp.

Braza, F., I. Varela, C. San José y V. Cases. 1989. "Distribución del corzo, el gamo y el ciervo en España". *Quercus* 42:4-11.

Braza, F., R.C. Soriguer, S. Aragón y C. San José. 2001. Corzo *Capreolus capreolus* (Linnaeus, 1758). *Libro rojo de los vertebrados amenazados de Andalucía*. Ed. Consejería de Medio Ambiente - Junta de Andalucía, Sevilla, pp. 266-267.

Braza, F, San José C, Aragón S, Delibes JR. 1994. *El corzo andaluz*. Ed. Consejería de Medio Ambiente - Junta de Andalucía, Sevilla.156 pp.

Burnham, K.P., Anderson D.R. & Laake J.L. 1980. "Estimation of density from line transect sampling of biological populations". *Wildlife Monographs* 72:1-202.

C.T. GREF. 1976. "Méthodes de recensement des populations de cerfs". *Forêt et Gibier* 34:1-37.

Cabrera, A. 1914. *Fauna Ibérica. Mamíferos*. Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid.

Corbet, G.B. 1978. *The mammals of the Palearctic Region: a taxonomic review*. British Museum (Natural History), Cornell University Press, London.

Costa, L. 1991. "Ordenación y gestión de la caza mayor". *Manual de ordenación y gestión cinegética*. Ed. IFEBA, Badajoz, pp 258-296.

Costa, L. 1992. *Ecología del corzo en las montañas cantábricas. Modelo de gestión*. Tesis Doctoral, Universidad de León, 339 pp.

Chapman, A. and W.J.Buck. 1910/1989. *Unexplored Spain/La España Inexplorada*. Ed. Junta de Andalucía, Consejería de Obras Públicas-Patronato del Parque Nacional de Doñana, Sevilla, 451 pp.

Danilkin, A. 1996. *Behavioural Ecology of Siberian and European Roe Deer*. Chapman & Hall. London. 277 pp.

De Morales, P. 1990. *Las monterías en Sierra Morena a mediados del siglo XIX*. Ed. Diputación Provincial de Jaén, Área de Cultura, Jaén.

Dzieciolowski, R. 1976. "Roe deer census by pellet-group count as deer census method". *Journal Wildlife Management*, 20:70-74.

Ellwood, S. 2000. "Using a dung clearance plot method for estimating fallow, roe and muntjact numbers in mixed deciduous woodland". *Deer*, 11(8): 417-423.

Fandos, F. y F. Horcajada. 1998. "Corzos. ¿Son viables las reintroducciones?" *Trofeo* 340:56-63.

Fandos, P., Martínez T. y Palacios F. 1987. "Estudio sobre la alimentación del corzo (*Capreolus capreolus*) en España". *Ecología* 1:161-186.

Fernández Alés, R., Marañón T., Figueroa ME, García Novo F. 1984. "Interacciones entre geomorfología e intervención humana sobre la composición del matorral en la cuenca del río Guadalpejo (Extremadura)". *Studia Oecologica* V: 35-53.

Fernández Alés, R. 1992. *Estudio de los recursos disponibles para la alimentación de herbívoros de caza mayor en terrenos forestales de Andalucía Occidental y la optimización de su manejo*. Universidad de Sevilla, Dpto. de Biología Vegetal y Ecología. Sevilla. 182 pp.

Fernández Alés, R. 1994. "Evaluación de las cargas ganaderas a partir del alimento disponible. El caso del ciervo en los terrenos forestales de Andalucía occidental". Curso de gestión y ordenación cinegética. Junta de Andalucía. Sevilla. 131-143.

Gaillard, JM., JM Boutin et. G. Van Laere. 1993. "Dénombrer les populations de chevreuils par l'utilisation du line transect. Étude de faisabilité". *Ecol.* 48: 73-85.

Gortázar, C., Herrero, J., Villafuerte, R. y Marco, J. 2000. "Historical examination of the status of large mammals in Aragón, Spain". *Mammalia* 64 (4):411-422.

Gutián, J. y Bermejo T. 1987. "Aplicación de dos métodos de censo de corzo (*Capreolus capreolus*) en una población de las Montañas Cantábricas occidentales". *Munibe*, 39:59-63.

Hewitt G.M. 1996. "Some genetic consequences of ice-age, and role in divergence and speciation". *Biol. J.Linn.Soc.* 58:247-276.

Jurado, V. 2002. *Los bosques de las sierras del Aljibe y del campo de Gibraltar (Cádiz-Málaga)*. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía. Sevilla. 222 pp.

Kent M, Coker P. 1992. *Vegetation description and analysis. A Practical approach*. John Wiley & Sons, Inc., New York. 363 pp.

Lande, R. 1988. "Genetics and demography in biological conservation". *Science*, 241:1455-1460.

Langbein, J. 1996. "The red deer of Exmoor and the Quantocks". *Deer*, 9:492-498.

López Ontiveros, A., B. Valle Buenestado y F.R. García Verdugo. 1991. *Caza y paisaje geográfico en las Tierras Béticas según el Libro de la montería*. Ed. Consejería de Cultura y Medio Ambiente, Junta de Andalucía, Córdoba.

