

Efecto de los vallados sobre la conservación de especies de flora amenazada

DOI: 10.15366/cv2022.26.003

Effects of fencing on threatened plant species conservation

■ JUAN LORITE¹, DAVID CUERDA², SANDRA GARCÍA DE LUCAS³, LAURA PLAZA⁴ y ANA MELLADO⁵

1. Depto. de Botánica. Facultad de Ciencias. c/ Severo Ochoa s/n. Universidad de Granada. 18017 Granada.

2. Parque Natural Sierras de Cazorla, Segura y las Villas. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía.

3. Jardín Botánico Torre del Vinagre, Red Andaluza de Jardines Botánicos.

4. Laboratorio de Propagación Vegetal. Red Andaluza de Jardines Botánicos.

5. Depto. de Ecología. Facultad de Ciencias. c/ Severo Ochoa s/n. Universidad de Granada. 18017 Granada.

Resumen / Abstract

El exceso de herbivoría causa graves problemas de erosión, desertificación y pérdida de biodiversidad. Los vallados han sido ampliamente utilizados para controlar este problema, aunque se ha comprobado que estos vallados tienen a medio plazo tanto efectos positivos, como efectos negativos e indeseados. Sin embargo, no existen trabajos que evalúen su eficacia a medio-largo plazo. En este trabajo hemos seleccionado 6 especies de flora amenazada (localizadas en las Sierras de Cazorla, Segura y las Villas y Sierra de Mágina) que presentan poblaciones valladas y sin vallar. En estas poblaciones se tomaron en campo datos de las especies amenazadas y de distintos parámetros del hábitat. De esta forma se comprobó que los vallados disminuían en general la presencia y actividad de ungulados, pero en algunas ocasiones los individuos de las poblaciones valladas producían un menor número de flores y frutos. Las zonas valladas experimentaron un aumento significativo en la cobertura, aumentando la competencia interespecífica para las especies amenazadas. No hubo cambios drásticos en el suelo, aunque sí un incremento en algunos parámetros indicadores de exceso de herbivoría en algunas poblaciones no valladas. La conclusión más clara de este trabajo es que el efecto de los vallados, positivo o negativo, no es uniforme, sino que varía entre especies y entre poblaciones de la misma especie. *Narcissus*, *Atropa* y *Glandora* se vieron beneficiadas, mientras que *Aquilegia*, *Euonymus* y *Geranium* no recibieron un beneficio claro. Se pone de manifiesto la necesidad de evaluar periódicamente la eficacia de los vallados, así como la necesidad de ensayar y evaluar métodos alternativos (vallados individuales, temporales, etc.).

Excessive herbivory causes serious problems of erosion, desertification, and biodiversity loss. Protective fences have been widely used to control this problem, although it has been proven that these fences have both positive and negative and undesirable effects in the medium term. However, there are no studies evaluating their effectiveness in the medium or long-term. In this work we have selected 6 threatened plant species (located in the Sierras de Cazorla, Segura y las Villas and Sierra de Mágina) with both fenced and unfenced populations. In these populations, data on the threatened species and different habitat parameters were collected in the field.

*It was found that fencing generally reduced the presence and activity of ungulates, but in some cases individuals in fenced populations produced a lower number of flowers and fruits. Fenced areas experienced a significant increase in cover, increasing interspecific competition for threatened species as well. There were no drastic changes in the soil, although there was an increase in some parameters indicative of overgrazing. The clearest conclusion of this work is that the effect of fencing, positive or negative, is not uniform, but varies among species and among populations of the same species. *Narcissus*, *Atropa* and *Glandora* were benefited, while *Aquilegia*, *Euonymus* and *Geranium* did not receive a clear benefit. Also, we highlighted the need to periodically evaluate the effectiveness of fencing, as well as the necessity to test and evaluate alternative fencing methods (individual fencing, temporary fencing, etc.).*

Palabras clave / Keywords

Vallados, flora amenazada, herbivoría, ungulados, gestión

Fencing, threatened flora, herbivory, ungulates, management

Introducción

El sobrepastoreo o exceso de herbivoría, por parte de animales silvestres o domésticos, es considerado como uno de los factores que tienen mayor impacto a nivel global, causando buena parte de los problemas de erosión, desertificación y pérdida de biodiversidad (Chapin *et al.*, 2001). En la actualidad el exceso de herbívoros es un importante factor de amenaza para muchas especies de plantas, especialmente las endémicas de área restringida, ya que cualquier perturbación, la herbivoría en este caso, puede afectar con mayor probabilidad a toda su distribución (Hobohm, 2014).

