



VNIVERSITAT
ID VALÈNCIA

**Ecología espacial y patrones de actividad del gato
montés europeo (*Felis silvestris silvestris* Schreber, 1777)
en la cordillera Cantábrica.**

Tesis Doctoral

Programa de doctorado en
Biodiversidad y Biología Evolutiva



Pablo Vázquez García

Director: Juan Salvador Monrós González

Febrero, 2020

Foto: Alberto López



VNIVERSITAT
ID VALÈNCIA

**Ecología espacial y patrones de actividad del gato
montés europeo (*Felis silvestris silvestris* Schreber, 1777)
en la cordillera Cantábrica.**

Tesis Doctoral

Programa de doctorado en
Biodiversidad y Biología Evolutiva

Pablo Vázquez García

Director: Juan Salvador Monrós González

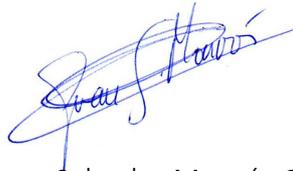
Febrero, 2020

Tesis titulada “Ecología espacial y patrones de actividad del gato montés europeo (*Felis silvestris silvestris* schreber, 1777) en la cordillera cantábrica” presentada por Pablo Vázquez García para optar al grado de Doctor en Biodiversidad y Biología Evolutiva por la Universitat de València.



Firmado: Pablo Vázquez García

Tesis dirigida por el Doctor en Ciencias Biológicas por la Universitat de València, Juan Salvador Monrós González.



Firmado: Juan Salvador Monrós González

Profesor Titular de Ecología del Departament de Microbiologia i Ecologia, e investigador del grupo de Ecología de Vertebrados Terrestres del Instituto *Cavanilles* de Biodiversidad y Biología Evolutiva de la Universitat de València.

AGRADECIMIENTOS

A lo largo de estos años de trabajo para que el documento llegue a su fin, muchas personas me han aportado apoyos, discusiones y conocimientos. Quiero, pues, manifestar mi gratitud expresa a algunos de ellos, siendo consciente de que otros muchos quedarán en el tintero.

Mi madre, Carmen García González-Llanos, apoyó, junto a mi padre, Víctor M. Vázquez, y M^a Jesús Río Fernández, todo el proceso desde el primer momento. Jennifer A. Sheridan, una persona muy especial para mí, también colaboró estrechamente conmigo con su apoyo y discusiones científicas sobre el trabajo.

Eva Barreno González, Catedrática de Botánica de la Universidad de Valencia, a quien conozco desde niño, facilitó mi primer contacto con Juan Monrós, que aceptó gustoso dirigirme este trabajo.

Roberto Hartasánchez, Presidente del Fondo para la Protección de los Animales Salvajes, y su hermano Alfonso, pusieron en mis manos todo su archivo fotográfico sobre el gato montés; además, Alfonso junto con Juan García Díaz, Guarda de la patrulla oso del Principado de Asturias, me acompañaron en numerosas excursiones somedanas para revisar cámaras de fototrampeo, realizar esperas o, simplemente dialogar.

Con José Antonio Fernández Prieto, Catedrático de Botánica de la Universidad de Oviedo, -por desgracia recientemente fallecido-, junto con mi padre, también realicé un gran número de excursiones por los montes asturianos, especialmente por Somiedo, y aprendí a reconocer diferentes aspectos florísticos y paisajísticos.

Mi compañero de estudios Efrén Vigón, también colaboró conmigo en alguno de los trabajos que se incluyen en el presente documento, y también a su gran ayuda sobre cualquier tema relacionado con el GIS. El Grupo de Investigación del Oso pardo cantábrico que dirige Vincenzo Penteriani, en el que colaboro, y alguno de sus

componentes como María del Mar Delgado, Fredrik Dalerum, Alejandra Zarzo y Andrés Ordiz, también me han apoyado y colaborado en alguno de los apartados del presente documento.

Teresa Sánchez Corominas, Jefa del Servicio de Espacios Protegidos y Conservación de la Naturaleza del Principado de Asturias, junto a los biólogos Paloma Peón Torre y Pedro García-Rovés, me facilitaron el acceso a los datos de avistamientos de gatos monteses en Asturias y a las localizaciones de los individuos radiomarcados que poseen. José Luis Benito completó esta información con los datos de los gatos capturados. A Alberto López, por dejarme utilizar algunas de sus fotografías. A todas estas personas y a los investigadores que aceptaron formar parte del tribunal, como titulares o suplentes, de nuevo, ¡MUCHAS GRACIAS!

Oviedo, febrero de 2020

ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN GENERAL	1
Aspectos generales	3
Descripción física	7
Domino vital y patrón de actividad	8
Amenazas para la especie	10
Estatus de conservación	14
El gato montés en España	14
Objetivos de esta tesis	16
CAPÍTULO II. ÁREA DE ESTUDIO Y METODOLOGÍA GENERAL	17
Área de estudio	19
Metodología general	21
CAPÍTULO III. DISTRIBUCIÓN HISTÓRICA Y ACTUAL DEL GATO MONTÉS EUROPEO, FELIS SILVESTRIS SCHREBER, 1777, EN EL PRINCIPADO DE ASTURIAS, ESPAÑA	23
Introducción	25
Material y métodos	28
Resultados y Discusión	31
CAPÍTULO IV. MODELIZANDO LA DISTRIBUCIÓN E IDONEIDAD DEL HÁBITAT DEL GATO MONTÉS EUROPEO EN EL PRINCIPADO DE ASTURIAS, NOROESTE DE ESPAÑA.	35
Introducción	37
Material y métodos	39
Resultados	46
Discusión	50

CAPÍTULO V. MOVIMIENTOS Y ÁREAS DE CAMPEO DEL GATO MONTÉS EN EL SUROESTE DE ASTURIAS.	57
Introducción	59
Material y métodos	60
Resultados	62
Discusión	69
CAPÍTULO VI. PATRONES DE ACTIVIDAD DEL GATO MONTÉS EUROPEO EN LA CORDILLERA CANTÁBRICA (NOROESTE DE ESPAÑA) Y SUS INTERACCIONES CON OTROS CARNÍVOROS SIMPÁTRICOS.	73
Introducción	75
Material y métodos	77
Resultados	80
Discusión	84
CAPÍTULO VII. CONCLUSIONES GENERALES.	87
CAPÍTULO VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.	93

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Descripción, fuente y formato original de las 29 variables ambientales utilizadas para la construcción de los modelos de Maxent. Las variables marcadas con * no muestran correlación (coeficiente de Pearson $<0,7$) y fueron utilizadas en los modelos.	43
Tabla 2: Métricas de evaluación de los cinco modelos candidatos con mayor apoyo empírico, construidos para evaluar la idoneidad del área de distribución de los gatos monteses en el Principado de Asturias.	48
Tabla 4: Datos biométricos y áreas de campeo de los gatos monteses.	66
Tabla 5: Número de fotografías y de eventos de las diferentes especies observadas obtenidos durante el estudio.	80

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Relaciones filogenéticas entre subespecies del género <i>Felis</i> , adaptado de Driscoll et al. (2007)	3
Figura 2: Distribución mundial del gato montés (<i>Felis silvestris</i>). (Yamaguchi et al. 2015)	4
Figura 3: Distribución del gato montés europeo (<i>Felis silvestris silvestris</i>) (IUCN, 2015)..	5
Figura 4: Distribución de las cinco diferentes subespecies de gato montés, adaptada de Ottoni et al. (2017)	6
Figura 5: Diferencias morfológicas entre el gato montés (A) y el gato domestico (B), con los 20 criterios propuestos por Kitchener et al. (2005).....	7
Figura 6: Distribución del gato montés en España (Atlas y Libro rojo de los mamíferos terrestres de España) (Garcia-Perea 2007)	15
Figura 7: Regiones biogeográficas de Europa (adaptado de Rivas-Martínez et al. 2006)	20
Figura 8: Gato montés transportando un lirón gris. Imagen tomada en el Parque Natural y Reserva de la Biosfera de Somiedo mediante cámara de fototrampeo. (Foto FAPAS, 2012).....	27
Figura 9: Ubicación del Principado de Asturias, España.....	29
Figura 10: Concejos con información faunística (rojo y azul) en el Diccionario de Martínez Marina (1801-1802) y con referencias al gato montés en el de Pascual Madoz (1845-1850).....	30
Figura 11: Puntos de observación de gato montés en la base de datos de avistamiento de fauna del Principado de Asturias	31
Figura 12: Cuadrículas UTM 10 x 10 km tomadas del Atlas y Libro Rojo de los Mamíferos Terrestres de España y cuadrículas añadidas según la información de la Base de datos de avistamientos del Gobierno del Principado de Asturias.....	32

Figura 13: Localización del área de estudio, Principado de Asturias, España.....	40
Figura 14: (a) Áreas de distribución reales y potenciales del gato montés basadas en nuestro modelo Maxent y (b) probabilidad de ocurrencia del área de distribución del gato montés en Asturias basada en nuestro modelo MaxEnt usando una malla de 3 x 3 km	47
Figura 15: Observaciones de gato montés en Asturias 2000–2017.....	48
Figura 16: A y B) Localización del área de estudio y áreas protegidas del Principado de Asturias, ubicada en el noroeste de la península Ibérica, y (C) posiciones válidas de todos los gatos en el territorio.	61
Figura 17: Trayectoria realizada por el gato ESNA1. Se indica el punto de inicio con un triángulo azul y el final con uno rojo.....	63
Figura 18: Trayectoria realizada por la gata ESNA2. Se indica el punto de inicio con un triángulo azul y el final con uno rojo.....	64
Figura 19: Trayectoria realizada por el gato ESNA3. Se indica el punto de inicio con un triángulo azul y el final con uno rojo.....	64
Figura 20: Trayectoria realizada por el gato ESNA4, se indica el punto de inicio con un triángulo azul y el final con uno rojo.....	65
Figura 21: Áreas de campeo y áreas núcleo de los diferentes gatos.	66
Figura 22: Datos GPS, y áreas de campeo y zona núcleo de ESNA1 calculadas con los kernel 95 y 50.	67
Figura 23: Datos GPS, y áreas de campeo y zona núcleo de ESNA2 calculadas con los kernel 95 y 50.	67
Figura 24: Datos GPS, y áreas de campeo y zona núcleo de ESNA 3 calculadas con los kernel 95 y 50.	68
Figura 25: Datos GPS, y áreas de campeo y zona núcleo de ESNA4 calculadas con los kernel 95 y 50.	68

Figura 26: Áreas núcleo (línea sólida) de los diferentes gatos. 69

Figura 27: Mapa de las 14 localidades situadas en la parte sureste de Asturias (C), Noroeste de España (B)..... 78

Figura 28: Patrón de actividad diario del gato montés europeo a lo largo del año 81

Figura 29: Patrones de actividad de los gatos monteses en los diferentes periodos del año. Periodo A (febrero—abril), B (mayo—julio), C (agosto—septiembre) y D (noviembre—enero)..... 82

Figura 30: Patrones de actividad de los gatos monteses y de los otros carnívoros presentes en el territorio, así como el coeficiente de solapamiento e intervalos de confianza entre ellos 83

RESUMEN

En la presente tesis doctoral se investiga sobre el gato montés europeo (*Felis silvestris silvestris*). Concretamente se estudió su ecología espacial en ambientes naturales del suroeste del Principado de Asturias (noroeste de España). En ella se realiza una recopilación bibliográfica de lo conocido de la especie hasta este momento, y se estudian aspectos de su ecología como sus patrones de actividad, áreas de campeo y distribución dentro este territorio. Los objetivos específicos van dirigidos a.

1. Analizar el conocimiento previo de la especie en el Principado de Asturias, y evaluar los datos conocidos hasta el momento actual.
2. Evaluar el área de distribución potencial y conocer las variables ambientales que influyen en la distribución de los gatos monteses.
3. Conocer las áreas de campeo y el uso del territorio que realizan los gatos monteses mediante el radioseguimiento de algunos individuos.
4. Conocer los patrones de actividad de los gatos monteses mediante el seguimiento con cámaras de fototrampeo.

Al realizar un estudio bibliográfico, se observó que la presencia de gato montés es conocida en el principado de Asturias desde el siglo XVII. A pesar de que se conoce su existencia, su distribución aún resulta poco conocida ya que los diferentes autores que lo citan solamente hacen referencia a su presencia, aportando pocas localidades concretas y generalizan datos extraídos de publicaciones referidas a otros lugares ibéricos o europeos. En este capítulo se analizan las fuentes documentales que aluden a la presencia de gato montés y se aportan datos inéditos que permiten completar el mapa de distribución en este territorio, sobre cuadrículas de 10 x 10 km, constatando que está presente en 93 de las 148 cuadrículas UTM de 10 x 10 km en las que se divide el Principado de Asturias, lo que supone el 62,8% del territorio.

La distribución del gato montés en el Principado de Asturias continúa siendo desconocida. Mediante los datos de observaciones de esta especie realizamos un modelo de máxima entropía (MaxEnt) de idoneidad de hábitat con diferentes variables ambientales, topográficas, climáticas y de impacto humano. Con este modelo identificamos las áreas que son más idóneas para que estén ocupadas por esta especie. Nuestros resultados sugieren que alrededor del 40% del territorio asturiano tiene hábitats idóneos para los gatos monteses, y con los datos de observaciones se ve que solamente se conoce su existencia en alrededor del 12% del Principado de Asturias. En el 28% restante la presencia de gato montés es desconocida, pero parece indicar que hay un área posible para la expansión de la especie.

Otro aspecto poco conocido de esta especie son sus áreas de campeo, a pesar de que el conocimiento de los movimientos que hacen es de suma importancia para la realización de planes de conservación para los gatos monteses en nuestro territorio. Analizando otros estudios realizados, se observó que las áreas de campeo difieren mucho entre individuos y las diferentes zonas donde se haya realizado el estudio, aunque parece que los machos tienen unas áreas de campeo mayores que las hembras, y que los juveniles tienen menores áreas de campeo que los adultos. En este apartado, los datos de cuatro gatos radiomarcados (tres machos y una hembra) cedidos por la sección de Dirección General del Medio Natural del Principado de Asturias concuerdan con esos estudios previos. Se calcularon los polígonos mínimos convexos para comparar con los estudios previos que utilizaban estos datos, y también se calcularon los kernel de 50 y 95% para estudiar las áreas núcleo y las áreas de campeo de los diferentes individuos. En el caso de uno de los machos marcados, los datos obtenidos son los mayores conocidos para la especie. Y la hembra radiomarcada también realizó un desplazamiento de dispersión a otra zona donde se asentó. Con los polígonos mínimos se obtuvo un área de campeo media de 91,60 km², y con los kernel de 95% se obtuvo una media de 26,59 km².

Por último, el patrón de actividad de los animales es un factor muy importante para comprender el comportamiento de estos. El uso del tiempo entre especies simpátricas se suele repartir, especialmente entre las que interaccionan bajo una relación predador—presa o relaciones competitivas. Con el uso de las cámaras de fototrampeo, queda

registrada la hora a la que las diferentes especies se encuentran activas. En este estudio analizamos los datos recogidos durante cinco años por las cámaras de fototrampeo del Fondo Para la Protección de los Animales Salvajes (FAPAS) para ver el patrón de actividad de los gatos monteses. En estos cinco años se obtuvieron más de 22 000 fotografías, que supusieron más de 9 000 eventos de fauna silvestre entre las que hay 20 especies de mamíferos. De estos, 464 corresponden a gatos monteses. Con estos datos, observamos que el patrón de actividad de los gatos monteses es principalmente crepuscular—nocturno, aunque se pueden observar datos de actividad de la especie durante todo el día. También observamos diferencias en los patrones de actividad en las diferentes épocas del año. Y, por último, también comparamos su actividad con la de los otros carnívoros presentes en el medio.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN GENERAL.



Foto: Juan Díaz

Aspectos generales

El gato montés (*Felis silvestris* Schreber, 1977) es un carnívoro de medio tamaño que pertenece a la familia de los félidos, la cual apareció hace unos 35 millones de años (Driscoll *et al.* 2007). Dentro de la familia, se pueden distinguir dos subfamilias: la *Pantherinae*, que incluye al león (*Panthera leo*) o al tigre (*Panthera tigris*) por ejemplo; y la *Felinae* donde se incluyen varias especies, incluidas las del género *Felis*. Dentro del género *Felis* se encuentran cuatro especies vivas en la actualidad, entre las cuales está el gato montés, y una extinta (*F. lunensis*), que sería una especie antecesora de los gatos monteses actuales.

Tras cierta controversia en cuanto a la clasificación taxonómica de la especie, se acepta la existencia de una sola especie *Felis silvestris*, con cinco subespecies silvestres *F. s. silvestris*, *F. s. lybica*, *F. s. cafra*, *F. s. bieti* y *F. s. ornata*; y una subespecie doméstica *F. s. catus* (Driscoll *et al.* 2007) (Figura 1).

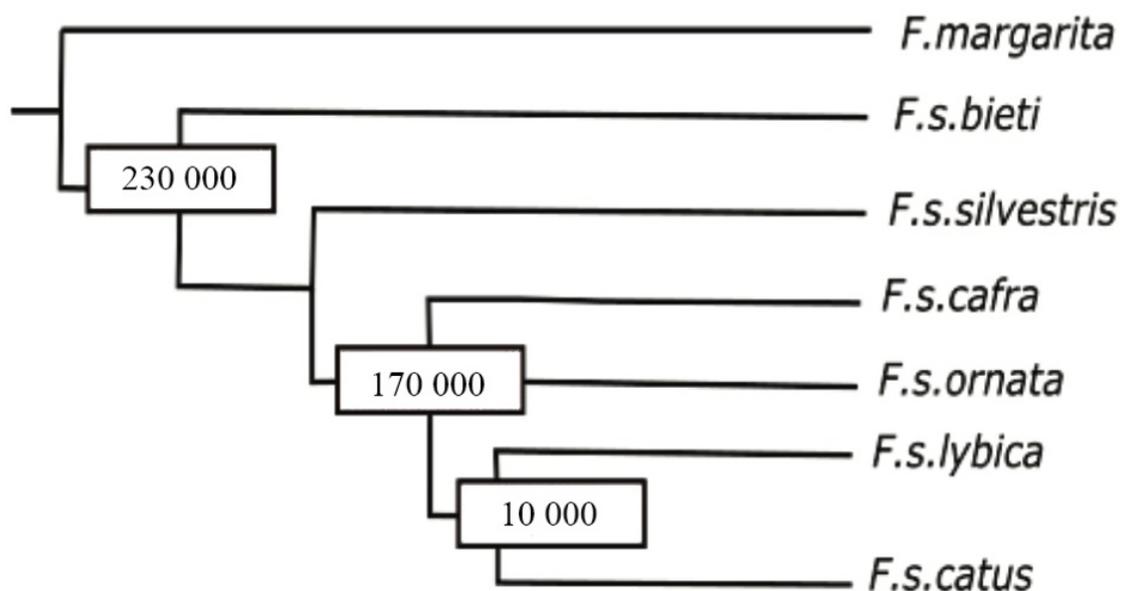


Figura 1: Relaciones filogenéticas entre subespecies del género *Felis*, adaptado de Driscoll *et al.* (2007).

El gato montés tiene una distribución muy amplia (Figura 2), pues abarca tres continentes, Europa, Asia y África (Sunquist y Sunquist 2002). Es un mamífero carnívoro de mediano tamaño, que aún sigue siendo un gran desconocido, sobre todo en cuanto a su ecología. Si bien es cierto que durante los últimos años se están realizando gran número de estudios en diferentes zonas.

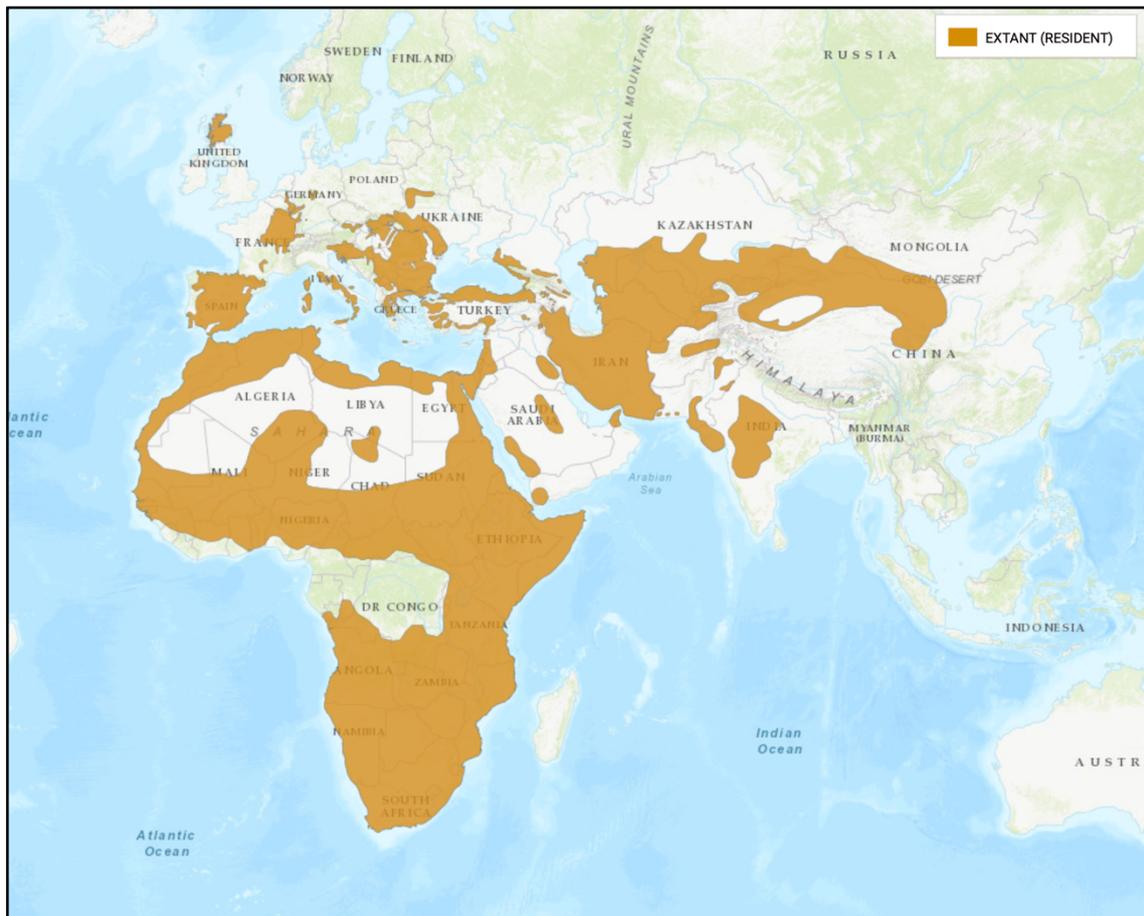


Figura 2: Distribución mundial del gato montés (*Felis silvestris*). (Yamaguchi *et al.* 2015).

La distribución del gato montés europeo (*Felis silvestris silvestris* Schreber, 1977) abarca prácticamente toda Europa (Figura 3), aunque estas poblaciones se encuentran muy fragmentadas (Stahl & Artois 1994; Nowell & Jackson 1996; Sunquist & Sunquist 2002; Yamaguchi *et al.* 2015). Así, se puede encontrar poblaciones de gato montés en la península Ibérica, oeste de Francia, Holanda, Bélgica, Alemania, Escocia, Italia, Grecia, todo el sur este del continente, alrededor de la cordillera de los Cárpatos, llegando hasta Turquía y la cordillera del Cáucaso (Yamaguchi *et al.* 2015)

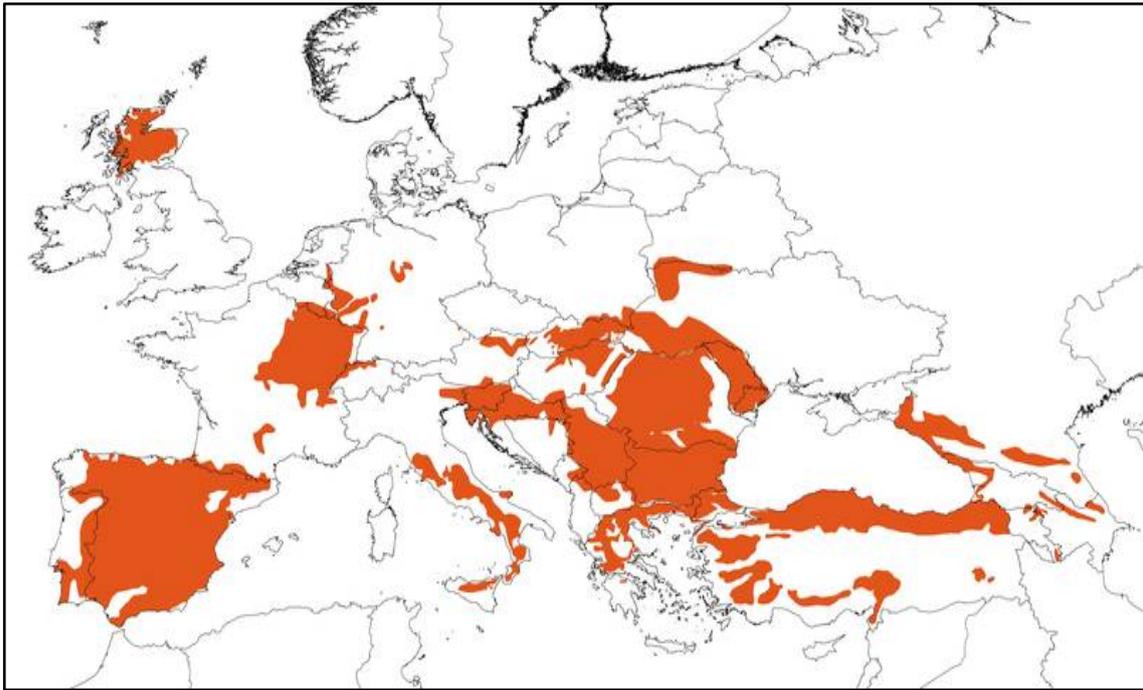


Figura 3: Distribución del gato montés europeo (*Felis silvestris silvestris*) (IUCN 2015).

El gato montés africano (*F. s. lybica*) tiene el pelaje más corto que el europeo y también tiene gran variabilidad en los tonos del pelo, pudiendo ser desde gris oscuro en zonas con vegetación frondosa, hasta amarillento en zonas áridas. Se distribuye por la mitad norte del continente africano, aunque evita las zonas del desierto del Sáhara, y las zonas de selva tropical húmeda próximas al ecuador, llegando también hasta el oriente medio (Figura 4).

El gato montés asiático (*F. s. ornata*), o también llamado gato indio del desierto o gato de las estepas, es de aspecto muy parecido al africano, pero este presenta puntos o manchas en el pelaje, frente a las rayas del africano. Habita en zonas secas de la zona central y sur de Asia, principalmente por los países de Irán, Afganistán, Pakistán e India (Figura 4).

El gato montés chino (*F. s. bieti*), o gato chino del desierto, habita en la zona suroccidental de china, en concreto en la zona del Tíbet, está muy relacionado genéticamente al gato montés asiático (Driscoll *et al.* 2007), vive en zonas secas de matorral, y a pesar del nombre no habita en zonas desérticas.

El gato salvaje del África austral (*F. s. cafra*) habita en la mitad meridional de África; la zona de bosques tropicales de la zona ecuatorial de África sería la zona de división de las dos subespecies de gatos africanos.

Y, por último, está el gato doméstico (*F. s. catus*), ampliamente distribuido por todo el mundo, asociado a las poblaciones humanas. Estos se habrían domesticado en la zona de oriente próximo, a partir de gatos silvestres de la subespecie *F. s. lybica*. Esta domesticación se produjo hace alrededor de 9 000 años, a la vez que se desarrollaba la agricultura, pues los roedores se acercaban a las zonas humanizadas, y esta abundancia de roedores provocó que los gatos también se adaptaran a la presencia humana (Driscoll *et al.* 2007)

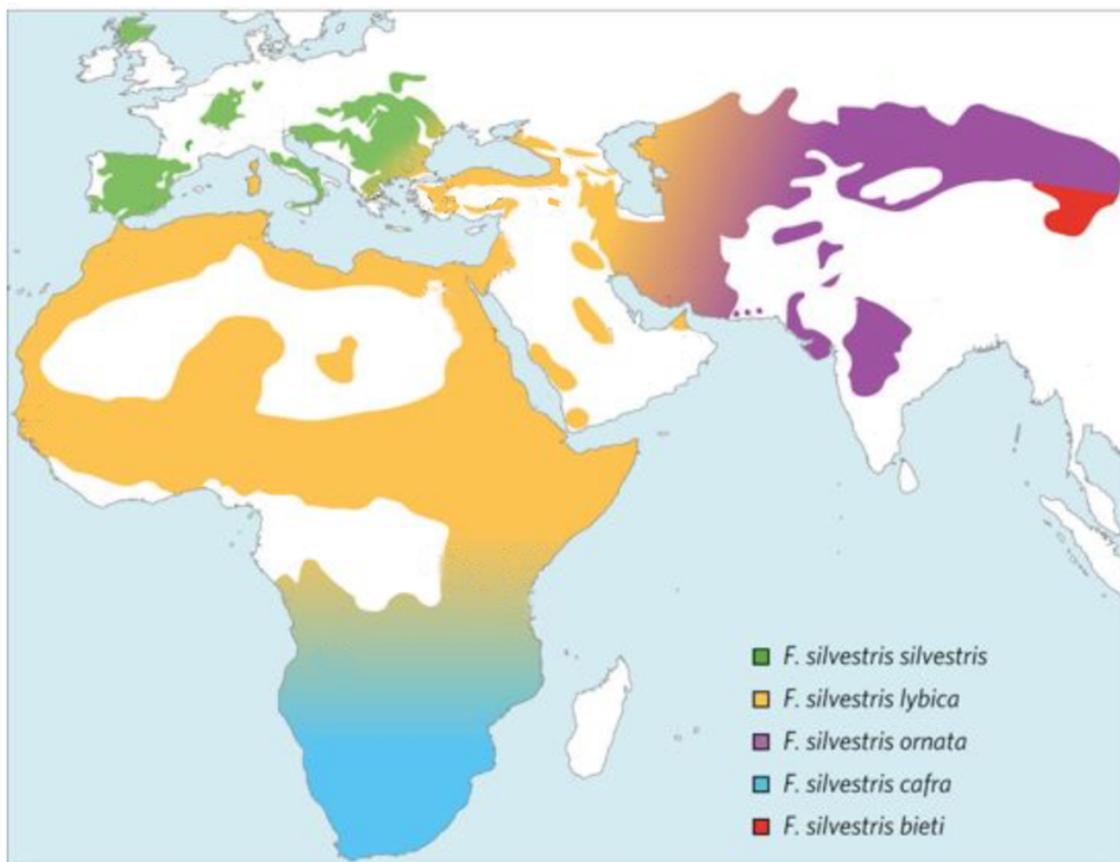


Figura 4: Distribución de las cinco diferentes subespecies de gato montés, adaptada de Ottoni *et al.* (2017).

