

SEGUIMIENTO DE LA FLORA VASCULAR DE ESPAÑA

Seguimiento mediante parcelas permanentes de
Naufraga balearica,
endemismo de la isla de Mallorca en Peligro Crítico
de Extinción



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN
Y MEDIO AMBIENTE

SEGUIMIENTO DE LA FLORA VASCULAR DE ESPAÑA

Seguimiento mediante parcelas permanentes de
Naufraga balearica,
endemismo de la isla de Mallorca en Peligro Crítico
de Extinción



Madrid, 2015

La presente obra se ha realizado para el proyecto de Desarrollo de instrumentos para la aplicación de la Ley 42/2007: Inventario Español del Patrimonio Natural y Biodiversidad y Sistema de indicadores, dentro de los trabajos del Inventario Español del Patrimonio Natural y la Biodiversidad que desarrolla el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, en el marco de la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y la Biodiversidad.

Dirección técnica del proyecto

Ricardo Gomez Calmaestra
Subdirección General de Medio Natural
Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental y Medio Natural

Realización y producción

TRAGSATEC, Grupo TRAGSA

Coordinación general del proyecto

François Tapia

Coordinación técnica y científica

Sociedad Española de Biología de la Conservación de Plantas

Autores

Juan Rita Larrueca y Joana Cursach Seguí
Laboratorio de Botánica. Departamento de Biología. Universitat de les Illes Balears

A efectos bibliográficos este documento debe citarse como sigue:

Rita J. y Cursach J., 2015. *Seguimiento de la flora vascular de España. Seguimiento mediante parcelas permanentes de Naufraga balearica, endemismo de la isla de Mallorca en Peligro Crítico de Extinción.* Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental y Medio Natural, Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Madrid. 31 pp.

Las opiniones que se expresan en esta obra son responsabilidad de los autores y no necesariamente del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. El uso que se haga de la información contenida en esta obra es responsabilidad única del lector.



MINISTERIO DE AGRICULTURA, ALIMENTACION Y MEDIO AMBIENTE

Edita:

© Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente
Secretaría General Técnica
Centro de Publicaciones

Distribución y venta:

Paseo de la Infanta Isabel, 1
28014 Madrid
Teléfono: 91 347 55 41
Fax: 91 347 57 22

Diseño, maquetación, impresión y encuadernación:

Taller del Centro de Publicaciones del MAGRAMA

NIPO: 280-15-207-8 (papel)
NIPO: 280-15-208-3 (Línea)
Depósito Legal: M-35586-2015

Tienda virtual: www.magrama.es
centropublicaciones@magrama.es

Catálogo de Publicaciones de la Administración General del Estado:
<http://publicacionesoficiales.boe.es/>

Datos técnicos: Formato: 24x17 cm. Caja de texto: 19,5x13 cm. Composición: Una columna. Tipografía: Optima LT Std a cuerpo 10. Encuadernación: Grapado. Papel: Igloo 100 gramos. Cubierta Igloo 150 gramos. Impresión digital.

En esta publicación se ha utilizado papel libre de cloro de acuerdo con los criterios medioambientales de la contratación pública.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS	5
INTRODUCCIÓN	7
MATERIALES Y MÉTODOS	11
Especies estudiadas	11
Distribución y hábitat	13
Diseño experimental de campo	13
Índices de cobertura	15
Tratamiento mediante series temporales	15
RESULTADOS	16
Exclusión de herbívoros	16
Tendencias	18
Correlaciones	21
DISCUSIÓN	21
Evaluación del método de seguimiento	21
Herbivoría	23
Tendencias	26
CONCLUSIONES	27
BIBLIOGRAFÍA	29



Agradecimientos

Estamos agradecidos a E. Moragues por los datos aportados de los primeros años de seguimiento de esta especie. A J. M^a Castro, A. Mateu, M. A. Cerdà y otros colegas por ayudarnos en los trabajos de campo. Para realizar este trabajo Joana Cursach recibió una beca de la *Conselleria d'Economia, Hisenda i Innovació del Govern de les Illes Balears*. Este trabajo fue parcialmente financiado por *MAVA Foundation pour la Nature* y por la *International Union for the Conservation of Nature (IUCN)*.



Introducción

Naufraga balearica Constance & Cannon (*Apiaceae*) (Fig.1) es una especie endémica exclusiva de Mallorca (Islas Baleares), su género es monoespecífico. Fue descubierta en 1962 en la localidad de punta de Coves Blanques (Fig. 2), cerca de cala Sant Vicenç, en Pollensa (Duvigneaud, 1970) y descrita por Constance y Cannon en 1967. Durante muchos años, y muchas búsquedas infructuosas, se pensaba que esta especie solo vivía en la localidad de donde fue descrita (Coves Blanques-Pollensa), pero en 1996 se encontraron otras poblaciones en la península de Formentor (Bibiloni & Soler, 2002) (Fig. 3).

Actualmente se conoce la presencia de esta especie en 8 cuadrados UTM de 1 × 1 km. La especie también fue localizada en Córcega en 1981 (cerca de la región de Piana) por G. Dutartre, pero se extinguió dos años después (Gamisans et al., 1996). Sin embargo, estudios moleculares mostraron una identidad genética entre la población de Córcega y la población de la localidad clásica de Mallorca, por lo que el origen nativo de esta población corsa ha sido cuestionado (Fridlender & Boisselier-Dubayle, 2000).



Figura 1. Aspecto general de *Naufraga balearica*, en la parte inferior se pueden apreciar algunas umbelas con flores abiertas.