Una de las herramientas más utilizadas desde el Neolítico para proteger las plantas (generalmente cultivos) de los herbívoros, son los vallados de protección (Fig. 1). En biología de la conservación, los vallados se utilizan con frecuencia para proteger a la biodiversidad, de distintos factores de amenaza (Hayward *et al.*, 2009). Cuando se establecen vallados para la protección de plantas, generalmente los resultados positivos son muy rápidos y fáciles de evaluar y, por lo tanto, muy intuitivos. Sin embargo, los efectos a largo plazo son más difíciles de predecir, a veces contra-intuitivos y a menudo negativos (Tabla 1).

Aunque los pros y contras de los vallados para la conservación se han evaluado en numerosas ocasiones para los animales, especialmente para los grandes mamíferos (ver Hayward *et al.*, 2009 para una revisión), los efectos en la conservación/protección de plantas contra los herbívoros son muy escasos en la literatura (Lorite *et al.*, 2021).

En este contexto, las Sierras de Cazorla *s.l.* y Mágina, son enclaves interesantes para evaluar el efecto de estos vallados puesto que, por un lado, son zonas con una importante diversidad vegetal y originalidad (Lorite *et al.*, 2007) y por otro presentan además una gran cantidad de herbívoros, tanto silvestres como domésticos, que producen problemas de sobrepastoreo y exceso de herbivoría en algunas zonas, especialmente en años secos. Por ello, desde mediados de la década de 1980 se cercaron algunas poblaciones de especies amenazadas (Gutiérrez *et al.*, 2014), con el fin de protegerlas frente al exceso de herbivoría.

La hipótesis de partida era que las características particulares de cada especie y de su hábitat condicionarán el efecto neto, positivo, negativo o neutro, de los vallados. Por tanto, el objetivo de este estudio fue analizar el efecto directo del va-

Tabla 1. Resumen de los efectos positivos y negativos de los vallados sobre plantas, de acuerdo con la literatura.

Efectos positivos

- Limitar herbivoría (Santoro *et al.*, 2012)
- Limitar pisoteo y nitrificación (Santoro *et al.*, 2012; Fenu *et al.*, 2016)
- Evitar recolección por parte de humanos (Santoro *et al.*, 2012)
- Aumento de la producción de semillas (Fenu *et al.*, 2016)
- Incremento supervivencia de plántulas (Fenu *et al.*, 2016).

Efectos negativos

- Cambios importantes en la composición y estructura de la vegetación (Al-Rowaily *et al.*, 2015).
- Aumento de la competencia intra- e interespecífica (Aschero & García, 2012).
- Cambios en la fauna de polinizadores y por tanto en la dispersión del polen (Bessega *et al.*, 2017).
- Limitación de la dispersión de semillas para algunas especies zoócoras (Aschero & García, 2012).
- Efecto llamada para recolectores ilegales (Hayward *et al.*, 2009).
- Elevado coste de instalación y mantenimiento que no pueden ser asumidos por muchos programas de conservación (Tanentzap & Lloyd, 2017) (Fig. 1).

llado de exclusión de ungulados sobre seis especies de flora amenazada del SE de la Península Ibérica, así como su efecto indirecto a través de los cambios producidos en el hábitat de estas especies.