Descripción física

Los gatos monteses europeos son generalmente gris oscuro o gris amarronado, con patrones atigrados. Una línea negra les recorre su lomo, y desaparece en la base de la cola. En los gatos domésticos que poseen un patrón de color similar, esta línea continúa por la cola. Por lo tanto, la cola es una de las principales características para distinguirlos, siendo, además, en los gatos monteses muy gruesa, termina con forma redondeada y siempre de color negro, y precedida de dos o tres anillos negros. También hay otras características que se pueden utilizar para identificarlos, como puede ser un mechón de pelo blanco en la barbilla o que la parte de atrás de las orejas es rojiza (Kitchener *et al.* 2005) (Figura 5).

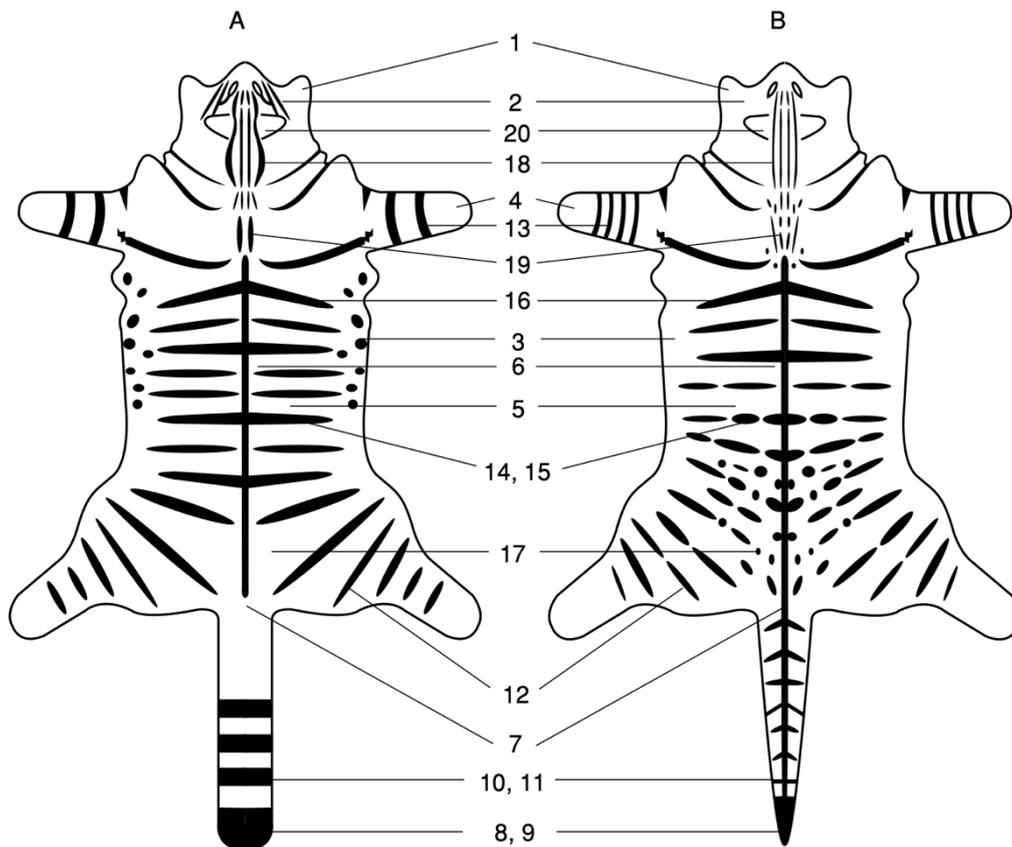


Figura 5: Diferencias morfológicas entre el gato montés (A) y el gato doméstico (B), con los 20 criterios propuestos por Kitchener *et al.* (2005).

La longitud del cuerpo es aproximadamente de 560 mm, con una cola de unos 310 mm (Kitchener 1991). El peso oscila entre los 2 y los 7 kg, siendo los machos mayores que las hembras; pesando los machos en promedio unos 5 kg y las hembras 3,5 (Kitchener 1991; Petrov 1994). En Rumanía y la antigua Checoslovaquia se encontraron ejemplares de unos 8 kg. En España, el peso medio de 25 ejemplares capturados en Navarra fue de 3,36 kg (Urra 2003), y los pesos oscilaron entre 1,61 y 6,5 kg, siendo la media del peso de los machos 3,71 kg y el de las hembras 2,58; y la longitud corporal media es de 532,5 mm, siendo la media de los machos 535 mm y la de las hembras 505 mm. El tamaño medio de la cola es 300 mm, en los machos 305 y en las hembras 290 mm. Y en Sierra Morena el peso medio de ocho machos fue de 4,65 kg y el de 8 hembras de 3,77 kg (García 2004).

Domino vital y patrón de actividad

No hay muchos trabajos que estudien a fondo la ecología espacial de los gatos monteses, ya que la mayoría de los estudios de radioseguimiento se han realizado con pocos ejemplares, siendo los resultados muy variados. En Escocia las áreas de campeo están alrededor de los 1,75 km² (Corbett 1979), pero posteriormente otro estudio vio que los machos de gato montés tenían áreas de campeo que llegaban hasta las 4,59 km² (Daniels *et al.* 2001). En Francia se encontró que estos valores oscilaban entre 1,85 y 9 km² (Artois 1985), sin embargo otro estudio posterior realizado también en Francia elevó estos datos a unos valores entre 2,2 y 12,7 km² (Stahl *et al.* 1988). En Alemania se encontraron valores aún más elevados, de 16,62 km² (Wittmer 2001). En los Emiratos árabes una hembra tenía un área de campeo anual de 51,21 km² (Phelan y Sliwa 2005), que es uno de los mayores conocidos para la especie. En Centroeuropa los valores más altos encontrados para esta especie fueron de dos machos que se movían en áreas de 22,92 km² de media (Liberek 1999).

En la península Ibérica hay pocos estudios realizados respecto al dominio vital de los gatos monteses. En Navarra se calcularon áreas de campeo, para dos machos, que oscilaban entre los 48,28 y los 52,06 km², y para dos hembras de 6,08 a 7,27 km² (Urra 2003). En Portugal seis hembras radio-marcadas tuvieron un área de campeo medio de

2,89 km² (Sarmiento *et al.* 2006). Y en el sur de Portugal, cinco hembras tuvieron un área de campeo medio de 2,28 km² y un macho de 13,71 km² (Monterroso *et al.* 2009).

Por lo visto en los trabajos publicados, se desprende que el área de campeo de los gatos monteses es muy variable entre diferentes individuos, y también parece que influye la edad, el sexo, las estaciones del año y la región en la que se realice el estudio, debido a los diferentes hábitats que existen y, sobre todo, a la disponibilidad de presas (Kitchener 1995).

Antiguamente se creía que los gatos monteses eran exclusivamente forestales, pero estudios recientes mostraron que realmente prefieren hábitats mixtos con áreas abiertas donde puedan cazar, y otras más forestales donde pueden retirarse a descansar (Lozano *et al.* 2003; Jerosch *et al.* 2010; Silva *et al.* 2013). La presa principal de los gatos monteses son los roedores, pero pueden introducir otras presas en su dieta según la disponibilidad, por ejemplo los conejos (Lozano 2008), aves o lagartos (Sarmiento 1996; Malo *et al.* 2004). En su dieta no se incluye ningún alimento aportado por las personas, y siempre tratan de mantener cierta distancia con los asentamientos humanos, aunque se acercan a ellos, ya que se observó que en su dieta se incluyen los ratones domésticos (*Mus musculus*) (Germain *et al.* 2009), aunque en otros estudios no se encuentran restos de esta especie en los estómagos de los gatos monteses (Biró *et al.* 2005).

Como muchos de los integrantes de la familia de los *Felinae*, los gatos monteses son solitarios y son muy territoriales (Sunquist & Sunquist 2002). Por esta razón casi no se observa solapamiento entre las áreas de campeo de los ejemplares, y esto ocurre especialmente entre las hembras (Corbett 1979; Biró *et al.* 2004). Estas hembras tratan de tener áreas de campeo que les faciliten el acceso a un gran número de recursos para poder realizar la reproducción y crianza de los cachorros en las mejores condiciones. Las áreas de campeo de los machos son mayores que las de las hembras y solapan con las de varias hembras (Corbett 1979; Stahl *et al.* 1988). También se vio que las áreas de campeo durante la temporada de celo son mayores debido a que los gatos están tratando de encontrar una pareja (Corbett 1979). La temporada de celo es variable, empezando en noviembre, y pudiendo llegar hasta agosto en caso de que no se haya producido antes,

siendo el máximo alrededor de febrero (Condé y Schauenberg 1974). Solamente tienen una camada al año (Condé y Schauenberg 1974), y si pierden la camada, la hembra es capaz de volver a entrar en celo una segunda vez (Condé y Schauenberg 1974). Las hembras pueden tener entre uno y ocho cachorros, aunque la camada media oscila entre tres y cuatro (Stahl y Léger 1992).

En cuanto al patrón de actividad de los gatos monteses, con técnicas de radio-seguimiento se comprobó que es una especie principalmente crepuscular y nocturna (Sunquist & Sunquist 2002; Urra 2003; Martín-Díaz *et al.* 2018), con máximos de actividad a primeras horas de la noche. Pero tampoco es extraño encontrarse actividad a cualquier hora del día durante cualquier época del año (Artois 1985; Liberek 1999; Urra 2003). En casos de tiempo muy adverso para los gatos, estos pueden permanecer inactivos durante periodos largos de tiempo (Corbett 1979) y en caso de grandes nevadas, se pueden refugiar en el interior de los bosques, donde el efecto de la nieve es menor, o incluso desplazarse a zonas más bajas (Mermod y Liberek 2002).

En Suiza se encontró que durante la primavera la actividad de los gatos era más diurna, donde un ejemplar de zona agrícola era más diurno que otros de zonas montañosas (Liberek 1999). Y este patrón de actividad crepuscular puede que sea la respuesta a una persecución por parte de los humanos (Kitchener 1995; Nowell y Jackson 1996), y que en zonas sin presencia humana puede que los gatos fueran más diurnos de lo que se observa en la actualidad.

Amenazas para la especie

La tendencia poblacional de la especie es negativa (Yamaguchi *et al.* 2015), debido a una serie de amenazas crecientes. En España hay pocos estudios, pero estos indican que las poblaciones parece que se están manteniendo estables (Barea-Azcón *et al.* 2004; Lozano *et al.* 2005).

Una de las principales amenazas que afectan a las poblaciones de gatos monteses es la alteración y destrucción de los hábitats. Siendo el desarrollo de infraestructuras

humanas (urbanizaciones, carreteras, cultivos intensivos...) y la deforestación las causas principales de la disminución de las poblaciones de esta especie (Stahl y Artois 1994; Nowell y Jackson 1996).

Otro de los motivos es el llamado control de depredadores, que provocó la extinción en ciertas áreas de su distribución original. Los gatos eran considerados alimañas y en ciertas zonas su piel era muy apreciada (Stahl y Artois 1994; Pierpaoli *et al.* 2003). En Escocia casi el 80% de los gatos monteses morían a manos de los guardas de caza de los cotos (Corbett 1979). Por lo que, a pesar de la protección de la especie, el ser humano sigue siendo una gran amenaza para los gatos monteses. En España las muertes por captura en trampas son aún elevadas (Herranz 2000; Duarte y Vargas 2001). En el centro de España se comprobó que los gatos monteses eran menos abundantes en las fincas de caza menor donde se realizaba un control de predadores, que en las zonas donde no se realizaban estas actividades (Virgós y Travaini 2005).

También hay una persecución indirecta por parte de los humanos, como puede ser la colocación de veneno. Este es un método no selectivo de control de predadores que afecta a gran número de especies. Estudios solicitados por el ministerio de Medio Ambiente, concluye que, tras los cánidos, el gato montés y la gineta son las especies de carnívoros más afectados por los cebos envenenados (Ministerio de Medio Ambiente, datos no publicados y mencionado en Lozano (2008)).

Otra de las amenazas está relacionada con la gestión de la caza mayor y con la competencia entre especies de herbívoros (Lozano *et al.* 2007). Se observó que, en el Parque Nacional de Monfragüe, donde hay una elevada densidad de ciervos y jabalíes, la abundancia de gato montés es menor donde la densidad de ungulados es mayor. La abundancia de conejo también sigue el mismo patrón. También se observó que donde no hay conejos, la abundancia de gatos monteses disminuyó un 61,5%. Parece que una elevada densidad de ungulados produce una disminución de las presas de los gatos monteses, viendo estos disminuida su abundancia en estas zonas.

Otras de las causas de mortalidad de los gatos monteses es el caso de los atropellos. Durante el Proyecto Provisional de Seguimiento de la Mortalidad de Vertebrados en Carreteras (PMVC 2003), en España en el periodo 1990—1992 se registraron 44 gatos monteses atropellados, sobre un total de 14 644 mamíferos.

También se observó en un estudio realizado en el Parque Natural de los Montes do Invernadeiro (Orense), que la presión turística produce estrés fisiológico durante la gestación y el cuidado de los juveniles (Piñeiro *et al.* 2012).

El cambio climático también puede suponer una amenaza para los gatos monteses; pues con los escenarios climáticos disponibles para el siglo XXI, se esperan impactos importantes en las poblaciones de gato montés, con contracciones en su distribución potencial de entre un 82—86% en 2041—2070 y el nivel de coincidencia entre la distribución observada y potencial se reduce hasta un rango de entre un 13 y un 18% en 2041—2070 (Araújo *et al.* 2011).

Y, por último, otra de las amenazas para la especie es la hibridación con el gato doméstico (*F. s. catus*). Hace años se consideraba que esta era una de las principales amenazas para esta especie (Stahl y Artois 1994; Nowell y Jackson 1996), debido a que los primeros estudios genéticos se realizaron en Escocia, y allí de los gatos monteses presentaban algún grado de introgresión de alelos de gatos domésticos (Hubbard *et al.* 1992; Beaumont *et al.* 2001; Pierpaoli *et al.* 2003). Pero estudios más recientes, muestran que salvo en los casos de Escocia y Hungría (Lecis *et al.* 2006), los niveles de hibridación son escasos, y es más un problema local (Randi *et al.* 2001; Pierpaoli *et al.* 2003). El estado en la península Ibérica aún es poco conocido, un estudio realizado concluye que al menos el 6% de los gatos monteses de la península serían híbridos, siendo mejor el estado de las poblaciones españolas que las portuguesas (Oliveira *et al.* 2008).

Otro trabajo realizado en el sur de España, concluyó que hay una fuerte segregación espacial entre las poblaciones de gatos monteses y gatos domésticos, y esto explicaría los bajos índices de hibridación observados en la Península Ibérica (Gil-Sánchez *et al.* 2015). Esta segregación se debe a diferentes factores, como son:

- Una baja abundancia de gatos asilvestrados. En el norte de Europa la abundancia de gatos asilvestrados es elevada (Liberg 1980; Eichholzer 2010), mientras que en el sur de la península Ibérica estas abundancias fueron mucho menores (Sarmiento *et al.* 2009; Ferreira 2010; Soto y Palomares 2014; Gil-Sánchez *et al.* 2015)
- Los gatos domésticos están muy ligados a las poblaciones humanas donde obtienen alimento (Ferreira 2010)
- Competencia intra-específica. Ya que los felinos suelen ser muy territoriales (Sunquist & Sunquist 2002) y al ser los gatos monteses mayores que los domésticos (Sunquist & Sunquist 2002) es esperable que en una población estable y consolidada de gatos monteses, los gatos domésticos tendrán problemas para establecer sus territorios. Y solamente en zonas donde las poblaciones de gatos monteses se encuentran en regresión, es donde se localizan poblaciones de gatos monteses y gatos domésticos juntos (Lozano y Malo 2012).
- Competencia inter-específica con otros carnívoros. Hay otros carnívoros que también depredan sobre roedores y que son más abundantes que los gatos domésticos, lo cual hará que tengan aún más dificultades para obtener alimento del medio. Además, se observó que otros carnívoros como zorros o martas y garduñas, pueden matar a estos gatos domésticos (Schauenberg 1981; Molsher 1999).
- Predación por aves de presa. En zonas con poblaciones de águilas reales y búhos reales, estos pueden depredar a los gatos (Mikkola 1983; Watson 1997), y como los gatos domésticos tienen fenotipos más fácilmente observables en el campo, son depredados más fácilmente por parte de estas aves (Gil-Sánchez *et al.* 2015).

En definitiva, parece que en los lugares donde las poblaciones de gato montés gozan de una buena salud, la introgresión de genes de los gatos domésticos es muy reducida. En la península Ibérica se han realizado pocos estudios genéticos de la especie, pero parece que las poblaciones se mantienen bien conservadas (López-Martín *et al.* 2007; Lozano y Malo 2012).

Estatus de conservación

El gato montés europeo se considera como una especie amenazada por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), y está catalogado como una especie de preocupación menor (Yamaguchi *et al.* 2015). El convenio de Berna cita al gato montés europeo en el Anexo II, siendo las especies que aparecen en este Anexo las que se consideran como estrictamente protegidas. En la legislación europea, se encuentra listado en el Anexo IV de la directiva hábitat (92/43/CEE), en el cual están las especies que requieren una protección estricta, incluso fuera de la Red Natura 2000. Y la mayoría de los países de Europa también lo consideran como especie protegida. También se encuentra citado en el Anexo II del Reglamento CITES del convenio de Washington, que regula el comercio internacional de especies amenazadas. En España aparece en el Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial (Real Decreto 139/2011). En España, en el Atlas y Libro Rojo de los Mamíferos, el gato montés aparece como “Casi Amenazado NT” (López-Martín *et al.* 2007)

El gato montés en España

En España, el gato montés se distribuye por gran parte del territorio, las únicas zonas sin presencia de gato son los terrenos insulares de Baleares y Canarias (García-Perea 2007) (Figura 6). Hasta la publicación del atlas, la distribución del gato montés en España era desconocida. Con la publicación de este atlas se clarificó la distribución del gato montés en todo el territorio español, y se observó que solamente está ausente en las islas Baleares y Canarias. Con esta publicación se acababa el desconocimiento que había en la distribución de la especie en la península Ibérica, y se vio que los gatos monteses aparecen en prácticamente todos los sistemas montañosos de España.

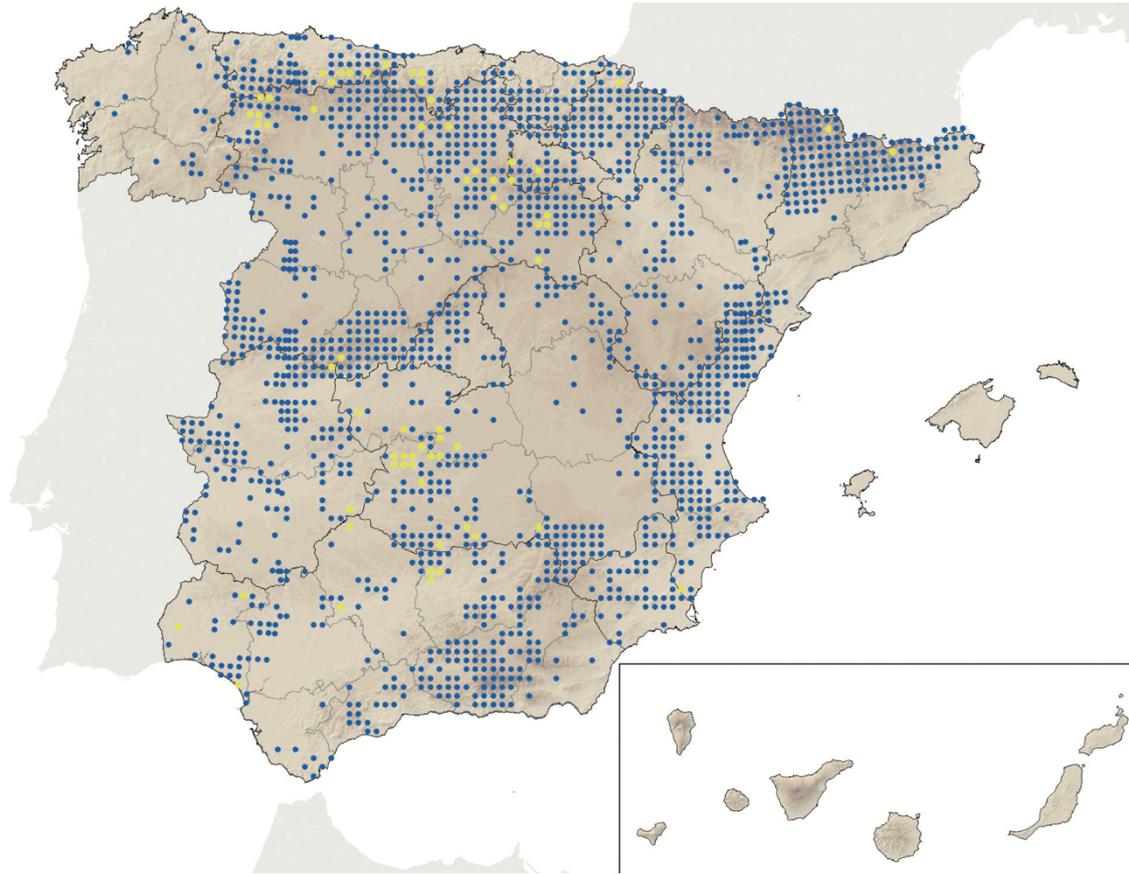


Figura 6: Distribución del gato montés en España (Atlas y Libro rojo de los mamíferos terrestres de España), los puntos amarillos se corresponden con ejemplares procedentes de colección e identificados como gatos monteses. (García-Perea 2007).

Muchas de estas zonas fueron bien prospectadas para la realización de atlas regionales, por estudios científicos o por técnicos particulares, por lo que las zonas con mayor densidad de puntos pueden deberse a un mayor esfuerzo de muestreo de la especie, y los grandes vacíos en este mapa puede que simplemente se deban a ausencias de muestreo y no a que la especie realmente esté ausente, no obstante se encuentra ausente en muchos lugares, pudiendo faltar en el 40—50% del territorio (Lozano 2008).

Decidimos ver que es lo que se conoce del gato montés en Asturias, y encontramos que la presencia de esta especie en la región ya se conoce desde antiguo, citado en varios concejos a principios del siglo XIX (Martínez Marina 1802). Más actualmente vemos que se menciona en el libro rojo de la fauna del Principado de Asturias, y vemos que sigue siendo un animal muy desconocido en el territorio (Nores y García-Rovés 2007), ya que se cita que está ampliamente distribuido por la comunidad.

Objetivos de esta tesis

La presente tesis doctoral pretende contribuir al conocimiento de la ecología de los gatos monteses del noroeste de la península Ibérica, describiendo sus patrones de actividad, su distribución y el uso que hace del territorio. Para lo cual se plantean los siguientes objetivos específicos:

1. Analizar el conocimiento previo de la especie en el Principado de Asturias, realizando una revisión bibliográfica, y estudiando los datos conocidos hasta el momento (Capítulo III).
2. Conocer mediante modelos de Máxima Entropía (MaxEnt) el área de distribución potencial, y saber cuáles de las variables ambientales o humanas tienen mayor influencia en esta distribución de los gatos (Capítulo IV).
3. Determinar y conocer las áreas de campeo y el uso del territorio que realizan los gatos monteses mediante el radio-seguimiento de algunos individuos (Capítulo V).
4. Conocer los patrones de actividad de la especie mediante el seguimiento con técnicas de foto-trampeo (Capítulo VI).

CAPÍTULO II. ÁREA DE ESTUDIO Y METODOLOGÍA GENERAL.



Foto: Juan Díaz

Área de estudio

El estudio se realizó en la Comunidad Autónoma del Principado de Asturias, ubicada en la zona noroeste de la península Ibérica. El clima dominante de la región es el Oceánico, donde las temperaturas son suaves durante todo el año. En las cumbres más altas de la cordillera, el clima dominante es un clima de montaña, y ahí las nieves cubren el suelo varios meses al año. La temperatura media de la región para el periodo 1981—2010 fue de 12,6°C, la media de las mínimas es de 7,1°C y de las máximas 14,4°C. Las precipitaciones son frecuentes durante todo el año, sin una estación seca muy marcada, la media anual es de 1179,3 mm de lluvia, con más de 150 días de precipitaciones anuales, en este periodo se registraron años con precipitaciones medias de casi 1700 mm. Esta precipitación es más abundante durante los meses de invierno, pero también se espera cierta precipitación durante el verano, siendo el mínimo del mes más seco 32,7 mm (AEMET 2011)

Biogeográficamente, el Principado de Asturias se encuentra ubicado en su totalidad en la Región Eurosiberiana, y dentro de ella en la Provincia Atlántica Europea. Con más detalle, podemos diferenciar dos subprovincias, la Cantabroatlántica (que se correspondería con la zona costera y de valles intermedios) y la Orocantábrica (la zona más montañosa del interior) (Figura 7).

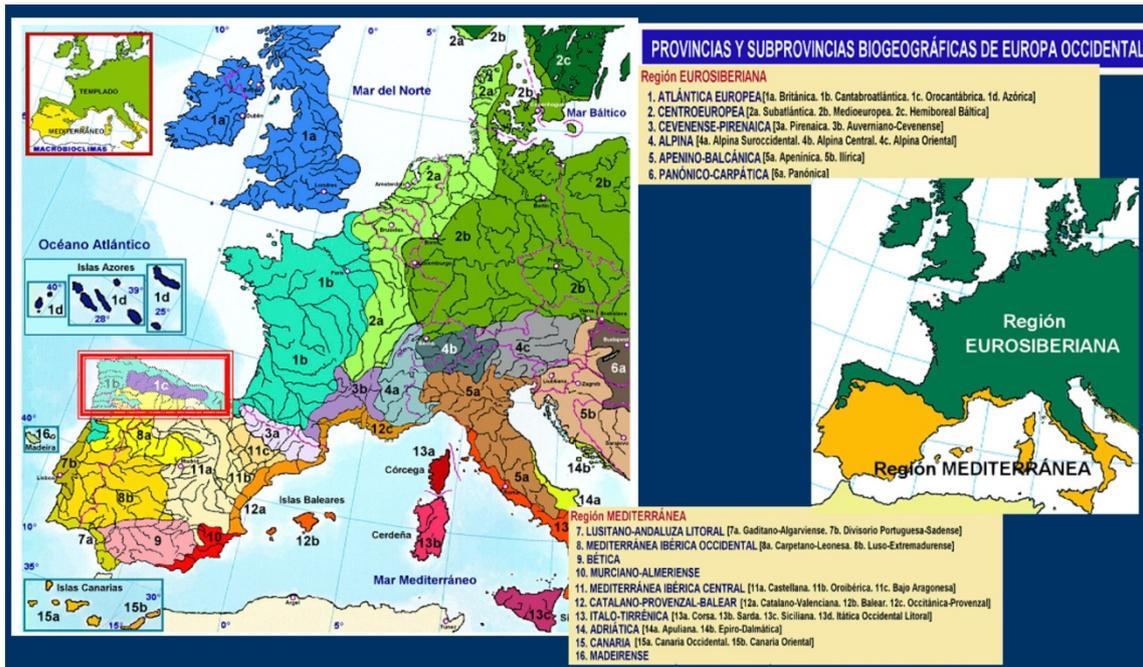


Figura 7: Regiones biogeográficas de Europa (adaptado de Rivas-Martínez *et al.* 2006)

Esta es una región muy montañosa, las altitudes oscilan desde el nivel del mar hasta los 2 648 metros de altitud de la cumbre del Torrecerredo, cima más alta de los Picos de Europa. Esto provoca que haya un gradiente elevado de temperaturas relacionado con la altitud.

La vegetación potencial de la región está constituida principalmente por bosques dominados por especies plano-caducifolias, que ascienden hasta aproximadamente los 1 700 metros de altitud, por encima de los cuales dominan zonas de matorral y praderas, principalmente de diente. Las zonas más bajas de la comunidad han sido transformadas tanto por el desarrollo urbano e industrial como por la proliferación poco planificada de plantaciones forestales de pinos (*Pinus pinaster* Aiton y *P. radiata* D. Don) y de eucaliptus (*Eucalyptus globulus* Labill.).

La superficie del Principado de Asturias es de unos 10 600 km². En 2018, el censo poblacional de la región fue de aproximadamente 1 028 000 habitantes, lo que nos da valores de densidad de aproximadamente 97 personas por km². Aunque la gran mayoría, unos 800 000 viven en la zona central, existiendo grandes territorios montañosos en los que apenas se superan los 4 habitantes por km² (INE 2018).

Metodología general

Una parte de los trabajos realizados en esta tesis se basaron en observaciones directas de gatos monteses, estos datos se completaron con los datos oficiales de avistamiento de gatos montés que posee el Principado de Asturias. Mientras que para el capítulo de los patrones de actividad nos basamos en cámaras de fototrampeo.

El fototrampeo es un método sencillo para el estudio de especies animales que son raras o difíciles de ver mediante otros métodos. El fototrampeo consiste en la colocación de cámaras trampa que se activan mediante el movimiento de la fauna que se desplaza frente a ella, al realizarse la fotografía queda constancia de la hora y el lugar en el que se realiza. Y con estos datos se pueden realizar estudios sobre patrones de actividad, diversidad de especies, asociaciones entre especies, preferencias de hábitat y movimientos de especies.

Se utilizaron diferentes métodos estadísticos, como pueden ser modelos de Máxima Entropía (MaxEnt) (Phillips *et al.* 2017), muy útiles para determinar áreas de distribución potenciales e influencia de las variables sobre esta distribución. También se utilizaron estimadores de densidad del kernel, que son un método no paramétrico para estimar la función de densidad de una variable. Estos se utilizaron para conocer los patrones de actividad de los gatos monteses y para conocer sus áreas de campeo.

En cada uno de los capítulos se describe de forma amplia la metodología utilizada para el logro de los objetivos planteados. Para el análisis de los datos se utilizaron diferentes programas y paquetes estadísticos según fueran las necesidades de cada caso. Para la realización de los mapas y cálculo de polígonos envolventes mínimos se utilizó QGIS 3.8.3 *Zanzibar* (QGIS Development Team 2019), mientras que para los análisis estadísticos se utilizó R 3.5.2 (R Core Team 2019), usando los paquetes necesarios según nuestras necesidades. Así, para el artículo de distribución potencial se utilizaron los paquetes *dismo* (Hijmans *et al.* 2017) y *ENMeval* v.0.2.0 (Muscarella *et al.* 2014). Para el de patrones de actividad el paquete *overlap* (Meredith y Ridout 2014). Y para el de

radioseguimiento el paquete adehabitatHR (Calenge y Fortmann-Roe 2013) y adehabitatLT (Calenge 2012).

CAPÍTULO III. DISTRIBUCIÓN HISTÓRICA Y ACTUAL DEL GATO MONTÉS EUROPEO, FELIS SILVESTRIS SCHREBER, 1777, EN EL PRINCIPADO DE ASTURIAS, ESPAÑA.



Foto: Alberto López

Introducción

De forma natural, la familia *Felidae* está ampliamente distribuida por todo el mundo, con la excepción de la Antártida, Australia, Madagascar y Nueva Zelanda. En ella se reconocen 37 especies pertenecientes a 14 géneros (Sunquist y Sunquist 2009). Dos de ellos, *Lynx* y *Felis*, el primero extinguido o casi en la actualidad, pueden ser considerados como pertenecientes a la fauna asturiana, al menos desde el Pleistoceno a la actualidad.

