

Zonificación del Parque Nacional de la Sierra de Guadarrama según la presencia histórica de la cabra montés *Capra pyrenaica* Schinz, 1838

Zoning of Sierra de Guadarrama National Park according to the historical presence of the Iberian Ibex *Capra pyrenaica* Schinz, 1838

Pablo Refoyo^{1*}, Cristina Olmedo¹, Benito Muñoz¹, Fernando Horcajadas², Milagros García³, José Manuel Amigo³, Santiago Martín³ & Pablo Sanjuanbenito⁴

1. Departamento de Biodiversidad, Ecología y Evolución, Facultad Ciencias Biológicas, Universidad Complutense de Madrid, 28040 Madrid, España.
2. AUDECA, Centro de Investigación, Seguimiento y Evaluación del Parque Nacional Sierra de Guadarrama (CISE-PNSG), Ctra. M-604 km 28,0, 28040 Rascafría, Madrid, España.
3. Tragsatec, Carretera A-42 km 6,8, 28916 Leganés, Madrid, España.
4. Parque Nacional de la Sierra de Guadarrama, C/ Alcalá 16, 28014 Madrid, España.

*Autor para correspondencia: parefoyo@ucm.es

Resumen

La presencia de la cabra montés (*Capra pyrenaica*) en el Parque Nacional de la Sierra de Guadarrama (Madrid) se remonta a las reintroducciones realizadas a principios de la década de 1990. Desde entonces, la población ha experimentado un incremento exponencial que ha provocado una elevada presión sobre el medio, especialmente sobre la vegetación. Desde el año 2000 se vienen realizando censos periódicos que han permitido conocer la evolución de la población y su ubicación dentro del Parque. Con este trabajo se pretende elaborar “mapas de presencia” teniendo en cuenta no sólo la situación actual sino también la presencia histórica y la continuidad de la especie dentro del parque. A partir de los censos realizados y considerando 5 variables diferentes (número de individuos presentes, estacionalidad, número de años con presencia, incremento poblacional y presencia estos últimos años) se han determinado cuáles han sido las zonas que han tenido una presencia mayor y más continuada de la especie desde su reintroducción. Se han establecido 5 zonas dentro del Parque Nacional, siendo las zonas de La Najarra y Cuerda Larga las que muestran una mayor presencia y continuidad, las zonas aledañas de Pedriza Anterior y Posterior muestran una presencia relativamente alta, la cuerda de Montes Carpetanos tiene una presencia más reciente y es nula en zonas periféricas del Parque (Siete Picos y cuerda de Navarredonda).

Palabras clave: espacio protegido, gestión, Sistema Central, ungulados silvestres

Abstract

The presence of the Iberian Ibex (*Capra pyrenaica*) in the Parque Nacional Sierra de Guadarrama (Madrid) dates back to the reintroductions made in the early 1990s. Since then, the population has experienced an exponential increase causing high pressure on the environment, especially on the vegetation. Periodic censuses have been carried out from 2000 which have allowed us to track the evolution of the population and its location within the Park. The aim of this work is to draw up ‘presence maps’ taking into account not only the current situation but also the historical presence and the continuity of the species within the National Park. Based on censuses carried out since 2000 and considering 5 different variables -number of individuals present, seasonality, number of years with presence, population increase and presence in last years-, the areas that have had the greatest and most continuous presence of the species has been determined since its reintroduction. There have been established five zones within the National Park, showing the area of La Najarra and Cuerda Larga a greater presence and continuity, the surrounding areas of Pedriza Anterior and Pedriza Posterior a moderate presence, the Montes Carpetanos rope shows a lower presence and is null in peripheral areas of the Park (Seven Picos and Navarredonda rope).

Keywords: management, protected area, Spanish Central System, wild ungulates.

Introducción

La reintroducción de la cabra montés en la Sierra de Guadarrama (en el antiguo Parque Regional de la Cuenca Alta del Manzanares) se realizó entre los años 1990 y 1992 a partir de ejemplares procedentes de las estribaciones del Sistema Central (Refoyo 2012). A esta población hay que añadir los ejemplares reintroducidos en la zona de los Hoyos, cuyo origen procede de una reintroducción realizada entre los años 2000–2002 en la vertiente segoviana de la Sierra de Guadarrama, en la Zona de Caza Controlada de Torrecaballeros. Esta población está, actualmente, asentada en la Cuerda de los Montes Carpetanos, en Alameda del Valle, Pinilla del Valle y Rascafría, pertenecientes a la comarca forestal I Parque Natural de Peñalara (Tragsatec 2017) (Fig. 1).

A lo largo de estos años, la población ha seguido el modelo de crecimiento de una población sana, con disponibilidad de recursos, sin apenas competencia, depredación, ni extracción de ejemplares. Pasando de 254 ejemplares (ETISL 2000) a 5.403 (Tragsatec 2017). Este incremento poblacional ha provocado densidades muy elevadas, alcanzándose los 52,73 ind/km² (Tragsatec 2017).

