

Situación del arruí —*Ammotragus lervia* (Pallas, 1777)— en la sierra de Mariola (SE español): Distribución y aspectos ecológicos

Antonio Belda

Universidad de Alicante. Departamento de Ciencias de la Tierra y Medio Ambiente
Campus San Vicente. Apartado 99-E03080. Alicante
antonio.belda@ua.es

Roque Belenguer

Universidad de Alicante. Departamento de Ecología
Campus San Vicente. Apartado 99-E03080. Alicante
roquebel@hotmail.com

Benito Zaragoza

Universidad de Alicante. Instituto Interuniversitario de Geografía
Campus San Vicente. Apartado 99-E03080. Alicante
benito.zaragozi@ua.es

Fecha de recepción: 20 de junio de 2014

Fecha de aceptación: 20 de febrero de 2015

Fecha de publicación: 18 de mayo de 2015



Resumen

El principal objetivo de esta investigación es conocer aspectos ecológicos y distribución del arruí —*Ammotragus lervia* (Pallas, 1777)— dentro de la sierra de Mariola. El área de estudio es un parque natural de 17.500 hectáreas situado en el sur de la Comunidad Valenciana. Un mejor conocimiento de su distribución será de interés para la definición de medidas de gestión de fauna del parque. En 2009, utilizando técnicas de fototrampeo, se recopilaron 29.941 imágenes con algún contacto animal. De estas imágenes, el 0,09% de las fotografías registradas son de arruí y se ha detectado su presencia en 7 de las 63 cuadrículas (2 × 2 km) del Parque Natural de la Sierra de Mariola (el 11,11%). El periodo de muestreo se prolongó desde agosto de 2008 hasta mayo de 2010. Este estudio ha permitido integrar la información recopilada en campo con las bases de datos existentes para confirmar la colonización y la expansión del arruí en la sierra de Mariola.

Palabras clave: arruí; distribución; fototrampeo; paisaje, Parque Natural de la Sierra de Mariola.

Abstract. *Situation of Aoudad—Ammotragus lervia (Pallas, 1777)—in Sierra de Mariola (Southeast Spain): Distribution and ecological aspects*

The main objective of this research was to determine the ecological aspects and distribution of *Ammotragus lervia* (Pallas, 1777) in the Sierra de Mariola. The study area is a natural

park with 17,500 hectares located in the southern region of Valencia. Better knowledge of their distribution will aid in defining management measures in the natural park. In 2009, camera traps were used to collect 29,941 images of animal contact. A total of 0.09% of these registered photographs are of Barbary sheep, whose presence was detected in 7 of the 63 grids (2×2 km) of Sierra de Mariola (11.11%). Sampling was performed from August 2008 to May 2010. The study has allowed us to integrate the information collected in the field with existing databases and confirm the colonization and expansion of Barbary sheep in the Sierra de Mariola.

Keywords: Barbary sheep; camera trap; distribution; landscape; Sierra de Mariola.

Introducción

El arruí (*Ammotragus lervia*) es un ungulado de origen norteafricano poco estudiado en su área natural de distribución (Shackleton, 1997). Sin embargo, la adquisición de ejemplares por parte de zoológicos europeos y posteriormente americanos dio lugar a la comercialización de excedentes y a la introducción posterior de este bóvido en fincas privadas y en espacios naturales (Cassinello, 1998; Serrano et al., 2003). Así, en la península Ibérica se introdujo el arruí en 1970, con el fin de aumentar el número de especies cinegéticas o dotar de ellas a las áreas donde no las hubiera (Cassinello, 2000). Un ejemplo de colonización del hábitat lo observamos en la provincia de Alicante, desde que, en 1990, se produjera la fuga accidental de 49 hembras y 10 machos desde una finca en la sierra de Peñarroya (30SYH112712) y, en 1999, desde otra finca en la sierra de Aitana (30SYH343827), se fugaron 5 ejemplares, de los cuales se desconoce el sexo. Desde entonces, los efectos sobre la vegetación y las especies simpátricas son difícilmente cuantificables, pero es de suponer que existen (Serrano et al., 2002).