N. balearica se ha incluido repetidamente en los listados de taxones amenazados y también ha sido considerada como una de las 50 especies vegetales más amenazadas de las islas del Mediterráneo (Montmollin & Strahm, 2005). Inicialmente, la especie fue incluida en la categoría “En Peligro” de la escala de la UICN anterior a 1994 (Gómez-Campo, 1987; Domínguez *et al.*, 1996), pero a raíz del hallazgo de las poblaciones de Formentor fue rebajada a la categoría de “Vulnerable” (Sáez & Rosselló, 2001). Posteriormente, al comprobarse que la especie estaba en declive (Moragues, 2005), fue revaluada y de nuevo se le adjudicó la máxima categoría de amenaza “en Peligro Crítico” (Moreno, 2008; Rosselló, 2011).



Figura 2. Acantilados de Coves Blanques (Pollensa-Mallorca), localidad donde fue descubierta *Nauphaea balearica*.

Los criterios de la UICN (UICN, 2001) para definir las categorías de amenaza tienen en cuenta el tamaño de la población (medido únicamente según el número de individuos maduros), el tamaño y continuidad de su área de distribución (área de presencia o de ocupación), así como por la disminución continua de las poblaciones. Estos criterios tienen una aplicación controvertida para las plantas, y en ocasiones genera problemas serios para su aplicación. Uno de los problemas metodológicos más frecuentes es el medir el tamaño de la población, porque muchas plantas tienen formas vitales que hace imposible diferenciar unos individuos de otros, o porque se agrupan en céspedes, y/o porque se encuentran en zonas inaccesibles. Otro problema igualmente serio es el

diferenciar las especies realmente amenazadas de aquellas que son simplemente raras (por lo reducido de su nicho ecológico, o por simples razones biogeográficas) que son particularmente frecuentes en los ambientes insulares (Thompson, 2005). *N. balearica* reúne muchos de los problemas citados. Es una planta de reducidas dimensiones, forma estolones y densos céspedes, lo que hace inviable diferenciar unos individuos de otros, y por lo tanto no es posible realizar censos precisos de sus poblaciones. Además, vive en rellanos y fisuras de acantilados costeros de difícil acceso, lo que también impide conocer con exactitud el área de ocupación. En este caso, como en otros similares, el disponer de indicadores o estimaciones que nos orienten sobre si la especie está en declive o no puede ser crucial para conocer su estado de conservación y aplicar medidas de gestión.



Figura 3. Roquedos y acantilados del Cap de Catalunya en Formentor (Pollensa), la localidad donde se ha realizado la serie más larga de seguimiento de *Naufraga balearica*.

En este trabajo se presentan los resultados del seguimiento de *Naufraga balearica* a lo largo de doce años (1998-2009) mediante parcelas permanentes. Se presenta una metodología de seguimiento a largo plazo que puede ser útil para otras plantas que forman céspedes, donde es imposible diferenciar el número de individuos. En este caso, se pretendía reconocer los cambios en el recubrimiento de la especie y usar este dato como indicador de los cambios en la población a lo largo del tiempo.

El diseño experimental inicial pretendía conocer el efecto de la herbivoría sobre esta especie, más tarde el objetivo del estudio se amplió a conocer la tendencia de sus poblaciones a largo plazo y la influencia que sobre la misma pueden tener no solo los herbívoros sino también las especies de plantas acompañantes y otros factores ambientales. Algunos de estos resultados han sido ya publicados (Cursach & Rita, 2012; Cursach & Rita, 2014; Cursach *et al.*, 2013), por lo que aquí presentamos una recopilación de estos datos, así como algunos resultados surgidos de una reelaboración de los datos disponibles.

MATERIALES Y MÉTODOS

Especies estudiadas

Naufraga balearica es un caméfito cespitoso de 2-6 cm de altura (Fig. 4), con raíz napiforme, que ocasionalmente se puede comportar como hemicriptófito con diapausa estival (Moragues 2005). Tiene $2n=22$ cromosomas (Cardona, 1977). Las hojas se disponen en roseta basal y son polimórficas, desde enteras hasta pinnatisectas con 3-5 (7) lóbulos. Las plantas producen estolones que se extienden radialmente desde la roseta madre, estos estolones están más relacionados con la reproducción sexual que asexual, pero constituyen una vía indudable de propagación vegetativa. Las umbelas son simples y se desarrollan tanto en la roseta central como, sobre todo, en las rosetas que se forman en los extremos de los estolones. Las flores son hermafroditas, pentámeras, actinomorfas, y tienen unos 2 mm de diámetro. Los pétalos son blanquecinos o rosado pálido. Los frutos son esquizocarpos, formados por 2 mericarpos monospermos de 0,7-1 mm unidos sólo por la parte apical, se dispersan por barocoria. La floración tiene lugar entre abril y agosto, aunque en cultivo puede tener una floración más prolongada. La polinización es principalmente mirmecófila (Fig. 5). La germinación es autumnal aunque también pueden producirse germinaciones en la primavera (Moragues, 2005; Cursach & Rita, 2012).



Figura 4. Aspecto general de *Naufraga balearica*.

Inicialmente la especie fue relacionada con la subfamilia *Hidrocotyloideae*, porque comparte rasgos morfológicos con algunos géneros de esta subfamilia del hemisferio sur, como por ejemplo que la umbela sea simple (Constance & Cannon, 1967). Sin embargo, estudios moleculares han demostrado que *N. balearica* pertenece a la subfamilia *Apioideae* y, además, es una especie hermana de *Apium graveolens* L. (Downie *et al.*, 2000; Nicolas & Plunkett, 2009).



Figura 5. El tamaño y la disposición de las flores de *Naufraga balearica* facilita la polinización por hormigas.