En el Principado de Asturias existen referencias de la posible presencia en tiempos históricos atribuidas al lince ibérico, *Lynx pardinus* Temminck, 1827 (Pastor Lopez 1859; Graells 1897; Nores y Vázquez 1984), así como restos subfósiles de lince boreal (*Lynx lynx* Linnaeus, 1758), datados en el período Holoceno (Nores 1999; Rodríguez-Varela *et al.* 2016). Aunque ambas especies se dan por desaparecidas en esta región, la constatación de la presencia de un ejemplar de lince ibérico en la comarca de los Ancares lucenses, a escasos 25 km de la frontera sur-occidental de Asturias (Clevenger 1987), nos hace dudar de su completa desaparición en este territorio, dada la capacidad dispersiva de la especie.

Hay cierta controversia a la hora de clasificar esta especie, antiguamente se aceptaba un gran número de especies y subespecies, pero en la actualidad la especie se divide en cuatro grupos por zonas geográficas, el de Europa, Asia, África y el grupo de los gatos domésticos (Sunquist y Sunquist 2002). La distribución del gato montés europeo (*Felis silvestris silvestris* Schreber, 1777) abarca gran parte del territorio europeo desde el suroeste de Europa hasta los Cárpatos y el río Dniéper, al norte del mar Negro (Sunquist y Sunquist 2002).

El nombre del gato montés ya se recoge en el Tesoro de la lengua castellana o española (Covarrubias 1611) así como en el primer repertorio lexicográfico de la Real Academia Española, el conocido como *Diccionario de autoridades*, concretamente en su Tomo IV, que ve la luz en 1734. Por ello, no es de extrañar que esta especie ya aparezca citada con el mismo nombre en los manuscritos que Francisco Martínez Marina (1801—1802) recopila para su proyecto de Diccionario Geográfico-Histórico que auspicia la Real

Academia de la Historia y que permanecen inéditos en los archivos de la misma, fechados a comienzos del siglo XIX.

Por otra parte, la presencia en Asturias del gato montés es mencionada por los diferentes autores que se ocuparon del estudio de nuestra fauna de vertebrados (Graells 1897; Cabrera 1914; Noval 1976, 1982; Nores 1986; Nores y Vázquez 1987), aunque el conocimiento de los diferentes aspectos de su biología, comportamiento, reproducción, uso del hábitat, etc., en Asturias es muy escaso o prácticamente nulo, hasta el punto de que no se conoce muy bien la situación de la especie en este territorio del norte ibérico, ni si existe hibridación con gatos domésticos (Nores y García-Rovés 2007)

En lo relativo a la alimentación, solamente se conocen los datos del análisis del contenido estomacal de cuatro individuos que arrojó la cifra de cinco ratones de campo, *Apodemus sylvaticus* (Linnaeus, 1758), dos topillos agrestes (*Microtus agrestis* (Linnaeus, 1761)), dos lirones grises (*Glis glis* (Linnaeus, 1766)), una musaraña, una culebra y material vegetal (Del Campo 1978; Blanco 1998). La existencia de cierta especialización en la captura de lirón gris ha sido detectada mediante técnicas de fototrampeo en Asturias, en donde hemos fotografiado gatos monteses transportando lirones en siete ocasiones (Vázquez-García *et al.* 2015). Esta presa, el lirón gris, en una región como Asturias, en la que no hay presencia de conejos de campo *Oryctolagus cuniculus* (Linnaeus, 1758), proporcionaría una cantidad de biomasa superior a la de la mayoría de las especies de roedores existentes, al menos durante las estaciones que los lirones están activos, de ahí que pueda presuponerse una cierta especialización trófica en los hábitats marcadamente forestales (Fotografía 1). La presencia de lirones grises en la dieta de los gatos monteses ya había sido señalada en amplias zonas forestales del este europeo (Schauenberg 1981), no así en la península Ibérica (Lozano 2017).



Figura 8: Gato montés transportando un lirón gris. Imagen tomada en el Parque Natural y Reserva de la Biosfera de Somiedo mediante cámara de fototrampeo. (Foto FAPAS, 2012).

En lo que se refiere a la distribución actual de la especie en nuestra región, la publicación más reciente sobre la misma, incluida en el *Atlas y libro rojo de los mamíferos terrestres de España* (Palomo *et al.* 2007), la representa en 82 cuadrículas UTM de 10 x 10 km de las 148 en que se divide el territorio asturiano.

El presente trabajo pretende analizar las fuentes documentales que hacen relación a la presencia en el Principado de Asturias del gato montés europeo y se aportan datos inéditos que permiten completar el mapa de distribución actual en esta región; una parte de los registros que se han analizado proceden de fuentes bibliográficas.

Material y métodos

El territorio de estudio

El Principado de Asturias se encuentra situado en el Norte de la península Ibérica (Figura 9), dentro de la llamada España húmeda o Eurosiberiana. Se trata de una región montañosa por excelencia, con altitudes variables que van desde el nivel del mar Cantábrico hasta los 2 648 m en la cumbre del Torrecerredo, en el macizo central de los Picos de Europa. Ocupa una superficie de unos 10 600 km² y su clima es típicamente oceánico, con inviernos suaves y veranos frescos, aunque en las máximas altitudes las nieves cubren el suelo varios meses al año. La vegetación potencial está constituida principalmente por bosques dominados por especies planocaducifolias, que ascienden hasta unos 1 700 m de altitud; no obstante, las zonas más bajas han sido transformadas tanto por el desarrollo urbano e industrial como por la proliferación desordenada de plantaciones forestales, pinos (*Pinus pinaster* Aiton y *P. radiata* D.Don) y eucaliptos (*Eucalyptus globulus* Laibll.) principalmente. La población humana en 2015 ascendía aproximadamente a 1 050 000 habitantes lo que supone una densidad próxima a 99 habitantes por km², aunque la gran mayoría, unos 800 000 viven en la zona central, existiendo grandes territorios montañosos del interior en los que apenas se superan los 4 habitantes por km².



Figura 9: Ubicación y relieve del Principado de Asturias, España.

Algunas de las fuentes bibliográficas más antiguas que hemos consultado, concretamente los textos de los Diccionarios de Martínez Marina (1801—1802) y de Pascual Madoz (1845—1850), señalan la presencia del gato montés en algunos concejos, aunque no sería extraño que en otros pudiera estar incluida bajo el genérico de animales dañinos o de alimañas, pues, obviamente, se trata de un animal menos llamativo que los osos (*Ursus arctos* Linnaeus, 1758), lobos (*Canis lupus* Linnaeus, 1758) e incluso lobos cervales (*Lynx sp.*), que aparecen muchas más veces mencionados (Figura 10).

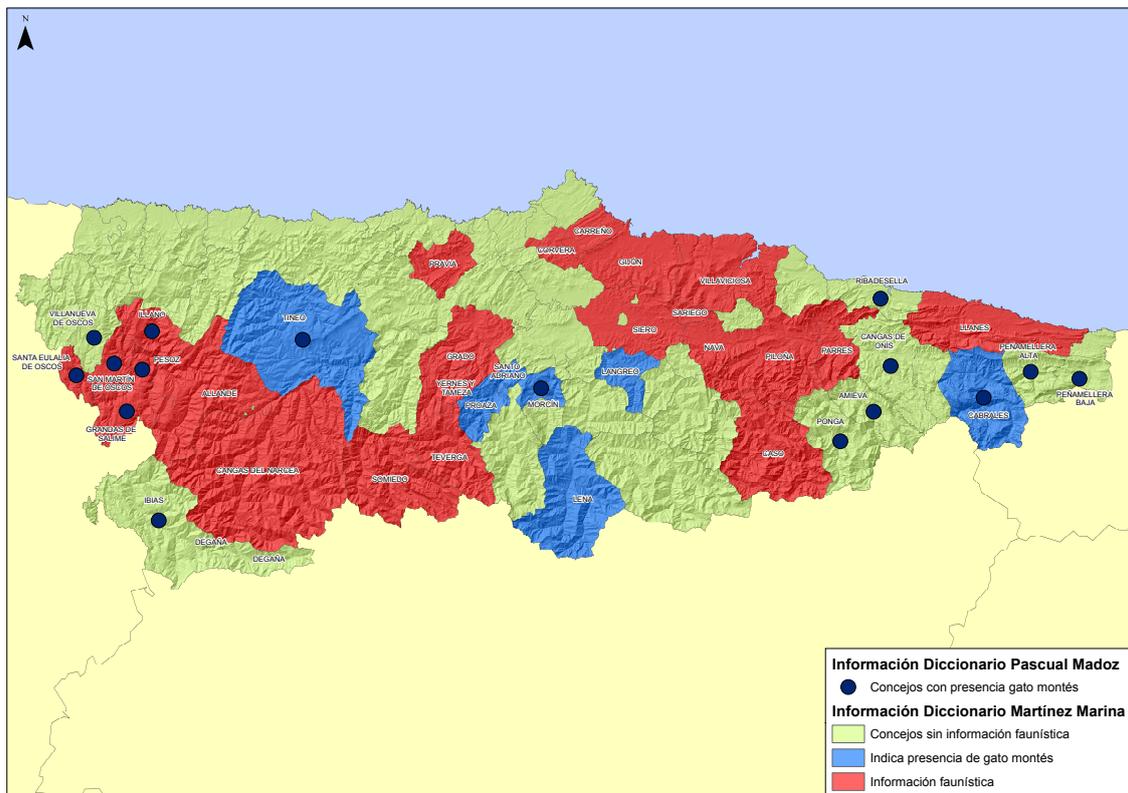


Figura 10: Concejos con información faunística (rojo y azul) en el Diccionario de Martínez Marina (1801-1802) y con referencias al gato montés en el de Pascual Madoz (1845-1850).

Metodología

Hemos utilizado la información de los registros de avistamientos de esta especie recopilados en la base de datos que gestiona el Servicio de Espacios Protegidos y Conservación de la Naturaleza de la Administración del Principado de Asturias (339 registros de observaciones directas de gato montés desde el año 2000), para actualizar y complementarla información contenida en Palomo *et. al.*, 2007. (Figura 11)

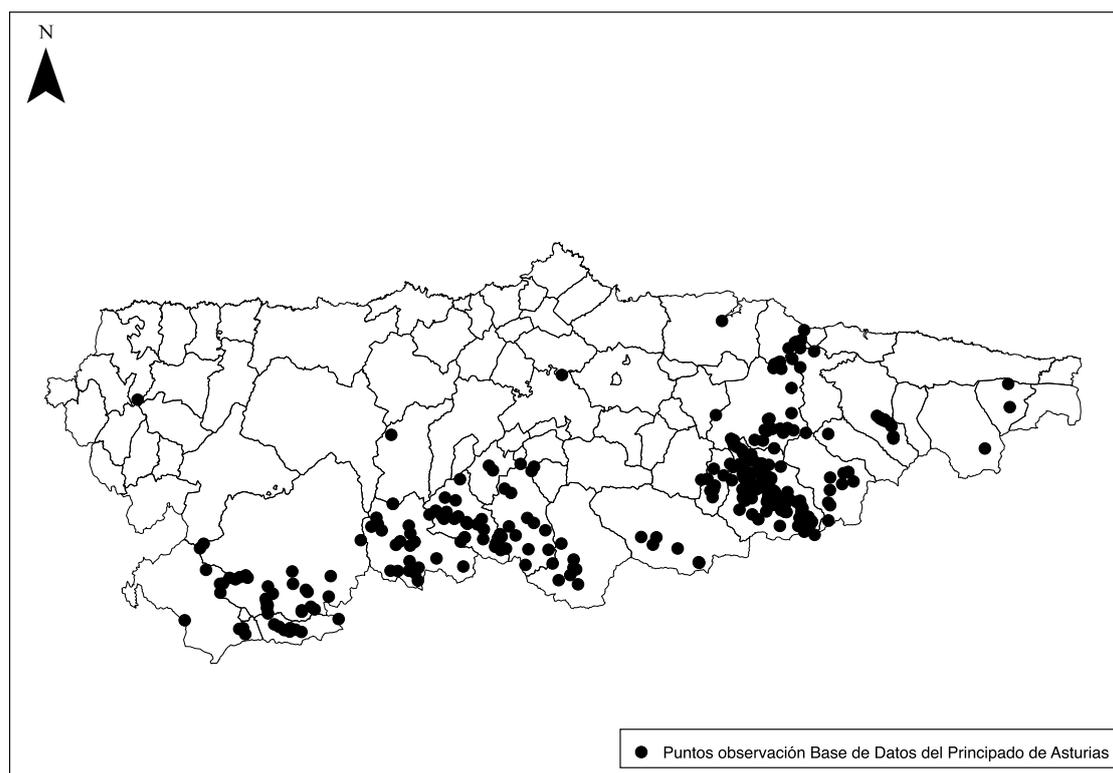


Figura 11: Puntos de observación de gato montés en la base de datos de avistamiento de fauna del Principado de Asturias.

Como quiera que la precisión de los avistamientos recogidos en esta base de datos varía, solo han sido utilizados aquellos que aportan información relativa a coordenadas, sistema de referencia, paraje y pueblo más cercano bien cumplimentada, con el fin de localizar con precisión la zona de avistamiento y asignarla, sin duda alguna, a una de las cuadrículas UTM en las que la presencia aún no había sido confirmada.

Para ello se ha utilizado un sistema de información cartográfica (QGIS 2.14 Essen) (QGIS Development Team 2015) en el que se ha volcado información relativa a las coordenadas de avistamientos.

Resultados y Discusión

La utilización de la información de avistamientos recogida en la base de datos mencionada, supone la confirmación de su presencia en la mayoría de las cuadrículas del *Atlas y libro rojo* (García-Perea 2007) y la adición de 11 más de las señaladas en el

mencionado capítulo del *Atlas*. Esto genera un total de 93 cuadrículas de 10 x 10 km con presencia confirmada en el área de estudio, lo que supone algo más del 62,84% del total de cuadrículas. (Figura 12)

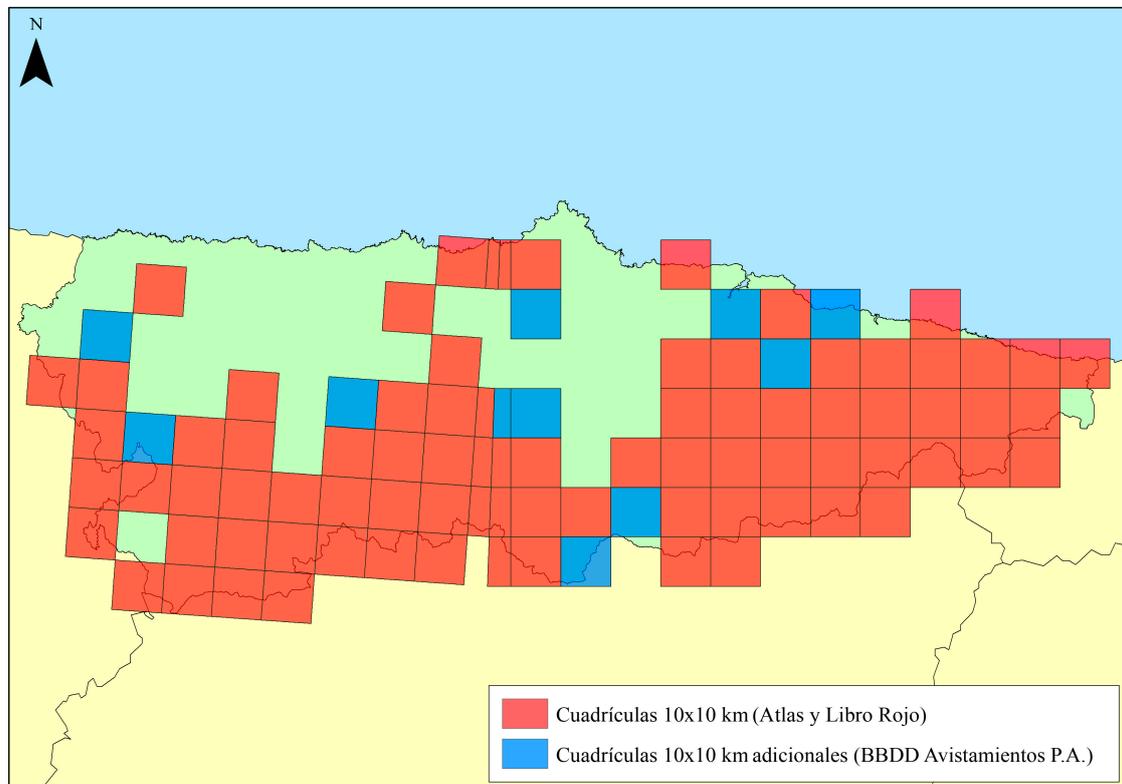


Figura 12: Cuadrículas UTM 10 x 10 km tomadas del Atlas y Libro Rojo de los Mamíferos Terrestres de España y cuadrículas añadidas según la información de la Base de datos de avistamientos del Gobierno del Principado de Asturias.

Este aumento de cuadrículas con presencia de gato montés en Asturias, probablemente se deba a que los datos más antiguos se basaran en prospecciones ocasionales o de baja intensidad, en la actualidad se está realizando un mayor esfuerzo de muestreo en el territorio, aunque no se puede descartar la posibilidad de que la población se encuentre en expansión.

Entre las 55 cuadrículas restantes en las que la presencia del gato montés aún no ha sido confirmada, las hay aparentemente aptas para ello, sobre la base de que las condiciones ambientales locales que presentan en algunas zonas parecen adecuadas para la especie, de acuerdo a la información existente relativa al rango de altitud (300-

800 m) que la bibliografía menciona como preferente (García-Perea 2007) y a la presencia de un mosaico de hábitat apropiado donde puede encontrar refugio y alimento; además de situarse de forma adyacente a cuadrículas en las que la presencia ya ha sido detectada. Otras, sin embargo, parecen no ser susceptibles de acoger a ejemplares de esta especie por no presentar esas condiciones de hábitat adecuadas ni de continuidad con cuadrículas con presencia segura.

El conocimiento más preciso de la distribución actual de una especie como el gato montés en el Principado de Asturias usando para su representación cuadrículas UTM de 10 x 10 km requiere de la aplicación de un mayor esfuerzo de muestreo en aquellas zonas sin presencia confirmada, pero aparentemente adecuadas para la especie basándose en el hábitat disponible y en la existencia de zonas con presencia constatada en sus inmediaciones. Un método para ejercer un esfuerzo de muestreo en esas zonas aparentemente válidas para la especie sería el fototrampeo, pero asimismo deberían desarrollarse otras metodologías, como encuestas a profesionales y cazadores, combinadas con recorridos de campo en busca de indicios, huellas y excrementos, principalmente.

Por otra parte, a partir de estos datos preliminares de distribución del gato montés en Asturias, se hace necesaria la aplicación de modelos de distribución de la especie, con el fin de caracterizar las condiciones ambientales adecuadas para la misma de manera que nos ayude a identificar aquellos lugares que cumplen los requisitos apropiados para esta especie.

Los datos genéticos conocidos hasta ahora no revelan que exista hibridación entre gatos monteses y domésticos en nuestra región. Tras analizar en la península Ibérica 75 gatos monteses (3 asturianos) y 109 domésticos, solamente se ha encontrado hibridación en un individuo portugués (Oliveira *et al.* 2008).

CAPÍTULO IV. MODELIZANDO LA DISTRIBUCIÓN E IDONEIDAD DEL HÁBITAT DEL GATO MONTÉS EUROPEO EN EL PRINCIPADO DE ASTURIAS, NOROESTE DE ESPAÑA.



Fotos obtenidas por las cámaras de fototrampeo del FAPAS

Introducción

La expansión de poblaciones de grandes carnívoros se encuentra bien documentada, incluso se ha visto que esto puede conducir a varios tipos de conflictos con los seres humanos (Kaczensky *et al.* 2013). En contraste, las poblaciones de mesocarnívoros aún siguen siendo poco conocidas. La predicción de las áreas potenciales de expansión de su área de distribución es un paso importante hacia la realización de estrategias de manejo efectivas. Los modelos de idoneidad del hábitat se utilizan comúnmente para explorar la disponibilidad de hábitats favorables y la localización de áreas potenciales donde las poblaciones se pueden expandir (Jerina *et al.* 2003; Rondinini *et al.* 2005; Muntifering *et al.* 2006; Benson *et al.* 2016). Se han utilizado diferentes modelos de idoneidad de hábitat como los modelos de máxima entropía (MaxEnt) (Phillips *et al.* 2006, 2017) para analizar la disponibilidad de hábitats favorables y la probable distribución espacial de las expansiones poblacionales, así como los factores ambientales que las determinan (Rondinini *et al.* 2005; Muntifering *et al.* 2006; Marino *et al.* 2011; McCarthy *et al.* 2015; Zarzo-Arias *et al.* 2019). En los modelos de presencia/ausencia, los datos de las ausencias son difíciles de obtener, por lo que estos modelos MaxEnt suelen basarse solamente en datos de presencia.

El gato montés (*Felis silvestris*) tiene una distribución muy amplia, incluyendo gran parte de África, Europa y el suroeste y centro de Asia (Yamaguchi *et al.* 2015). El gato montés europeo (*Felis s. silvestris*) se encontraba distribuido por todo Europa, y solamente estaba ausente en Escandinavia (Yamaguchi *et al.* 2015). Entre 1700 y mediados del siglo XX se produjo una gran disminución de las poblaciones, causada por la fragmentación del hábitat (Macdonald 2004), la persecución humana y las muertes por atropello en las carreteras (Nowell y Jackson 1996), lo que dio lugar a una población fragmentada y reducida por todo Europa (Nowell y Jackson 1996; Piechocki 2001). En general, la población de gatos monteses en Europa está decayendo, aunque en algunas zonas estas poblaciones se encuentran estables o incluso aumentan (Yamaguchi *et al.* 2015).

Los gatos monteses aparecen en una gran variedad de hábitats y se encuentran principalmente asociados a masas boscosas, sobretodo aparecen en bosques caducifolios con baja densidad de poblaciones humanas. Pero también aparecen en zonas de matorral, bosques de ribera, zonas costeras e incluso zonas de marismas; y suelen evitar zonas de cultivo intensivo y los asentamientos humanos (Yamaguchi *et al.* 2015).

Históricamente los gatos monteses fueron perseguidos por los humanos, pero en la actualidad la especie se encuentra protegida, en la mayor parte de su área de distribución, por legislaciones nacionales. Además, está incluida en la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES; Apéndice II), y en el Convenio de Berna (Apéndice II). La mayor amenaza para la conservación de los gatos monteses es su hibridación con los gatos domésticos (*Felis s. catus*), pero recientes estudios mostraron que en áreas con poblaciones estables de gatos monteses la tasa de hibridación con gatos domésticos es muy reducida (Gil-Sánchez *et al.* 2015; Steyer *et al.* 2018). Otras amenazas incluyen la mortalidad causada por el hombre, principalmente atropellos en carretera (Nowell y Jackson 1996), y en algunas zonas como Escocia aún consideran a los gatos monteses como una plaga y se cazan de manera ilegal (Macdonald 2004).

En España no existe mucha información sobre los cambios en el tamaño de las poblaciones de gatos monteses a lo largo del tiempo, pero en algunos estudios realizados en el centro y sur de España indican que las poblaciones se mantienen estables (Barea-Azcón *et al.* 2004; Lozano *et al.* 2005). En el norte de España las poblaciones son poco conocidas. Con este estudio, mediante el uso de modelos de máxima entropía, pretendemos identificar las áreas potenciales de expansión del área de distribución en Asturias, situada en el norte de España. Hemos identificado las áreas adecuadas para los gatos monteses y evaluamos las variables ambientales que determinan la idoneidad del hábitat para esta especie.

Material y métodos

Área de estudio

El área de estudio ha sido el Principado de Asturias, que como hemos indicado, es una región situada en el noroeste de España (Figura 13). Asturias tiene una superficie de 10 602 km², en este territorio habitan algo más de un millón de personas. Lo cual nos da una densidad poblacional de unas 100 personas/km² (INE 2018). Asturias tiene una densidad de carreteras de 47,4 km/100 km² (<http://www.seap.minhap.gob.es>). La región se caracteriza por un clima oceánico, con unas temperaturas medias que oscilan entre los 14 °C en la costa hasta los 2—3 °C en las zonas más elevadas de la cordillera Cantábrica (<http://www.worldclim.org/>). La altitud máxima en esta área son 2 648 metros sobre el nivel del mar, en el Parque Nacional de los Picos de Europa (<http://www.sadei.es/>). Asturias se encuentra cubierta aproximadamente en un 46% por bosques (<http://www.asturias.es>), principalmente de castaños (*Castanea sativa*), robles (*Quercus petraea*, *Q. pyrenaica* y *Q. rotundifolia*) y hayas (*Fagus sylvatica*), que se encuentran intercalados con pastos y matorrales. El límite superior del bosque se sitúa aproximadamente a 1700 metros sobre el nivel del mar, y por encima de esta altitud predominan praderas y matorral subalpino (Martínez Cano *et al.* 2016; Penteriani *et al.* 2018).



Figura 13: Localización del área de estudio, y relieve del Principado de Asturias, España.

Datos de presencia de gato montés

Utilizamos la base de datos de avistamiento de fauna salvaje del Principado de Asturias, en ella aparecen 350 observaciones de gato montés entre los años 2000 y 2017; y también se utilizaron datos propios. Para los datos recogidos por la Guardería del Medio Natural y técnicos del Principado de Asturias, solamente se utilizaron las realizadas por dos observadores, con el objetivo de evitar posibles identificaciones erróneas o confusiones con gatos domésticos o asilvestrados. Dado que se desconoce la densidad global de gatos monteses en Asturias, y dado a que las observaciones fueron más abundantes en las áreas protegidas, que es donde el personal de campo es más numeroso, corregimos el aparente sesgo de muestreo con un submuestreo del conjunto de datos. Para ello, superpusimos una malla de cuadrículas de 3 km de lado sobre el área de estudio y seleccionamos un solo registro por celda de la cuadrícula (Kramer-Schadt *et al.* 2013), resultando al final una muestra de 137 puntos de presencia de gato montés.

Definición del área de distribución de los gatos monteses

Evaluamos el área potencial de distribución de los gatos monteses utilizando una escala de 3 x 3 km (9 km²), que es aproximadamente el tamaño de las áreas de campeo de los gatos monteses españoles (Lozano 2017). Optamos por modelizar la idoneidad del rango de distribución, en lugar de la ocurrencia (Eriksson y Dalerum 2018) para obtener una distribución general del hábitat favorable para esta especie. Cada celda de la malla al final se clasificó como idónea o no idónea.

Variables ambientales

Incluimos 29 variables relacionadas con las infraestructuras humanas, la vegetación, el clima y la topografía, como predictores en nuestros modelos de idoneidad de hábitat (Tabla 1). Las variables climáticas provienen de la base de datos de WorldClim (<http://www.worldclim.org>). Los datos de cobertura de suelo provienen de la Cartografía Temática Ambiental del Principado de Asturias 1989—1998 (1:50 000), datos que convertimos en porcentaje de área dentro de cada una de las cuadrículas de la malla. Separamos cada uno de los tipos de vegetación como una capa diferente en nuestro modelo, siendo cada capa la abundancia relativa de cada clase particular. También calculamos para cada cuadrícula el número total de clases de cobertura y el índice de

Shannon de abundancias relativas. Utilizamos el Índice de Diferencia Normalizada de Vegetación (NDVI) como índice de productividad primaria, el cual fue proporcionado por el Instituto de Recursos Naturales y Ordenación del Territorio (INDUROT). Y, un modelo digital de elevación (MDT200) del Instituto Geográfico Nacional (IGN; <http://centrodedescargas.cnig.es/CentroDescargas/index.jsp>). De este modelo se derivó la elevación y la pendiente media. La densidad de población la obtuvimos de la Sociedad Asturiana de Estudios Económicos e Industriales (<http://www.sadei.es/es/portal.do>), y la densidad de carreteras, caminos, senderos y ríos, de las capas de un sistema de información geográfica, mantenidas por el Principado de Asturias.

Si dos variables muestran una correlación espacial $> 0,7$ (coeficiente de Pearson), solamente se utiliza la variable que consideramos más importante para la biología de los gatos monteses. En el caso de las variables climáticas, todas ellas se encuentran correlacionadas con la altitud excepto la variabilidad estacional de la precipitación, así que como la altitud es más relevante para los gatos monteses (García-Perea 2007), utilizamos esta en lugar de las variables climáticas. Por lo tanto, al final utilizamos 24 variables no correlacionadas (Tabla 1). Todas las variables fueron proyectadas al mismo sistema de referencia (ETRS89/ETRS-TM29) y escaladas a una resolución de 3 x 3 km. Para nuestro modelo final, se eliminaron las celdas que tenían menos del 50% de su área dentro de Asturias.

Modelizando con MaxEnt

Para modelizar la distribución potencial de los gatos monteses, utilizamos MaxEnt v.3.4.4 (Phillips *et al.* 2017), ejecutado en R v3.3.3 (R Core Team 2019) y usando los paquetes *dismo* v.1.0.12 (Hijmans *et al.* 2017) y *ENMeval* v.0.2.0 (Muscarella *et al.* 2014). MaxEnt calcula la distribución de las especies, basándose en la probabilidad de ocurrencia, sobre la base de los datos ambientales en los lugares de presencia conocida de la especie. Tenemos 339 observaciones de gato montés que agrupamos en 137 cuadrículas con presencia confirmada de la especie, que son las que utilizamos para entrenar el modelo. Elegimos el punto medio de cada una de las cuadrículas como la coordenada geográfica de las mismas y realizamos 500 iteraciones, usando un umbral de convergencia de 10^{-5} , y valores de todas las cuadrículas como puntos de fondo para

construir nuestro modelo. Con ello proyectamos el resultado del modelo sobre toda la región de Asturias una vez que se seleccionó una estructura óptima del mismo.

Tabla 1: Descripción, fuente y formato original de las 29 variables ambientales utilizadas para la construcción de los modelos de Maxent. Las variables marcadas con * no muestran correlación (coeficiente de Pearson $<0,7$) y fueron utilizadas en los modelos.