La relación entre la selección de hábitat y la abundancia y distribución de especies en una zona concreta ha sido tratada ampliamente por diversos autores (Johnson 1980, Rosenzweig 1981, Morris 2003) y forma parte de una gestión efectiva de las poblaciones, especialmente en los espacios naturales protegidos (ETISL 2014). Estos espacios proporcionan una elevada protección a muchas especies, pero se convierten, en muchos casos, en

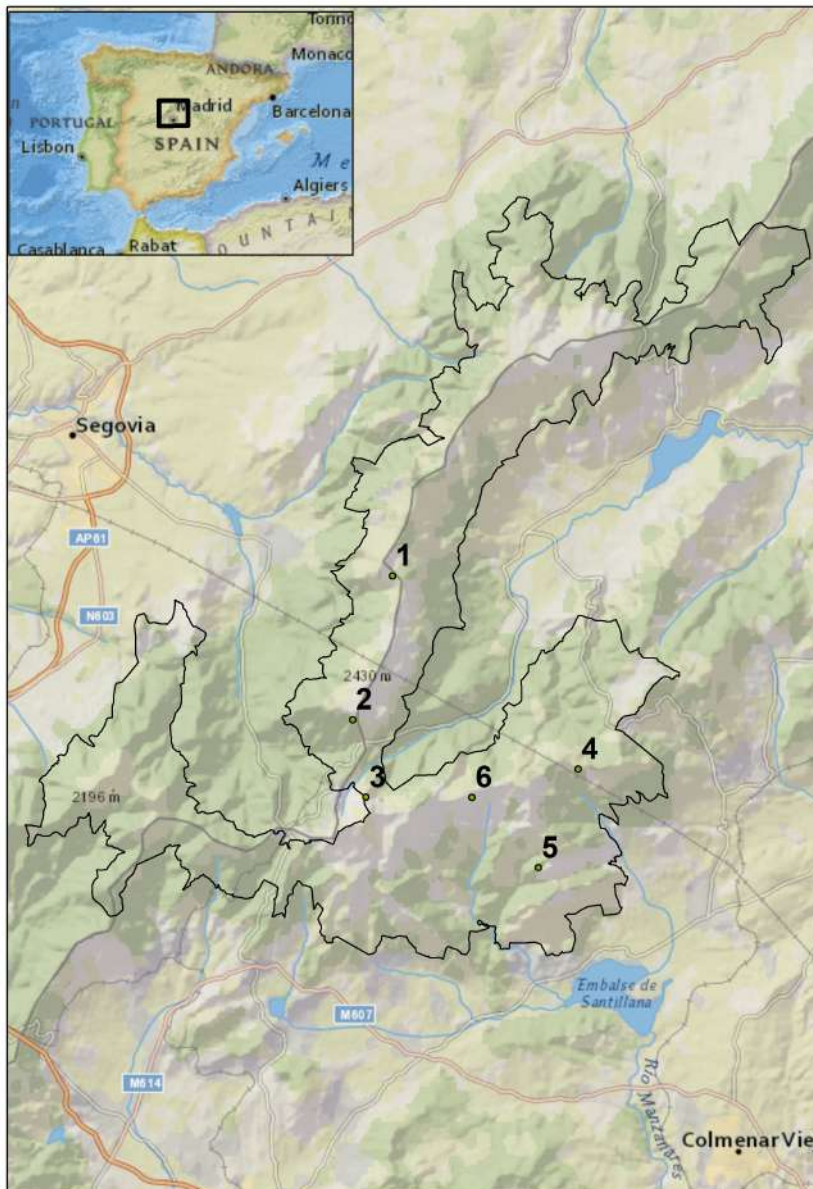


Figura 1. Situación de las diferentes zonas de estudio en el Parque Nacional de la Sierra de Guadarrama. 1) Montes Carpetanos; 2) Pico Peñalara; 3) Puerto Navacerrada; 4) Pico Najarra; 5) La Pedriza; 6) Cuerda Larga.

áreas restringidas de donde no pueden salir sin riesgo para su supervivencia. Este hecho provoca que los ejemplares se concentren de forma excesiva, lo que puede dar lugar a que se supere la capacidad de carga del medio, convirtiéndose así en un limitante de la población (Refoyo *et al.* 2016).

Desde el año 2000 la superficie ocupada por la especie en el Parque se ha ido ampliando según aumentaba la población, sin embargo, debido a su lento ritmo de dispersión, que no empezó a producirse hasta 2007 (Refoyo *et al.* 2016), la presión ejercida sobre determinadas zonas ha sido muy elevada. Tampoco ha sido la misma la superficie ocupada en función de la época del año, por lo que la presión sobre el medio ha variado de forma estacional. Los trabajos realizados hasta la fecha demuestran que el núcleo de la población se ha concentrado en una superficie relativamente pequeña (Refoyo *et al.* 2016), siendo mayor la concentración de ejemplares en primavera y menor en verano, época en la que la especie aumenta su área de ocupación en el Parque.