Esta especie está protegida a nivel nacional (incluida en el Catálogo Nacional de Especies Amenazadas, Real Decreto 139/2011) y a nivel internacional (incluida en el Apéndice I del Convenio de Berna 1991 y los Anexos II y IV de la Directiva Hábitats de la UE 1992). Entre las amenazas se han señalado la recolección botánica, la acción de las cabras -la herbivoría, el pisoteo y la acumulación de excrementos-, la competencia por el espacio con otras especies vegetales y las perturbaciones climáticas extremas (Mus, 1993; Sáez & Rosselló, 2001; Moragues, 2005; Mus & Rita, 2007; Cursach *et al.*, 2012).

En este trabajo también se ha analizado el comportamiento de tres especies acompañantes: *Erodium reichardii* (Murray) DC. (Geraniaceae), endemismo de Mallorca y Menorca; *Bellium bellidioides* L. (Asteraceae) endemismo tirrénico que se encuentra en todas las islas Baleares, y *Dactylis glomerata* L. (Poaceae), una especie ubicua de

amplia distribución. Las tres especies son perennes y las dos primeras presentan unas dimensiones y porte relativamente parecido a *N. balearica*.

Distribución y hábitat

Las poblaciones de *N. balearica* se encuentran en rellanos y fisuras al pie de paredes rocosas de los acantilados de la costa norte de Mallorca entre los 25 y 280 m.s.n.m (Figs. 1 y 2), generalmente protegidas por la sombra de estos acantilados. El goteo de la humedad que se filtra a través las rocas y la humedad marina son factores importantes para el desarrollo natural de la especie, aunque si recibe la insolación directa durante una parte del día tampoco se desarrolla mal (Llorens, 1987; Cursach, 2012). Análisis de muestras de suelo del Cap de Catalunya (Península de Formentor) revelaron la existencia de suelos calcáreos con textura franca con niveles satisfactorios de materia orgánica, y también la presencia de suelos sódicos como consecuencia de la llegada de los aerosoles marinos, condiciones que pueden reducir la fertilidad física del suelo e impedir la infiltración del agua de la lluvia y favorecer la erosión (Moragues, 2005).

La comunidad donde se la encuentra pertenece a la alianza *Arenarion balearici*, dominada por plantas fanerógamas cespitosas o rastreras que tapizan suelos poco profundos (litosoles) y que tienen un elevado componente endémico, tanto en términos de número de especies (40%) como de cobertura (hasta el 80%). Se ha descrito la asociación *Solenopsio - Naufragetum*, que se caracteriza por la presencia de especies endémicas o de distribución restringida como son la propia *N. balearica*, *Sibthorpia africana* L., *Cymbalaria aequitriloba* (Viv.) A. Cheval, *B. bellidioides* y *Solenopsis balearica* (E. Wimm.) Aldasoro, Castrov., Sales & Hedge (Llorens et al., 2007).

Diseño experimental de campo

Se ha hecho un seguimiento mediante parcelas permanentes en dos localidades diferentes, el Cap de Catalunya (31S EE1423) y en Coves Blanques (31S EE0420), esta última considerada el *locus classicus* de esta especie.

En noviembre de 1998 se marcaron catorce parcelas de 169 cm² en la localidad de Cap de Catalunya (31S EE1423), próxima al cabo Formentor. Se eligieron zonas donde había céspedes compactos de esta especie lo bastante grandes como para la instalación de las parcelas, que se consideraron representativas de los diferentes microhábitats que ocupa esta planta. Este procedimiento ha sido posteriormente recomendado por Iriondo (2011). Siete de las catorce parcelas fueron cubiertas con una rejilla metálica (0,5 cm de luz) para excluirlas de la herbivoría y pisoteo de vertebrados, las otras siete se mantuvieron abiertas. La exclusión de herbívoros se mantuvo hasta marzo de 2004, en ese momento las defensas fueron retiradas y las catorce parcelas se mantuvieron expuestas a los herbívoros. Cada parcela fue marcada con tornillos metálicos que se

dejaron clavados en el suelo señalando los cuatro extremos de un cuadro que incluía en su interior la parcela que se iba a estudiar, dejando un marco exterior de 2,5 cm. Para analizar el recubrimiento de las plantas presentes en cada parcela se utilizó una malla metálica cuadrada de 100 (10x10) celdas de 1,69 cm² que se ajustaba en los clavos por sus esquinas (Fig. 6). Cada parcela fue fotografiada con la malla superpuesta con una periodicidad trimestral (noviembre, febrero, mayo y agosto) desde noviembre de 1998 hasta noviembre de 2009, lo que supuso doce años de seguimiento, once de ellos completos, con una serie total de 45 datos de cada parcela. Después de tomar cada fotografía se retiraba la malla, de esta manera se afectaron lo mínimo posible las parcelas estudiadas y se consiguió una precisión notable en la localización de cada parcela. El crecimiento de *N. balearica* alrededor de algunos de los clavos nos confirmó que éstos no interferían en el experimento.

En noviembre de 2004 se instaló un segundo grupo de parcelas con las que se pretendía ampliar el tamaño de la muestra, además se añadió una segunda zona de muestreo con objeto de aumentar la representatividad de los datos obtenidos. Las parcelas de este segundo lote tenían 103 cm² con una malla de 63 celdas de 1,2 cm² rodeadas por un marco exterior de 2,5 cm (Fig. 7). El tamaño más reducido de este segundo lote de parcelas nos permitió instalarlas sobre céspedes más pequeños e incrementar el número de zonas a muestrear. Se instalaron 20 de estas parcelas en Cap de Catalunya y 12 en Coves Blanques. Los datos de este segundo lote fueron tomados trimestralmente (noviembre, febrero, mayo y agosto) hasta noviembre de 2009, por lo que se dispone de una serie de 21 datos de cada parcela.