Según la IUCN, la categoría para el arruí a nivel específico en la región de origen es la de VU A2cd (vulnerable con tendencia a reducirse en, al menos, un 20% en los próximos diez años o en tres generaciones, debido a: (c) disminución del área de distribución, del grado de presencia y de la calidad del hábitat, y/o (d) niveles reales o potenciales de explotación). Así, en África, las amenazas son varias, desde la caza indiscriminada hasta la presión sobre su hábitat o la competencia con el ganado doméstico. Por otro lado, en la península Ibérica el crecimiento de las poblaciones es notable, no parece enfrentarse a ningún tipo de limitación y se considera una especie exótica invasora (Serrano et al., 2002). Sin embargo, debido a esta falta de limitación, la península Ibérica se configura, a su vez, como un auténtico reservorio para el arruí fuera de su lugar de origen. Este hecho hace peligrar el estado de las poblaciones de ungulados autóctonos españoles, frente a los que el arruí compite ventajosamente, dada su elevada capacidad de adaptación y su alta tasa reproductiva (Hilton-Taylor, 2000; Cassinello, 2004).

El uso de modelos de distribución y abundancia se está mostrando eficaz en el diseño de planes de conservación de fauna (Ferrier, 2002). Estos modelos permiten avanzar en la comprensión de los patrones geográficos de biodiversidad, lo cual ayuda en la gestión y el manejo en espacios naturales (Graham et al., 2006).

Además de la acción del hombre, la abundancia de predadores en un espacio territorial cada vez más restringido y transformado puede propiciar una importante reducción de la disponibilidad de hábitat para esta especie. Los resultados de estudios como el presente pueden servir para mejorar los planes de gestión de dicha especie en el parque (Ballesteros, 1998; Angulo y Villafuerte, 2003) y permitir a los gestores de los cotos de caza una toma de decisiones rápida y efectiva (Stoate et al., 2004; Belenguer et al., 2011).

El objetivo principal de este trabajo es realizar una caracterización de los aspectos ecológicos y la distribución del arruí en el Parque Natural de la Sierra de Mariola mediante el uso del trapeo fotográfico, una técnica que resulta ser inocua, fiable y barata. Se trata de una contribución novedosa, ya que, hasta este momento, no existe ninguna publicación sobre esta especie en la zona de estudio. Finalmente, se plantea una primera explicación de los factores geográficos locales que inciden en la presencia de este ungulado y que facilita la gestión de la especie.

Área de estudio

La sierra de Mariola es una formación montañosa situada al sureste de la península Ibérica (figura 1), concretamente, en la Comunidad Valenciana. Este relieve es, a la vez, frontera y nexo de las comarcas de L'Alcoià, la Vall d'Albaida y El Comtat, y abarca una superficie total superior a 17.500 hectáreas, lo que lo convierte en uno de los parques naturales más extensos de la Comunidad Valenciana. Con un clima típicamente mediterráneo, con temperaturas suaves, lluvias concentradas en primavera y otoño y un destacado periodo seco en verano, las temperaturas medias anuales oscilan entre los 13 y los 16 °C. La vegetación climática es



Figura 1. Mapa de localización de la sierra de Mariola.

la típica del termotipo mesomediterráneo y ombrotipo subhúmedo, que da lugar a carrascales (asociación *Hedero helici-Quercetum rotundifoliae* subas. *ulicerosum parviflorae*, ver Belda et al., 2009).

Material y métodos

La metodología empleada para determinar la expansión del arruí, por el tercio norte de la provincia de Alicante y sur de la de Valencia, se ha basado en la técnica conocida como fototrampeo. El trampeo fotográfico es una práctica no invasiva utilizada en diversas áreas de conocimiento, como la investigación de la fauna silvestre, la gestión de especies de caza, el control de especies o la educación ambiental. Esta es una actividad en auge debido a la reciente incorporación y el abaratamiento de diversas tecnologías aplicadas a equipos fotográficos automatizados (p. ej.: los sensores de movimiento, las cámaras digitales, las tarjetas de memoria compacta, los flashes de infrarrojos o las baterías de larga duración). Estos equipos autónomos pueden ser colocados en lugares remotos durante varias semanas, incluso meses, sin tener que realizar mantenimiento alguno, por lo que se configuran como un recurso para la investigación de incomparable utilidad. En la figura 2, se puede ver un ejemplo de imagen tomada con cámaras de fototrampeo (Belda et al., 2009).