Nombre	Descripción	Fuente	Formato
Autopistas (Highways)*	Longitud de autopistas en km	IGN, BCN200	Vectorial
Carreteras (Roads)*	Longitud de carreteras en km	IGN, BCN200	Vectorial
Pistas forestales y senderos (Footpaths)*	Longitud de pistas y senderos en km	IGN, BCN200	Vectorial
Ríos (Rivers)*	Longitud de los ríos en m	IGN, BCN200	Vectorial
Altitud y pendiente (Elevation and slope)*		IGN, MDT200	Raster
NDVI*	Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada	Instituto de Recursos Naturales y Ordenación del Territorio (INDURROT)	Raster
Uso del Suelo (Land cover)*	Porcentaje de cada tipo de uso del suelo en cada celda de la cuadrícula: cortados, cultivos, helechales, bosques, aulagas, brezales, estructuras humanas, praderas, plantaciones forestales, matorrales, agua, humedales y suelo desnudo. Así como el número de usos de suelo presentes en cada celda y el índice de Sannon de tipos de uso de suelo en cada celda.	Cartografía Temática Ambiental del Principado de Asturias 1989-1998 (1:50 000)	Vectorial
Densidad de población (Human density)*	Número de personas por km ²	SADEI nomenclator	Vectorial
Bio 1	Temperatura media anual en °C	Worldclim	Raster
Bio 5	Temperatura máxima del mes más cálido	Worldclim	Raster
Bio 6	Temperatura mínima del mes más frío	Worldclim	Raster
Bio 7	Oscilación térmica anual (BIO5-BIO6)	Worldclim	Raster
Bio 12	Precipitación anual en mm	Worldclim	Raster
Bio 15*	Estacionalidad de las precipitaciones (Coeficiente de variación)	Worldclim	Raster

Selección y evaluación de modelos

MaxEnt asocia los datos de presencia con las variables utilizando cinco tipos de características (linear, quadratic, product, threshold y hinge), que representan diferentes tipos de parametrizaciones. El software controla el sobreajuste utilizando un parámetro de regularización que penaliza a las variables con baja contribución al modelo. Aunque los algoritmos de aprendizaje automático, como el utilizado en MaxEnt, generalmente favorecen soluciones de modelos más complejos que los modelos basados en la probabilidad, el sobreajuste puede seguir siendo problemático ya que los modelos esencialmente parametrizan el ruido espacial aleatorio (Warren y Seifert 2011). Para identificar una estructura óptima del modelo, evaluamos los modelos candidatos con todo tipo de combinaciones de las cinco características, cada uno de ellos ejecutado sobre un conjunto de multiplicadores de regularización que van de 0 a 10 (Anexo 1). Cada modelo incluye a las 24 variables ambientales no correlacionadas. Identificamos la mejor combinación de características y multiplicador de regularización utilizando el Criterio de Información de Akaike corregido para tamaños de muestra pequeños (AICc) (Akaike 1974). Calculamos los valores de AICc a partir de la salida del modelo en bruto, donde la suma de los valores brutos transformados logarítmicamente se trató como equivalente de la verosimilitud del modelo (Warren y Seifert 2011). Los valores de AICc han demostrado ser un método eficiente y confiable para identificar los niveles óptimos de complejidad del modelo en las aplicaciones de MaxEnt. Siguiendo a Burnham y Anderson (2002), consideramos los modelos con un AICc menor de 2. De estos modelos, seleccionamos el que contiene el menor número de parámetros para cada escala espacial, y si tienen igual número de parámetros, seleccionamos el que tiene un menor número de características. Para evaluar el rendimiento del modelo, lo hacemos de dos maneras. Primero utilizamos el Área Bajo una Curva de Características Operativas (AUC) (Fielding y Bell 1997), que indica la eficiencia con la que un modelo diferencia entre lugares de ocurrencia u de fondo. Valores de AUC entre 0,7 y 1 indican que el modelo tiene una capacidad de predicción adecuada (Araújo *et al.* 2005). En segundo lugar, utilizamos tres métricas basadas en validaciones cruzadas; para calcular estas métricas, utilizamos un método de verificación para separar los datos de ocurrencia, unos para entrenar y otros de prueba (Muscarella *et al.* 2014). Basándonos en esta separación, calculamos tres métricas como indicadores adicionales de rendimiento del modelo:

- AUCtest: una métrica independiente del umbral que describe la capacidad de las ubicaciones de prueba para distinguir entre las ubicaciones de fondo y de presencia.
- AUCdiff: una métrica independiente del umbral que describe la diferencia en la capacidad de distinguir entre las ubicaciones de presencia y fondo entre los datos de entrenamiento y de prueba (Warren y Seifert 2011).
- ORmin (Tasa de Omisión Mínima): una métrica dependiente del umbral que muestra la proporción de ubicaciones de prueba con un valor inferior al valor más bajo de las ubicaciones de entrenamiento (Muscarella *et al.* 2014).

Evaluando la contribución de las variables

Para evaluar la contribución relativa de cada una de las variables al modelo, utilizamos los métodos jackknife y heurísticos proporcionados por MaxEnt (Phillips *et al.* 2006) (Anexo 2). El método heurístico calcula la contribución de cada variable como la contribución proporcional a la ganancia del entrenamiento del modelo para cada iteración del proceso de ajuste del modelo (Phillips *et al.* 2006).

Presentación de la salida del modelo

Utilizamos el formato complementario de log-log (cloglog) como salida del modelo, ya que tiene una interpretación intuitiva y se relaciona con otros posibles formatos de salida (Phillips *et al.* 2017). Este formato permite interpretar la salida del modelo como una probabilidad de ocurrencia. Sin embargo, como en nuestro modelo nos interesan las zonas adecuadas para el área de distribución de los gatos monteses y no necesariamente la idoneidad relativa dentro del área de distribución identificada, presentamos el modelo como una clasificación binaria, que identifica el área de distribución favorable de los gatos monteses. Para ello utilizamos el percentil 10 en los valores cloglog como umbral para determinar el área de distribución idónea de los gatos monteses. Este umbral selecciona el valor por encima del cual el 90% de los lugares de entrenamiento están clasificados correctamente y es uno de los umbrales utilizados más comunes en los modelos de idoneidad de hábitat con MaxEnt (Young *et al.* 2011). Sin embargo, en la figura 14b presentamos la salida del modelo cloglog sin clasificar.

Resultados

Selección y evaluación del modelo MaxEnt

El modelo más adecuado incluía características lineal, quadratic, hinge y threshold, y un multiplicador de regularización de 1,5. El modelo tenía un valor medio de AUC de 0,79 (Tabla 2). Los modelos más complejos que se analizaron aquí mostraban signos de sobreajuste, mientras que los modelos menos complejos perdieron capacidad de información (Anexo 1). El percentil 10 nos arrojó un umbral de 0,43 en los valores cloglog, que utilizamos para definir la idoneidad de las cuadrículas para la distribución de los gatos monteses.

Área de distribución predicha y potenciales áreas de expansión

Los gatos monteses están presentes en un total de 1233 km² del Principado de Asturias. La mayor parte del área de distribución de los gatos monteses se encuentra en la parte sur de la provincia y nuestro modelo refleja con precisión esta distribución. El modelo identificó 3953 km² como área de distribución adecuada para el gato montés, lo que supone alrededor del 40% del territorio de Asturias. Y, también mostró que solamente el 30% de este territorio idóneo se encuentra ocupado actualmente (Figura 14).

Aportación de las variables ambientales al modelo

Las tres variables que más contribuyeron a nuestro modelo fueron la altitud, el porcentaje de área boscosa y la densidad de caminos (Tabla 3 y Anexo 2). La altitud y el porcentaje de área boscosa tienen un efecto positivo en la idoneidad de la distribución de los gatos monteses; mientras que la densidad de los caminos contribuye de forma modesta al modelo y tiene un efecto negativo (Anexo 3). La contribución de las variables fue confirmada mediante evaluaciones jackknife y heurísticas (Tabla 3 y Anexo 2)

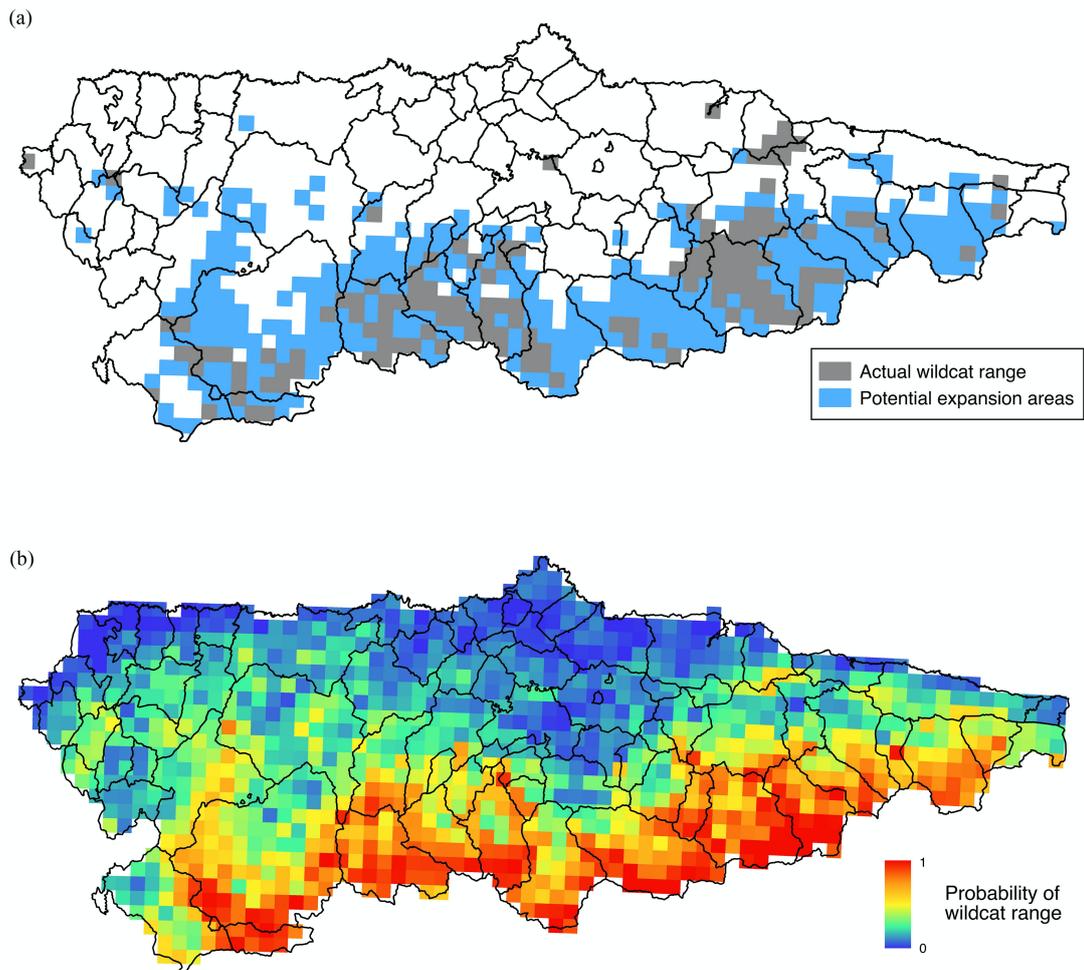


Figura 14: (a) Áreas de distribución reales y potenciales del gato montés basadas en nuestro modelo Maxent y (b) probabilidad de ocurrencia del área de distribución del gato montés en Asturias basada en nuestro modelo MaxEnt usando una malla de 3 x 3 km.

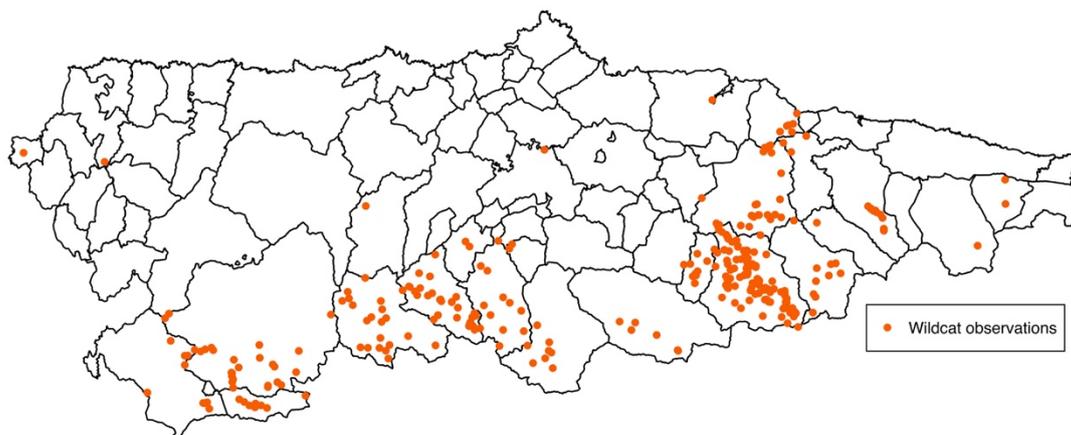


Figura 15: Observaciones de gato montés en Asturias 2000–2017.

Tabla 2: Métricas de evaluación de los cinco modelos candidatos con mayor apoyo empírico, contruidos para evaluar la idoneidad del área de distribución de los gatos monteses en el Principado de Asturias.

Características ^a	Regularización múltiple	Full AUC	Mean AUC	AUC diff	OR min	AICc	Δ AICc	Número param
LQT	3,5	0,840	0,750	0,093	0,128	1777,99	0	26
LQHT	1,5	0,870	0,792	0,094	0,085	1779,50	1,511	35
LQ	2	0,833	0,752	0,096	0,133	1781,71	3,718	25
LQ	4	0,830	0,746	0,092	0,128	1784,11	6,122	23
LQT	4,5	0,832	0,745	0,091	0,128	1784,53	6,548	24

a) Características: L – linear, Q – quadratic, H – hinge, T - threshold

Tabla 3: Variables del modelo MaxEnt que describen la probabilidad de rango de los gatos monteses. Los valores porcentuales se basan en un método heurístico que estima la contribución proporcional de cada variable a la ganancia de entrenamiento del modelo para cada iteración durante el ajuste del modelo.

Variable	Porcentaje de contribución en el modelo
Altitud (Elevation)	39
Porcentaje de bosques (Percent of forest)	26.6
Pistas forestales y senderos (Footpaths)	15.9
Porcentaje de plantaciones forestales (Percent of forest plantations)	7,6
Pendiente (Slope)	5,2
Estacionalidad de las precipitaciones (Precipitation seasonality)	1,5
Porcentaje de helechales (Percent of fern)	1,4
Porcentaje de matorrales (Percent of shrubland)	0,9
Ríos (River)	0,8
Número de clases de uso del suelo (Number of landcover classes)	0,8
Porcentaje de brezales (Percent of heath)	0,2
Porcentaje de praderas (Percent of pasture)	0,1
Índice de Shannon (Shannon index)	0,1
Carreteras (Roads)	0
Porcentaje de estructuras humanas (Percent of human structures)	0
Porcentaje de aulagares (Percent of gorse)	0
Porcentaje de suelo desnudo (Percent of open ground)	0
NDVI	0
Densidad de población (Human density)	0
Autopistas (Highways)	0
Porcentaje de agua (Percent of water)	0
Porcentaje de humedales (Percent of wetland)	0
Porcentaje de cultivos (Percent of farmlands)	0
Porcentaje de cortados (Percent of cliffs)	0

Discusión

Nuestro modelo indica que alrededor del 40% del territorio del Principado de Asturias es potencialmente apto como área de distribución de los gatos monteses, sobre todo las zonas de montaña y que también coinciden con las áreas protegidas. Basándonos en nuestras observaciones, aproximadamente el 30% del territorio apto se encuentra ocupado por gatos monteses. El 70% de este territorio apto, donde no se tiene constancia de que haya gato montés, puede que en realidad si los haya, pero que aún no se hayan observado, bien por falta de muestreo, o bien porque los gatos monteses tienen patrones de actividad crepusculares/nocturnos (Liberek 1999; Urra 2003; Monterroso *et al.* 2009; Martín-Díaz *et al.* 2018), y en ocasiones son difíciles de ver.

Tradicionalmente se consideraba al gato montés como una especie típicamente forestal (Klar *et al.* 2008), y con zonas de matorrales en el mediterráneo (Lozano *et al.* 2003; Monterroso *et al.* 2009; Martín-Díaz *et al.* 2018; Oliveira *et al.* 2018), un reciente estudio muestra que los gatos evitan las zonas de cultivo y los bosques de encina tienen efecto positivo en la presencia de gatos monteses (Gil-Sánchez *et al.* 2020). Nuestro modelo indica una asociación positiva con la altitud y con el porcentaje de superficie boscosa; y una asociación negativa con la densidad de caminos. Este resultado concuerda con estudios previos en otros gatos generalistas, donde los modelos indican una correlación positiva con la altitud, la escabrosidad y los tipos de vegetación y una correlación negativa con la proximidad a las carreteras y la densidad de población humana (Ortega-Huerta y Medley 1999; Hatten *et al.* 2005; Carroll y Miquelle 2006; Lecis *et al.* 2006; Carreras-Duro *et al.* 2016). Según un estudio realizado en Navarra (Urra 2003), provincia situada en el norte de España, la caza es la actividad humana con mayor impacto negativo en los gatos monteses. Dado que los cazadores suelen utilizar los senderos utilizados en nuestro modelo, la caza puede ser la causa de que en nuestro modelo haya una asociación negativa entre los senderos y la idoneidad del hábitat para esta especie.

Algunos estudios indican que la altitud óptima para los gatos monteses en Europa se encuentra entre los 300 y 800 metros sobre el nivel del mar, y que esta especie evita

zonas con más de 20 cm de nieve durante largos periodos (Ragni 1978; Liberek 1999; Mermod y Liberek 2002). En cambio, en nuestro modelo se constata que las áreas de mayor altitud son más adecuadas para los gatos que las áreas de menor altitud. En el sur de España también tuvieron unos resultados similares, donde la detección de gatos monteses también se vio que estaba relacionada positivamente con la altitud (Carreras-Duro *et al.* 2016). Durante periodos de mucha nieve, se observó que los gatos monteses se poder refugiar en el interior de zonas boscosas, donde la incidencia de la nieve es algo menor, y donde también pueden encontrar refugio de forma más sencilla y también se observaron desplazamientos a zonas más bajas (Mermod y Liberek 2002).

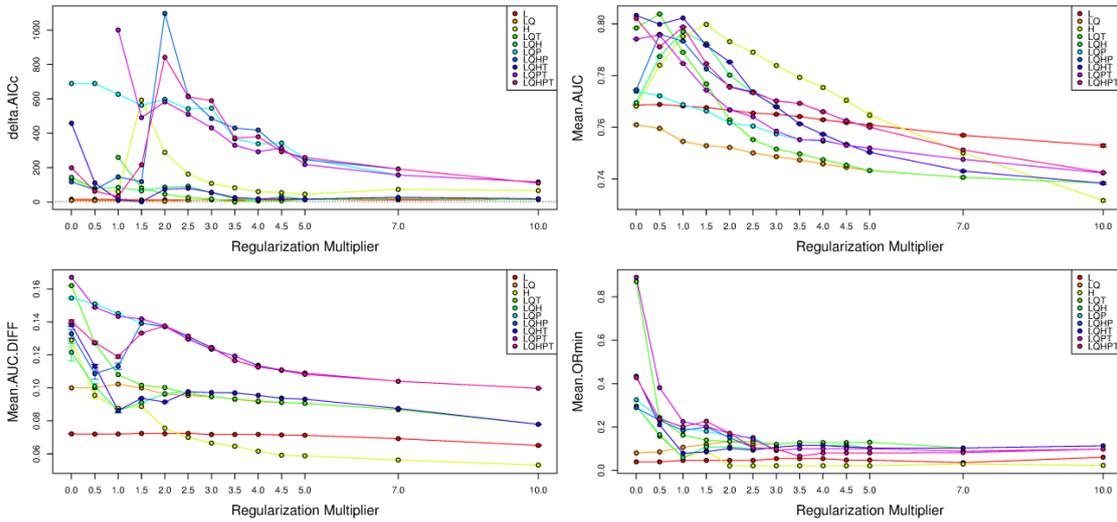
La mayor parte de las zonas identificadas como zonas idóneas para los gatos monteses por nuestro modelo se encuentran en zonas protegidas, lo que no sorprende debido a que estas zonas poseen una mejor cobertura forestal que las zonas no protegidas. Otros estudios también muestran que los gatos monteses se encuentran fuertemente asociados con las masas forestales (Lozano *et al.* 2003; Urra 2003), probablemente debido a que los gatos usan estas zonas boscosas como refugio (Parent 1975; Stahl 1986; Piechocki 1990; Wittmer 2001). Además, estas zonas boscosas son el hábitat principal de gran número de roedores (Palomo *et al.* 2007) que son las presas principales de los gatos monteses (García-Perea 2007). Y, como vimos antes, estos bosques son refugio también durante los periodos de mucha nieve. Curiosamente, nuestro modelo indica también una alta probabilidad de presencia de gatos monteses por encima de la línea de árboles, que como vimos en esta zona se encuentra a unos 1700 metros de altitud. Aunque estas zonas no presentan cobertura boscosa, la vegetación predominante son matorrales, que proporcionan un buen territorio de caza de roedores (Osbourne *et al.* 2005; Sullivan y Sullivan 2006), lo que explica la alta probabilidad de presencia de gatos monteses en nuestro modelo.

Las hembras de gato montés tienen unos requisitos de hábitat más estrictos que los machos, que tienen una mayor tolerancia a la fragmentación del hábitat y a la presencia humana (Oliveira *et al.* 2018). Las poblaciones de gato montés se mantienen estables cuando las condiciones del hábitat son favorables (Oliveira *et al.* 2008; Gil-Sánchez *et al.* 2015). Por lo tanto, si en el futuro hay que realizar un programa de

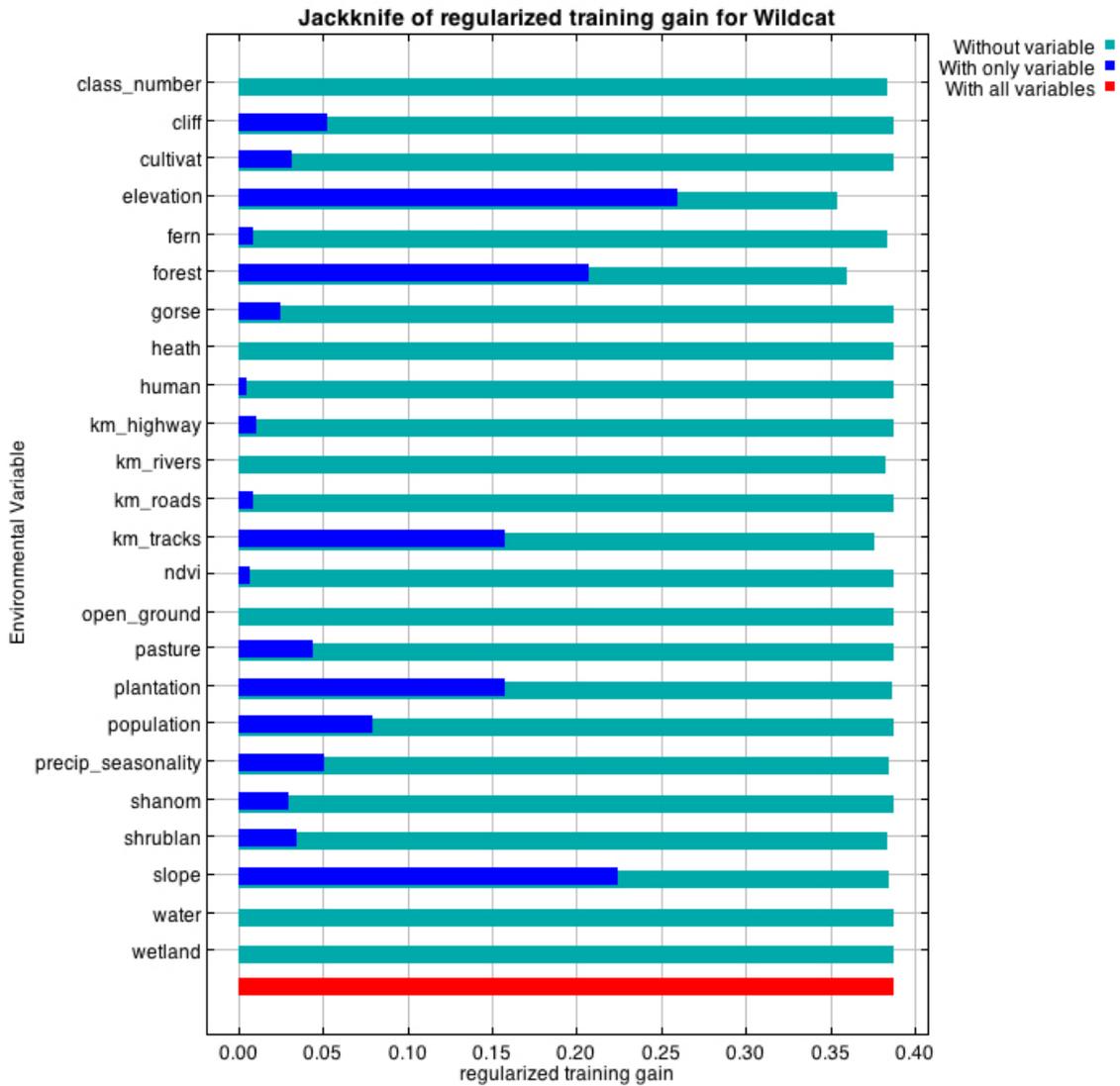
conservación de la especie, una de las actuaciones debe ser conservar estos hábitats. En nuestro modelo, solamente los caminos tuvieron un efecto negativo en la distribución de los gatos monteses, por lo que para conservar la especie se debe evitar la apertura de nuevos caminos. Curiosamente en otros estudios no encontramos ninguna relación entre caminos y la presencia de gatos monteses.

Identificar la idoneidad del hábitat de los gatos monteses y conocer los factores de predicción con mayor importancia para la presencia de esta especie, permite, a las autoridades y a las organizaciones conservacionistas, crear planes de manejo eficaces para esta especie. Nuestras conclusiones deberían mejorar la comprensión y la gestión de las poblaciones de gato montés en Asturias, una zona importante para la especie.

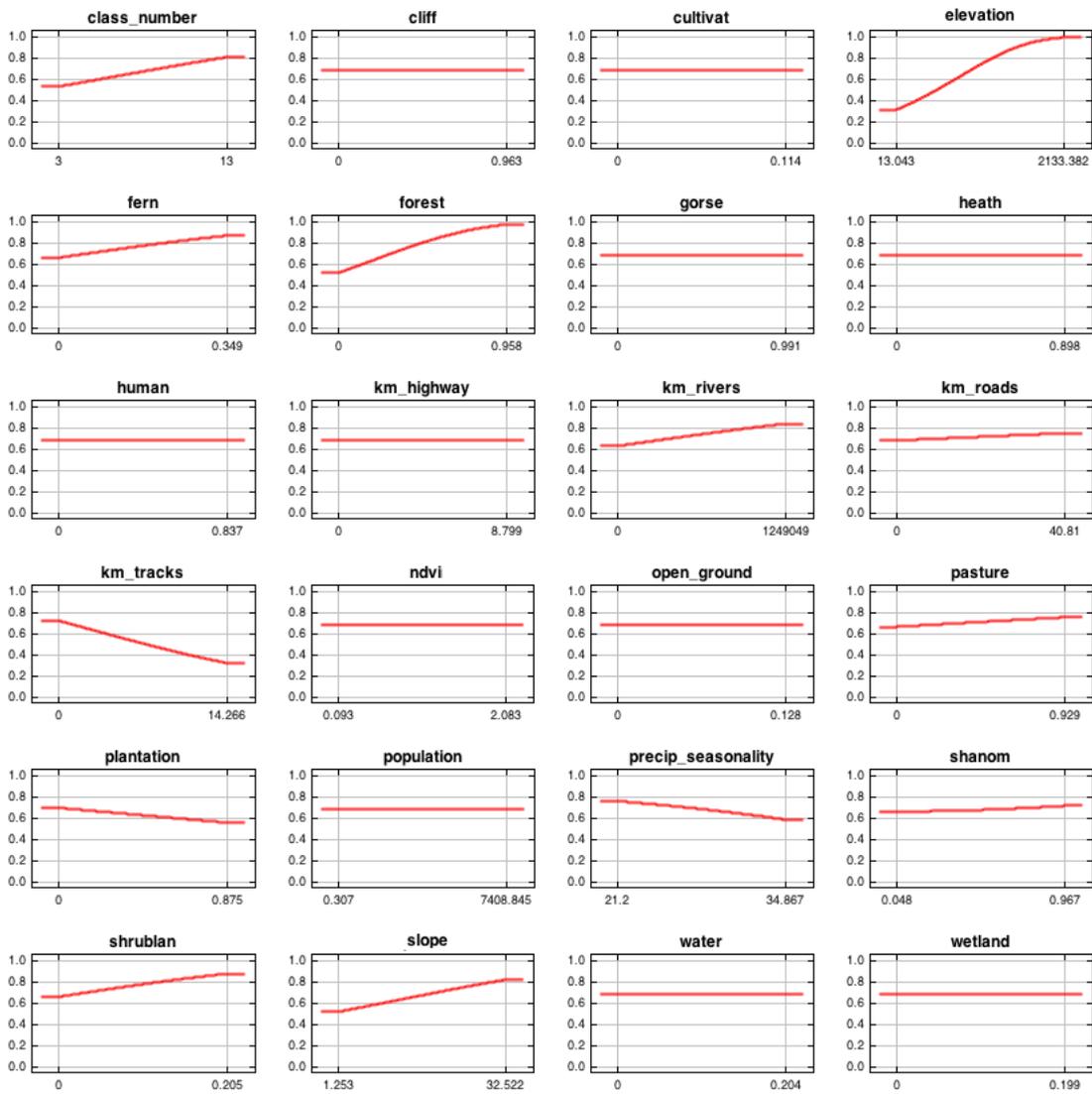
Anexo 1: Evaluación de los 130 modelos candidatos de la distribución del gato montés en Asturias. Evaluado en base a multiplicadores de regularización de 0 a 10 y 5 tipos de parametrizaciones (linear (L), quadratic (Q), product (P), threshold (T) y hinge (H)) y sus combinaciones.



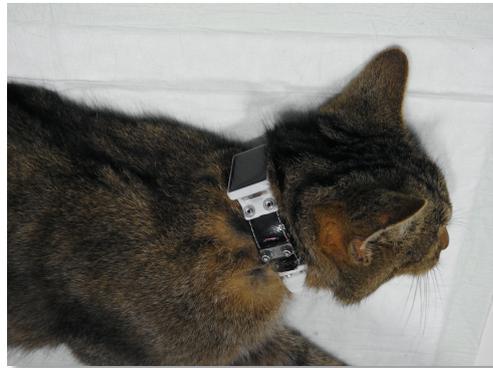
Anexo 2: Resultado de la prueba jackknife sobre la importancia de las variables para el modelo.



Anexo 3: Probabilidad de ocurrencia del gato montés (0-1) predicha por cada una de las 24 variables utilizadas en nuestro modelo Maxent.



CAPÍTULO V. MOVIMIENTOS Y ÁREAS DE CAMPEO DEL GATO
MONTÉS EN EL SUROESTE DE ASTURIAS.



Fotos: José Luis Benito

Introducción

El gato montés europeo (*Felis silvestris silvestris*) es un felino de pequeño tamaño, su peso corporal oscila entre los 2 y los 7 kg (Kitchener 1991), y está ampliamente distribuido por Europa desde Sicilia hasta Escocia y desde Portugal hasta el Cáucaso. Actualmente se encuentra catalogado por la IUCN como especie en preocupación menor (LC), aunque la tendencia de la población se encuentra en retroceso (Yamaguchi *et al.* 2015). Los mayores riesgos para esta especie son la fragmentación del hábitat (Ragni y Seminara 2006; Say *et al.* 2012), mortalidad por causas humanas (Ragni y Seminara 2006; Klar *et al.* 2009; Lozano y Malo 2012) y la hibridación con los gatos domésticos (*Felis silvestris catus*) (Ragni y Seminara 2006; Oliveira *et al.* 2008). Localmente densidades elevadas de ungulados (*Sus scrofa* y *Cervus elaphus*) (Lozano *et al.* 2007) y la presencia de humanos (Piñeiro *et al.* 2012) pueden impactar de manera negativa en las poblaciones de gato montés.