Tampoco ha sido uniforme la presencia de la especie considerando los diferentes hábitats disponibles en la zona. Los pastizales y zonas arbustivas húmedas son más utilizados que los bosques termófilos (Refoyo *et al.* 2016).

En el Parque Nacional de la Sierra de Guadarrama, estas elevadas densidades de cabra montés ya están provocando una presión excesiva en áreas concretas del territorio. En determinados lugares se ha detectado una sobreexplotación de la vegetación, poniendo en peligro la supervivencia de determinadas especies vegetales protegidas, especialmente aquellas ligadas con el ramoneo (*Amelanchier ovalis*, *Ilex aquifolium*, *Sorbus aucuparia* y *Taxus baccata*) (Perea *et al.* 2015) o con plantas fisurícolas (CISE-PNSG 2015).

Los estudios preliminares realizados por el Parque Natural de Peñalara sobre el impacto de las poblaciones de cabra montés en las comunidades vegetales de la Comarca permiten avanzar dos tipos de situaciones:

- 1) Afección a comunidades rupícolas de forma moderada.
- 2) Pérdida de diversidad en las comunidades de los pastizales de cumbre.

En todo caso, y aunque el seguimiento de la población ha permitido conocer su evolución y detectar las zonas donde la presión ha sido mayor, son necesarios trabajos específicos que permitan relacionar de forma eficiente la abundancia

de la especie y su presión continuada desde su reintroducción en el Parque y su afección directa sobre la vegetación. En este sentido, con este trabajo se pretende facilitar dicho análisis mediante la Zonificación del Parque Nacional atendido a la distribución y abundancia histórica de la cabra montés.

Evidentemente la zonificación es una herramienta tremendamente útil para la gestión de un espacio protegido, tal y como reflejan los propios Planes de Uso y Gestión, o los Planes de Ordenación de los Recursos Naturales de todos los espacios protegidos.

Para realizar dicha zonificación se ha utilizado un algoritmo matemático y su posterior representación cartográfica mediante herramientas GIS para inferir su posible presión sobre la vegetación.

Material y métodos

Zonificación del Parque Nacional. Para poder zonificar el Parque Nacional a partir de la presencia histórica de la cabra montés debemos establecer, por un lado, la unidad de trabajo a considerar y por otro las variables relevantes relacionadas tanto con factores demográficos como temporales. Entre estas variables resulta determinante conocer tanto la abundancia total obtenida en cada zona como los promedios y valores máximos y mínimos presentes en las mismas. Entre los factores temporales debemos considerar la estacionalidad de las presencias, el número y la continuidad de años y el incremento o disminución poblacional en cada zona. Por lo tanto, debemos: a) determinar el número de ejemplares presentes en cada punto; b) determinar el número de años que están los individuos en ese punto; c) determinar la proximidad de su presencia a la situación actual (si está desde 2000, aparece más tarde o desaparece antes); d) determinar la estacionalidad de la presencia (presencia o no en todas las estaciones); y f) determinar si existe incremento de población o no en ese punto.

Unidad de trabajo. Dado que posteriormente se realizará un estudio específico de cada zona, se ha considerado que la parcela de trabajo debe ser relativamente pequeña. En este sentido se ha dividido el Parque en cuadrículas de 100x100 m con superficies de trabajo de 1 ha.

Número de ejemplares presentes en cada parcela (N). Para determinar el número de ejemplares presentes en cada parcela se ha contado con los contactos georreferenciados obtenidos en los censos

realizados desde el año 2000 hasta el año 2017 en la zona de Cuerda Larga, Pedriza, Hueco de San Blas; los censos específicos obtenidos para la zona de Montes Carpetanos, especialmente los realizados en el año 2008 (con presencia ya estable de la especie en esta zona) y 2017; y los realizados en las zonas periféricas del Parque en 2017.

El esfuerzo de muestreo para cada campaña ha ido incrementándose según aumentaba el área de distribución de la especie pasando de 61 kilómetros recorridos en el año 2000 a los 218 kilómetros en 2017 (Tabla 1).

Los muestreos llevados a cabo nos han permitido conocer la ubicación exacta de los ejemplares en un momento determinado (cuando son localizados por el observador) pero no define el posible uso del resto del territorio de los individuos en otro momento. Para solucionar el problema se han utilizado estimadores geoestadísticos basados en el principio de que las observaciones próximas en el espacio son más parecidas que observaciones muy distantes (Ley de Tobler) (González 2010).