Figura 2. Detalle del arruí (*Ammotragus lervia*) mediante trampeo fotográfico.

La zona de estudio se dividió en 63 cuadrículas con una extensión de 4 km² cada una. Se digitalizaron los usos del suelo con el software ArcGis® a partir de fotografías aéreas y se obtuvieron un total de 14 usos del suelo: AA (abandonado antiguo), AR (abandonado reciente), BC (bosque caducifolio), BM (bosque mixto), C (cereal), FS (frutal de secano), I (industrial), M (matorral), MC (matorral claro), P (pinar), RI (ripario), RO (roquedo), U (urbanizado) y UD (urbanizado disperso) (figura 3).

Se colocaron dos cámaras de fototrampeo del modelo Stealth Cam-IR® en cada una de las celdas durante un período de 2 semanas. Los dispositivos se programaron para realizar 3 fotografías consecutivas con un período de reposo de 5 minutos entre cada ráfaga. La información se ha almacenado en una tarjeta de memoria SD de 2 GB. Las unidades han sido equipadas con un sistema de alimentación externo, constituido por una batería de 12V y los cables de alimentación. La distancia entre los equipos de trampeo fotográfico ha sido al menos de 200 metros. El periodo de muestreo se prolongó desde agosto de 2008 hasta octubre de 2010. Las cámaras fueron instaladas en los lugares más propicios para interceptar el paso del animal. Se empleó como cebo una mezcla compuesta por 500 g de maíz, 500 g de trigo, 500 g de almendras y una piedra de sal. Las cámaras registraron información relacionada con la presión atmosférica, la temperatura, la fase lunar, la fecha y la hora.

Todas las fotografías capturadas fueron almacenadas en un mismo ordenador portátil y analizadas con un software propio para la gestión de imágenes de fototrampeo. Este software permite crear bases de datos geográficas a partir de las propias imágenes, para, posteriormente, explotar esta información en un SIG, crear informes y cartografía (Martínez et al., 2011).

Los análisis estadísticos correspondientes a la selección de hábitat fueron realizados con el software libre especializado R (R Development Core Team, 2014). Se seleccionaron al azar 10 cuadrículas con ausencia de la especie, incluidas en su totalidad en el área de estudio para comparar las diferentes variables de uso de hábitat estudiadas, con las cuadrículas ocupadas por el ungulado exótico ($n = 8$). Para evaluar las preferencias de hábitat, y dado el escaso tamaño muestral, se compararon los contactos al azar y los contactos de arruí empleando el test no paramétrico de Wilcoxon para muestras independientes.

Resultados y discusión

En total, se han recopilado 72.347 imágenes (más de 93 Gb), 29.941 de las cuales muestran algún contacto animal dentro de las cuadrículas definidas. Entre estas fotografías, se han registrado 27 en que está presente el arruí. Esto supone el 0,09% del número total de fotografías válidas. Se han registrado 104 individuos, entre los cuales encontramos: 8 machos adultos, 51 hembras adultas, 10 machos jóvenes, 14 hembras jóvenes y 21 ejemplares jóvenes cuyo sexo está por determinar (tabla 1). Por otro lado, el arruí ha sido detectado en 7 cuadrículas y supone un 11,11% respecto del total de cuadrículas ($n = 63$). Cabe mencionar que se comprobó el comportamiento diario de esta especie, puesto que todas las fotogra-