Material y métodos

Área de estudio

El estudio se realizó en el Parque Natural Sierras de Cazorla, Segura y las Villas (214000 ha) y en el Parque Natural de Sierra Mágina (19961 ha), ambos ubicados en el sureste de la Península Ibérica (Jaén). Los dos espacios naturales presentan un clima mediterráneo continental típico con un verano seco y un invierno húmedo. Las precipitaciones oscilan entre 400 y 1900 mm, con noviembre y abril como los meses más húmedos y julio y agosto como los más secos. La media anual de temperatura en el Parque de Cazorla es de 11, 7° C, con enero (4° C) como mes más frío y agosto (21° C), como el más cálido. Las rocas predominantes en la zona son calizas y dolomías. Las dos áreas están formadas por una red de abruptas cadenas montañosas, con altitudes que van de 500 m.s.n.m. a 2107 (Pico Empanadas), ó 2169 (Pico Mágina). La vegetación está compuesta de una mezcla de pinares de *Pinus nigra* subsp. *salzmannii* (Dunal) Franco, *P. halepensis* Mill. y *P. pinaster* Ait., con planifolios de hoja perenne o caduca, destacando: *Quercus rotundifolia* L. y *Q. faginea* Lam. (Gómez-Mercado, 2011). Estos macizos han estado sometidos históricamente a una importante herbivoría, por parte de ungulados domésticos y silvestres al menos durante el último siglo (García-González & Cuartas, 1989), lo que ha afectado significativamente a la estructura, composición y regeneración de la vegetación, constituyendo el principal factor de amenaza para muchas especies de flora de esta área (Lorite *et al.*, 2007).

Muestreo de las especies

Para este estudio se seleccionaron las especies, teniendo en cuenta que fueran: i) especies amenazadas (CR y EN) e incluidas en el Catálogo Nacional (excepto *Euonymus latifolius*), ii) con poblaciones valladas y no valladas (idealmente 5 valladas y 5 no valladas), con al menos 30 individuos por población (siempre que fuese posible), iv) con vallados de 10 años al

menos, para poder observar efectos demográficos y sobre la comunidad. Todos los vallados fueron del mismo tipo, elaborados con malla cinegética, postes de madera y una altura aproximada de 2 m. Las especies seleccionadas fueron: *Atropa baetica* Willk., *Geranium cazorlense* Heywood, *Narcissus longispatus* Pugsley, *Aquilegia pyrenaica* subsp. *cazorlensis* (Heywood) Galiano & Rivas-Mart., *Euonymus latifolius* (L.) Mill. y *Glandora nitida* (Ern.) D.C. (Fig. 2 a-f). En general nos referiremos a ellas como especies/individuos focales.

Los muestreos se diferenciaron en cinco bloques (1-5) que nos permitieron analizar los siguientes parámetros entre poblaciones valladas y no valladas, para así poder comparar el efecto del vallado para las distintas poblaciones y especies estudiadas (Fig. 3):

1) Efecto del vallado sobre el potencial reproductivo, el biovolumen y el entorno próximo de los individuos

focales. Para ello se escogieron al azar 25-30 individuos por cada población (vallada o sin vallar) de las 6 especies estudiadas. En el caso de *Atropa baetica* y *Euonymus latifolius*, cuyas poblaciones cuentan con un bajo número de individuos, se seleccionaron todos los individuos presentes en cada población, diferenciando los núcleos vallados y no vallados. El potencial reproductivo se cuantificó como número de flores y el número de frutos en los individuos seleccionados, realizando las estimas durante el pico de flo-



Figura 1. Vallados de exclusión de ungulados. **a)** Población vallada de *Atropa baetica*. **b)** Población de *Aquilegia pyrenaica* subsp. *cazorlensis* con vallado sin mantenimiento, que permite el acceso a herbívoros. Todos los vallados que no se encontraban en perfectas condiciones fueron desechados para este estudio (Fotos: J. Lorite, A. Mellado).



Figura 2. Especies incluidas en el estudio. **a)** *Atropa baetica*, **b)** *Geranium cazorlense*, **c)** *Narcissus longispathus*, **d)** *Aquilegia pyrenaica* subsp. *cazorlensis*, **e)** *Euonymus latifolius*, **f)** *Glandora nitida* (Fotos: J. Lorite, A. Mellado).