Mediante este procedimiento podemos generar una superficie continua de valores de presencia a partir de los contactos obtenidos siguiendo criterios de proximidad considerando que las áreas más cercanas a las observaciones realizadas son más usadas que las ubicadas a mayor distancia. En nuestro caso y dado el tipo de registro utilizado se ha seleccionado la interpolación lineal local del tipo IDW (Inverse Distance Weighting interpolator) que se ajusta mejor a la distribución determinada en los muestreos. Mediante este método y utilizando la herramienta Spatial Analyst Tools de ArcMap 9.3 se han considerado los contactos georeferenciados para cada campaña de muestreo.

Tabla 1. Esfuerzo de muestro realizado considerando la superficie muestreada, el número de itinerarios realizados y el de kilómetros recorridos.

Año	Superficie	Itinerarios	Kilómetros
2000	4.590	20	61
2003	4.590	24	73
2005	4.590	22	80,2
2007	4.590	18	79,1
2010	5.764	20	89,7
2014	7.770	29	97,01
2017	23.317	48	218,6

Para la realización de la interpolación, el valor obtenido para cada celda (1 ha) se ha calculado a partir del número de individuos obtenidos para cada contacto y considerando los 12 valores seleccionados al azar, de los más próximos a dicha celda, y potencia 2 para cada una de las campañas (valor establecido por defecto por el propio programa).

Número de años con presencia de la especie (NC). A partir de la información obtenida para cada celda se ha generado una tabla de datos Excel con los valores para cada uno de los muestreos. El número de años con presencia de la especie se ha calculado considerando el número de campañas con valores positivos de presencia en las mismas. En este sentido el valor máximo de esta variable es de 7 (equivalente a la presencia de la especie en todos los muestreos).

Incremento o no de población (CI). Para establecer el incremento poblacional se ha calculado la diferencia detectada entre el censo de 2017 y el de 2000. Si el número de ejemplares es mayor en 2000 que 2017 se otorga valor 0,5 y si, por el contrario, este valor es igual o inferior al dato de 2017, el valor otorgado es 2. Reconocemos la subjetividad de estos valores, pero hay que indicar que solo pretenden representar un rango, y cualquier otra elección también hubiera sido subjetiva (Rey Benayas & De la Montaña 2003).

Proximidad de su presencia al censo actual (P). Se valora la proximidad de la presencia al censo de 2017. Evidentemente no es lo mismo si la especie ha estado, por ejemplo, en algún momento durante los tres últimos años o no; evidentemente la situación de la vegetación variará ya que en el segundo caso se ha podido recuperar. Se valora como 2 si el último registro es de 2014 o de 2017, 1 si el último registro fue de 2010 y 0 en el resto de los casos. Como en el caso anterior la selección de los valores es subjetiva (Rey Benayas & De la Montaña 2003).

Estacionalidad de la presencia (E). Se ha considerado la presencia de la especie en cada zona atendiendo a los censos realizados en las diferentes estaciones. No se han realizado censos en invierno ya que la cobertura de nieve impide la realización de la mayoría de los itinerarios. Se ha analizado si la especie está presente en censos realizados en diferentes estaciones. Primavera (2000, 2003, 2007, 2017); otoño (2005, 2010); verano (2014). Se otorga valor 4 si está en las tres estaciones, 2 si está en dos y 1 si solo está en una.

Valoración de la Presión para cada parcela (VP).

El resultado final de la presencia de la especie se calcula multiplicando la suma total de cabras reflejada en cada parcela por el factor Tiempo (resto de variables). Este factor se calcula sumando al producto del número de campañas (1 a 7) por el coeficiente de incremento (0,5 o 2) por la Estacionalidad y la Proximidad. El valor resultante se divide entre 100 para tener valores más pequeños.

Para el establecimiento del algoritmo se han relacionado de forma diferencial los cinco criterios establecidos. La multiplicación del número de individuos detectados por el factor tiempo (es decir, el número de campañas en las que se detectan individuos en un lugar dado así como si existe o no incremento de la población) nos ha permitido dar mayor peso a estas variables, la suma posterior, tanto de la estacionalidad como de la antigüedad de los registros completa la información, aunque su aportación a la fórmula es menor. Reconocemos la subjetividad de estas relaciones, pero cualquier otra opción habría sido igual de subjetiva (Rey Beneyas & De la Montaña 2003, Refoyo 2009, Refoyo *et al.* 2019). La fórmula resultante es:

$$VP: (N*((NC * CI) + E + P))/100$$

Donde, para cada parcela, VP: valor de la presión; N: Número de individuos; NC: número de campañas con presencia de la especie; CI: Coeficiente de incremento; E: Estacionalidad de la especie; P: Proximidad de su presencia al censo actual.