Tabla 1. Contactos de arruí en la sierra de Mariola

Imagen	Cuadrícula	N.º indiv.	Sexo	Fecha	Hora
1	8-4	3	♂ joven + 2 ♀ adultas	14/04/10	12:56
2	8-4	2	♂ joven + ♀ adulta	14/04/10	12:57
3	8-4	1	♀ adulta	14/04/10	13:00
4	8-4	2	¿? joven + ♀ adulta	14/06/10	16:28
5	8-4	4	¿? joven + 3 ♀ adultas	14/06/10	16:32
6	8-4	2	¿? joven + ♀ adulta	14/06/10	16:36
7	8-4	3	3 ♀ adultas	14/09/10	16:37
8	8-4	1	♂ adulto	14/10/10	16:39
9	8-5	1	♂ adulto	19/03/09	14:09
10	8-5	4	♂ adulto + 3 ♀ adultas	19/09/09	15:16
11	8-5	1	♂ adulto	19/09/09	15:33
12	8-6	3	¿? joven + 2 ♀ adultas	22/09/09	11:23
13	8-6	6	2 ¿? joven + 4 ♀ adultas	22/09/09	11:24
14	8-6	4	2 ¿? joven + 2 ♀ adultas	22/09/09	11:25
15	9-4	7	3 ¿? joven + 3 ♀ adultas + ♀ joven	03/10/09	10:12
16	9-4	9	3 ¿? joven + ♂ joven + 3 ♀ adultas + 2 ♀ joven	03/10/09	10:31
17	9-4	6	♂ joven + 2 ♀ adultas + 3 ♀ joven	03/10/09	10:33
18	9-4	3	♂ joven + 2 ♀ adultas	05/10/09	14:52
19	9-5	2	2 ♂ adulto	13/03/10	09:19
20	9-5	1	1 ♂ adulto	15/03/10	11:26
21	9-6	8	2 ¿? joven + ♂ joven + 2 ♀ adultas + 3 ♀ joven	23/07/10	17:16
22	9-6	6	1 ¿? joven + 3 ♀ adultas + 2 ♀ joven	23/07/10	17:17
23	9-6	7	2 ¿? joven + 2 ♂ joven + 3 ♀ adultas	23/07/10	17:19
24	9-6	4	♂ joven + 2 ♀ adultas + ♀ joven	24/07/10	16:42
25	9-6	7	2 ¿? joven + 3 ♀ adultas + 2 ♀ joven	24/07/10	16:44
26	9-6	1	♂ joven	25/07/10	17:48
27	10-4	6	♂ adulto + 5 ♀ adultas	21/09/10	10:21

fías capturadas se tomaron durante el día (tabla 1). Estas estadísticas y esta cartografía (figura 3) se generaron de manera semiautomática mediante el software descrito en el apartado anterior.

La distribución del arruí según los usos del suelo muestra que los contactos se dan en la zona noreste del parque situada entre 1.000 y 1.300 m s. n. m. En cuanto a los usos del suelo, el arruí está presente en las cuadrículas en las que predomina la matriz natural con cultivos de frutales de secano intercalados. De