La situación de la población del gato montés en España es poco conocida, se clasifica como casi amenazado (NT) (López-Martín *et al.* 2007). Los pocos estudios realizados muestran que la población se mantiene estable (Barea-Azcón *et al.* 2004; Lozano *et al.* 2005). Tampoco se conoce muy bien el grado de hibridación con los gatos domésticos en España, pero los pocos estudios realizados en la península Ibérica parecen indicar que esta hibridación es bastante reducida en este territorio (Oliveira *et al.* 2008; Gil-Sánchez *et al.* 2015).

Conocer los movimientos de los gatos monteses es importante para poder efectuar planes de conservación de la especie (Monterroso *et al.* 2009). Hasta el momento, se realizaron algunos estudios de radio seguimiento de gatos monteses en diferentes zonas de Europa, como Francia (Germain *et al.* 2008), Escocia (Corbett 1979; Scott *et al.* 1993; Daniels *et al.* 2001), península Ibérica (Urra 2003; Sarmiento *et al.* 2006; Monterroso *et al.* 2009; Soto y Palomares 2014; Martín-Díaz *et al.* 2018), Hungría (Biró *et al.* 2004), Alemania (Wittmer 2001) e Italia (Anile *et al.* 2017). La mayoría de estos estudios es con un número muy bajo de individuos, y lo que se puede ver es que el área de campeo de los gatos monteses varía mucho según las diferentes áreas. Además,

parece que los machos exploran áreas mayores que las hembras, y hay nulo o muy pequeño solapamiento entre las áreas de campeo de los machos, mientras que las hembras tienen mayor solapamiento de sus áreas de campeo con otras hembras y con los machos (Corbett 1979; Stahl *et al.* 1988; Wittmer 2001; Biró *et al.* 2004; Germain *et al.* 2008). Las áreas de campeo de los gatos monteses también se ven afectadas por la edad de los animales, donde juveniles y subadultos de ambos sexos tienen menores áreas de campeo que los adultos (Corbett 1979; Daniels *et al.* 2001; Monterroso *et al.* 2009).

El objetivo de este estudio es completar el conocimiento sobre los movimientos y el área de campeo de gato montés en España, aportando datos inéditos de estos en la cornisa cantábrica. Además, pretendemos comparar estos datos con los obtenidos en diversos trabajos realizados en el resto de Europa y discutir las implicaciones que tienen para su conservación.

Material y métodos

Área de estudio

El área de estudio se localiza en los Parques Naturales de Somiedo y de Fuentes del Narcea, Degaña e Ibias, situados en el suroeste del Principado de Asturias (Figura 16) que abarcan una superficie de unos 850 km². Las altitudes oscilan entre los 400 metros hasta los 2.194 metros sobre el nivel del mar. La fauna de mamíferos de la zona incluye: oso (*Ursus arctos*), lobo (*Canis lupus*), jabalí (*Sus scrofa*), ciervo (*Cervus elaphus*), corzo (*Capreolus capreolus*), rebeco cantábrico (*Rupicapra pyrenaica parva*), tejón (*Meles meles*), marta (*Martes martes*), garduña (*Martes foina*), zorro (*Vulpes vulpes*) y lirón gris (*Glis glis*), entre otros. La vegetación es muy diversa debido al gran rango de elevaciones, pero los bosques dominantes son los de roble (*Quercus petraea*) y haya (*Fagus sylvatica*).

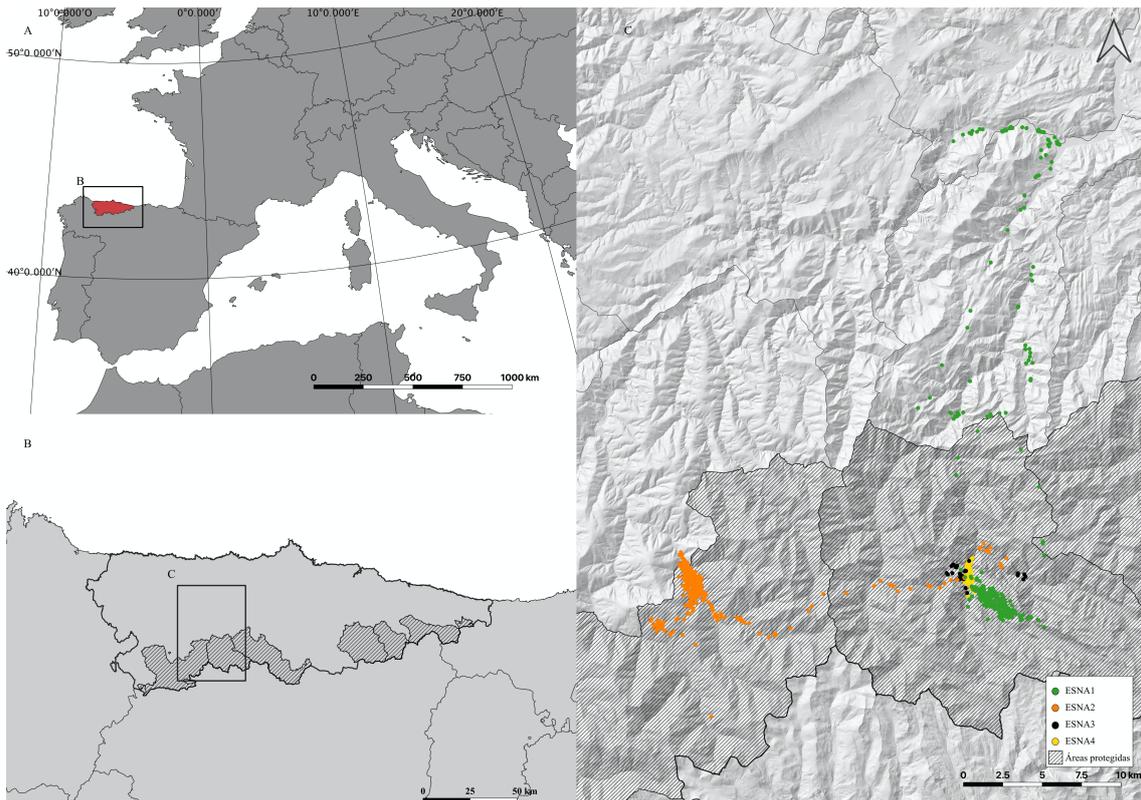


Figura 16: A y B) Localización del área de estudio y áreas protegidas del Principado de Asturias, ubicada en el noroeste de la península Ibérica, y (C) posiciones válidas de todos los gatos en el territorio.

Captura y Radioseguimiento

El periodo de captura se realizó entre el 23 de noviembre y el 8 de diciembre de 2017 y entre el 7 y 14 de marzo de 2018. Para la captura de los gatos monteses se utilizaron trampas de tipo “Tomahawk” de doble entrada, algunas de ellas cebadas con valeriana y sardinas en lata, y otras colocadas en zonas de paso con presencia confirmada de gato montés mediante cámaras de fototrampeo. Debido al carácter nocturno de los gatos monteses, las trampas se revisaron una vez al día al amanecer (Bizzarri *et al.* 2010), además las trampas poseían un indicador de aviso para conocer a distancia el estado de la misma. La identificación como gatos monteses se realizó basándose en las características del pelaje (Ragni y Possenti 1996) y además se tomaron diferentes muestras para futuros estudios. Los gatos monteses se anestesiaron utilizando los protocolos habituales (Bizzarri *et al.* 2010). Para cada individuo se tomaron los siguientes datos: sexo, peso, edad aproximada (juvenil=0-12 meses; sub-adulto=12-24 meses; adulto>24 meses) (Anile *et al.* 2017), estimada por un examen visual del tamaño corporal

y estructura y estado de los dientes. Los gatos fueron equipados con un collar GPS (Ecotone) con un peso de unos 80 g, el cual se encuentra alimentado por una pequeña placa solar que le permite aumentar sus tiempos de funcionamiento. Se configuraron para que enviaran posiciones cada hora.

Análisis estadísticos

Para el cálculo de las áreas de campeo utilizamos diferentes métodos, el de la envolvente mínima convexa (EMC) calculado mediante el programa informático QGIS version 3.8 (QGIS Development Team 2019), pero estos datos solamente se utilizan para comparar con bibliografía previa. También realizamos una estimación de los Kernel de densidad y de las trayectorias realizadas por los gatos mediante los paquetes de R `adehabitatHR` (Calenge y Fortmann-Roe 2013) y `adehabitatLT` (Calenge 2012) dentro del software R versión 3.5.2 (R Core Team 2018).

Resultados

Captura y seguimiento

En total se realizaron 19 jornadas de trampeo, en las cuales se efectuó un esfuerzo de 247 días/trampa, en los que se capturaron cuatro gatos monteses (1 gato/61,75 días), tres machos y una hembra. Estos fueron seguidos durante una media de 191 ± 201 días, obteniéndose una media de 305 ± 276 posiciones válidas (Tabla 4). Los gatos macho se clasificaron en dos grupos de edades, siendo ESNA1 un macho adulto, y los otros dos machos ESNA3 y ESNA4 eran juveniles. Mientras que ESNA2 era una hembra juvenil en el momento de la captura.

El gato ESNA1 murió atropellado 181 días después de haber sido capturado. El gato ESNA3 desapareció, pero se encontró el collar en perfecto estado en el arcén de una carretera 76 días después de su captura, por lo que suponemos que murió por alguna causa humana. Y el gato ESNA4 desapareció 76 días después de su captura y no se supo más de él. Por el contrario, la gata ESNA2 sigue viva en la actualidad.

Movimientos

Los movimientos de los gatos presentan diferentes patrones. Así mientras ESNA3 y ESNA4 permanecieron en un área cercana a la zona de captura, ESNA1 y ESNA2 realizaron grandes desplazamientos.

ESNA1 es un macho adulto, el cual permaneció en la misma zona de captura, y en un determinado momento realizó un desplazamiento de unos 30 km en línea recta hacia el norte de la zona de captura. Durante un mes estuvo estable en la misma zona, tras ese tiempo retornó de nuevo a la zona donde había sido capturado, y al final se estaba desplazando de nuevo hacia el norte cuando murió atropellado por un coche (Figura 17).

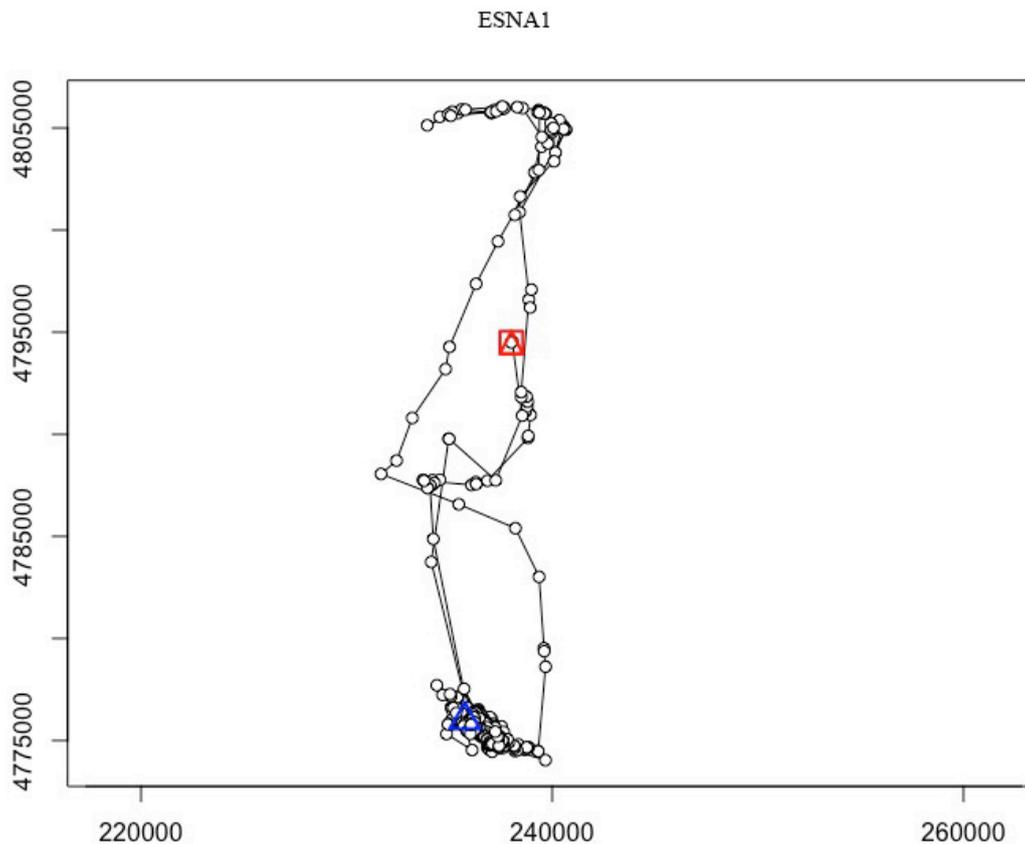


Figura 17: Trayectoria realizada por el gato ESNA1. Se indica el punto de inicio con un triángulo azul y el final con uno rojo.

ESNA2 es una hembra joven que suponemos en el momento de la captura se encontraba en dispersión y buscando un área donde establecerse, tras la captura estuvo 5 días en la zona, pero tras ese tiempo realizó un desplazamiento de unos 16 km prácticamente en línea recta, hasta que se estableció en la zona en la que permanece actualmente (Figura 18).

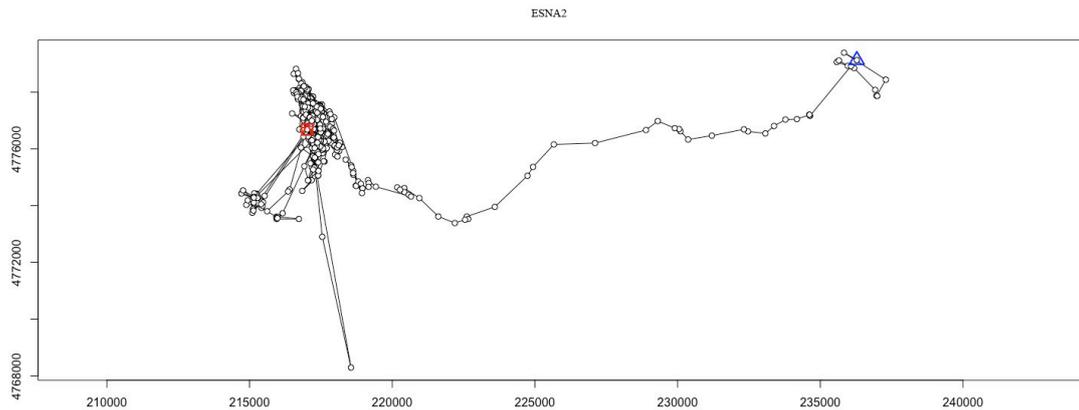


Figura 18: Trayectoria realizada por la gata ESNA2. Se indica el punto de inicio con un triángulo azul y el final con uno rojo.

ESNA3 es un macho joven que se mantuvo unos días en la misma zona de la captura, tras lo cual se desplazó a un valle cercano. En esta nueva ubicación fue donde encontramos el collar en el borde de una carretera sin rastro del gato. Sospechamos que murió por causas relacionadas con el hombre (Figura 19).

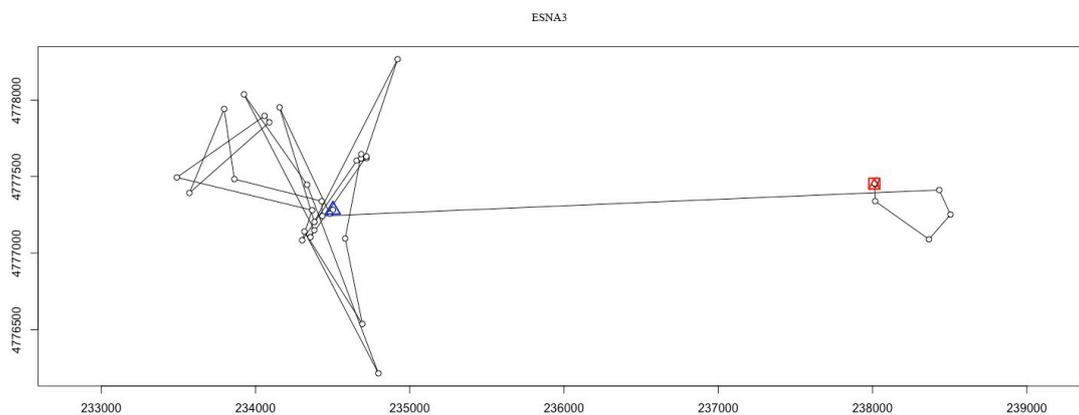


Figura 19: Trayectoria realizada por el gato ESNA3. Se indica el punto de inicio con un triángulo azul y el final con uno rojo.

El gato ESNA4 era un macho joven se mantuvo estable en la zona donde se capturó durante aproximadamente dos meses y medio, momento en el que el collar dejó de dar señales (Figura 19).

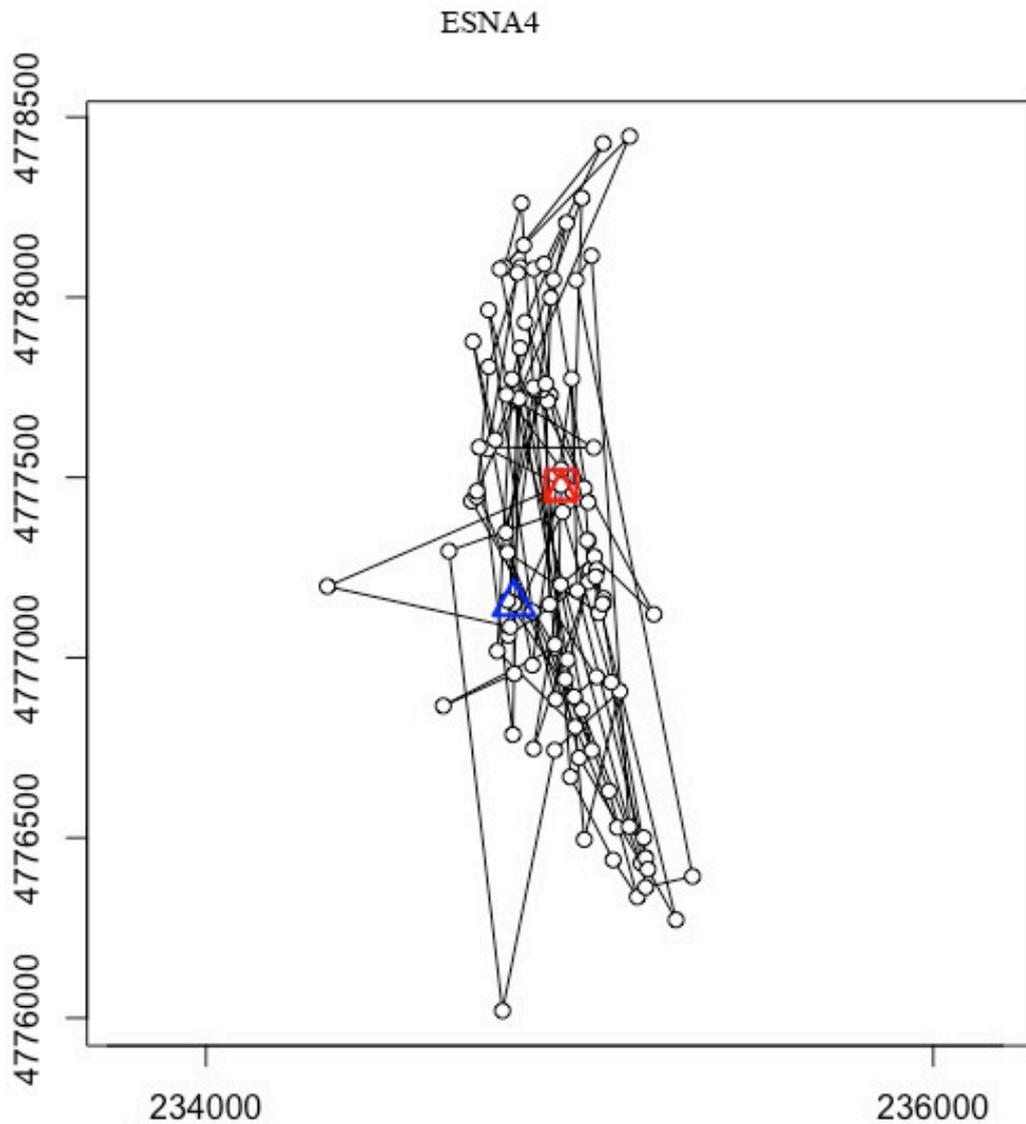


Figura 20: Trayectoria realizada por el gato ESNA4, se indica el punto de inicio con un triángulo azul y el final con uno rojo.

Área de campeo

El área de campeo medio de los gatos calculado por el polígono mínimo convexo fue de $91,6 \pm 107,5 \text{ km}^2$ (Tabla 4). El área de campeo de la hembra (ESNA2) es de $136,3 \text{ km}^2$, a la cual se le siguió durante 477 días, en los cuales se obtuvieron un total de 481 posiciones válidas (Tabla 4). Mientras que la media del área de campeo de los machos es de $76,7 \pm 126,5 \text{ km}^2$, los cuales se siguieron durante una media de 96 ± 77 días y se obtuvieron 246 ± 305 posiciones válidas (Tabla 4).

Tabla 4: Datos biométricos y áreas de campeo de los gatos monteses.

ID	Sexo	Captura	Ultima posición	Días	Número posiciones	EMC km^2	KDE km^2	
							50%	95%
ESNA1	Macho	5/12/17	3/6/18	181	596	222,77	5,08	75,04
ESNA2	Hembra	9/12/17	30/3/19	477	481	136,27	2,52	23,47
ESNA3	Macho	14/3/18	12/4/18	30	38	5,88	1,40	6,77
ESNA4	Macho	14/3/18	28/5/18	76	103	1,49	0,34	1,09

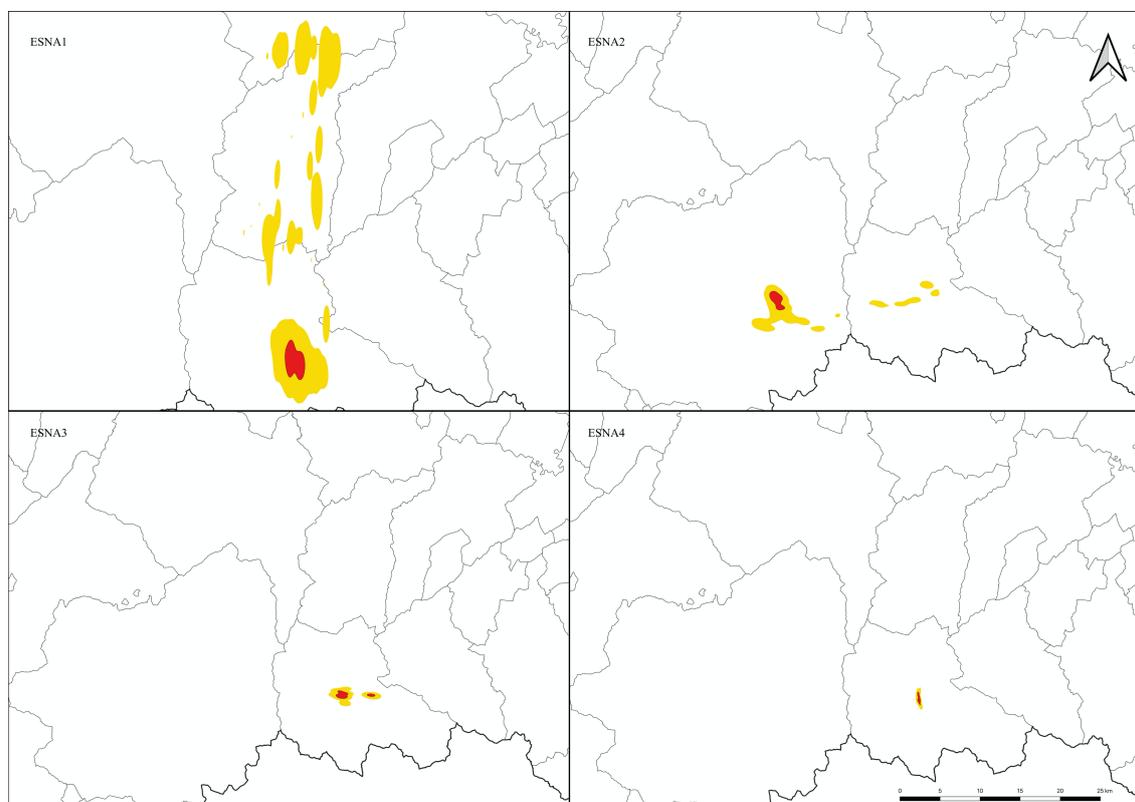


Figura 21: Áreas de campeo y áreas núcleo de los diferentes gatos.

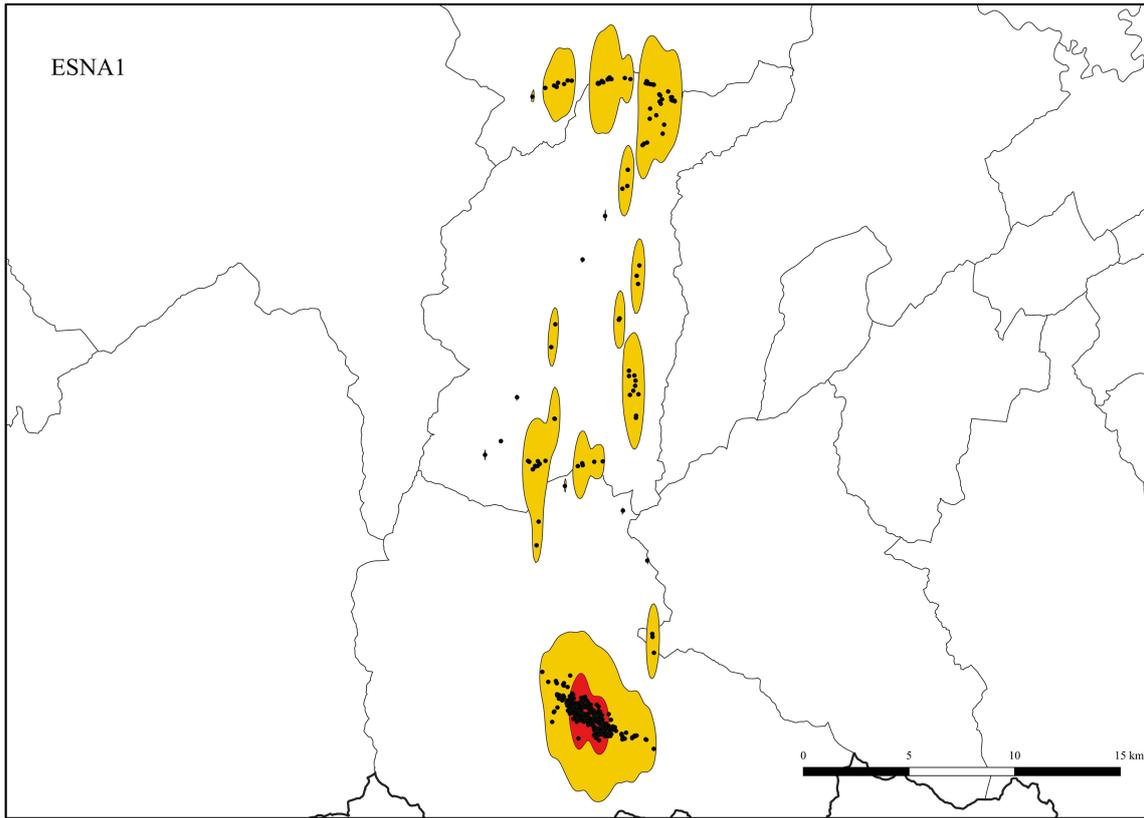


Figura 22: Datos GPS, y áreas de campeo y zona núcleo de ESNA1 calculadas con los kernel 95 y 50.

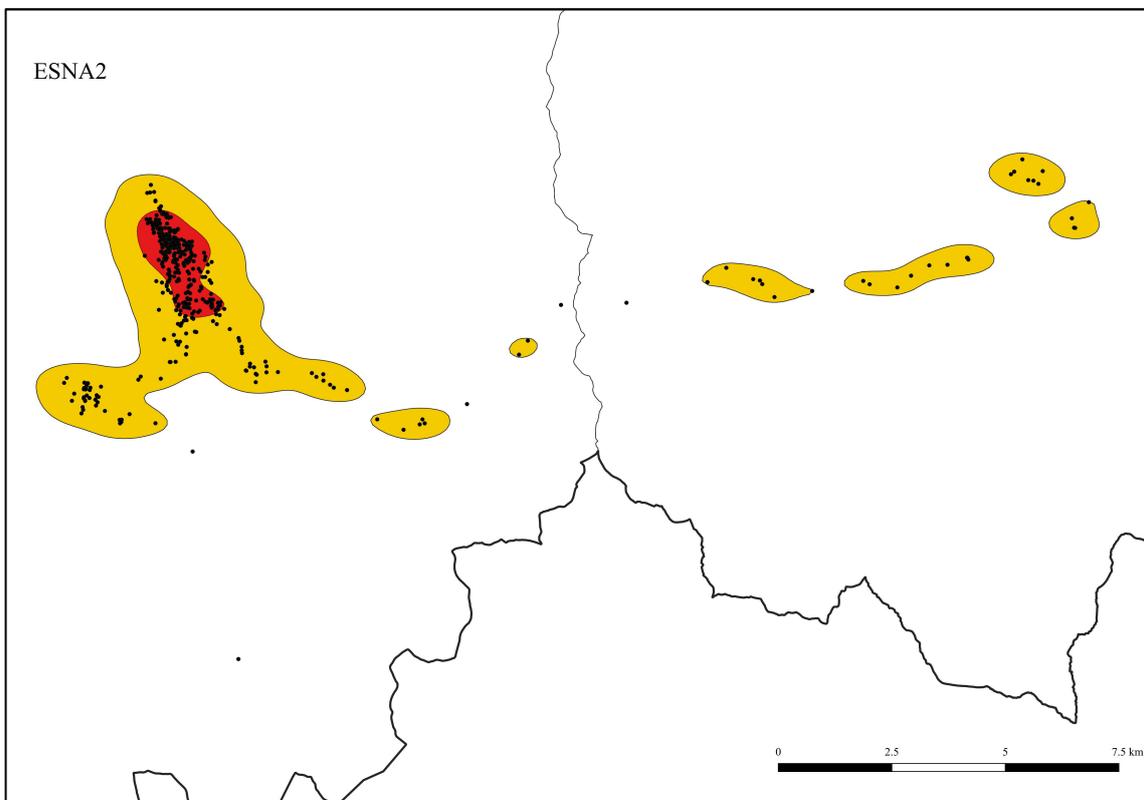


Figura 23: Datos GPS, y áreas de campeo y zona núcleo de ESNA2 calculadas con los kernel 95 y 50.