ración y fructificación, respectivamente, en todas las poblaciones de cada una de las especies estudiadas. Para tener una estima más precisa, y poder analizar limitaciones en la reproducción, tanto flores como frutos se han estimado en los mismos individuos. El tamaño de los individuos se calculó mediante un método no destructivo. Para ello en cada individuo se midió la altura máxima y el diámetro medio, con lo que se calculó el biovolumen mediante la fórmula de semi-esferoide [$V = (4/3\pi r^2 h)/2$; donde r es el radio y h la altura máxima]. Con el fin de analizar el efecto del vallado sobre el entorno más próximo a los individuos seleccionados, en cada individuo se midió: (i) la distancia a la planta más cercana (distancia al vecino más próximo) y la identidad de ésta; (ii) la densidad (individuos/m²) y (iii) composición taxonómica (identidad y abundancia) de la comunidad vegetal en un 'plot' circular alrededor de cada individuo—50 cm de diámetro en el caso de *Geranium cazorlense*, *Aquilegia*

pyrenaica subsp. *cazorlensis*, *Narcissus longispathus*, *Glandora nitida*, y 100 cm de diámetro en el caso de *Atropa baetica* y *Euonymus latifolius*—, en el que se registraron todas las especies perennes y su frecuencia.

2) Efecto del vallado sobre la composición taxonómica de la comunidad vegetal y la densidad poblacional.

Para evaluar la estructura y composición de la comunidad vegetal se estimó la cobertura (%) y composición de especies dentro y fuera de los vallados. Estas variables se cuantificaron mediante 3 transectos de intercepción (10-25 m de largo x 2 m ancho) con 3 puntos de contacto cada 50 cm (Fig. 2), muestreando la misma superficie en poblaciones valladas y no valladas. El punto medio del transecto se ubicó en todos los casos en el núcleo más denso de la población focal, y se extendió hacia los dos extremos, hasta abarcar los individuos más distantes. La densidad de la especie focal se estimó contando el total de individuos presentes en los transectos de vegetación.

3) Efecto del vallado sobre las propiedades físico-químicas del suelo.

Para ello en cada población (vallada y no vallada) se midió la temperatura y la humedad con un TDR (HH2 Moisture Meter, Delta-T Devices) y se tomaron cuatro cores de suelo (5 cm diámetro y 10 cm de profundidad). Las muestras se transportaron en bolsas de polietileno y tamizaron (tamiz de 2 mm) en el laboratorio para eliminar piedras y partículas visibles de material vegetal; posteriormente las 4 muestras de suelo de cada parcela se combinaron en una única muestra compuesta para su análisis. Una fracción (aproximadamente 60 g) de cada muestra compuesta de suelo se secó a temperatura ambiente durante 7 días y se almacenó hasta su posterior análisis en el laboratorio (siguiendo la metodología descrita en (Mañares *et al.*, 1998). En el laboratorio se midió la textura del suelo (% de limo grueso, limo fino, arena y arcilla); el pH; el % de carbono orgánico, materia orgánica y nitrógeno total; el fósforo (ppm); la conductividad eléctrica; el % de saturación; y la cantidad (mg/L) de fluoruros, cloruros, nitratos, nitritos y sulfatos.

4) Efecto del vallado sobre la herbivoría foliar.

Este parámetro se calculó como el porcentaje de planta consumida por herbívoros en 10 individuos de cada especie y población. En cada uno de estos individuos se seleccionaron aleatoriamente 5 hojas en las que se estimó el porcentaje de defoliación relativo al total del área foliar siguiendo una escala semicuantitativa (Fig. 3). En las poblaciones de *Atropa baetica* y *Euonymus latifolius* de menos de 10 individuos se muestrearon más hojas por individuo, intentando alcanzar la cifra de 50 hojas por población.

5) Efecto del vallado sobre el control de ungulados.