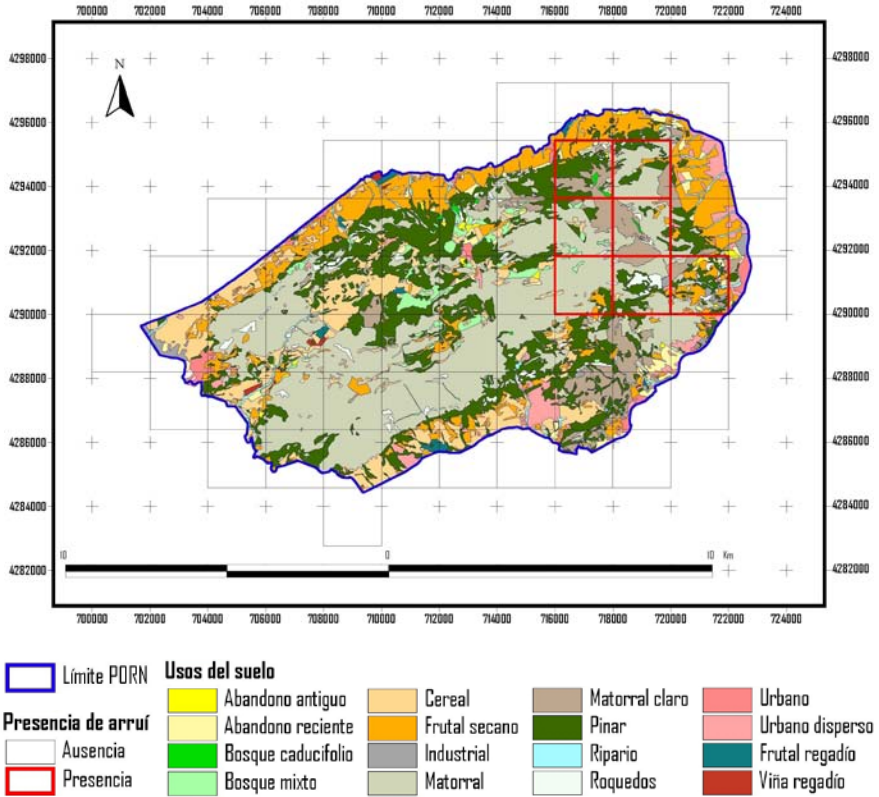


Figura 3. Mapa de presencia y ausencia del arruí en relación con los usos del suelo en la sierra de Mariola.

este modo, en la figura 3, se puede apreciar que la zona con mayor presencia de esta especie, en su sector noreste, coincide con el pico Montcabrer (1.390 m), que se caracteriza por superficies forestales maduras con pequeños barrancos insertados dentro de zonas que contienen pequeñas explotaciones agrarias (masías), en las cuales los arrúis encuentran fácilmente refugio y alimento. Por otro lado, frecuentan algunas zonas de regadío, especialmente durante el período estival, aunque solamente ocupan un 1% de la superficie del parque y se caracterizan por la tecnificación de cultivo de frutales, olivos, viñas y huertos, situados en zonas llanas. Asimismo, se justifica la presencia de la especie en la matriz de secano, donde encuentra alimento fácilmente, ya que está formada por pequeñas parcelas de olivos y almendros en las zonas más elevadas, mientras que, en los valles, predominan el girasol y el trigo. Las cuadrículas con vegetación natural y cultivos abandonados de la zona periférica y central del parque son las que acogen un número menor de presencias.

En algunos sectores de la sierra de Mariola, se han producido algunos episodios de cambios considerables de uso del suelo, especialmente por la transformación de uso natural en suelo urbano o incluso debido a los incendios recurrentes (figura 3). Los datos obtenidos en este estudio muestran que la matriz de usos del suelo está relacionada con la abundancia relativa del arruí. Así, los cultivos que se encuentran intercalados en la matriz natural deben ser tenidos en cuenta en los planes que pretendan gestionar la presencia del arruí. La información proporcionada en esta prospección puede servir a los gestores del parque para realizar futuras actuaciones de ordenación y mejora del hábitat. Al mismo tiempo, estos datos pueden ser útiles para controlar daños en los cultivos, ya que el arruí afecta sobre todo a los frutales jóvenes y sembrados de cereal (datos propios).

Según las informaciones obtenidas de los análisis de selección de hábitat (tabla 2), el arruí selecciona activamente aquellas cuadrículas con mayor cobertura de matorral claro, lo cual coincide plenamente con el comportamiento y los requerimientos ecológicos y tróficos descritos para la especie (Cassinello, 2004; San Miguel et al., 2010). El matorral claro que ocupa el arruí en la sierra de Mariola está compuesto fundamentalmente por especies arbustivas utilizadas con preferencia por el arruí, como: *Artemisia glutinosa*, *Cistus clusii*, *Dorycnium pentaphy-*

Tabla 2. Comparación estadística entre los valores medios de las variables de hábitat medidas en cuadrículas con ausencia y presencia de arruí. En negrita, se destacan las variables cuya diferencia entre medias es estadísticamente significativa según el test de Wilcoxon para muestras independientes, cuyo nivel de significación se muestra en la columna de la derecha