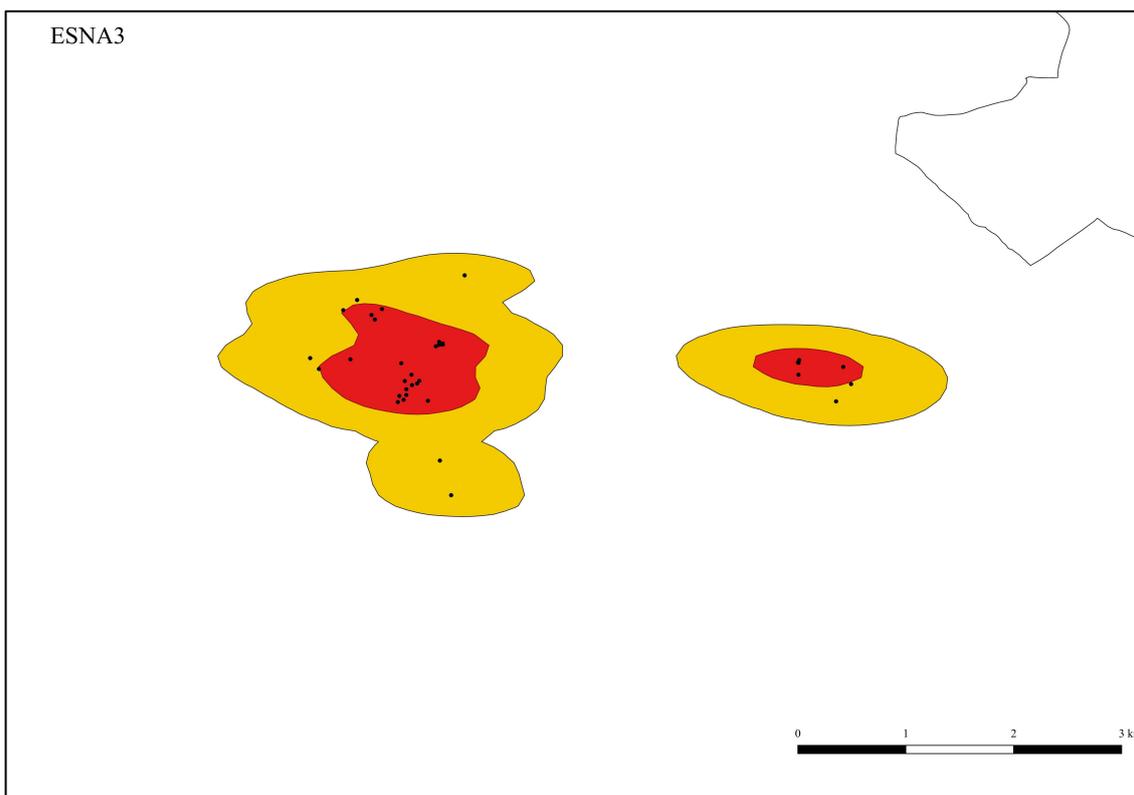


Figura 24: Datos GPS, y áreas de campeo y zona núcleo de ESNA 3 calculadas con los kernel 95 y 50.

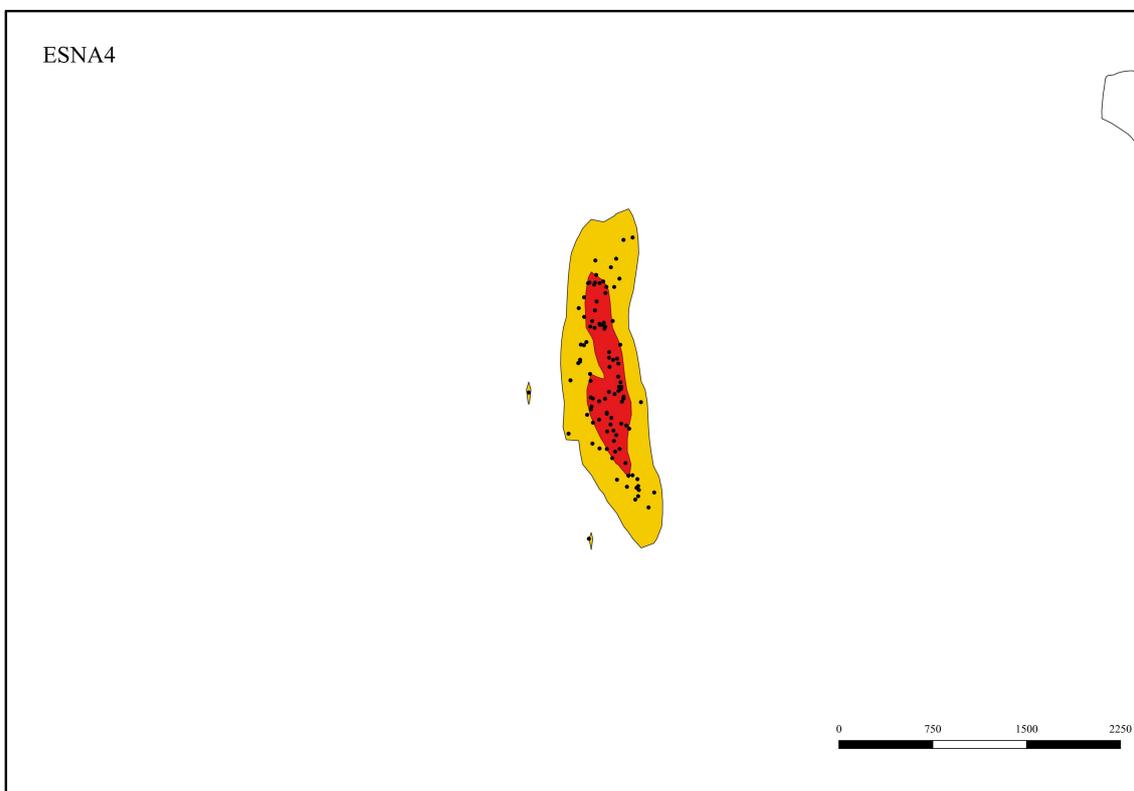


Figura 25: Datos GPS, y áreas de campeo y zona núcleo de ESNA4 calculadas con los kernel 95 y 50.

El tamaño de las áreas de campeo basándonos en el kernel de 95% oscilan entre los 1,09 y los 75,04 km² (Tabla 4, Figura 21—25) y las áreas núcleo, estimadas con el kernel de 50% oscilan entre 0,34 y los 5,08 km² (Tabla 4, Figura 21—25). Si analizamos las áreas núcleo de los cuatro gatos prácticamente no se solapan, solamente entre los dos machos jóvenes, hay un pequeño solapamiento (Figura 26).

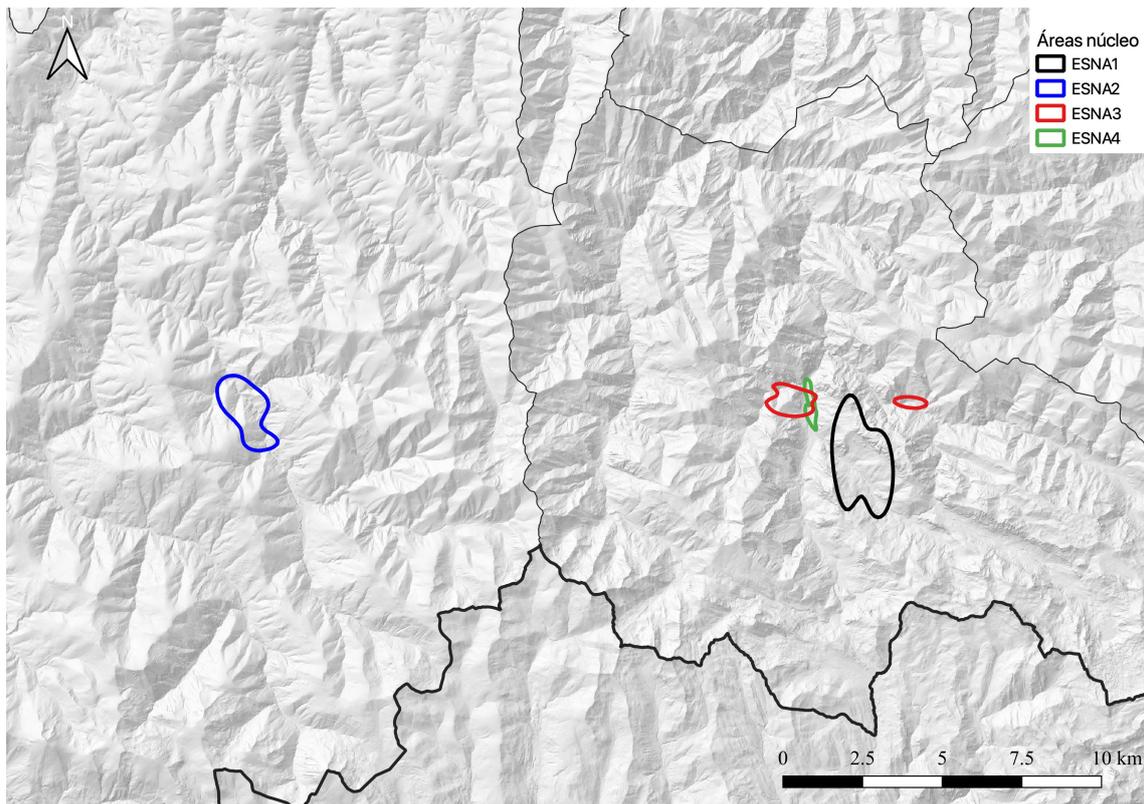


Figura 26: Áreas núcleo de los diferentes gatos.

Discusión

Nuestro estudio es el primero realizado de radio seguimiento del gato montés en el noroeste de España. Como en otros estudios realizados, nuestro trabajo parece indicar que hay grandes variaciones en las áreas de campeo entre diferentes individuos de la especie. Nuestros resultados muestran que el macho ESNA1 estuvo establecido en una zona y durante el periodo de celo, a principios de febrero, se desplazó grandes distancias, hasta una zona situada a unos 30 km en línea recta al norte de la zona de captura, donde estuvo durante un mes. Tras lo cual, regresó a la zona de captura, llegó a ella a finales de abril, y estuvo ahí durante aproximadamente un mes y cuando de nuevo se desplazaba hacia el norte murió atropellado por un coche. En Navarra, zona centro norte de España,

ya se había realizado otro estudio de seguimiento de gatos, y en este se obtuvieron unas áreas de campeo de las mayores conocidas hasta el momento en Europa, se obtuvieron áreas de campeo de 50,17 km² para los machos y 6,67 km² para las hembras (Urra 2003). Por lo tanto, ESNA1, con un área de campeo de 75 km² posee el área de campeo más grande conocida hasta el momento para individuos de esta especie.

La hembra ESNA2 también presenta un área de campeo de los mayores conocidos para las hembras de esta especie, esto puede deberse a que era un individuo muy joven cuando se capturó, y posiblemente se encontrara en fase de dispersión buscando donde establecerse. Los primeros días se desplazó un poco erráticamente hacia el noreste de la zona de captura, y cinco días después de la captura realizó un desplazamiento hacia el oeste de unos 16 km lo que nos da un resultado de un área de campeo de 23,47 km², una vez establecida en ese territorio, su área de campeo es aproximadamente de unos 10 km², un resultado más acorde a lo conocido de la especie, donde las hembras tienen áreas de campeo entre 0,69 y 13,85 km² (Monterroso *et al.* 2009).

Los gatos ESNA3 y ESNA4 se capturaron el mismo día y a muy poca distancia uno de otro, eran machos jóvenes, con menos de un año de vida. ESNA3 desapareció prácticamente un mes después de la captura, y se recuperó el collar en una carretera, pero sin rastro del gato, y el collar tampoco presentaba restos de haber sufrido algún golpe, por lo que sospechamos que murió por causas humanas y alguien le quitó el collar por algún motivo. Seguimos a ESNA4 durante algo más de dos meses, momento en el que desapareció, y no volvimos a saber de él. Ambos se capturaron al oeste del río Somiedo, un río pequeño de unos 4 metros de anchura en esta zona, y mientras ESNA3 siempre se mantuvo al oeste del río, ESNA4 lo cruzaba a menudo. Ambos se capturaron en la misma zona, pero sus áreas de campeo apenas solaparon. Unos pocos días antes de encontrarse el collar de ESNA3, éste cambió de zona a un valle contiguo, a unos cuatro kilómetros de su zona de captura. Las áreas de campeo de ESNA3 y ESNA4 se encuentran en el rango conocido de la especie, donde los machos presentan áreas de campeo entre 1,95 y 50,17 km² (Monterroso *et al.* 2009).

Las áreas de campeo de los gatos monteses tienen gran variación, en los machos varía desde 1,95 a 50,17 km² y en las hembras de 0,69 a 13,85 km² (Monterroso *et al.* 2009), pero estos estudios están realizados con diferentes metodologías, hay diferencias en los hábitats, en el número de presas e incluso en la edad de los animales, por lo que los estudios son difícilmente comparables de una forma directa. Estos estudios de radioseguimiento son indispensables para el seguimiento de la ecología de las diferentes especies y son básicos para la elaboración planes de conservación de las especies, con ellos se pueden conocer los hábitats preferidos por las especies, así como distintos factores que puedan afectarles, como puede ser la cercanía a carreteras, y el peligro que ellas conllevan para los individuos. También son importantes para conocer los patrones de actividad de la especie.

Este estudio demuestra que los gatos monteses son aún una especie poco conocida, en el futuro se deberían realizar más estudios de radioseguimiento de la especie para describir comportamiento espacial de las poblaciones de gatos monteses en diferentes zonas.

CAPÍTULO VI. PATRONES DE ACTIVIDAD DEL GATO MONTÉS EUROPEO EN LA CORDILLERA CANTÁBRICA (NOROESTE DE ESPAÑA) Y SUS INTERACCIONES CON OTROS CARNÍVOROS SIMPÁTRICOS.



Fotos capturadas por las cámaras de fototrampeo del FAPAS

Introducción

El estudio de los patrones de actividad de los animales es importante para entender su comportamiento. La repartición del uso del tiempo a lo largo del día debe estructurarse entre las diferentes especies simpátricas, especialmente las que tienen una relación predador-presa o interacciones competitivas. Los modelos de actividad temporal son uno de los componentes más importantes del uso del espacio y del tiempo por las diferentes especies y representa un aspecto importante del nicho ecológico de los organismos (Roth y Huber 1986). Los patrones de actividad de una especie dada son una respuesta adaptativa asociada a la búsqueda de recursos, compañero o incluso el riesgo de ser depredados (Bridges *et al.* 2004). Estos patrones de actividad tienen variabilidad entre regiones y entre las temporadas del año, incluso dentro de la misma especie, y estos patrones también se ven afectados por diferentes factores como la longitud del día, la temperatura o las precipitaciones (Bennie *et al.* 2014).

El fototrampeo es un método efectivo y asequible para el estudio de animales forestales y raros que son difíciles de observar mediante otros métodos, y ha utilizado para el estudio de diferentes especies (Carthew y Slater 1991; Bridges *et al.* 2004; Claridge *et al.* 2005; Bridges y Noss 2011; Crowley *et al.* 2014; Ikeda *et al.* 2016; Ogurtsov *et al.* 2018). El uso de estas técnicas ha permitido mejorar el conocimiento de la diversidad de especies (Kitamura *et al.* 2010), de las asociaciones entre especies (Ngoprasert *et al.* 2012), de las preferencias de hábitat (Gray y Phan 2011) y de los movimientos especialmente de las especies raras y difíciles de observar (Van Schaik y Griffiths 1996). Además, se ha mejorado el conocimiento de los patrones de actividad (Bridges y Noss 2011; Story *et al.* 2014), del uso del hábitat (Gužvica *et al.* 2014) y de la diferenciación de nicho (Ridout y Linkie 2009; Rowcliffe *et al.* 2014).

La mayoría de los estudios realizados con las cámaras de fototrampeo se centran en los grandes mamíferos, mientras que los estudios realizados con esta técnica sobre los mamíferos de mediano y pequeño tamaño son mucho más reducidos. Además, estos estudios suelen estar realizados en periodos de tiempo relativamente cortos, por ejemplo, una sola estación del año, con un estudio realizado, pero si estos estudios se

realizan durante periodos más largos de tiempo se pueden obtener diferencias en la actividad durante las diferentes estaciones del año.

La península Ibérica tiene una de las comunidades de mesomamíferos más diversa de toda Europa (Palomo *et al.* 2007). Entre ellos, el gato montés europeo (*Felis silvestris silvestris*) es un felino que se encuentra amenazado y es poco conocido y para el desarrollo de planes de conservación debemos aumentar el conocimiento sobre la especie (Lozano y Malo 2012). Aunque pocos, la gran parte de los estudios realizados con los gatos monteses se centran en el problema de su hibridación con los gatos domésticos (*Felis silvestris catus*) (Lecis *et al.* 2006; Oliveira *et al.* 2008; Ballesteros-Duperón *et al.* 2015; Gil-Sánchez *et al.* 2015; Beugin 2017). Pero también hay algunos estudios sobre su patrones de actividad, la mayor parte hechos mediante observaciones directas, y algunos con collares de radioseguimiento (Liberek 1999; Urra 2003) y más recientemente algunos utilizaron cámaras de fototrampeo (Monterroso *et al.* 2009; Martín-Díaz *et al.* 2018).

Los gatos monteses se distribuyen ampliamente por Europa, y estos están muy estudiados en el centro y norte de Europa (Wittmer 2001; Mermod y Liberek 2002; Klar *et al.* 2008; Germain *et al.* 2009; Macdonald 2010; Beugin 2017; Jerosch *et al.* 2018). Recientemente en la península Ibérica también se están desarrollando algunos estudios, pero principalmente en la zona centro o sur (Lozano 2008; Oliveira *et al.* 2008; Gil-Sánchez *et al.* 2015; Martín-Díaz *et al.* 2018) y solamente hay uno realizado en la zona norte de la península (Urra 2003). La presencia del gato montés europeo en Asturias (NW de España) ha sido estudiada y su distribución en la región ha sido revisada (Vázquez-García *et al.* 2015). Sin embargo, la ecología de esta especie continua siendo poco conocida en Asturias (Nores y García-Rovés 2007). Y, también el comportamiento de los gatos monteses, las interacciones de estos con otras especies y otros aspectos de su ecología continúan siendo poco conocidos (Urra 2003; Lozano 2008, 2017; Oliveira *et al.* 2008; Monterroso *et al.* 2014; Martín-Díaz *et al.* 2018).

Para aumentar el conocimiento de los patrones de actividad de los gatos monteses en Asturias hemos analizado datos de cámaras de fototrampeo recopilados desde 2010 a 2014 y también hemos buscado analizar el solapamiento de estos patrones

de actividad con otros carnívoros. Esperamos encontrar que los gatos monteses, al igual que otros felinos, tengan patrones de actividad crepusculares y nocturnos (Sunquist y Sunquist 2002), y comprobar si se observan cambios estacionales en la actividad basándonos en los patrones reproductivos. Además, se analizaron las diferencias entre los gatos monteses y seis carnívoros más comunes en el territorio.

Material y métodos

Área de estudio

Este trabajo se realizó en la Reserva de la Biosfera de Somiedo y en zonas cercanas, situadas en el suroeste de Asturias, del noroeste de España (Figura 27). Esta zona está situada en la parte occidental de la cordillera Cantábrica, con cumbres que sobrepasan los 2000 metros de altitud. La región posee un clima oceánico, donde se registran más de 2000 mm de lluvia, y hasta 65 días de nieve al año entre noviembre y abril (Ortega Villazán y Morales Rodríguez 2015). Este clima y topografía contribuyen a que la densidad de muchas de las especies de mamíferos sean mayores que en otras zonas de la península Ibérica (Vázquez y Fernández Prieto 2001).

La vegetación de Somiedo es un 40% matorral, 24% bosques y 19% pastizales (Vázquez y Fernández Prieto 2001). En los bosques, dominan los árboles de hoja caduca como las hayas (*Fagus sylvatica*), robles (*Quercus petraea*), fresnos (*Fraxinus excelsior*) y abedules (*Betula celtiberica*). Sin embargo, en zonas de roca caliza dominan las encinas (*Quercus rotundifolia*) que son de hoja perenne. Entre los parches de bosque aparecen praderías y tierras de cultivo. Las zonas de mayor elevación presentan una vegetación subalpina dominada por praderas y matorrales (Vázquez y Fernández Prieto 2001). Somiedo tiene una elevada biodiversidad, con flora endémica (Fernández Prieto *et al.* 2017) y más de 50 especies de mamíferos (Palomo *et al.* 2007), incluyendo al oso pardo (*Ursus arctos*) que en España es una especie declarada en peligro de extinción.

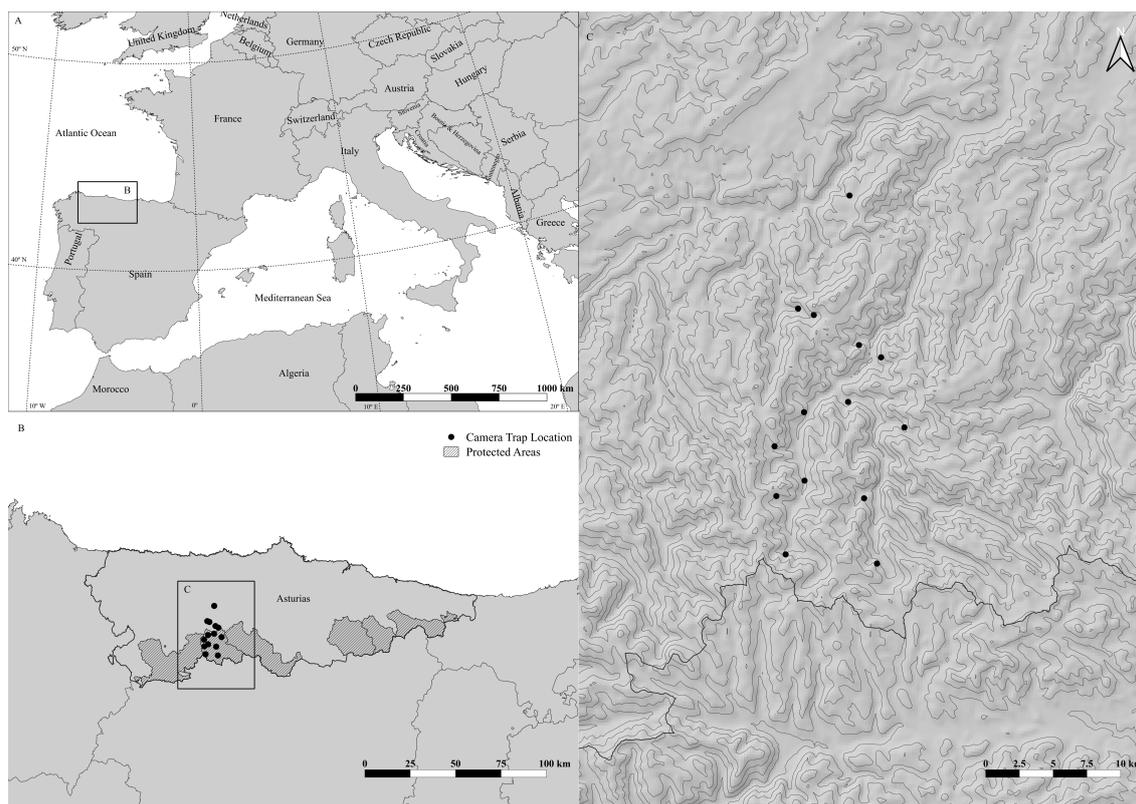


Figura 27: Mapa de las 14 localidades situadas en la parte sureste de Asturias (C), Noroeste de España (B)

Obtención de datos

El fototrampeo se realizó entre los años 2010—2014, en 14 localidades que oscilan entre los 380 y los 1590 metros de altitud, situadas en diferentes ambientes forestales (Figura 27). Se utilizaron siete modelos de cámaras trampa (Cuddeback Capture, HCO SG550V y SG570, LTL Acorn 512^a, Minox DTC600, y Reconyx DTC600 y H60HO) con flash visible (Cuddeback), infrarrojo (HCO) e infrarrojo invisible (LTL, Minox y Reconyx). El tiempo de reposo entre fotos fue de 1—3 segundos, excepto en las Cuddeback que tienen un tiempo de reposo mínimo entre fotos de 30 segundos. Como estábamos analizando patrones de actividad diarios, el uso de diferentes modelos de cámara con diferentes velocidades de disparo no sesga significativamente los resultados del estudio. Las cámaras se colocaron en senderos, estaban activas 24 horas al día y no se utilizaron cebos o atrayentes. Cuando aparecían varias fotografías de la misma especie en un intervalo de 60 minutos, consideramos esto como un solo evento de captura para asegurar la independencia de las capturas, a menos que se pudieran identificar que los

animales fueran claramente diferentes (O'Brien *et al.* 2003; Bowkett *et al.* 2008; Rovero *et al.* 2014).

Análisis de los datos

Para el cálculo de los patrones diarios de actividad utilizamos análisis de densidad del kernel (Ridout y Linkie 2009) para lo cual utilizamos el paquete “overlap” (Meredith y Ridout 2014) dentro del programa R v3.5.1 (R Core Team 2019). Para ver si hay diferencias en los patrones de actividad de los gatos monteses a lo largo del año, dividimos el año en cuatro periodos centrados alrededor de los solsticios y equinoccios, que además también coinciden bastante bien con el ciclo reproductor de los gatos monteses, así quedaron los periodos “A” (febrero—abril), “B” (mayo—julio), “C” (agosto—octubre) y “D” (noviembre—enero).

Para comparar los patrones de actividad entre las diferentes especies calculamos el coeficiente de solapamiento, Δ (Ridout y Linkie 2009) mediante el paquete “overlap” (Meredith y Ridout 2014). Consideramos que dos especies tienen un alto grado de solapamiento si $\Delta \geq 0,80$ (Lynam *et al.* 2013). Como hay más de 50 fotografías de cada especie analizada, utilizamos el estimador Δ_4 (Meredith y Ridout 2014). Los intervalos de confianza (CI) del 95% se obtuvieron con 10 000 muestras “bootstrap” para estimar la probabilidad de las funciones de densidad de cada especie (Rovero y Zimmermann 2016). Comparamos los patrones de actividad de los gatos monteses con otros carnívoros (oso, lobo, zorro, gineta, tejón y *Martes sp.*) del territorio. Del género *Martes* se encuentran dos especies muy parecidas como son la marta y la garduña, y ante la imposibilidad de identificarlas en muchas de las fotografías, se agruparon dentro de un mismo grupo. Debido a que las cámaras fueron colocadas originalmente para el seguimiento de los osos, nuestros datos subestiman las presas de los gatos monteses, que suelen ser pequeños mamíferos (López-Martín *et al.* 2007). Por lo tanto, centramos nuestros análisis en la actividad de los gatos monteses con respecto a los competidores y depredadores en lugar de con sus presas.

Resultados

En total tuvimos 17 069 días trampa, desde enero de 2010 hasta diciembre de 2014, en los cuales se obtuvieron 22 448 fotografías. El total de eventos fue de 10 893, 9 293 fueron de fauna salvaje y 1 600 de humanos y animales domésticos, que no se utilizaron en los análisis. Obtuvimos fotografías de 20 especies de mamíferos, y de varias especies de aves (Tabla 5). La especie observada más frecuentemente es el jabalí (34,6%), posteriormente el zorro (13,5%) y el corzo (9,5%). Los carnívoros (oso, lobo, gato montés, zorro, gineta, *Martes*, tejón y turón) representan el 42,3% de las observaciones. También se obtuvieron algunas fotografías de micromamíferos, los cuales no pudimos identificar y agrupamos bajo el nombre de ratones. Y en el periodo de cinco años, solamente hubo 8 eventos con los gatos domésticos.

Tabla 5: Número de fotografías y de eventos de las diferentes especies observadas obtenidos durante el estudio.

Nombre común	Nombre científico	Número de fotografías	Eventos	Porcentaje de eventos
Jabalí	<i>Sus scrofa</i>	6578	3217	32,59
Zorro	<i>Vulpes vulpes</i>	1589	1258	13,53
Corzo	<i>Capreolus capreolus</i>	1416	882	9,48
Oso	<i>Ursus arctos</i>	1518	725	7,79
Rebeco	<i>Rupicapra pyrenaica parva</i>	1456	648	6,97
Ciervo	<i>Cervus elaphus</i>	930	539	5,80
Lobo	<i>Canis lupus</i>	652	525	5,64
Gato montés	<i>Felis silvestris silvestris</i>	586	464	4,99
<i>Martes</i>	<i>Martes sp.</i>	469	418	4,49
Tejón	<i>Meles meles</i>	539	451	4,85
Gineta	<i>Genetta genetta</i>	103	89	0,96
Ardilla	<i>Sciurus vulgaris</i>	51	34	0,37
Aves		41	32	0,34
Gato doméstico	<i>Felis silvestris catus</i>	9	8	0,09
Ratones		10	6	0,06
Turón	<i>Mustela putorius</i>	6	5	0,05
TOTAL		15 953	9301	

Se obtuvieron 586 fotografías de gato montés en todas las localidades, las cuales supusieron 464 eventos. Se observaron gatos durante todas las horas del día, pero el pico de mayor actividad se produce alrededor de la media noche, y hay otro pico de actividad algo menor al final de la noche o primeras horas de la mañana, entre las 5 y 7 de la mañana. Además, también hay un pequeño pico de actividad alrededor de las 4 de la tarde. (Figura 28).

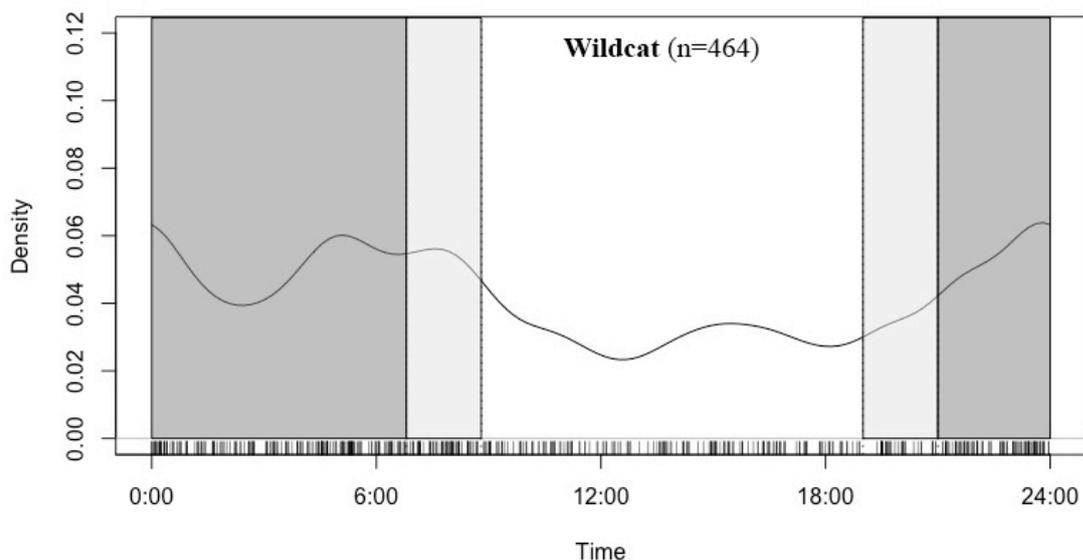


Figura 28: Patrón de actividad diario del gato montés europeo a lo largo del año.