Área de estudio

La Sierra de Guadarrama, donde se ubica el Parque Nacional (Fig. 1), forma parte del Sistema Central, una larga cadena montañosa de 500 kilómetros de longitud, que cruza de este a oeste el centro de la Península Ibérica. La Sierra de Guadarrama con una longitud de unos 80 km, una anchura que no supera los 20 km y una dirección suroeste-noreste, forma parte de la división natural entre las mesetas norte y sur. La base de estas montañas en la vertiente noroeste se sitúa entre los 1.100 y los 1.200 m, y en la vertiente sureste entre los 900 y 1.100 m. Peñalara es el pico más alto con 2.428 m. La Sierra de Guadarrama muestra una riqueza florística y faunística elevada que, a pesar de haber sido aprovechada desde antiguo, muestra un plausible estado de conservación (Refoyo, 2012).

La totalidad de la sierra se asienta sobre un zócalo granítico que, sin embargo, tan sólo aflora

a superficie en el sector de la Pedriza, siendo el roquedo el elemento dominante de esta zona. En el resto de las zonas de altura, el material geológico es una capa espesa de gneis.

Resultados

Según la fórmula establecida, el Parque Nacional puede dividirse en cinco zonas según la presencia de la especie. Dichos intervalos (de ahí la razón de dividir entre 100 en la fórmula) se establecieron atendiendo a la organización de los contactos según una tabla dinámica que agrupaba cada uno de los valores según los criterios ponderados establecidos ordenados de mayor a menor presencia (Fig. 2 y Tabla 2)

Discusión y conclusiones

La utilización de algoritmos matemáticos, basados en el análisis combinado de variables específicas y su ponderación relativa resulta una técnica cada vez más frecuente para la valoración del medio o la determinación de riesgos ambientales. Son habituales, por ejemplo, las formulaciones para conocer el impacto de los parques eólicos sobre la fauna (Tucker 1996, Wing Goodale & Stenhouse 2016, Wolpert 2012), para la elaboración de Estudios de Impacto Ambiental (Refoyo 2009, Refoyo & Hernández 2018) o localización de áreas relevantes (Rey Beneyas & De la Montaña 2003).

Por otro lado, la necesidad de la representación cartográfica de dichos valores también se ha convertido, en los últimos años, en una herramienta fundamental en la gestión del territorio (Blanco *et al.* 2018, Skilodimou *et al.* 2019).

La combinación de ambas técnicas ha sido utilizada con éxito tanto en estudios geológicos (Skilodimou *et al.* 2019) como biológicos. En este último caso, son muchos los trabajos relacionados con la salud pública y las enfermedades infecciosas (Chamaille *et al.* 2010, Ferrari *et al.* 2016, Refoyo 2017, Blanco *et al.* 2018) o con modelos de distribución de especies silvestres (Mateo-Tomas *et al.* 2012, Tellería *et al.* 2012, 2014, Cano *et al.* 2014, Fernández Marchán *et al.* 2015), incluyendo la cabra montés (Refoyo *et al.* 2014, 2016). Su utilización, por tanto, debe considerarse como un recurso muy adecuado para una correcta gestión en el caso de los Espacios Naturales Protegidos, dada la necesidad de los mismos de realizar una zonificación precisa a la hora de diseñar los diferentes PORN.