Variables	Contactos		Azar		P
	Media	SD	Media	SD	
AA	0,08	0,20	0,23	0,73	0,4632
AR	0,26	0,68	0,89	1,46	0,1402
BC	0,54	0,98	0,03	0,11	0,1316
BM	0,74	1,37	0,37	0,69	0,9545
C	1,29	1,07	9,85	8,89	0,01851
FS	8,15	9,47	11,37	15,01	0,6009
I	0,85	1,50	0,20	0,44	0,8086
M	48,03	25,44	40,17	32,06	0,6009
MC	14,02	15,14	0,01	0,04	0,007286
P	17,26	12,73	18,94	14,74	0,9623
RI	0,43	0,96	1,72	1,94	0,08378
RO	7,79	6,51	10,01	13,31	1,0
U	0,20	0,33	0,06	0,13	0,3034
UD	0,36	0,70	6,14	11,01	0,236

AA (abandonado antiguo), AR (abandonado reciente), BC (bosque caducifolio), BM (bosque mixto), C (cereal), FS (frutal de secano), I (industrial), M (matorral), MC (matorral claro), P (pinar), RI (ripario), RO (roquedo), U (urbanizado) y UD (urbanizado disperso).

llum, *Erinacea anthyllis*, *Quercus coccifera*, *Rhamnus lycioides*, *Satureja* sp., *Thymus vulgaris*, *Quercus rotundifolia*, *Rosmarinus officinalis*, *Lithodora fruticososa*, *Acer granatense*, *Lonicera implexa*, *Rubus ulmifolius*, etc. Por otro lado, curiosamente, selecciona cuadrículas con menor porcentaje de cultivo de cereal que las disponibles en el área de estudio, lo cual puede ser explicado por la intensa presión cinegética, furtiva en su gran mayoría, a la que se ve sometido el arruí en la provincia de Alicante (datos propios).

Este trabajo resulta de interés, pues se confirma la elevada capacidad de dispersión del arruí, que lo ha llevado a ocupar de forma estable el tercio norte de la provincia en 10 años a 144 km²/año (Serrano et al., 2002 y 2003). Así, la población alicantina de este ungulado ocupaba inicialmente algunas sierras del tercio norte de la provincia, distribuyéndose a lo largo del sistema Subbético y sus estribaciones durante los inicios del presente siglo. Este estudio ha permitido constatar la expansión de la especie en dirección norte hacia la provincia de Valencia desde las sierras de Peñarroya, la sierra dels Plans, de la Grana, del Aguilar, de Aitana, de la Serrella, de Alfaro, de la Foradà, del Maigmó, Onil, Fontanella y Menejaor (Serrano et al., 2002; Cassinello, 2004). El contacto con la provincia de Valencia está libre de barreras apreciables y puede ser una futura vía de expansión. Al noroeste y al sur, la N-330 dificulta el tránsito de animales hacia Murcia, lo cual impide la comunicación entre las poblaciones de ambas provincias. Se confirman también los hábitos de las especies por ocupar terrenos rocosos y escarpados, desde el nivel del mar hasta cimas situadas a 2.000 metros, con lo cual evitan zonas nevadas (Gray y Simpson, 1980). Otros estudios efectuados en EE. UU. (Ogren, 1965; Dickinson y Simpson, 1980; Johnston, 1980) y en España (Cassinello, 2000) indican una selección de hábitat dependiente de la estación del año, prefiriendo zonas más abiertas y escarpadas durante la época de cría (primavera), zonas boscosas en verano y pastos en otoño (celo) e invierno, aunque en regiones áridas también frecuentan zonas boscosas durante el celo (Cassinello, 2004). Los resultados obtenidos coinciden con otros autores que definen las áreas idóneas para el arruí mencionando un régimen de baja precipitación en invierno, elevadas altitudes y fuertes pendientes del terreno, así como la presencia de suelos forestales. En regiones relativamente próximas, como es el caso de Sierra Espuña, la densidad estimada es de 1,4 arruís/km² (González y León, 1999). Por lo tanto, se sugiere una alta potencialidad de esta especie exótica de conquistar nuevas áreas alrededor de su zona de distribución actual en el sur de España (Cassinello et al., 2006). Las principales causas que contribuyen a que este ungulado exótico aumente sus efectivos son cuatro: la existencia de nichos vacíos (antaño ocupados por la cabra montés), su plasticidad alimenticia (Krysl et al., 1980), la ausencia de depredadores y el hecho de ser un acontecimiento novedoso y desconocido por los gestores.