Durante el periodo A (febrero—abril) hubo 110 observaciones, y los picos de actividad fueron alrededor de las 5 de la mañana, de las 3 de la tarde y de la media noche. En el periodo B (mayo—julio) hubo 150 eventos con picos de actividad a las 6 de la mañana y a las 9 de la tarde. En el periodo C (agosto—octubre) hubo 98 eventos y los gatos tienen picos de actividad a media noche, a las 5 y a las 8 de la mañana. Y, por último, en el periodo D (noviembre—enero) hubo 106 eventos y solamente hay un pico de actividad alrededor de la 1 de la mañana (Figura 29).

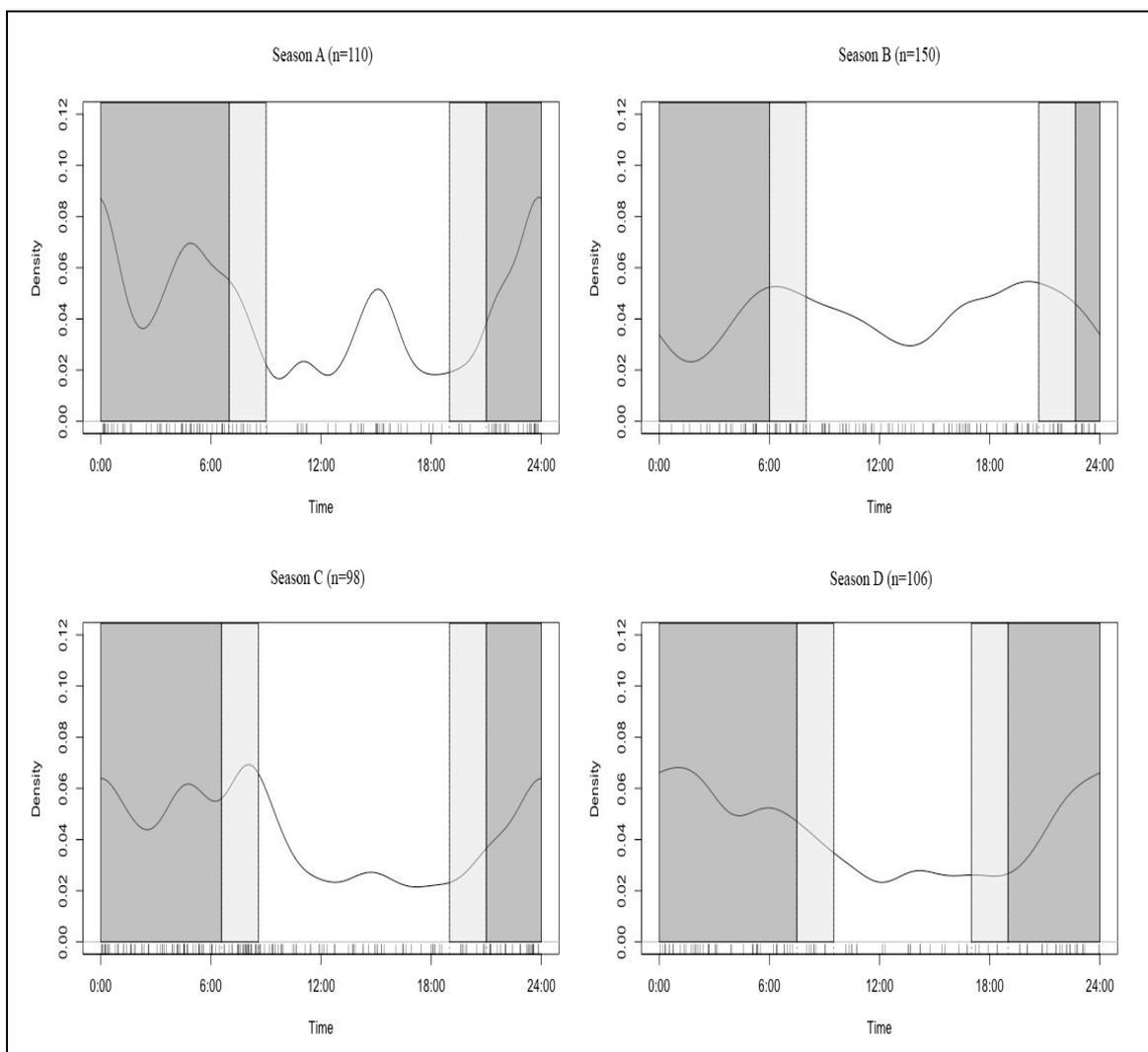


Figura 29: Patrones de actividad de los gatos monteses en los diferentes periodos del año. Periodo A (febrero—abril), B (mayo—julio), C (agosto—septiembre) y D (noviembre—enero).

Cuatro especies de carnívoros tienen un elevado grado de solapamiento en los patrones de actividad con los gatos monteses, estos son: *Martes sp.* ($\Delta = 0,90$, CI: 0,86–0,94), zorro ($\Delta = 0,83$, CI: 0,79–0,87), lobo ($\Delta = 0,82$, CI: 0,77–0,87) y oso ($\Delta = 0,80$, CI: 0,77–0,85). El coeficiente de solapamiento con las ginetas ($\Delta = 0,68$, CI: 0,61–0,75) y los tejones ($\Delta = 0,66$, CI: 0,59–0,73) indican menores grados de solapamiento con los gatos monteses (Figura 30).

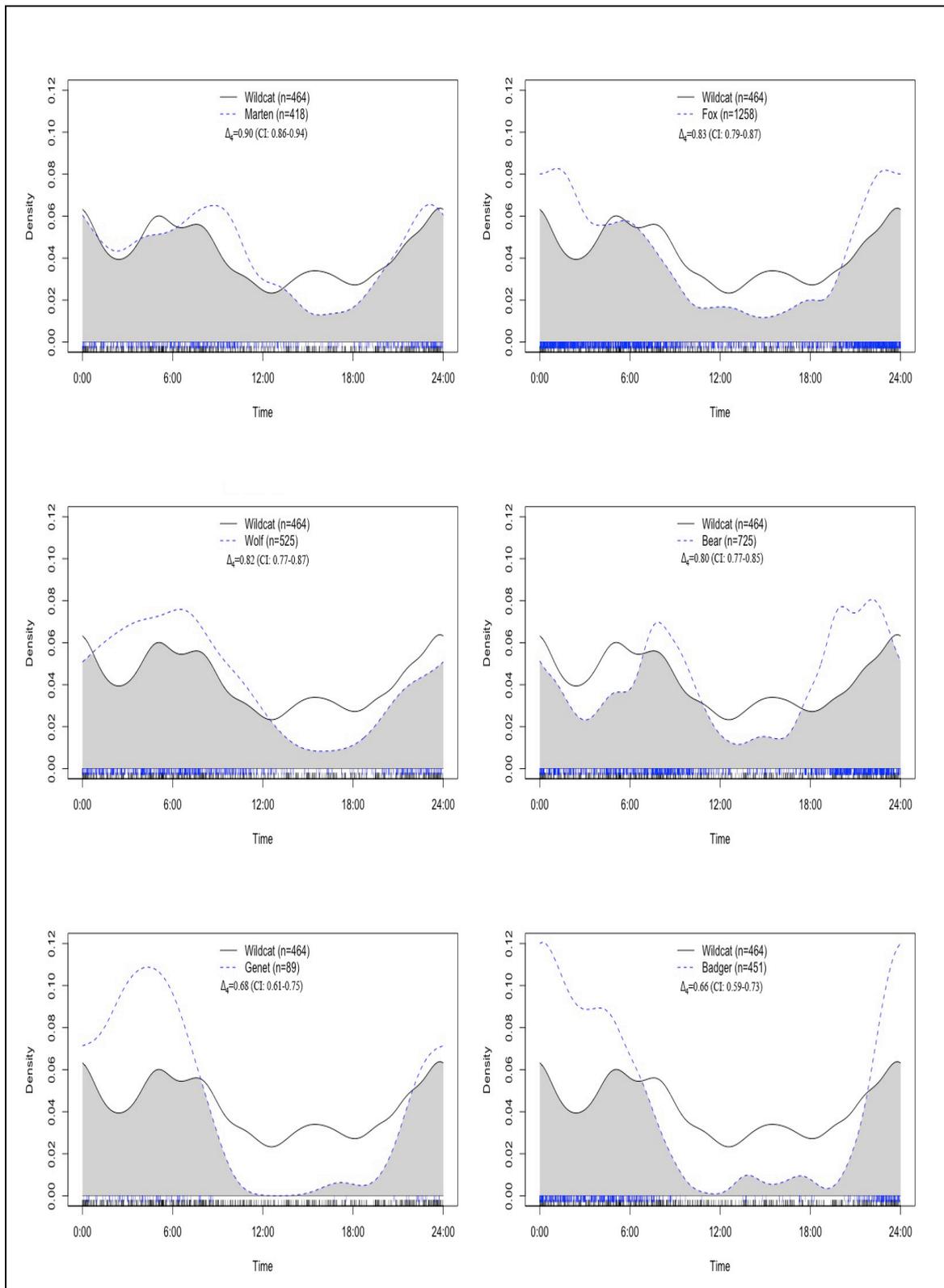


Figura 30: Patrones de actividad de los gatos monteses y de los otros carnívoros presentes en el territorio, así como el coeficiente de solapamiento e intervalos de confianza entre ellos.

Discusión

Los gatos monteses están activos durante todo el día, pero los picos de su actividad se producen especialmente a las horas crepusculares o durante la noche, esto es similar a lo conocido para la especie (Stahl 1986; Liberek 1999; Urra 2003; Monterroso *et al.* 2014; Martín-Díaz *et al.* 2018). Si analizamos su actividad en diferentes periodos del año, vemos que durante el periodo A (febrero—abril) es en el único momento que aparece un pico de actividad durante las horas diurnas, este periodo coincide con el máximo del periodo de celo de la especie que es entre febrero y marzo (Sunquist & Sunquist 2002) También, en Suiza se observó que durante la primavera los gatos también eran más diurnos (Liberek 1999).

La gestación de los gatos es de aproximadamente dos meses, por lo que los cachorros nacerán principalmente entre abril y mayo, lo cual se correspondería con el periodo B. Durante este periodo, es cuando los gatos monteses son más diurnos, y esto también concuerda con otro estudio (Monterroso *et al.* 2014) en el cual durante la época de cría, los gatos monteses tienen mayor actividad diurna. Esto se puede deber a que las hembras necesitan estar activas durante más horas para conseguir suficientes presas para criar a sus cachorros. Las crías permanecerán con la hembra unos cinco meses (Sunquist & Sunquist 2002).

En los periodos C y D (agosto—enero) es cuando los gatos monteses son más nocturnos en el territorio. Una posible causa de esto es la mayor presencia de personas comparado con otras épocas del año. Durante agosto se produce el pico de turismo, y de septiembre a febrero se realiza en el territorio la caza del jabalí mediante batidas, siendo esta la actividad humana que más afecta a los gatos monteses (Urra 2003) ya que los perros fuerzan a los gatos a desplazarse a zonas más tranquilas. Además, durante el periodo D (noviembre—enero) los gatos monteses están activos durante toda la noche, y es en este periodo del año es cuando los roedores, que son la principal presa de los gatos monteses, se encuentran menos activos e incluso algunos de ellos se encuentran hibernando (Palomo *et al.* 2007), por lo que los gatos monteses deben estar activos durante más horas para conseguir suficientes presas.

Así, el patrón de actividad de los gatos monteses es la respuesta a diferentes factores, la persecución por parte de los humanos (Kitchener 1991; Nowell y Jackson 1996), la actividad de su principal presa que son los roedores (Aymerich 1982; Liberek 1999; Moleón y Gil-Sánchez 2003; Linkie y Ridout 2011; Díaz-Ruiz *et al.* 2016), siendo, estos roedores, nocturnos en su gran mayoría (Palomo *et al.* 2007).

Solamente existe un estudio comparando el solapamiento de los patrones de actividad de los carnívoros en el sureste europeo (Monterroso *et al.* 2014). Los resultados obtenidos en nuestro estudio son similares, donde las especies con mayor solapamiento son el gato y las *Martes sp.* aunque en su estudio, la única especie con un alto grado de solapamiento, coeficiente mayor de 0,80, con los gatos monteses son las citadas *Martes sp.* y el resto de las especies de su estudio tienen un bajo grado de solapamiento. Nosotros encontramos que hay cuatro especies con un alto grado de solapamiento (*Martes sp.*, zorro, lobo y oso) entre ellas y los gatos monteses. Estos resultados pueden indicar que estas cinco especies son competidoras directas por el alimento, aunque si analizamos la dieta podemos ver que solamente la *Martes sp.* tiene una dieta similar con los gatos monteses (Gortázar 2007; López-Martín *et al.* 2007; Palomo *et al.* 2007). Además, se observó que los gatos monteses pueden predear sobre *Martes sp.* y también las *Martes sp.* son capaces de depredar sobre cachorros de gato montés (Schauenberg 1981), en nuestro territorio ambas especies comparten hábitat y patrones de actividad, por lo tanto es posible que también se pueda dar esta depredación entre ellas.

Los osos y lobos, aunque tienen patrones de actividad similares, tienen dietas diferentes, siendo los osos omnívoros (Palomero 2007) y los lobos depredan principalmente sobre animales de gran tamaño, principalmente ungulados (Blanco *et al.* 2007). Y los otros dos mesocarnívoros del territorio, el tejón y la gineta tienen bajo solapamiento del patrón de actividad con los gatos monteses. A la vista de los resultados, ambas especies son totalmente nocturnas. Y además, aunque son carnívoros, los tejones tienen una dieta muy rica en plantas, pero también pueden cazar algunos roedores (Revilla *et al.* 2007), y la gineta, tiene una dieta muy parecida a los gatos monteses (Calzada 2007), pero estas son muchísimo más nocturnas que los gatos, por lo que sus

patrones de actividad no solapan demasiado, además en el territorio son menos comunes que los gatos, por lo tanto no tienen una competición muy grande por las presas.

No se observó exclusión entre las especies de carnívoros estudiadas, todos ellos ocupan nichos similares, y tienen diferentes grados de solapamiento en sus patrones de actividad. Donde hay mayores diferencias es en la dieta de estas especies, donde algunos tienen una dieta omnívora, mientras que otros son estrictamente carnívoros, como pueden ser los gatos monteses. Esta puede ser la razón por la que estas especies de carnívoros presentan elevados coeficientes de solapamiento en sus patrones de actividad.

Este trabajo puede ayudar a entender mejor a las poblaciones de gato montés de la península Ibérica, pues realizamos el primer estudio a largo plazo basado en cámaras de fototrampeo en la región. Y, finalmente esto puede ayudar en el desarrollo de planes de manejo para la especie en el territorio, donde aparece una de las poblaciones más importantes de esta especie.

CAPÍTULO VII. CONCLUSIONES GENERALES.



Foto: Juan Díaz

Distribución histórica y actual del gato montés en Asturias

1. En el Principado de Asturias, la presencia del gato montés europeo (*Felis silvestris silvestris*, Schreber 1777), se menciona en fuentes documentales, al menos, desde el siglo XVII. Sin embargo, el conocimiento de la especie en sus diferentes aspectos biológicos y ecológicos continúa siendo muy precario en esta región del noroeste español.
2. El mapa del Principado de Asturias se puede dividir en 148 cuadrículas UTM de 10 x 10 km; en 93 de ellas hemos confirmado la presencia del gato montés europeo, esto supone que algo más de un 62% de ellas mantienen la presencia de esta especie en esta región.
3. La ausencia que hemos detectado, del gato montés europeo en 55 de las cuadrículas asturianas de 10 x 10 km, podría deberse a que aún no existe un esfuerzo suficiente de prospección de las mismas.
4. Es necesario, pues, incrementar las prospecciones, mediante diferentes técnicas de muestreo, en estos territorios, para establecer una correcta distribución de la especie objeto de nuestro estudio, en el Principado de Asturias.

Modelizando la distribución, e idoneidad del hábitat del gato montés en Asturias

5. A través de los diferentes análisis que hemos realizado, podemos concluir que alrededor de un 40% del territorio del Principado de Asturias, es, actualmente, apto para garantizar la pervivencia de esta especie en nuestra región.
6. Una vez que hemos concluido que un 40% del territorio asturiano es apto para la pervivencia del gato montés europeo, hemos constatado que en un 30% del mismo tenemos constancia de su presencia, mientras que en el otro 70% no tenemos constancia de la misma.

7. De todas las variables ambientales que hemos estudiado, para la modelización de la presencia del gato montés en el Principado de Asturias, podemos concluir que las que más relevancia tienen son la altitud, el porcentaje de superficie forestal y la densidad de pistas forestales y caminos de tierra.
8. Nuestro modelo concluye que la altitud y la densidad de superficie de bosques, influyen de una manera positiva.
9. Sin embargo, la densidad de caminos y pistas forestales suponen una influencia negativa en el modelo.

Movimiento y áreas de campeo del gato montés en el suroeste de Asturias

10. De la bibliografía consultada y del análisis de nuestros propios datos, podemos concluir que las áreas de campeo de los gatos monteses son muy diferentes según los individuos estudiados.
11. De los cuatro gatos monteses que hemos podido estudiar, con los datos de radioseguimiento que nos han facilitado desde la Dirección General del Medio Natural del Principado de Asturias, el macho ESNA1, realizó unos desplazamientos desconocidos para la especie, con un polígono envolvente de 222,77 km² y un kernel de 95% de 75,04 km².
12. De estos individuos, una hembra joven, ESNA2, también nos ha suministrado unos registros de los mayores conocidos para la especie, con un kernel de 95% de 24,47 km².
13. La misma hembra a la que nos hemos referido con anterioridad, ESNA2, nos ha confirmado que los individuos juveniles hacen movimientos dispersivos a grandes distancias para establecerse en zonas idóneas. Este ejemplar se desplazó más de 16 km hasta encontrar una zona apta, superando grandes altitudes.

14. Resulta imprescindible realizar un mayor esfuerzo en el radiomarcaje de gatos monteses en la España Atlántica, con el fin de poder establecer tanto las áreas de campeo de la especie, así como otros muchos requerimientos ecológicos de la misma.

Patrón de actividad del gato montés y sus interacciones con otros carnívoros

15. En el Principado de Asturias, los gatos monteses pueden estar activos a cualquier hora del día, no obstante, de nuestras observaciones obtenidas mediante fototrampeo, podemos concluir que durante las horas crepusculares y en la noche, se producen los máximos de actividad.
16. Durante los momentos máximos del celo (meses de febrero—marzo, periodo A), hemos detectado la existencia de un cierto pico de actividad de los gatos monteses durante las horas diurnas.
17. También, durante el periodo de cría de los cachorros (periodo B), los gatos monteses tienen un patrón de actividad más diurno que el resto del año, ello es debido, con seguridad, a la necesidad de las hembras en reforzar la captura de presas para alimentar a las crías.
18. Durante los meses de verano (periodos B y C), los gatos presentan un patrón de actividad más nocturno coincidente con la mayor presencia de personas en el medio. Además, en este periodo hay mayor actividad de micromamíferos, por lo que los gatos no necesitan muchas horas de actividad para conseguir el alimento.
19. Durante los meses de invierno (periodo D) la actividad continúa siendo nocturna y se mantiene durante toda la noche, debido a que en el medio hay menor número de presas y necesitan estar activos durante más horas para conseguir suficiente alimento.
20. En el Principado de Asturias, los gatos monteses solamente presentan elevados coeficientes de solapamiento de actividad con dos especies del género *Martes* (marta y garduña), los zorros, los lobos y los osos; no obstante, solamente martas y garduñas podrían constituir competidores directos por el alimento.

21. La gineta es el carnívoro que tiene una dieta similar a la del gato montés, por lo tanto, potencialmente son competidores directos; pero estas tienen un patrón de actividad exclusivamente nocturno, por lo que las dos especies utilizan el mismo hábitat, pero a diferentes horas.

CAPÍTULO VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.



Foto FAPAS

- AEMET I. 2011. — *Atlas climático ibérico/Iberian climate atlas*. Agencia Estatal de Meteorología, Ministerio de Medio Ambiente y Rural y Marino, Madrid. Instituto de Meteorologia de Portugal.
- AKAIKE H. 1974. — A new look at the statistical model identification. *IEEE Transactions on Automatic Control* 19 (6): 716–723. <https://doi.org/10.1109/TAC.1974.1100705>
- ANILE S., BIZZARRI L., LACRIMINI M., SFORZI A., RAGNI B. & DEVILLARD S. 2017. — Home-range size of the European wildcat (*Felis silvestris silvestris*): a report from two areas in Central Italy. *Mammalia* 82 (1): 1–11
- ARAÚJO M.B., PEARSON R.G., THUILLER W. & ERHARD M. 2005. — Validation of species–climate impact models under climate change. *Global Change Biology* 11: 1504–1513. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2005.001000.x>
- ARAÚJO M.B., GUILHAUMON F., NETO D.R., POZO I. & CALMAESTRA R. 2011. — *Impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático de la biodiversidad española. 2 Fauna de Vertebrados. Dirección general de medio Natural y Política Forestal*. Madrid. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. 640 pp.
- ARTOIS M. 1985. — Utilisation de l'espace et du temps chez le renard (*Vulpes vulpes*) et le chat forestier (*Felis sibestris*) en Lorraine. *Gibier Faune Sauvage* (3): 33–57
- AYMERICH M. 1982. — Étude comparative des régimes alimentaires du lynx pardelle (*Lynx pardina* Temminck, 1824) et du chat sauvage (*Felis silvestris* Schreber, 1777) au centre de la péninsule Ibérique. *Mammalia* 46 (4): 515–522
- BALLESTEROS-DUPERÓN E., VIRGÓS E., MOLEÓN M., BAREA-AZCÓN J.M. & GIL-SÁNCHEZ J.M. 2015. — How accurate are coat traits for discriminating wild and hybrid forms of *Felis silvestris*? *Mammalia* 79 (1): 101–110
- BAREA-AZCÓN J., BALLESTEROS-DUPERÓN E., MOLEÓN M., GIL-SÁNCHEZ J., VIRGÓS E. & CHIROSA M. 2004. — Distribución de los mamíferos carnívoros en la provincia de Granada. *Acta Granatense* 3: 43–53

- BEAUMONT M., BARRATT E., GOTTELLI D., KITCHENER A., DANIELS M., PRITCHARD J. & BRUFORD M. 2001. — Genetic diversity and introgression in the Scottish wildcat. *Molecular ecology* 10 (2): 319–336
- BENNIE J.J., DUFFY J.P., INGER R. & GASTON K.J. 2014. — Biogeography of time partitioning in mammals. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 111 (38): 13727–13732
- BENSON J.F., MAHONEY P.J., SIKICH J.A., SERIEYS L.E.K., POLLINGER J.P., ERNEST H.B. & RILEY S.P.D. 2016. — Interactions between demography, genetics, and landscape connectivity increase extinction probability for a small population of large carnivores in a major metropolitan area. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 283 (1837). <https://doi.org/10.1098/rspb.2016.0957>
- BEUGIN M.-P. 2017. — The European wildcat as a model for the study of wildlife: focus on hybridization and the circulation of viruses. Ecology, environment. Université de Lyon.
- BIRÓ Z., LANSZKI J., SZEMETHY L., HELTAI M. & RANDI E. 2005. — Feeding habits of feral domestic cats (*Felis catus*), wild cats (*Felis silvestris*) and their hybrids: trophic niche overlap among cat groups in Hungary. *Journal of Zoology* 266 (2): 187–196
- BIRÓ Z., SZEMETHY L. & HELTAI M. 2004. — Home range sizes of wildcats (*Felis silvestris*) and feral domestic cats (*Felis silvestris* f. *catus*) in a hilly region of Hungary. *Mammalian Biology* 69 (5): 302–310
- BIZZARRI L., LACRIMINI M. & RAGNI B. 2010. — Live Capture and Handling of the European Wildcat in Central Italy. *Hystrix-Italian Journal of Mammalogy* 21 (1): 73–82. <https://doi.org/10.4404/hystrix-21.1-4461>
- BLANCO J.C. 1998. — *Mamíferos de España I Insectívoros, quirópteros, primates y carnívoros de la península Ibérica, Baleares y Canarias. Guía de campo*. Barcelona, Editorial Planeta. 457 pp.
- BLANCO J., SÁENZ DE BURUAGA M. & LLANEZA L. 2007. — *Canis lupus* Linnaeus, 1758. *Atas y Libro Rojo de los mamíferos terrestres de España*: 272–274

- BOWKETT A.E., ROVERO F. & MARSHALL A.R. 2008. — The use of camera-trap data to model habitat use by antelope species in the Udzungwa Mountain forests, Tanzania. *African Journal of Ecology* 46 (4): 479–487
- BRIDGES A.S., VAUGHAN M.R., KLENZENDORF S. & VAUGHAN M.R. 2004. — Seasonal variation in American black bear *Ursus americanus* activity patterns: Quantification via remote photography. *Wildlife Biology* 10 (4): 277–284. <https://doi.org/10.2981/wlb.2004.033>
- BRIDGES A.S. & NOSS A.J. 2011. — Behavior and activity patterns, *Camera traps in animal ecology*. Springer. p. 57–69.
- BURNHAM K.P. & ANDERSON D.R. 2002. — *Model selection and multimodel inference: a practical information-theoretic approach*, 2nd ed New York Springer
- CABRERA A. 1914. — *Fauna Ibérica. Mamíferos*. Madrid, Museo Nacional de Ciencias Naturales. 441 pp.
- CALENGE C. 2012. — *Package "adehabitatLT" for the R software: Analysis of animal movements*
- CALENGE C. & FORTMANN-ROE S. 2013. — *Package "adehabitatHR": home range estimation*
- CALZADA J. 2007. — *Genetta genetta* (Linnaeus, 1758), *Atlas y Libro Rojo de los mamíferos terrestres de España*. Madrid, Dirección General de Conservación de la Naturaleza-SECEM-SECEMU. p. 290–293.
- CARRERAS-DURO J., MOLEÓN M., BAREA-AZCÓN J.M., BALLESTEROS-DUPERÓN E. & VIRGÓS E. 2016. — Optimization of sampling effort in carnivore surveys based on signs: A regional-scale study in a Mediterranean area. *Mammalian Biology-Zeitschrift für Säugetierkunde* 81 (2): 205–213
- CARROLL C. & MIQUELLE D.G. 2006. — Spatial viability analysis of Amur tiger *Panthera tigris altaica* in the Russian Far East: The role of protected areas and landscape matrix in population persistence. *Journal of Applied Ecology* 43 (6): 1056–1068. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2006.01237.x>

- CARTHEW S.M. & SLATER E. 1991. — Monitoring animal activity with automated photography. *The Journal of Wildlife Management*: 689–692
- CLARIDGE A.W., MIFSUD G., DAWSON J. & SAXON M.J. 2005. — Use of infrared digital cameras to investigate the behaviour of cryptic species. *Wildlife Research* 31 (6): 645–650
- CLEVENGER A. 1987. — Observación de un lince ibérico (*Lynx pardina*) en la provincia de Lugo, norte de España. *Doñana, Acta Vertebrata* 14: 140–142
- CONDÉ B. & SCHAUBENBERG P. 1974. — Reproduction du Chat forestier (*F. silvestris* Schr.) dans le nord-est de la France. *Rev Suisse Zool* 81: 45–52
- CORBETT L.K. 1979. — Feeding ecology and social organization of wildcats (*Felis silvestris*) and domestic cats (*Felis catus*) in Scotland
- COVARRUBIAS S. DE 1611. — *Tesoro de la lengua castellana*. Luis Sanchez.
- CROWLEY S.M., HODDER D.P. & LARSEN K.W. 2014. — Canada Lynx (*Lynx canadensis*) detection and behaviour using remote cameras during the breeding season. *The Canadian Field-Naturalist* 127 (4): 310–318
- DANIELS M.J., BEAUMONT M.A., JOHNSON P.J., BALHARRY D., MACDONALD D.W. & BARRATT E. 2001. — Ecology and genetics of wild-living cats in the north-east of Scotland and the implications for the conservation of the wildcat. *Journal of Applied Ecology* 38 (1): 146–161
- DEL CAMPO J.C. 1978. — Datos sobre la dieta de los carnívoros de Asturias. Tesina de Licenciatura. *Oviedo*. 76 p.
- DÍAZ-RUIZ F., CARO J., DELIBES-MATEOS M., ARROYO B. & FERRERAS P. 2016. — Drivers of red fox (*Vulpes vulpes*) daily activity: prey availability, human disturbance or habitat structure? *Journal of Zoology* 298 (2): 128–138
- DRISCOLL C.A., MENOTTI-RAYMOND M., ROCA A.L., HUPE K., JOHNSON W.E., GEFFEN E., HARLEY E.H., DELIBES M., PONTIER D. & KITCHENER A.C. 2007. — The Near Eastern origin of cat domestication. *Science* 317 (5837): 519–523

- DUARTE J. & VARGAS J. 2001. — ¿Son selectivos los controles de predadores en los cotos de caza. *Galemys* 13 (1): 9
- EICHHOLZER A. 2010. — Testing the applicability of pictures taken by camera-traps for monitoring the European wildcat *Felis silvestris silvestris* in the Jura Mountains of Switzerland. MSc Thesis. University of Zürich, Switzerland.
- ERIKSSON T. & DALERUM F. 2018. — Identifying potential areas for an expanding wolf population in Sweden. *Biological conservation* 220: 170–181
- FERNÁNDEZ PRIETO J.A., VÁZQUEZ V.M., BUENO SÁNCHEZ M.Á., CIRES RODRÍGUEZ E., FERNÁNDEZ N. & SEVERIANO H. 2017. — Notas corológicas, sistemáticas y nomenclaturales para el catálogo de la Flora Vasculare del Principado de Asturias. *Naturalia Cantabricae*, 5 (1)
- FERREIRA J.P.S.M. 2010. — Integrating anthropic factors into wildcat *Felis silvestris* conservation in Southern Iberia landscapes. PhD Thesis *Universidade de Lisboa*. Portugal.
- FIELDING A.H. & BELL J.F. 1997. — A review of methods for the assessment of prediction errors in conservation presence/absence models. *Environmental Conservation* 24 (1): 38–49. <https://doi.org/10.1017/S0376892997000088>
- GARCÍA F.J. 2004. — El gato montés *Felis silvestris* Schreber, 1775. *Galemys: Boletín informativo de la Sociedad Española para la conservación y estudio de los mamíferos* 16 (1): 1–14
- GARCIA-PEREA R. 2007. — *Felis silvestris* Schreber, 1777, *Atlas y Libro Rojo de los Mamíferos Terrestres de España*. Dirección General para la Biodiversidad–SECEM–SECEMU, Madrid. p. 333–335.
- GERMAIN E., BENHAMOU S. & POULLE M. 2008. — Spatio-temporal sharing between the European wildcat, the domestic cat and their hybrids. *Journal of Zoology* 276 (2): 195–203

- GERMAIN E., RUETTE S. & POULLE M.-L. 2009. — Likeness between the food habits of European wildcats, domestic cats and their hybrids in France. *Mammalian Biology* 5 (74): 412–417
- GIL-SÁNCHEZ J.M., JARAMILLO J. & BAREA-AZCÓN J.M. 2015. — Strong spatial segregation between wildcats and domestic cats may explain low hybridization rates on the Iberian Peninsula. *Zoology* 118 (6): 377–385. <https://doi.org/10.1016/j.zool.2015.08.001>
- GIL-SÁNCHEZ J.M., BAREA-AZCÓN J.M., JARAMILLO J., HERRERA-SÁNCHEZ F.J., JIMÉNEZ J. & VIRGÓS E. 2020. — Fragmentation and low density as major conservation challenges for the southernmost populations of the European wildcat. *PloS one* 15 (1): e0227708
- GORTÁZAR C. 2007. — *Vulpes vulpes* (Linnaeus, 1758), *Atlas y Libro Rojo de los Mamíferos Terrestres de España*. DGB-SECEM-SECEMU, Madrid, Spain. p. 277–279.
- GRAELLS M. DE LA P. 1897. — *Fauna mastodológica ibérica* Vol. 17. Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Madrid, Luis Aguado. 805 pp.
- GRAY T.N. & PHAN C. 2011. — Habitat preferences and activity patterns of the larger mammal community in Phnom Prich Wildlife Sanctuary, Cambodia. *The Raffles Bulletin of Zoology* 59 (2): 311–318
- GUŽVICA G., BOŠNJAK I., BIELEN A., BABIĆ D., RADANOVIĆ-GUŽVICA B. & ŠVER L. 2014. — Comparative analysis of three different methods for monitoring the use of green bridges by wildlife. *PloS one* 9 (8): e106194
- HATTEN J.R., AVERRILL-MURRAY A. & VAN PELT W.E. 2005. — A spatial model of potential jaguar habitat in Arizona. *The Journal of Wildlife Management* 69 (3): 1024–1033. [https://doi.org/10.2193/0022-541X\(2005\)069\[1024:ASMOPJ\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.2193/0022-541X(2005)069[1024:ASMOPJ]2.0.CO;2)
- HERRANZ J. 2000. — Efectos de la depredación y del control de predadores sobre la caza menor en Castilla-La Mancha. *Ph. D. thesis, Autonoma University of Madrid*
- HUMANS R.J., PHILLIPS S., LEATHWICK J.R. & ELITH J. 2017. — Package ‘dismo’. *October*: 55–55. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2011.07.022>

- HUBBARD A.L., MCOORIS S., JONES T.W., BOID R., SCOTT R. & EASTERBEE N. 1992. — Is survival of European wildcats *Felis silvestris* in Britain threatened by interbreeding with domestic cats? *Biological Conservation* 61 (3): 203–208
- IKEDA T., UCHIDA K., MATSUURA Y., TAKAHASHI H., YOSHIDA T., KAJI K. & KOIZUMI I. 2016. — Seasonal and diel activity patterns of eight sympatric mammals in northern Japan revealed by an intensive camera-trap survey. *PloS one* 11 (10): e0163602
- INE 2018. — Instituto Nacional de Estadística. Available from www.ine.es
- JERINA K., DEBELJAK M., DŽEROSKI S., KOBLER A. & ADAMIČ M. 2003. — Modeling the brown bear population in Slovenia: A tool in the conservation management of a threatened species. *Ecological Modelling* 170 (2–3): 453–469. [https://doi.org/10.1016/S0304-3800\(03\)00245-X](https://doi.org/10.1016/S0304-3800(03)00245-X)
- JEROSCH S., GÖTZ M., KLAR N. & ROTH M. 2010. — Characteristics of diurnal resting sites of the endangered European wildcat (*Felis silvestris silvestris*): Implications for its conservation. *Journal for Nature Conservation* 18 (1): 45–54
- JEROSCH S., KRAMER-SCHADT S., GÖTZ M. & ROTH M. 2018. — The importance of small-scale structures in an agriculturally dominated landscape for the European wildcat (*Felis silvestris silvestris*) in central Europe and implications for its conservation. *Journal for Nature Conservation* 41: 88–96. <https://doi.org/10.1016/j.jnc.2017.11.008>
- KACZENSKY P., CHAPRON G., VON ARX M., HUBER D., ANDRÉN H. & LINNELL J. 2013. — Status, management and distribution of large carnivores – bear, lynx, wolf & wolverine - in Europe; Part 2 (Country summaries). *IUCN/SSC Large Carnivore Initiative for Europe*
- KITAMURA S., THONG-AREE S., MADRSI S. & POONSWAD P. 2010. — Mammal diversity and conservation in a small isolated forest of southern Thailand. *Raffles Bulletin of Zoology* 58 (1): 145–156. <https://doi.org/10.1001/2013.jamainternmed.34>
- KITCHENER A. 1991. — The natural history of the wild cats: Comstock Pub. Associates
- KITCHENER A. 1995. — *The wildcats*. London: The Mammal Society.