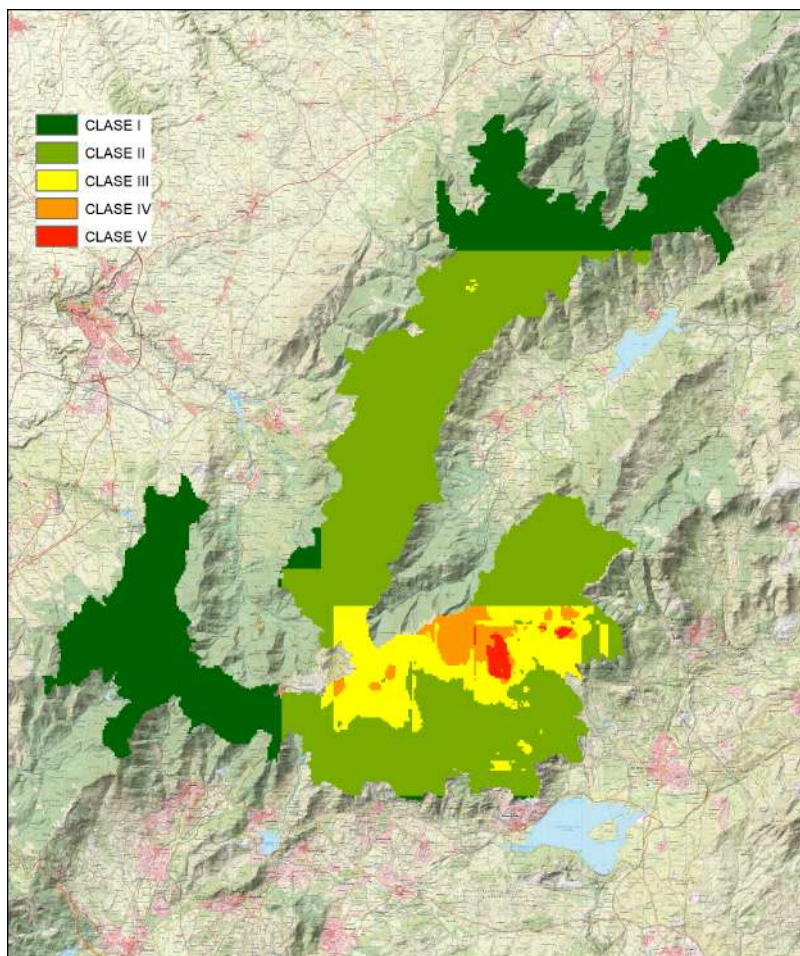


Figura 2. Localización de la intensidad de presencia en el Parque Nacional de la Sierra de Guadarrama.

Tabla 2. Tabla resumen de los valores asignados a cada clase, ordenados de menor a mayor presión.

Clase	Abundancia (Promedio)	Presencia (Años)	Incremento –Reducción	Estacionalidad	Superficie (Ha)	Zonas
I		Sin presencia			11.236	Este Puerto Navafría, Oeste Puerto Navacerrada
II	1-6	<10 Reciente colonización	Incremento	Al menos dos estaciones	17.940	Cuerda Peñalara (Sin zonas Clase III), Este de Morcuera, Zonas bajas Pedriza, Puerto Navacerrada
III	2-9 8-10	7 o más 10 o más	Incremento Reducción	Todas Al menos dos estaciones	3.618	Los Hoyos, Loma del Noruego, Pedriza Anterior, Zonas limítrofes a clase IV
IV	5-12 10-17	7 o más 12 o más	Incrementos Reducción	Todas Todas	933	Valdemartín, Cabeza de Hierro, La Nava, Zonas limítrofes a Clase V
V	10-20	14	Incremento	Todas	234	Najarra, Matasanos, Asómate de Hoyos, Pedriza Posterior

En relación a la cabra montés en el Parque Nacional de la Sierra de Guadarrama, la experiencia acumulada gracias a estudios científicos (Refoyo 2012, Refoyo *et al.* 2014, Refoyo *et al.* 2015), censos y estudios específicos (ETISL 2000, 2003, 2004, 2005a-b, 2007, 2010, 2014, CISE-PNSG 2016, Tragsatec 2017) nos permite establecer de forma intuitiva las áreas donde su presencia ha sido más continuada e intensa. Sin embargo, para zonificar el Parque Nacional atendiendo a esta presencia, es necesario cuantificarla de forma precisa, especialmente si lo que queremos es conocer la incidencia de la especie sobre el resto de variables ambientales (Perea *et al.* 2015, Morellet *et al.* 2007).

Mediante la metodología propuesta se ha logrado definir dicha zonificación relativa a la intensidad de presencia de la especie dentro del Parque Nacional facilitándonos, por tanto, la gestión relacionada con:

- El establecimiento de planes de gestión específicos para cada zona.
- El diseño de muestreos estratificados para establecer la afección sobre parámetros ambientales, especialmente sobre la flora o la erosión.
- La obtención de indicadores precisos y específicos para cada zona que permitan conocer la evolución de la población a largo plazo.

En definitiva, y como conclusión principal, la utilización de los algoritmos matemáticos combinados con su representación gráfica es una herramienta especialmente útil para la gestión de espacios naturales protegidos y de especies de fauna y flora.

Agradecimientos

Este trabajo no hubiera sido posible sin la participación en la toma de datos de los equipos de Estudios Territoriales Integrados S. L. y Tragsatec, ni el interés de Don Antonio López, antiguo Director del Parque Regional de la Cuenca Alta del Manzanares, que impulsó los primeros trabajos con la especie después de su reintroducción.