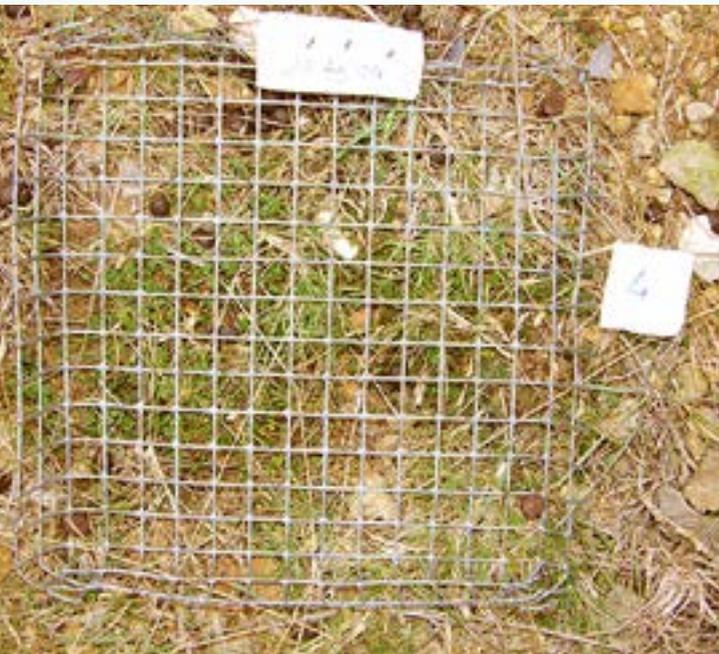


Figura 6. Una de las parcelas del primer lote de seguimiento de *Naufraga balearica*. La rejilla metálica se instalaba cada vez que se realizaba un censo, mientras que los clavos que marcaban las esquinas se dejaron en el lugar de manera permanente. Se puede observar la presencia de *Dactylis glomerata* junto con *Naufraga balearica* en el interior de la parcela. También aparecen heces de cabra dentro y en los alrededores de la parcela.

Índices de cobertura

Para ambos tipos de parcelas, los censos se hicieron tomando una fotografía perpendicular a la parcela a la que se le había superpuesto la malla metálica. Posteriormente, para cada fotografía se obtuvo una matriz de datos (de 100 o 63 datos según el tipo de parcela) del recubrimiento de *N. balearica* y de tres especies acompañantes: *Erodium reichardii*, *Bellium bellidioides* y *Dactylis glomerata*. Cada dato de la matriz era el valor del recubrimiento en cada celda de la malla según una escala de 0 a 5 (valor 0, ausencia; 1, cobertura hasta 25%; 2, cobertura entre 26% a 50%; 3, cobertura entre 51% a 75%; 4, cobertura entre 76% a 99%; 5, cobertura del 100%). Esta matriz se transformó en un único valor que denominamos Índice de Cobertura (IC de ahora en adelante) sumando todos los valores de recubrimiento obtenidos. A partir del IC se podría obtener el % de recubrimiento como una proporción respecto del valor máximo posible del IC (500 para las parcelas con malla de 100 celdas y 315 para las mallas con 63 celdas). Con estos datos se pudo hacer un seguimiento de cada parcela de forma individual, pero también permitió calcular el valor medio de la cobertura y su error estándar de cada especie en el conjunto de parcelas en cada momento de muestreo.

Figura 7. Una de las parcelas del segundo lote de seguimiento de *Naufraga balearica*.



Tratamiento mediante series temporales.

A partir de las series temporales de los promedios de IC de las siete parcelas que se mantuvieron abiertas del primer lote de parcelas, y del segundo lote de parcelas,

se obtuvieron unas nuevas series suavizadas. El método de suavizado consistió en calcular la media móvil de amplitud cuatro según la función $x_y = ((x_{n-2}/2) + x_{n-1} + x_n + x_{n+1} + (x_{n+2}/2))/4$. Estas nuevas series estaban formadas por 41 valores (=45-4) para el primer lote de parcelas y de 17 (=21-4) para el segundo lote. Las series suavizadas permiten analizar la tendencia de la serie de datos sin la perturbación generada por los ciclos estacionales u otros ciclos de carácter periódico. Para este análisis se han utilizado solo las parcelas abiertas del primer lote porque se ha considerado que solo las parcelas control reflejan los cambios naturales que se han producido a lo largo de estos años, mientras que las parcelas cerradas estaban afectadas en una parte de la serie por el tratamiento de exclusión.

Análisis estadístico

Se llevó a cabo un análisis de regresión de estimación curvilínea de las series temporales suavizadas de tres de las especies estudiadas (*N. balearica*, *E. reichardii* y *D. glomerata*) para conocer si había tendencias crecientes o decrecientes significativas de sus poblaciones, tomando el tiempo como variable independiente. Por otra parte se analizó si había algún tipo de correlación significativa entre las series suavizadas de tres de las especies estudiadas. Previamente a los cálculos de la regresión y correlación se comprobó que los datos cumplían con la condición de normalidad mediante una prueba de Kolgomorov-Smirnov para una muestra. Todos los cálculos se realizaron mediante el paquete estadístico SPSS Statistics V21.

RESULTADOS

Exclusión de herbívoros

En las Figs. 8, 9 y 10, se muestran los promedios de los IC de *N. balearica*, y de dos de las especies acompañantes, *E. reichardii* y *B. bellidioides*.