Para evaluar la actividad de los ungulados dentro y fuera del vallado se cuantificó el total de excrementos localizados en una superficie de 100 m² en torno al núcleo principal de la población. Para las especies que forman excrementos compuestos por pequeñas unidades (ciervo, gamo, cabra

	Narcissus	Atropa	Euonymus	Geranium	Aquilegia	Glandora
Limitación de la herbivoría: porcentaje de defoliación con respecto al total del área foliar (10 individuos por población / 5 hojas por individuo).	●	●	○	○	○	○
Producción de flores: número de flores por individuo en los individuos seleccionados en cada población.	○	○	○	●	○	●
Producción de frutos: número de frutos por individuo en los mismos individuos seleccionados para el conteo de flores.	●	○	○	●	○	●
Biovolumen: estima del tamaño de los individuos seleccionados (aproximación a un semi-esferoide).	○	○	○	○	○	○
Distancia al vecino más próximo: Distancia (cm) a la planta más cercana.	○	○	○	○	○	○
Densidad de plantas en la vecindad (estimación indirecta de la competencia). Número de plantas contabilizadas en plots circulares alrededor de los individuos seleccionados.	●	○	○	○	○	●
Exclusión de ungulados: conteo del total de excrementos de ungulados / 100 m ² .	○	●	○	○	○	●
Densidad poblacional: número de individuos / m ² .	○	●	●	●	○	○
Cobertura vegetal: porcentaje de superficie cubierta por vegetación.	○	●	●	●	○	○

● Efecto positivo ● Efecto negativo Sin efecto claro

Figura 3. Síntesis de los efectos obtenidos (positivos, negativos o dudosos) para las 9 variables analizadas por cada una de las 6 especies incluidas en este estudio.

montés, muflón, oveja y cabra doméstica), se consideraron como excrementos independientes aquellos “núcleos” de excrementos localizados a más de 1m de distancia, evitando así sobreestimar la abundancia de excrementos en caso de encontrar núcleos dispersos por el suelo en lugar de concentrados en un mismo punto.

Los muestreos de campo de *Atropa baetica*, *Geranium cazorlense*, y *Aquilegia pyrenaica* subsp. *cazorlensis*, se realizaron de junio a septiembre de 2020, mientras que *Narcissus longispathus*, *Glandora nitida* y *Euonymus latifolius* se muestrearon entre marzo y septiembre de 2021.

Resultados y discusión

Los vallados consiguieron disminuir en general la actividad de los ungulados; esto se vio reflejado, tanto en un menor ramoneo de las especies amenazadas, como en una menor presencia de excrementos, excepto en 1 de las 10 poblaciones analizadas de *Geranium cazorlense* y en las de *Euonymus latifolius*, para las que no se encontraron diferencias significativas en la actividad de ungulados dentro y fuera del vallado. Esto se debió, en el caso de *Geranium cazorlense*, a que uno de los vallados presenta grandes dimensiones y a pesar de que se encuentra en buenas condiciones y se repara con rapidez cuando hay algún desperfecto, los ungulados, específicamente cabra montés y muflón, acceden en ocasiones, aunque en un número significativamente menor que en las zonas adyacentes no valladas. En el caso de *Euonymus* la mayoría de las poblaciones presentaban una baja presencia de excrementos, tanto fuera, como dentro del vallado, por lo que el vallado no tuvo un efecto significativo a la hora de disminuir la presencia de ungulados, ya de por sí baja. En el caso de *Atropa baetica* y *Narcissus longispathus* la herbivoría foliar fue significativamente mayor fuera de los vallados.

El vallado tuvo un efecto positivo significativo sobre el número de flores y frutos de *Glandora nitida* y sobre el número de frutos de *Narcissus longispathus*; por el contrario, el vallado tuvo un efecto negativo significativo sobre las flores y frutos de *Geranium cazorlense*. Para todas las especies es-

tudiadas, tanto el biovolumen como la distancia al vecino más próximo mostraron valores similares en poblaciones valladas y no valladas. En el caso de *Narcissus longispathus* y *Glandora nitida* la densidad de la comunidad de plantas vecinas fue mayor en las poblaciones no valladas, indicando que las especies focales se encontraban en núcleos de vegetación más densos fuera del vallado, es decir, buscaban refugio asociándose a otras plantas próximas, frecuentemente espinosas.

Las zonas con vallados mostraron mayor cobertura vegetal, excepto en el caso de *Aquilegia pyrenaica* subsp. *cazorlensis* donde no se encontraron diferencias significativas entre dentro y fuera de los vallados, y en *Glandora nitida* y *Narcissus longispathus* donde las diferencias fueron marginalmente significativas.