Lorenzini, R., C.San José, F.Braza, and S.Aragón. 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. 2001. "Aplicación del análisis de las batidas de caza mayor al estudio demográfico del corzo (*Capreolus capreolus* L.) en los bosques cantábricos (País Vasco, norte de España)". *Boletín de la Asociación del Corzo Español*, 1:24-28.

Mayle, B.A., Peace A.J. & Gill R.M.A. 1999. *How many deer? A field guide to estimating deer population size*. Forestry Commission, Edinburgh, 96 pp.

Mayle, B.A., R.J. Putman and I.Wyllie. 2000. "The use of trackway counts to establish an index of the presence". *Mammal* 30 (3 & 4):233-237.

Mitchel, B., J.J.Rowe, P.R.R.Ratcliffe & M.Hinde. 1985. "Defecation frequency in roe deer (*Capreolus capreolus*) in relation to the accumulation rates of faecal deposits". *Journal of Zoology*, London (A). 207:1-7.

Montoya, JM. 2000. *Guía Práctica del Alcornocal*. Parque Natural Los Alcornocales. Junta de Andalucía (GIASA). Sevilla. 180 pp.

Mueller-Dumbois, D., Ellemer H. 1974. *Aims and methods of vegetation ecology*. John Wiley & Sons, Inc., New York. 547 pp.

Ojeda, F. 2002. "La herriza: la cenicienta del Parque Natural". *Almoraima*, 27: 145-148.

Ojeda, F., J. Arroyo y T. Marañón. 1995. "Biodiversity components and conservation of Mediterranean heathlands in Southern Spain". *Biol. Conserv.*, 72: 61-72.

Padaiga V.I. y B.B.Marma. 1979. "Census of roe deer by a pellet-group count". *Soviet Journal of ecology* 10 (4): 355-357. S

Pérez Latorre A, Galán de Mera A, Navas P, Navas D, Gil Y, Cabezudo B. 1999. "Datos sobre la flora y vegetación del Parque Natural de Los Alcornocales (Cádiz-Málaga, España)". *Acta Botánica Malacitana* 24:133-184.

Purroy, F. (1991). "Métodos en el muestreo y censo de especies cinegéticas". *Manual de ordenación y gestión cinegética*. IFEBA, Badajoz, pp181-193.

Radeloff V.C., A.M. Pidgeon and P. Hostert. 1999. "Habitat and Population Modelling of Roe Deer using an Interactive Geographic Information System". *Ecological Modelling*, 114:287-304.

Rivas, A. 2002. "Diversidad florística en el interior de los 'canutos' del Parque Natural de Los Alcornocales". *Almoraima* 27: 169-178.

Rosell, C. (2001). “Los ungulados y los ecosistemas forestales: los ejemplos del jabalí y el corzo”. *Conservación de la biodiversidad y gestión foresta. Su aplicación en fauna vertebrada*. Camprodon, J. Y Plana, E. (Eds.). Edicions de la Universitat de Barcelona: 377-396.

Sáez-Royuela, C. y Tellería J.L. 1988. “Las batidas como método de censo en especies de caza mayor: aplicación al caso del jabalí (*Sus scrofa* L.) en la provincia de Burgos (Norte de España)”. *Doñana Acta Vertebrata* ,15(2): 215-223.

Sáez-Royuela, C. y Tellería J.L. 1991. “Roe deer (*Capreolus capreolus*) distribution in central Spain”. *Folia Zoologia* 40: 37-45.

San José, C. 1997. “Corzo *Capreolus capreolus* (Linnaeus, 1758)”. *Galemys, Boletín SECEM*, 9:3-8

San José, C. 2001. “Métodos para la evaluación de poblaciones de corzo en el sur de España”. *Boletín de la Asociación del Corzo Español*, 1:16-19.

San José, C. y F. Braza. 2000. “Las repoblaciones de corzo en España”. *Trofeo*, 365:156-157.

San José, C. 2002. “Corzo, *Capreolus capreolus* Linnaeus, 1758”. En: *Atlas de los mamíferos terrestres de España*. L. J. Palomo and J. Gisbert (Eds.), Dirección General de Conservación de la Naturaleza-SECEM-SECEMU, Madrid, 318-321.

Sánchez, J.M. 2002. “Los bosques de quejigo (*Quercus canariensis* Willd.) de las sierras del Aljibe y Campo de Gibraltar: manejo histórico, estado selvícola y propuestas para su gestión”. *Almoraima* 27:281-292.

Stuart, S.N. 1991. “Re-introductions: to what extent are they needed? Symp. zool”. *Soc.Lond.* nº 62: 27-37.

Tellería, J.L. 1986. *Manual para el censo de los vertebrados terrestres*. Raices, Madrid, 278 pp.

Tellería, J.L. and Virgós E. 1997. “Distribution of an increasing roe deer population in a fragmented Mediterranean landscape”. *Ecography*, 20: 247-252.

Vincent, J.P., Gaillard J.M. et Bideau E. 1991. “Kilometric index as biological indicator for monitoring forest roe deer populations”. *Acta Theriologica*, 36:315-325.



PROGRAMA DE MEDIDAS COMPENSATORIAS



Autovía Jerez
Los Barrios