Al año de comenzar el experimento las parcelas abiertas presentaban un recubrimiento de *N. balearica* claramente superior que las cerradas, a partir de este momento las diferencias entre las medias de ambos tratamientos fueron estadísticamente significativas (Fig. 8). Estas diferencias entre unas y otras se mantuvieron e incluso se incrementaron en el segundo año y fueron significativas hasta el censo de noviembre de 2002. A partir de este momento las diferencias de las medias entre tratamiento dejaron de ser significativas pese a que siguieron siendo importantes (ver apartado de Discusión). Una vez se retiraron las defensas a los herbívoros, el recubrimiento de *N. balearica* en las parcelas que habían estado cerradas fue aumentando paulatinamente, hasta que en los dos últimos años, el promedio de cobertura entre ambos tipos de parcelas fue prácticamente idéntico.

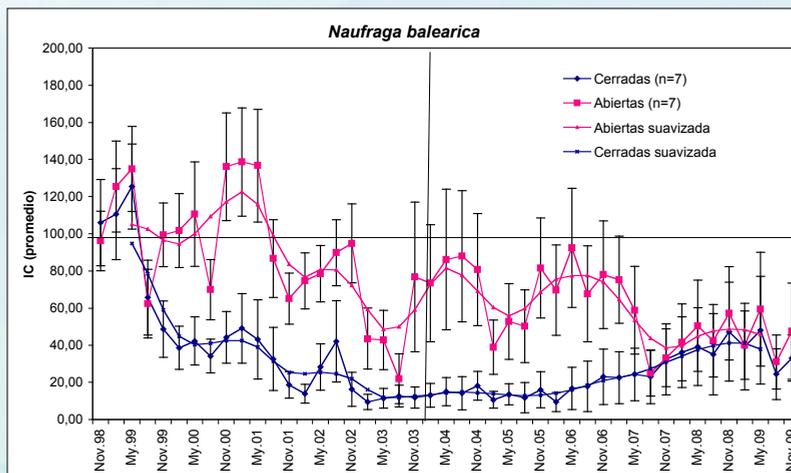


Figura 8. Gráficas de los valores promedio del Índice de Cobertura (IC, ver texto) de *Naufraga balearica* y sus errores estándar del primer lote de parcelas (abiertas y cerradas), así como las mismas series pero suavizadas mediante una media móvil de 4 valores. La línea horizontal marca el valor inicial de las parcelas abiertas. La línea vertical señala el momento en que se retiraron los cercados y todas las parcelas quedaron abiertas.

Las poblaciones de *E. reichardii* oscilaron de una manera bastante regular, en general con descensos de la cobertura en los muestreos estivales e incrementos durante el invierno y primavera (Fig. 9). No se dieron diferencias significativas entre ambos tratamientos, aunque los valores de cobertura de las parcelas cerradas a los herbívoros se mantuvieron regularmente por encima de las abiertas.

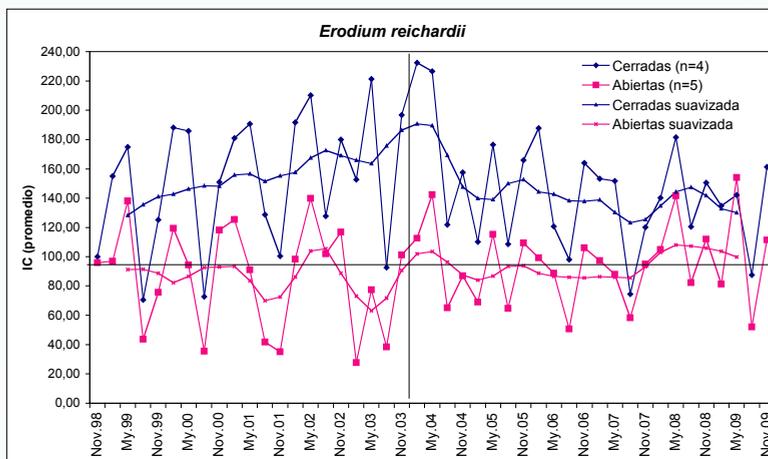


Figura 9. Gráficas de los valores promedio del Índice de Cobertura (IC, ver texto) de *Erodium reichardii* (no se ha representado el error estándar para mayor claridad de la gráfica) del primer lote de parcelas (abiertas y cerradas), así como las mismas series pero suavizadas mediante una media móvil de 4 valores. La línea horizontal marca el valor inicial de las parcelas abiertas. La línea vertical señala el momento en que se retiraron los cercados y todas las parcelas quedaron abiertas.

Los valores de recubrimiento de *B. bellidioides* se incrementaron de forma sustancial en las parcelas de ambos tratamientos. Este incremento fue claramente mayor en las parcelas cerradas donde en el verano del tercer año (2002) había aumentado más de 12 veces respecto de los valores iniciales. Sin embargo, a partir del otoño de este mismo año esta especie colapsó hasta quedar reducidas a una presencia testimonial en las parcelas de ambos tratamientos hasta la conclusión del experimento en 2009 (Fig. 10).