Un aumento de la cobertura puede traducirse en un aumento de la competencia interespecífica por efecto del vallado. La composición taxonómica de la comunidad vegetal estaba influenciada principalmente por el hecho de que eran especies que ocupan distintos hábitats, pero además el vallado cambiaba significativamente la composición de la comunidad dentro de una misma especie, con lo cual se comprobó que el vallado produce importantes cambios a nivel del hábitat. En el caso de *Geranium cazorlense*, *Atropa baetica* y *Euonymus latifolius*, la densidad de la especie focal es significativamente mayor dentro de las poblaciones valladas; en el caso de *Glandora nitida* sucede lo contrario, mientras que en *Aquilegia pyrenaica* subsp. *cazorlensis* y *Narcissus longispathus* no se observan diferencias claras.

En cuanto a los distintos parámetros edáficos analizados, en general se han obtenido pocas diferencias entre las zonas valladas y no valladas. En particular, el vallado en *Atropa baetica* y *Euonymus latifolius* no parece tener repercusión significativa en ninguna variable edáfica relevante. En *Aquilegia pyrenaica* subsp. *cazorlensis*, en cambio, existieron diferencias significativas en el nivel de: carbono orgánico, fósforo, materia orgánica o nitrógeno total, siempre más elevadas en las poblaciones valladas. Esto podría deberse a una menor interferencia de los herbívoros en el suelo, lo que podría traducirse en mayor actividad biológica y una mejora en estos indicadores. En *Geranium cazorlense* y *Glandora nitida* hay una diferencia muy significativa en cuanto a los nitratos, mucho más altos en las zonas no valladas, donde la actividad de los ungulados es muy elevada.

Conclusiones

La primera conclusión que podemos sacar de este estudio es que la respuesta del hábitat a los vallados (positiva o negativa) no es uniforme, sino que varía entre especies, e incluso entre poblaciones de la misma especie, para muchos de los parámetros analizados.

En la mayoría de los casos estudiados, los vallados suelen ejercer un control efectivo del acceso de ungulados y por tanto limitan la herbivoría. De esta manera, el vallado favo-

rece la reproducción y reduce la competencia en *Narcissus* y *Glandora*; disminuye el daño por herbivoría en *Narcissus* y *Atropa*. Sin embargo, vallar disminuye la capacidad reproductiva de *Geranium* y no tiene ningún efecto evidente sobre *Euonymus latifolius*.

Los parámetros edáficos más interesantes para poner de manifiesto los cambios producidos por los vallados son: carbono orgánico, fósforo, materia orgánica o nitrógeno total, nitratos, nitritos y sulfatos.

Para una especie concreta, el efecto del vallado puede ser positivo, negativo o neutro, dependiendo del parámetro analizado, por lo que la valoración global de si el vallado es necesario o no debe tomarse teniendo en consideración el aspecto que se desea potenciar en cada caso (Fig. 3).

En general, podemos decir que *Narcissus*, *Atropa* y *Glandora* se ven beneficiadas, mientras que *Aquilegia*, *Euonymus* y *Geranium* no reciben un beneficio claro. Por lo tanto, el mantenimiento del vallado en estas tres últimas especies no es prioritario. En el caso de *Euonymus* sería más discutible, puesto que para la mayor parte de los parámetros no hay un efecto positivo del vallado.

Este estudio pone de manifiesto la necesidad de hacer un seguimiento a los vallados que se instalen para evaluar su eficacia y así poder valorar si es necesario mantenerlos a largo plazo o no. En este sentido, un muestreo detallado de la situación de la población antes del vallado debería ser un requisito previo a la instalación de cualquier vallado. Carecer de los datos para este punto de partida dificulta mucho evaluar el efecto de cada vallado particular.

Es necesario investigar métodos de vallado alternativos (vallados o protecciones individuales, temporales, etc.), sobre todo en las poblaciones en las que se han obtenido peores resultados.

El seguimiento de más especies, con distinto biotipo (ej. anuales) y otros rasgos funcionales diferentes (tipo de hoja, con/sin crecimiento clonal, con/sin defensas físicas o químicas, etc.), permitiría elaborar unas recetas comunes de seguimiento y de manejo, basadas en rasgos funcionales comunes, que permitirían optimizar la decisión de vallar, así como la gestión posterior de los vallados.