- KITCHENER A.C., YAMAGUCHI N., WARD J.M. & MACDONALD D.W. 2005. — A diagnosis for the Scottish wildcat (*Felis silvestris*): a tool for conservation action for a critically-endangered felid. *Animal Conservation forum*. Cambridge University Press. p. 223–237.
- KLAR N., FERNÁNDEZ N., KRAMER-SCHADT S., HERRMANN M., TRINZEN M., BÜTTNER I. & NIEMITZ C. 2008. — Habitat selection models for European wildcat conservation. *Biological Conservation* 141 (1): 308–319. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2007.10.004>
- KLAR N., HERRMANN M. & KRAMER-SCHADT S. 2009. — Effects and mitigation of road impacts on individual movement behavior of wildcats. *The journal of wildlife management* 73 (5): 631–638
- KRAMER-SCHADT S., NIEDBALLA J., PILGRIM J.D., SCHRÖDER B., LINDENBORN J., REINFELDER V., STILLFRIED M., HECKMANN I., SCHARF A.K., AUGERI D.M., CHEYNE S.M., HEARN A.J., ROSS J., MACDONALD D.W., MATHAI J., EATON J., MARSHALL A.J., SEMIADI G., RUSTAM R., BERNARD H., ALFRED R., SAMEJIMA H., DUCKWORTH J.W., BREITENMOSER-WUERSTEN C., BELANT J.L., HOFER H. & WILTING A. 2013. — The importance of correcting for sampling bias in MaxEnt species distribution models. *Diversity and Distributions* 19 (11): 1366–1379. <https://doi.org/10.1111/ddi.12096>
- LECIS R., PIERPAOLI M., BIRO Z., SZEMETHY L., RAGNI B., VERCILLO F. & RANDI E. 2006. — Bayesian analyses of admixture in wild and domestic cats (*Felis silvestris*) using linked microsatellite loci. *Molecular Ecology* 15 (1): 119–131
- LIBEREK M. 1999. — *Eco-ethologie du chat sauvage Felis s. silvestris, Schreber 1777 dans le Jura Vaudois (Suisse): Influence de la couverture neigeuse*. Docteur Faculté de Sciences de l'Université de Neuchatel.
- LIBERG O. 1980. — Spacing patterns in a population of rural free roaming domestic cats. *Oikos*: 336–349
- LINKIE M. & RIDOUT M.S. 2011. — Assessing tiger-prey interactions in Sumatran rainforests. *Journal of Zoology* 284 (3): 224–229. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7998.2011.00801.x>

- LÓPEZ-MARTÍN J., GARCÍA F., SUCH A., VIRGÓS E., LOZANO J., DUARTE J. & ESPAÑA A. 2007. — *Felis silvestris* Schreber, 1777. *Atlas y Libro Rojo de los Mamíferos Terrestres de España*. DGB-SECEM-SECEMU, Madrid, Spain: 336–338
- LOZANO J., VIRGÓS E., MALO A.F., HUERTAS D.L. & CASANOVAS J.G. 2003. — Importance of scrub–pastureland mosaics for wild-living cats occurrence in a Mediterranean area: implications for the conservation of the wildcat (*Felis silvestris*). *Biodiversity & Conservation* 12 (5): 921–935
- LOZANO J. 2017. — Gato montés—*Felis silvestris* Schreber, 1777, *Enciclopedia Virtual de los Vertebrados Españoles*. pp. 28.
- LOZANO J. 2008. — Ecología del gato montés (*'Felis silvestris'*) y su relación con el conejo de monte (*'Oryctolagus cuniculus'*). Tesis doctoral, Universidad Complutense de Madrid.
- LOZANO J. & MALO A.F. 2012. — Conservation of the European wildcat (*Felis silvestris*) in Mediterranean environments: a reassessment of current threats. *Mediterranean ecosystems: dynamics, management and conservation*. Nova Science Publishers, Hauppauge, NY: 1–31
- LOZANO J., VIRGÓS E. & CABEZAS-DÍAZ S. 2005. — Tendencias poblacionales del gato montés (*Felis silvestris*) en el centro de España: ¿regula este predador las poblaciones de conejo (*Oryctolagus cuniculus*)? In: VII Jornadas de la Sociedad Española para la Conservación y Estudio de los Mamíferos (SECEM), Valencia. SECEM. pp. 253.
- LOZANO J., VIRGÓS E., CABEZAS-DÍAZ S. & MANGAS J.G. 2007. — Increase of large game species in Mediterranean areas: Is the European wildcat (*Felis silvestris*) facing a new threat? *Biological Conservation* 138 (3–4): 321–329
- LYNAM A.J., JENKS K.E., TANTIPISANUH N., CHUTIPONG W., NGOPRASERT D., GALE G.A., STEINMETZ R., SUKMASUANG R., BHUMPAKPHAN N., GRASSMAN L.I., CUTTER P., KITAMURA S., REED D.H., BAKER M.C., MCSHEA W., SONGSASEN N. & LEIMGRUBER P. 2013. — Terrestrial activity patterns of wild cats from camera-trapping. *Raffles Bulletin of Zoology* 61 (1): 407–415. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0067940>

- MACDONALD D.W. 2010. — Teh Scottish wildcat: On the way to cryptic extinction through hybridisation: past history, present problem, and future conservation. *Biology and Conservation of Wild Felids*: 471–491
- MACDONALD D.W. 2004. — *The Scottish wildcat: analyses for conservation and an action plan*. Oxford University Press.
- MADOZ P. 1845. — *Diccionario geográfico-estadístico-histórico de España y sus posesiones de ultramar*. Madrid, Est. tip. de P. Madoz y L. Sagasti.
- MALO A.F., LOZANO J., HUERTAS D.L. & VIRGÓS E. 2004. — A change of diet from rodents to rabbits (*Oryctolagus cuniculus*). Is the wildcat (*Felis silvestris*) a specialist predator? *Journal of Zoology* 263 (4): 401–407
- MARINO J., BENNETT M., COSSIOS D., IRIARTE A., LUCHERINI M., PLISCOFF P., SILLERO-ZUBIRI C., VILLALBA L. & WALKER S. 2011. — Bioclimatic constraints to Andean cat distribution: A modelling application for rare species. *Diversity and Distributions* 17 (2): 311–322. <https://doi.org/10.1111/j.1472-4642.2011.00744.x>
- MARTÍN-DÍAZ P., GIL-SÁNCHEZ J.M., BALLESTEROS-DUPERÓN E., BAREA-AZCÓN J.M., VIRGÓS E., PARDAVILA X.X. & MOLEÓN M. 2018. — Integrating space and time in predator-prey studies: The case of wildcats and rabbits in SE Spain. *Mammalian Biology* 88: 114–122. <https://doi.org/10.1016/j.mambio.2017.10.006>
- MARTÍNEZ CANO I., TABOADA F.G., NAVES J., FERNÁNDEZ-GIL A. & WIEGAND T. 2016. — Decline and recovery of a large carnivore: environmental change and long-term trends in an endangered brown bear population. *Proc. R. Soc. B* 283: 20161832. <https://doi.org/10.1098/rspb.2016.1832>
- MARTINEZ MARINA F. 1802. — Documentos inéditos para el Diccionario Histórico-Geográfico de Asturias. Archivo Real Academia de la Historia. Madrid.

- MCCARTHY J.L., WIBISONO H.T., MCCARTHY K.P., FULLER T.K. & ANDAYANI N. 2015. — Assessing the distribution and habitat use of four felid species in Bukit Barisan Selatan National Park, Sumatra, Indonesia. *Global Ecology and Conservation* 3: 210–221. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2014.11.009>
- MEREDITH M. & RIDOUT M. 2014. — Package "overlap": Estimates of coefficient of overlapping for animal activity patterns. *R package version 0.2 4*
- MERMOD C.P. & LIBEREK M. 2002. — The role of snowcover for European wildcat in Switzerland. *Zeitschrift für Jagdwissenschaft* 48 (1): 17–24
- MIKKOLA H. 1983. — *Owls of Europe*. T. & AD Poyser. Calton.
- MOLEÓN M. & GIL-SÁNCHEZ J. 2003. — Food habits of the wildcat (*Felis silvestris*) in a peculiar habitat: the Mediterranean high mountain. *Journal of Zoology* 260 (1): 17–22
- MOLSHER R.L. 1999. — The ecology of feral cats, *Felis catus*, in open forest in New South Wales: interactions with food resources and foxes. PhD Thesis, *University of Sydney*.
- MONTERROSO P., BRITO J., FERRERAS P. & ALVES P. 2009. — Spatial ecology of the European wildcat in a Mediterranean ecosystem: dealing with small radio-tracking datasets in species conservation. *Journal of Zoology* 279 (1): 27–35
- MONTERROSO P., ALVES P.C. & FERRERAS P. 2014. — Plasticity in circadian activity patterns of mesocarnivores in Southwestern Europe: implications for species coexistence. *Behavioral ecology and sociobiology* 68 (9): 1403–1417
- MUNTIFERING J.R., DICKMAN A.J., PERLOW L.M., HRUSKA T., RYAN P.G., MARKER L.L. & JEO R.M. 2006. — Managing the matrix for large carnivores: A novel approach and perspective from cheetah (*Acinonyx jubatus*) habitat suitability modelling. *Animal Conservation* 9 (1): 103–112. <https://doi.org/10.1111/j.1469-1795.2005.00008.x>

- MUSCARELLA R., GALANTE P.J., SOLEY-GUARDIA M., BORJA R.A., KASS J.M., URIARTE M. & ANDERSON R.P. 2014. — ENMeval: An R package for conducting spatially independent evaluations and estimating optimal model complexity for Maxent ecological niche models. *Methods in Ecology and Evolution* 5 (11): 1198–1205. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.12261>
- NGOPRASERT D., LYNAM A.J., SUKMASUANG R., TANTIPISANUH N., CHUTIPONG W., STEINMETZ R., JENKS K.E., GALE G.A., GRASSMAN JR L.I. & KITAMURA S. 2012. — Occurrence of three felids across a network of protected areas in Thailand: prey, intraguild, and habitat associations. *Biotropica* 44 (6): 810–817
- NORES C. 1999. — ¿Es el lobo cerval un lince boreal (*Lynx lynx*)? *Actas de las IV Jornadas Españolas de Conservación y Estudio de Mamíferos SECEM, Segovia* 87
- NORES C. & GARCÍA-ROVÉS P. 2007. — Libro rojo de la fauna del Principado de Asturias. *Obra social La Caixa & Principado de Asturias. Oviedo, pp. 517*
- NORES C. 1986. — *Los mamíferos. Naturaleza de Asturias*. GH ediciones. 191 pp.
- NORES C. & VÁZQUEZ V.M. 1984. — Datos sobre la presencia del lince en Asturias (norte de España) desde el siglo XVIII. *Acta Biológica Montana* (4): 361–370
- NORES C. & VÁZQUEZ V.M. 1987. — *La conservación de los vertebrados terrestres asturianos. Unidades Temáticas Ambientales de la Dirección General del Medio Ambiente*. Centro de Publicaciones. Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo. 130 pp.
- NOVAL A. 1982. — *Zoología: vertebrados* Vol. 2. Gijón, Júcar. (Enciclopedia Temática de Asturias). 438 pp.
- NOVAL A. 1976. — *Fauna salvaje asturiana*. Ayalga. 459 pp.
- NOWELL K. & JACKSON P. 1996. — *Wild cats: status survey and conservation action plan* Vol. 382. IUCN Gland.

- O'BRIEN T.G., KINNAIRD M.F. & WIBISONO H.T. 2003. — Crouching tigers, hidden prey: Sumatran tiger and prey populations in a tropical forest landscape. *Animal Conservation* 6 (2): 131–139. <https://doi.org/10.1017/S1367943003003172>
- OGURTSOV S.S., ZHELTUKHIN A.S. & KOTLOV I.P. 2018. — Daily activity patterns of large and medium-sized mammals based on camera traps data in the Central Forest Nature Reserve, Valdai Upland, Russia. *Nature Conservation Research* 3(2). <https://doi.org/10.24189/ncr.2018.031>
- OLIVEIRA R., GODINHO R., RANDI E. & ALVES P.C. 2008. — Hybridization versus conservation: Are domestic cats threatening the genetic integrity of wildcats (*Felis silvestris silvestris*) in Iberian Peninsula? *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 363 (1505): 2953–2961. <https://doi.org/10.1098/rstb.2008.0052>
- OLIVEIRA T., URRRA F., LÓPEZ-MARTÍN J.M., BALLESTEROS-DUPERÓN E., BAREA-AZCÓN J.M., MOLÉON M., GIL-SÁNCHEZ J.M., ALVES P.C., DÍAZ-RUIZ F., FERRERAS P. & MONTERROSO P. 2018. — Females know better: Sex-biased habitat selection by the European wildcat. *Ecology and Evolution* (January): 1–14. <https://doi.org/10.1002/ece3.4442>
- ORTEGA VILLAZÁN M.T. & MORALES RODRÍGUEZ C.G. 2015. — El clima de la Cordillera Cantábrica castellano-leonesa: diversidad, contrastes y cambios. *Universidad de Alicante. Instituto Interuniversitario de Geografía* 63: 45–67. <https://doi.org/10.14198/INGEO2015.63.04>
- ORTEGA-HUERTA M.A. & MEDLEY K.E. 1999. — Landscape analysis of jaguar (*Panthera onca*) habitat using sighting records in the Sierra de Tamaulipas, Mexico. *Environmental Conservation* 26 (4): 257–269. <https://doi.org/10.1017/S0376892999000387>
- OSBOURNE J.D., ANDERSON J.T. & SPURGEON A.B. 2005. — Effects of habitat on small-mammal diversity and abundance in West Virginia. *Wildlife Society Bulletin* 33 (3): 814–822
- OTTONI C., VAN NEER W., DE CUPERE B., DALIGAULT J., GUIMARAES S., PETERS J., SPASSOV N., PRENDERGAST M.E., BOVIN N. & MORALES-MUÑIZ A. 2017. — The palaeogenetics of cat dispersal in the ancient world. *Nature Ecology & Evolution* 1 (7): 0139

- PALOMERO G. 2007. — *Ursus arctos* Linnaeus, 1758. *Atlas y Libro Rojo de los Mamíferos Terrestres de España. Dirección General para la Biodiversidad–SECEM–SECEMU, Madrid: 321–326*
- PALOMO L.J., GISBERT J. & BLANCO J.C. 2007. — *Atlas y libro rojo de los mamíferos terrestres de España*. Organismo Autónomo de Parques Nacionales Madrid. 564 pp.
- PARENT G.H. 1975. — La migration récente, à caractère invasionnel, du chat sauvage, *Felis silvestris silvestris* Schreber, en Lorraine Belge. *Mammalia* 39 (2): 251–288
- PASTOR LOPEZ P. 1859. — *Apuntes sobre la fauna asturiana: bajo su aspecto científico e industrial*. Impr. y Lit. de D. Benito González. 44 pp.
- PENTERIANI V., DELGADO M.M., LÓPEZ-BAO J.V., VÁZQUEZ GARCÍA P., MONRÓS J.S., VIGÓN ÁLVAREZ E., SÁNCHEZ COROMINAS T. & VÁZQUEZ V. 2018. — Patterns of movement of three rescued and released female brown bears in the Cantabrian Mountains, northwest Spain. *Ursus*: 2–7. <https://doi.org/10.2192/URSUS-D-16-00012.1>
- PETROV I. 1994. — Body measurements of wild cat *Felis silvestris* Schreber, 1777, in Bulgaria. *Mammalia* 58 (2): 304–306
- PHELAN P. & SLIWA A. 2005. — Range size and den use of Gordon’s wildcats *Felis silvestris gordonii* in the Emirate of Sharjah, United Arab Emirates. *Journal of arid environments* 60 (1): 15–25
- PHILLIPS S.J., ANDERSON R.P., DUDÍK M., SCHAPIRE R.E. & BLAIR M.E. 2017. — Opening the black box: an open-source release of Maxent. *Ecography* 40 (7): 887–893. <https://doi.org/10.1111/ecog.03049>
- PHILLIPS S.J., ANDERSON R.T. & SCHAPIRE R.E. 2006. — Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modelling* 190: 231–259. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2005.03.026>
- PHILLIPS S.J., DUDÍK M. & SCHAPIRE R.E. 2017. — *Maxent software for modeling species niches and distributions*

- PIECHOCKI R. 2001. — Lebensräume-Die Verbreitung der Wildkatze in Europa. *IN: GRABE, H. & WOREL, G.(Hrsg.): Die Wildkatze-Zurück auf leisen Pfoten. Buch & Kunstverlag Oberpfalz, Amberg: 14–27*
- PIECHOCKI R. 1990. — *Die Wildkatze*. Ziemsen, Wolf, Verlagskg. 232 pp.
- PIERPAOLI M., BIRO Z., HERRMANN M., HUPE K., FERNANDES M., RAGNI B., SZEMETHY L. & RANDI E. 2003. — Genetic distinction of wildcat (*Felis silvestris*) populations in Europe, and hybridization with domestic cats in Hungary. *Molecular Ecology* 12 (10): 2585–2598
- PIÑEIRO A., BARJA I., SILVÁN G. & ILLERA J.C. 2012. — Effects of tourist pressure and reproduction on physiological stress response in wildcats: management implications for species conservation. *Wildlife Research* 39 (6): 532–539
- PMVC 2003. — *Mortalidad de vertebrados en carreteras. Documento técnico de conservación nº4*. Madrid, Sociedad para la Conservación de los Vertebrados (SCV).
- QGIS DEVELOPMENT TEAM 2019. — *QGIS Geographic Information System*
- R CORE TEAM 2019. — *R: A language and environment for statistical computing*. Vienna, Austria, R Foundation for Statistical Computing.
- RAGNI B. 1978. — Observations on the ecology and behaviour of the wild cat (*Felis silvestris* Schreber, 1777) in Italy. *Carniv. Genet. Newsl* 3: 270–274
- RAGNI B. & SEMINARA S. 2006. — Il gatto selvatico. *Salvati dall'Arca. A. Perdisa Ed., Bologna. pp. 35–56*
- RAGNI B. & POSSENTI M. 1996. — Variability of coat-colour and markings system in *Felis silvestris*. *Italian Journal of Zoology* 63 (3): 285–292
- RANDI E., PIERPAOLI M., BEAUMONT M., RAGNI B. & SFORZI A. 2001. — Genetic identification of wild and domestic cats (*Felis silvestris*) and their hybrids using Bayesian clustering methods. *Molecular Biology and Evolution* 18 (9): 1679–1693

- REVILLA E., CASANOVAS J.G. & VIRGÓS E. 2007. — *Meles meles* (Linnaeus, 1758). *Atlas y Libro Rojo de los Mamíferos Terrestres de España*. DGB-SECEM-SECEMU, Madrid, Spain: 308–311
- RIDOUT M.S. & LINKIE M. 2009. — Estimating overlap of daily activity patterns from camera trap data. *Journal of Agricultural, Biological, and Environmental Statistics* 14 (3): 322–337. <https://doi.org/10.1198/jabes.2009.08038>
- RIVAS-MARTÍNEZ S., PENAS Á., GONZÁLEZ T.E.D. & PRIETO I. 2006. — *Biogeographic map of Europe*. Universidad de Leon, Secretariado de Publicaciones.
- RODRÍGUEZ-VARELA R., GARCÍA N., NORES C., ÁLVAREZ-LAO D., BARNETT R., ARSUAGA J. & VALDIOSERA C. 2016. — Ancient DNA reveals past existence of Eurasian lynx in Spain. *Journal of Zoology* 298 (2): 94–102
- RONDININI C., STUART S. & BOITANI L. 2005. — Habitat suitability models and the shortfall in conservation planning for African vertebrates. *Conservation Biology* 19 (5): 1488–1497
- ROTH H.U. & HUBER D. 1986. — Diel activity of brown bears in Plitvice Lakes national Park, Yugoslavia. *Bears: Their Biology and Management*: 177–181
- ROVERO F., MARTIN E., ROSA M., AHUMADA J.A. & SPITALE D. 2014. — Estimating species richness and modelling habitat preferences of tropical forest mammals from camera trap data. *PLoS ONE* 9 (7). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0103300>
- ROVERO F. & ZIMMERMANN F. 2016. — *Camera trapping for wildlife research*. Pelagic Publishing. Exeter, UK.
- ROWCLIFFE J.M., KAYS R., KRANSTAUBER B., CARBONE C. & JANSEN P.A. 2014. — Quantifying levels of animal activity using camera trap data. *Methods in Ecology and Evolution* 5 (11): 1170–1179. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.12278>
- SARMENTO P. 1996. — Feeding ecology of the European wildcat *Felis silvestris* in Portugal. *Acta Theriologica* 41 (4): 409–414. <https://doi.org/10.4098/AT.arch.96-39>

- SARMENTO P., CRUZ J., EIRA C. & FONSECA C. 2009. — Spatial colonization by feral domestic cats *Felis catus* of former wildcat *Felis silvestris silvestris* home ranges. *Mammal Research* 54 (1): 31–38
- SARMENTO P., CRUZ J., TARROSO P. & FONSECA C. 2006. — Space and habitat selection by female European wild cats (*Felis silvestris silvestris*). *Wildlife Biology in Practice*: 79–89
- SAY L., DEVILLARD S., LÉGER F., PONTIER D. & RUETTE S. 2012. — Distribution and spatial genetic structure of European wildcat in France. *Animal Conservation* 15 (1): 18–27
- SCHAUENBERG P. 1981. — Éléments d'écologie du chat forestier d'Europe *Felis silvestris* Schreber, 1777. *Revue d'Écologie (Terre et Vie)* 35: 3–36
- SCOTT R., EASTERBEE N. & JEFFERIES D. 1993. — A radio-tracking study of wildcats in western Scotland. *In*: Proc. Seminar on the biology and conservation of the wildcat (*Felis silvestris*), Council of Europe, Nancy, 16, 93–97.
- SILVA A.P., KILSHAW K., JOHNSON P.J., MACDONALD D.W. & ROSALINO L.M. 2013. — Wildcat occurrence in Scotland: food really matters. *Diversity and Distributions* 19 (2): 232–243
- SOTO C.A. & PALOMARES F. 2014. — Surprising low abundance of European wildcats in a Mediterranean protected area of southwestern Spain. *Mammalia* 78 (1): 57–65
- STAHL P., ARTOIS M. & AUBERT M. 1988. — Organisation spatiale et déplacements des chats forestiers adultes (*Felis silvestris*, Schreber, 1777) en Lorraine. *RevueEcole de Terre et Vie*, 43, 113–132
- STAHL P. 1986. — Le chat forestier d'Europe (*Felis silvestris*, Schreber 1777): Exploitation des ressources et organisation spatiale. *Université Nancy I*.
- STAHL P. & ARTOIS M. 1994. — *Status and conservation of the wildcat (Felis silvestris) in Europe and around the Mediterranean rim*. Vol. 69. Council of Europe. pp 1–76

- STAHL P.R. & LÉGER F. 1992. — *Le chat sauvage d'Europe: (Felis silvestris Schreber, 1777)*. Encyclopédie des Carnivores de France (ed. by M. Artois y H. Maurin), Société française pour l'étude et la protection des mammifères (SFEPM), Bohallard, Puceul.
- STEYER K., TIESMEYER A., MUÑOZ-FUENTES V. & NOWAK C. 2018. — Low rates of hybridization between European wildcats and domestic cats in a human-dominated landscape. *Ecology and Evolution* 8 (4): 2290–2304. <https://doi.org/10.1002/ece3.3650>
- STORY G., DRISCOLL D. & BANKS S. 2014. — What can camera traps tell us about the diurnal activity of the nocturnal bare-nosed wombat (*Vombatus ursinus*)? *Camera Trapping: Wildlife Management and Research*: 35
- SULLIVAN T.P. & SULLIVAN D.S. 2006. — Plant and small mammal diversity in orchard versus non-crop habitats. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 116 (3–4): 235–243. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2006.02.010>
- SUNQUIST M. & SUNQUIST F. 2009. — Family *Felidae* (Cats). *Handbook of the Mammals of the World* 1: 54–169
- SUNQUIST M.E. & SUNQUIST F. 2002. — *Wild cats of the world*. University of Chicago press. 416 pp.
- URRA F. 2003. — El gato montés en Navarra: distribución, ecología y conservación Madrid, Tesis doctoral, *Universidad Autónoma de Madrid*.
- VAN SCHAİK C.P. & GRIFFITHS M. 1996. — Activity periods of Indonesian rain forest mammals. *Biotropica*: 105–112
- VÁZQUEZ V.M. & FERNÁNDEZ PRIETO J.A. 2001. — *Somiedo, Reserva de la Biosfera*. Oviedo, Fundación Oso de Asturias (FOA). 86 p.
- VÁZQUEZ-GARCÍA P., PANDO D., VIGÓN ÁLVAREZ E., HARTASÁNCHEZ A. & VÁZQUEZ V.M. 2015. — Seguimiento del gato montés europeo (*Felis silvestris* Schreber, 1777), en la Reserva de la Biosfera de Somiedo y sus proximidades mediante técnicas de fototrampeo. *Resúmenes XII Congreso SECEM*. p. 158.

- VIRGÓS E. & TRAVAINI A. 2005. — Relationship between small-game hunting and carnivore diversity in central Spain. *Biodiversity & Conservation* 14 (14): 3475
- WARREN D.L. & SEIFERT S.N. 2011. — Ecological niche modeling in Maxent: The importance of model complexity and the performance of model selection criteria. *Ecological Applications* 21 (2): 335–342. <https://doi.org/10.1890/10-1171.1>
- WATSON J. 1997. — The golden eagle. Poyser. Academic Press, London.
- WITTMER H.U. 2001. — Home range size, movements, and habitat utilization of three male European wildcats (*Felis silvestris* Schreber, 1777) in Saarland and Rheinland-Pfalz (Germany). *Mammalian Biology-Zeitschrift fur Saugetierkunde* 66 (6): 365–370
- YAMAGUCHI N., KITCHENER A., DRISCOLL C. & NUSSBERGER B. 2015. — *Felis silvestris*. *The IUCN Red List of Threatened Species*: e.T60354712A50652361. <https://doi.org/10.2305/IUCN.UK.2015-2.RLTS.T60354712A50652361.en>
- YOUNG N., CARTER L. & EVANGELISTA P. 2011. — A MaxEnt model v3. 3.3 e tutorial (ArcGIS v10). *Fort Collins, Colorado*
- ZARZO-ARIAS A., PENTERIANI V., DEL MAR DELGADO M., TORRE P.P., GARCÍA-GONZÁLEZ R., MATEO-SÁNCHEZ M.C., GARCÍA P.V. & DALERUM F. 2019. — Identifying potential areas of expansion for the endangered brown bear (*Ursus arctos*) population in the Cantabrian Mountains (NW Spain). *PloS one* 14 (1): e0209972