Referencias

- Blanco I., Diego I., Bueno P., Fernández E., Casas-Maldonado F., Esquinas C., Soriano, J.B. & Miravittles, M. 2018. Geographical distribution of COPD prevalence in Europe, estimated by an inverse distance weighting interpolation technique. *International Journal of COPD*, 13: 57-67. DOI: [10.2147/COPD.S150853](https://doi.org/10.2147/COPD.S150853)
- Cano L. S., Pacheco C., Refoyo P. & Tellería J. L. 2014. Geographical and Environmental Factors affecting the Distribution of Wintering Black Storks *Ciconia nigra* in the Iberian Peninsula. *Journal of Avian Biology*, 45: 001-008. DOI: [10.1111/jav.00391](https://doi.org/10.1111/jav.00391)
- Chamaille L., Tran A., Meunier A., Bourdoiseau G., Ready R. & Dedet, J. P. 2010 Environmental risk mapping of canine leishmaniasis in France. *Parasit. Vectors*, 3: 31. DOI: [10.1186/1756-3305-3-31](https://doi.org/10.1186/1756-3305-3-31)
- CISE PN Sierra de Guadarrama 2015. *Informe sobre daños producidos por la cabra montés (Capra pyrenaica) en la flora y la vegetación del Parque Nacional de la Sierra de Guadarrama*. Parque Nacional de la Sierra de Guadarrama. 3 pp.
- CISE PN Sierra de Guadarrama 2016. *Seguimiento de la cabra montés en el Parque Nacional de la Sierra de Guadarrama*. Parque Nacional de la Sierra de Guadarrama. 4 pp.
- ETISL. 2000. *Censo de cabra montés en el Parque Natural de la Cuenca Alta del Manzanares*. Consejería de Medio Ambiente de la Comunidad de Madrid. 48 pp.
- ETISL. 2003. *Estudio de la población de cabra montés - Parque Natural de la Cuenca Alta del Manzanares*. Consejería de Medio Ambiente de la Comunidad de Madrid. 67 pp.
- ETISL. 2004. *Captura de cabra montés para conocimiento del estado sanitario y colocación de radioemisores*. Consejería de Medio Ambiente de la Comunidad de Madrid. 104 pp.
- ETISL. 2005a. *Radioseguimiento de ejemplares de cabra montés en el P. R. de la Cuenca Alta del Manzanares*. Consejería de Medio Ambiente de la Comunidad de Madrid. 80 pp.
- ETISL. 2005b. *Tercer censo de cabra montés y estudio de la natalidad, relación de sexos y distribución otoñal en el P. R. de la Cuenca Alta del Manzanares y zonas aledañas*. Consejería de Medio Ambiente de la Comunidad de Madrid. 84 pp.
- ETISL. 2007. *Cuarto censo de cabra montés en el P. R. de la Cuenca Alta del Manzanares y zonas aledañas*. Consejería de Medio Ambiente de la Comunidad de Madrid. 63 pp.
- ETISL. 2010. *Quinto censo de cabra montés en el P. R. de la Cuenca Alta del Manzanares y zonas aledañas*. Consejería de Medio Ambiente de la Comunidad de Madrid. 64 pp.
- ETISL. 2014. *Plan de Gestión de la Cabra montés en el P. N. de la Sierra de Guadarrama*. Consejería de Medio Ambiente de la Comunidad de Madrid. 69 pp.
- Fernández-Marchán D., Refoyo P., Novo M., Fernández R., Trigo D. & Cosín D. 2015. Predicting soil micro-variables and the distribution of an endogeic earthworm species through a model based on large-scale variables. *Soil Biology & Biochemistry*, 81: 124-127. DOI: [10.1016/j.soilbio.2014.10.023](https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2014.10.023)
- Ferrari G. F., Ntuku H. M., Schmidlin S., Diboulo E., Tshetu A.K. & Lengeler, C. 2016. A malaria risk map of Kinshasa, Democratic Republic of Congo. *Malaria Journal*, 15: 27. DOI: [10.1186/s12936-015-1074-8](https://doi.org/10.1186/s12936-015-1074-8)