Agradecimientos

Este proyecto se desarrolló en el marco del Contrato de investigación: "Apoyo experto para el análisis del efecto de la presencia de vallados sobre la conservación de especies de flora amenazada Parque Natural Sierras de Cazorla, Segura y las Villas", suscrito entre TRAGSATEC y la Universidad de Granada y financiado por la Subdirección General de Biodiversidad Terrestre y Marina (MITECO). Marta Viu (MITECO), Eduardo Campos (TRAGSATEC) y Carmela Capistros (TRAGSATEC) se encargaron de la coordinación y dirección administrativa del correspondiente contrato suscrito.

Los autores quieren mostrar su reconocimiento a Vernon Heywood, pionero en el estudio de la flora de Cazorla y fallecido recientemente (D. E. P.).

Bibliografía

- Al-Rowaily SL, El-Bana MI, Al-Bakre DA, Assaeed AM, Hegazy A.K & MB Ali (2015) Effects of open grazing and livestock exclusion on floristic composition and diversity in natural ecosystem of Western Saudi Arabia. *Saudi Journal of Biological Sciences* 22: 430-437.
- Aschero V, & García D (2012) The fencing paradigm in woodland conservation: Consequences for recruitment of a semi-arid tree. *Applied Vegetation Science* 15: 307-317.
- Besega C, Pometti C, Campos C, Saidman BO & JC Vilardi (2017) Implications of mating system and pollen dispersal indices for management and conservation of the semi-arid species *Prosopis flexuosa* (Leguminosae). *Forest Ecology and Management* 400: 218-227.
- Chapin FS, Sala OE, & E Huber-Sannwald (2001) *Global Biodiversity in a Changing Environment*. Springer-Verlag, New York.
- Fenu G, Cogoni D, & G Bacchetta (2016) The role of fencing in the success of threatened plant species translocation. *Plant Ecology* 217: 207-217.
- García-González R, & P Cuartas (1989) A comparison of the diets of the wild goat (*Capra pyrenaica*), Domestic Goat (*Capra hircus*), Mouflon (*Ovis musimon*) and the domestic sheep (*Ovis aries*) in the Cazorla Mountain range. *Acta Biologica* 9: 123-132.
- Gómez-Mercado, F (2011) Vegetación y flora de la Sierra de Cazorla. *Guineana* 17: 1-481.
- Gutiérrez L, García S, Cuerda D, & F Marchal (2014) Aportaciones al conocimiento de la distribución y el estado de conservación del endemismo amenazado *Solenanthes reverchonii* Debeaux ex Degen (Boraginaceae) en Andalucía (España). *Anales de Biología* 36: 135-140.
- Hayward MW & Kerley GIH (2009) Fencing for conservation: Restriction of evolutionary potential or a riposte to threatening processes? *Biological Conservation* 142: 1-13.
- Hobohm, C (2014) *Endemism in Vascular Plants*. Springer, Dordrecht, Heidelberg, New York, London.
- Lorite J, Navarro FB, & Valle F (2007) Estimation of threatened orophytic flora and priority of its conservation in the Baetic range (S. Spain). *Plant Biosystems* 141: 1-14.
- Lorite J, Salazar-Mendias C, Pawlak R, & EM Cañadas (2021) Assessing effectiveness of exclusion fences in protecting threatened plants. *Scientific Reports* 11: 16124.
- Mañares A, Sánchez J, de Haro S, Sánchez ST, & F del Moral (1998) *Análisis de suelos, metodología e interpretación*. Servicio de Publicaciones Universidad de Almería, Almería.
- Santoro R, Jucker T, Prisco I, Carboni M, Battisti C, & ATR Acosta (2012) Effects of trampling limitation on coastal dune plant communities. *Environmental Management* 49: 534-542.
- Tanentzap AJ, & KM Lloyd (2017) Fencing in nature? Predator exclusion restores habitat for native fauna and leads biodiversity to spill over into the wider landscape. *Biological Conservation* 214: 119-126.