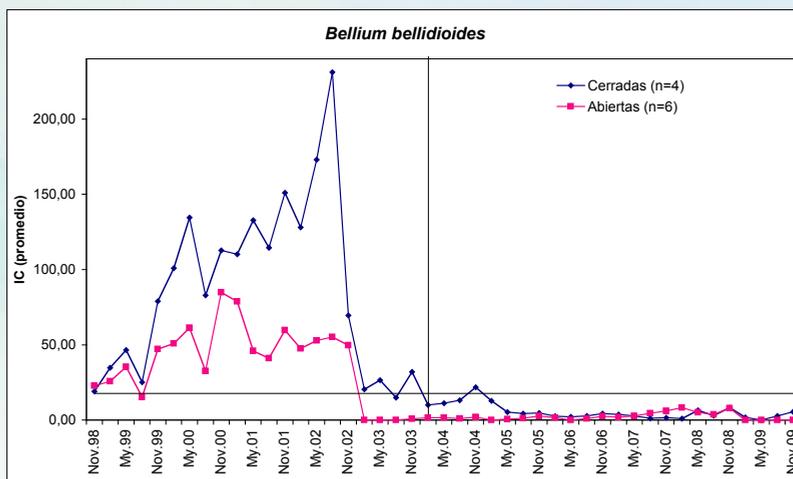


Figura 10. Gráficas de los valores promedio del Índice de Cobertura (IC, ver texto) de *Bellium bellidioides* (no se ha representado el error estándar para mayor claridad de la gráfica) del primer lote de parcelas (abiertas y cerradas), así como las mismas series pero suavizadas mediante una media móvil de 4 valores. La línea horizontal marca el valor inicial de las parcelas abiertas. La línea vertical señala el momento en que se retiraron los cercados y todas las parcelas quedaron abiertas.

Tendencias

En la Fig. 11 se han representado los cambios en el recubrimiento de *N. balearica* y de dos de las especies acompañantes, *E. reichardii* y *D. glomerata*, en las parcelas del primer lote que se mantuvieron abiertas a lo largo de todo el experimento. No se ha representado *B. bellidioides* debido al cambio brusco que se produjo en su serie al colapsar la población a partir del año 2003, que hacía innecesario cualquier análisis de tendencia.

El recubrimiento de *N. balearica* experimentó una tendencia negativa a partir de noviembre de 2001, cuando no se produjo el incremento otoñal que se esperaba después de los valores mínimos del verano. En el verano de 2003 llegó a unos valores mínimos debidos en gran parte a la desaparición de la especie en dos de las siete parcelas. Los tres años siguientes (2004-2006) fueron estables. En 2007 se produjo un nuevo descenso que acabó en los valores mínimos registrados para la serie, y que

coincidió con la desaparición de la especie en una tercera parcela, sin que las dos anteriores se hubieran recolonizado. El valor del IC final fue de aproximadamente un 50% inferior al inicial y un 65% inferior al máximo alcanzado a lo largo de los 12 años de muestreo. El comportamiento general de esta especie, pese a las amplias oscilaciones que se fueron produciendo, se ajusta significativamente a una función lineal con un R^2 de 0,675 ($F_{1-39}=80,99$, $p<0,001$) y una pendiente negativa y también a una función exponencial con un R^2 de 0,679 ($F_{1-39}=82,551$, $p<0,001$).

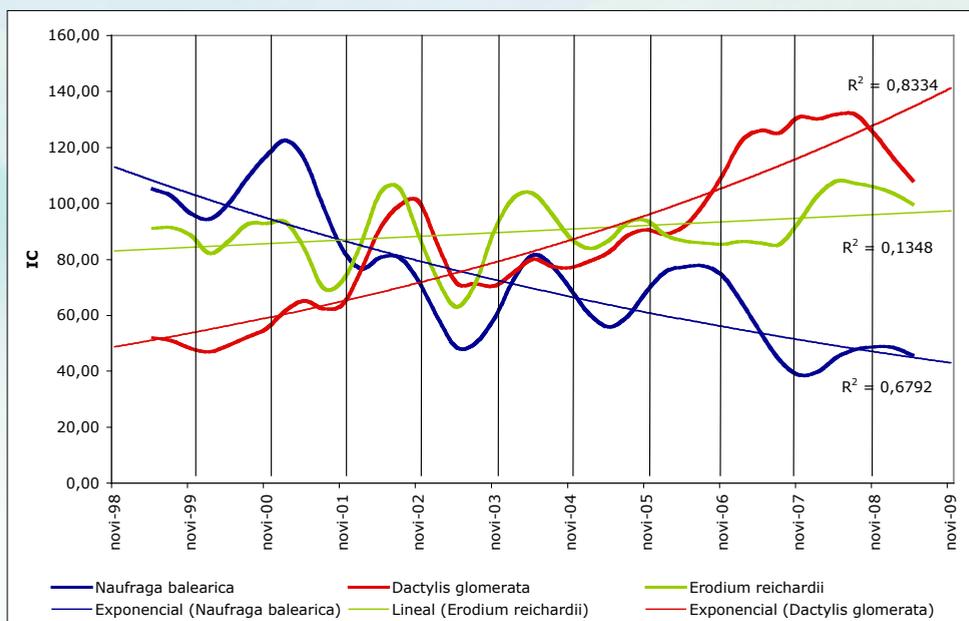


Figura 11. Gráfica de las series temporales suavizadas (media móvil de 4 valores) de *Naufraga balearica*, *Erodium reichardii* y *Dactylis glomerata*. Se ha añadido la gráfica de las funciones de regresión que mejor se ajustan a las series observadas y el valor del índice R^2 de cada una de ellas.

Erodium reichardii tuvo un comportamiento más estable. Su IC se incrementó al final un 16,3% respecto del valor inicial. Su tendencia se ajustó significativamente a una función lineal con un R^2 de 0,135 ($F_{1-39}=6,07$, $p=0,018$) y una pendiente positiva. *Dactylis glomerata*, presentó una tendencia que se puede describir con una función lineal de pendiente positiva y un R^2 significativo de 0,816 ($F_{1-39}=172,47$, $p<0,001$), aunque se ajustó mejor a una función exponencial con R^2 de 0,833 ($F_{1-39}=195,16$, $p<0,001$). Su IC se incrementó un 150,9 % al final del periodo de seguimiento respecto del valor inicial, y el valor máximo de las serie se alcanzó el año anterior al fin del experimento.