La utilización de encuestas como método para establecer la distribución de esta especie presenta sus limitaciones, pero constituye un primer paso a la hora de distribuir el esfuerzo en futuros muestreos de campo (Calabuig et al., 2005). Por este motivo, la combinación con el fototrampeo hace que la detección de la presencia en el medio sea relativamente sencilla. Además, conviene tener en cuenta el efecto que puede tener sobre otros competidores potenciales, que serían, prin-

cialmente, el ciervo común (*Cervus elaphus*), el gamo (*Dama dama*), el muflón (*Ovis musimon*) y la cabra montés (*Capra pyrenaica*). El riesgo de solapamiento con las áreas de distribución de estas especies es muy marcado (Serrano et al., 2002; Cassinello, 2004). Por este motivo, se recomienda hacer un control de las poblaciones y un seguimiento de las mismas por parte de los gestores del parque. Se prevé que, al ritmo de avance que lleva la especie en los últimos años, se produzca el establecimiento en las sierras valencianas próximas.

Este trabajo es pionero, puesto que proporciona y analiza datos hasta ahora no abordados en este territorio. De este modo, la continuación de este estudio pasa por analizar el resto de mamíferos que habitan el parque, comprobar su situación actual y la interacción entre distintas especies. Las imágenes capturadas mediante fototrampeo, junto con el software propuesto, permitirán que, en un corto periodo de tiempo, podamos aportar nuevos datos y explicaciones sobre las poblaciones de mamíferos que habitan la sierra de Mariola.

Agradecimientos

Este proyecto ha sido financiado en parte por las ayudas de investigación del Instituto Alicantino de Cultura Juan Gil-Albert. Los autores también quieren agradecer la colaboración prestada por la dirección y el personal del Parque Natural de la Sierra de Mariola, además de la información proporcionada por los gestores cinegéticos y la ayuda de la Fundación C. V. Victoria Laporta.

Referencias bibliográficas

- Angulo, E.; Villafuerte, R. 2003. Modelling hunting strategies for the conservation of wild rabbit populations. *Biol. Conserv.* 115: 291-301.
- Ballesteros, F. 1998. Las especies de caza. Biología, ecología y conservación. Estudio y Gestión del Medio. Colección Técnica. Oviedo. 316 pp.
- Belda, A.; Arques, J.; Martínez, J.E.; Peiró, V.; Seva, E. 2009. Análisis de la biodiversidad de fauna vertebrada en el Parque Natural de la Sierra de Mariola mediante fototrampeo. *Mediterranea* 20: 9-32.
- Belenguer, R.; Belda, A.; Arques, J.; Martínez-Pérez, J.E.; Zaragozaí, B. 2011. Influencia de la estructura del paisaje en la comunidad de mamíferos del Parc Natural de la Serra de Mariola (Comunidad Valenciana): Una aproximación mediante fototrampeo. En X Congreso SECEM, 16. Universidad de Málaga. Málaga.
- Calabuig, G.; Serrano, A.L.; Tiscar, M.; Cabezas, M.G.; Bautista, L.A.; Martínez, P.; Pérez, J.M.; Serrano, E. 2005. Nuevas citas de arruá *Ammotragus lervia* (Pallas, 1777) en el parque natural de las sierras de Cazorla, Segura y Las Villas: Obtención mediante encuestas. *Galemys* 17 (número especial): 3-14.
- Cassinello, J. 1998. *Ammotragus lervia*: A review on systematics, biology, ecology and distribution. *Ann. Zool. Fennici* 35: 149-162.
- Cassinello, J. 2000. *Ammotragus* free-ranging population in the south east of Spain: A necessary first account. *Biod. Conserv.* 9: 887-900.
- Cassinello, J. 2004. Arruá – *Ammotragus lervia*. In: Enciclopedia Virtual de los Vertebrados Españoles. In: Carrascal, L.M., Salvador, A. (Eds.). Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid. <http://www.vertebradosibericos.org/>