- González-Jiménez J. 2010. *Diagnosís fitoclimática de la España peninsular. Hacia un modelo de clasificación funcional de la vegetación y de los ecosistemas peninsulares españoles*. Organismos Autónomo Parques Nacionales. Madrid. 441 pp.
- Johnson D.H. 1980. The comparison of usage and availability measurements for evaluating resource preference. *Ecology*, 61: 65-71. DOI: [10.2307/1937156](https://doi.org/10.2307/1937156)
- Mateo-Tomas P., Olea O. O., Sánchez-Barbudo I. S. & Mateo, R. 2012. Alleviating human-wildlife conflicts: identifying the causes and mapping the risk of illegal poisoning of wild fauna. *Journal of Applied Ecology*, 49 (2): 376-385. DOI: [10.1111/j.1365-2664.2012.02119.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2012.02119.x)
- Morellet N., Gaillard J. M., Hewison A. J. M., Boscardin Y., Duncan P., Klein F. & Maillard, D. 2007. Indicators of ecological change: new tools for managing populations of large herbivores. *Journal of Applied Ecology*, 44: 634-643. DOI: [10.1111/j.1365-2664.2007.01307.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2007.01307.x)
- Morris D. W. 2003. Toward an ecological synthesis: a case for habitat selection. *Oecologia*, 136:1-13. DOI: [10.1007/s00442-003-1241-4](https://doi.org/10.1007/s00442-003-1241-4)
- Perea García-Calvo R., Díaz-Ambrona C. G. & San Miguel A. 2015. The reintroduction of a flagship ungulate *Capra pyrenaica*: Assessing sustainability by surveying woody vegetation. *Biological Conservation*, 181: 9-17. DOI: [10.1016/j.biocon.2014.10.018](https://doi.org/10.1016/j.biocon.2014.10.018)
- Refoyo P. 2009. *Estudios faunísticos en la Comunidad Autónoma de Madrid: Manual para la inventariación y valoración*. Colegio Oficial de Biólogos de la Comunidad de Madrid, Madrid. 96 pp.
- Refoyo P. 2012. *La Cabra Montesa (Capra pyrenaica victoriae) en el Parque Regional de la Cuenca Alta del Manzanares (Sierra de Guadarrama). Proceso de reintroducción, Parasitosis y Modelización del nicho ecológico a nivel regional y peninsular*. Tesis Doctoral. Universidad Complutense de Madrid, Madrid. 342 pp.
- Refoyo P. 2017. *Modelización de zonas de riesgo de Leishmaniosis en la Comunidad de Madrid*. En: Dirección General de Salud Pública, Consejería de Sanidad. Comunidad de Madrid. Brote de Leishmaniosis en Fuenlabrada y otros municipios de la Comunidad de Madrid: El papel de las liebres y los conejos como reservorios. Madrid. 288 pp.
- Refoyo P., Fandos P., Olmedo C., Polo I. & Muñoz B. 2014. Demographic trends of a re-introduced Iberian ibex population (*Capra pyrenaica victoriae*) in central Spain. *Mammalia*, 79 (2): 139-145. DOI: [10.1515/Mammalia-2013-0141](https://doi.org/10.1515/Mammalia-2013-0141)
- Refoyo P. & Hernandez J. M. 2018. BIODIV. Análisis del valor faunístico del territorio en base a la biodiversidad de vertebrados en España. <http://web.bioucm.es/cont/biodiv/> (24/09/2018)
- Refoyo P., Olmedo C. & Muñoz B. 2014. La utilidad de los modelos de distribución de especies cinegéticas de ungulados silvestres. *Animal Biodiversity and Conservation*, 37 (2): 165-176.
- Refoyo P., Olmedo C. & Muñoz B. 2016. Space use of a Reintroduction population of Iberian ibex (*Capra pyrenaica*) in a protected natural area. *Canadian Journal of Zoology*, 94: 181-189. DOI: [10.1139/cjz-2015-0166](https://doi.org/10.1139/cjz-2015-0166)
- Refoyo P., Olmedo C. & Muñoz B. 2019. Assessing the effect of the wind farms in fauna with a mathematical model. *Bird Study*. (En prensa).
- Rey Benayas J. M. & De La Montaña E. 2003. Identifying areas of high-value vertebrate diversity for strengthening conservation. *Biological Conservation*, 114: 357-370. DOI: [10.1016/S0006-3207\(03\)00064-8](https://doi.org/10.1016/S0006-3207(03)00064-8)
- Rosenzweig M. L. 1981. A theory of habitat selection. *Ecology*, 62: 327-335.
- Skilodimou H. D., Bathrellos G. D., Chousianitis K., Youssef A. M. & Pradhan, B. 2019. Multi-hazard assessment modeling via multi-criteria analysis and GIS: a case study. *Environmental Earth Sciences*, 78: 47. DOI: [10.1007/s12665-018-8003-4](https://doi.org/10.1007/s12665-018-8003-4)
- Tellería, J. L., Santos T., Refoyo P. & Muñoz J. 2012. Use of Ring Recoveries to predict Habitat Suitability in small Passerines. *Diversity and Distributions*, 18 (11): 1130-1138.
- Tellería J. L., Fandos G., Fernández-López J., Onrubia A. & Refoyo P. 2014. "Winter Bird Richness Distribution in the Maghreb (North Africa): A Conservation Assessment". *Ardeola*, 61 (2): 335-350.
- TRAGSATEC 2017. *Censo de Cabra Montés en el Parque Nacional de la Sierra de Guadarrama*. Informe Técnico.
- Tucker V. A. 1996. A mathematical model of bird collisions with wind turbine rotors. *Journal of solar Energy Engineering*, 118: 253-262.
- Wing Goodale M. & Stenhouse, I.J. 2016. A conceptual model to determine vulnerability of wildlife populations to offshore wind energy development. *Human-Wildlife Interactions*, 10 (1):53-61.
- Wolpert R. L. 2013. *A partially periodic equation for estimating avian mortality rates. Appendix A En: W. Warren-Hicks, J. Newman, R. Wolpert, B. Karas & L. Tran (eds.). Improving Methods for estimating fatality of birds and bats at wind energy facilities*. Wind Energy Association California, 136 pp.

Submitted: 14 May 2019

Accepted: 3 September 2019

Associate editor was L. Javier Palomo