En el segundo lote de parcelas, *N. balearica* (Fig. 12) presentó tendencias negativas en las dos localidades con descensos del 65,4% en Cap de Catalunya y 90,4% en Coves

Blanques. La serie temporal suavizada se ajustó significativamente a una función logarítmica con un R^2 de 0,975 ($F_{1-15}=590,2$, $p<0,001$) en Cap de Catalunya y un R^2 de 0,880 ($F_{1-15}=109,59$, $p<0,001$) en Coves Blanques. Por su lado, *E. reichardii* (Fig. 13) presentó tendencias positivas con incrementos del 56,1% en Cap de Catalunya y 126,8% en Coves Blanques; las series suavizadas de ambas localidades se ajustaron significativamente a una función lineal con unos R^2 de 0,772 ($F_{1-15}=50,84$, $p<0,001$) y de 0,756 ($F_{1-15}=46,56$, $p<0,001$) respectivamente.

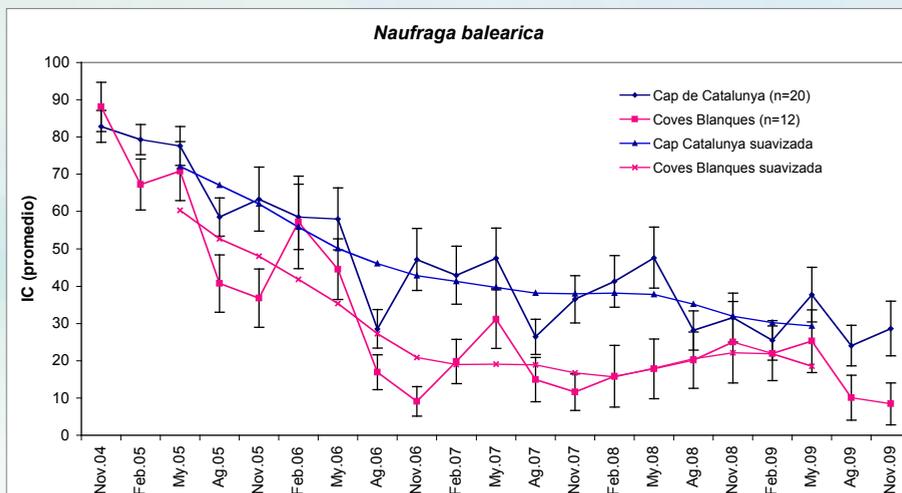


Figura 12. Gráficas de los valores promedio del Índice de Cobertura (IC, ver texto) de *Naufraga balearica* y sus errores estándar del segundo lote de parcelas (en las parcelas abiertas y cerradas), de las dos localidades donde se instalaron.

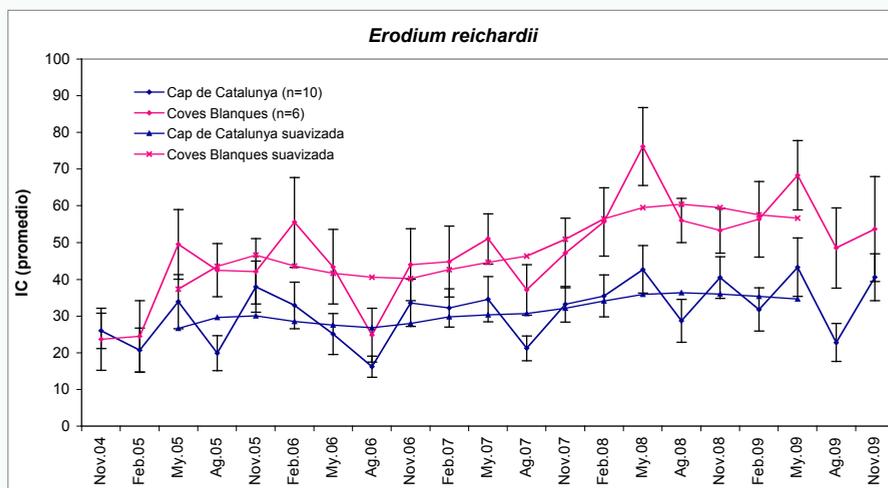


Figura 13. Gráficas de los valores promedio del Índice de Cobertura (IC, ver texto) de *Erodium reichardii* y sus errores estándar del segundo lote de parcelas (en las parcelas abiertas y cerradas), de las dos localidades donde se instalaron.

Correlaciones

Las series suavizadas de *N. balearica* y *D. glomerata* del primer lote de parcelas presentaron una correlación negativa significativa ($R=-0,776$, $p<0,01$), mientras que no hubo una correlación significativa entre las series de *N. balearica* y *E. reichardii*. A su vez, las series de *D. glomerata* y *E. reichardii* presentaron una correlación positiva significativa entre ellas ($R=0,770$, $p<0,01$).

Análisis de las extinciones y recolonizaciones en parcelas individuales

En cuatro de las siete parcelas con exclusión de herbívoros se produjo la desaparición de *N. balearica* mientras se encontraban cerradas, en una quinta desapareció un año más tarde de que fuera abierta. Esta misma especie desapareció en tres de las parcelas que siempre estuvieron abiertas, en dos de las cuales se pudo atribuir a procesos erosivos relacionados con el paso de cabras por la zona. De estas ocho parcelas en que esta especie desapareció en algún momento, solo en tres de ellas se produjo una recolonización consistente, mientras que en el resto se produjo una recolonización intermitente con un número de efectivos muy bajo. El periodo de recolonización ha oscilado entre 2 y 5 años.