- Cassinello, J.; Acevedo, P.; Hortal, J. 2006. Prospects for population expansion of the exotic aoudad (*Ammotragus lervia*; Bovidae) in the Iberian Peninsula: clues from habitat suitability modelling. *Diver. Distrib.*, 12: 666-678.
- Dickinson, T.G.; Simpson, C.D. 1980. Home range movements, and topographic selection of Barbary sheep in the Guadalupe Mountains, New Mexico. Pp. 78-86. In: Simpson, C.D. (Ed.). *Symposium on Ecology and Management of Barbary Sheep*. Texas Tech Univ. Press. Lubbock.
- Ferrier, S. 2002. Mapping spatial pattern in biodiversity for regional conservation planning: Where to from here? *Syst. Biol.* 51: 331-363.
- González, M.; León, L. 1999. Sarna sarcóptica en la población de arruí (*Ammotragus lervia*) del parque regional de Sierra Espuña (Murcia). *Galemys* 11: 43-58.
- Graham, C.H.; Moritz, C.; Williams, S.E. 2006. Habitat history improves prediction of biodiversity in a rainforest fauna. *Proc. Nat. Acad. Sci. USA* 103: 632-636.
- Gray, G.G.; Simpson, C.D. 1980. *Ammotragus lervia*. *Mammal. Spec.* 144: 1-7.
- Hilton-Taylor, C. 2000. *IUCN Red List of Threatened Species*. IUCN. Gland, and Cambridge.
- Johnston, D.S. 1980. Habitat utilization and daily activities of Barbary sheep. Pp. 51-58. In: Simpson, C.D. (ed.). *Symposium on Ecology and Management of Barbary Sheep*. Texas Tech Univ. Press. Lubbock.
- Krysl, L.; Simpson, C.D.; Gray, G. 1980. Dietary overlap of sympatric barbary sheep and mule deer in Palo Duro Canyon, Texas. Pp: 97-103. In: Simpson, C.D. (ed.). *Symposium on ecology and managements of barbary sheep*. Texas Tech University Press. Lubbock.
- Martínez, J.E.; Zaragoza, B.M.; Belda, A.; Navarro, J.T.; Peiró, V. 2011. Creación de un software para el almacenamiento automático y gestión de imágenes obtenidas por fototrampeo. In: X Congreso SECEM. Universidad de Málaga. Málaga.
- Ogren, H. 1965. Barbary sheep. *New Mexico Department of Game and Fish Bulletin*, 13. Santa Fe.
- R Development Core Team 2014. *R: a language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN: 3-900051-07-0. <http://www.R-project.org>
- San Miguel, A.; Fernández, M.; Perea, R.; Martínez, M.; Rodríguez C. 2010. El arruí (*Ammotragus lervia* Pallas 1777) en Sierra Espuña (Murcia) ¿Amenaza u oportunidad? *Serie Técnica n.º 9*. Consejería de Agricultura y Agua. Región de Murcia. 80 pp.
- Serrano, E.; Calabuig, G.; Cassinello, J.; Pérez, J.M. 2002. The human dimension that favours the unnatural expansion of an exotic ungulate (*Ammotragus lervia*) throughout the Iberian peninsula. *Pirineos* 157: 181-189.
- Serrano, E.; Calabuig, G.; Peiró, V.; Pérez, J.M. 2003. Distribución del arruí (*Ammotragus lervia* Pallas, 1777) en la provincia de Alicante. *Galemys* 15 (número especial): 19-23.
- Shackleton, D.M. (Ed.). 1997. *Wild sheep and goats and their relatives: Status survey and conservation action plan for Caprinae*. IUCN. Gland.
- Stoate, C.; Henderson, I.G.; Parish, D.M. 2004. Development of an agri-environment scheme option: Seed-bearing crops for farmland birds. *Ibis* 146: 203-209.