Las causas de la desaparición de *N. balearica* pueden relacionarse con la expansión de *D. glomerata* en 3 de las 8 parcelas y con el incremento de *E. reichardii* en otros dos casos; en una de las parcelas la desaparición se produjo por el crecimiento sobre la misma de *Smilax aspera* var. *balearica*. El papel de *B. bellidioides* es difícil de analizar debido al colapso de su población durante el periodo de seguimiento. En algunas parcelas se ha observado la ocupación temporal del espacio por *Crepis triasii* (Cambess.) Nyman, *Helichrysum ambiguum* (Pers.) C. Presl. y *Paeonia cambessedesii* (Willk.) Willk, sin que llegaran a hacer desaparecer a *N. balearica* pero afectando con toda probabilidad a su cobertura.

DISCUSIÓN

Evaluación del método de seguimiento

El seguimiento de poblaciones de plantas a largo plazo tiene problemas metodológicos de difícil resolución. Uno de los más importantes es que el seguimiento suele hacerse sobre la base de censos de individuos. Así, la UICN para adjudicar una categoría de amenaza (UICN, 2001) define que “el número de individuos maduros es el número de individuos conocido, estimado o inferido capaces de reproducirse”. El Manual de metodología del proyecto AFA (Iriondo, 2011) ya hizo hincapié en que el concepto de individuo es difícil de aplicar en las plantas (por la frecuencia de la reproducción vegetativa y la dificultad de reconocer individuos cuando se observa exclusivamente la parte aérea de la planta) y propuso simplificar el concepto de individuo a “cada

elemento discreto que se pueda distinguir en un determinado taxon”, y para las plantas cespitosas propuso recurrir al seguimiento de áreas en parcelas para evaluar el crecimiento superficial. En este trabajo se ha coincidido con este criterio dado que la posibilidad de censar individuos, incluso considerados como “elementos discretos” reconocibles en el campo era completamente imposible. En este sentido, el recubrimiento, o un índice relacionado con esta variable, es inevitablemente la variable que debe ser usada para el seguimiento de plantas cespitosas. Esto es así incluso cuando en una parte del ciclo se puedan reconocer individuos discretos, porque finalmente todos o algunos de estos individuos acaban por entremezclarse formando céspedes (ver por ej. Rita & Cursach, 2013).

El recurso de fotografiar en el campo las parcelas ha resultado extremadamente útil, ya que permitió revisar los datos, comparar visualmente el estado de las parcelas a lo largo del periodo de estudio y corregir las ideas iniciales sobre las especies que debían ser analizadas (por ej., se decidió añadir *D. glomerata* entre las especies estudiadas años después de iniciado el trabajo de campo). El uso de una malla con celdas de pequeñas dimensiones permite abordar la elaboración de los datos desde diferentes vías. Por un lado, obteniendo un índice de cobertura por parcela y global para todas las parcelas, tal como se presenta en este trabajo. Por otro, permite elaborar los datos analizando el comportamiento de cada celda de cada parcela, lo que multiplica por 100 el número de datos disponibles, tal como se hizo en publicaciones anteriores (Cursach & Rita, 2014; Cursach *et al.*, 2013).

La representatividad y tamaño de las parcelas es un problema metodológico serio que afecta directamente las conclusiones que se pueda extraer de este estudio. De nuevo, el método propuesto en el proyecto AFA (desarrollado mucho después de que se iniciara este trabajo) indica que las parcelas han de reunir un mínimo del 5% de los efectivos poblacionales y que el número de parcelas debe ser de 1 a 4. Sin embargo, para plantas cespitosas que ocupan hábitats de muy difícil acceso y un área de presencia de varios kilómetros cuadrados, es imposible conocer el tamaño real de la población y por lo tanto calcular el % de población incluido dentro de las parcelas que se estudian. En nuestro caso se optó por realizar el experimento en una localidad que consideramos representativa del hábitat de la especie y cuyo acceso fuera lo más sencillo posible para garantizar la viabilidad de un seguimiento que se iba a prolongar varios años. El objeto inicial del trabajo era conocer el efecto de la herbivoría, por lo que se diseñó un sistema de parcelas con dos tratamientos (abiertas y excluidas a los herbívoros). Una vez que se decidió cambiar el objetivo del estudio, enfocándolo a un seguimiento del estado de la población a largo plazo, se decidió implantar un segundo lote de parcelas para aumentar el número de estas y el número de localidades donde se realizó el seguimiento, y a la vez se mantuvo el lote inicial. Esta decisión permitió dar robustez a los resultados que se iban obteniendo con el primer lote de parcelas, y ver que las tendencias observadas en la localidad inicial se repetían también en una segunda localidad alejada varios kilómetros de la original.

Herbivoría

Los resultados del seguimiento de las parcelas bajo los tratamientos de exclusión de herbívoros y control muestran que las poblaciones de *N. balearica* en las parcelas cerradas sufrieron un declive rápido y abrupto, mientras que en las que estuvieron abiertas la población se mantuvo o declinó de manera más suave. Las diferencias de las medias del IC de esta especie entre los dos tratamientos fueron significativas a lo largo de la mayor parte de los trimestres del periodo en que se mantuvieron las defensas. En un trabajo anterior sobre estas mismas parcelas pero comparando solo las observaciones interanuales, y analizando las variaciones de presencia y ausencia en cada una de las celdas de cada parcela, se encontró que las diferencias significativas entre ambos tratamientos no solo se daban durante los años en que se mantuvieron las defensas, sino que se prolongaban tres años después de haberse retirado las mismas (Cursach et al., 2013). Por otra parte, se observó un comportamiento opuesto en *D. glomerata*, con incrementos significativamente diferentes en las parcelas cerradas respecto de las abiertas (Fig. 14), esta diferencias se mantuvieron hasta dos años después de la retirada de la defensas. *E. reichardii* no mostró diferencias entre ambos tratamientos a lo largo de los años analizados.



Figura 14. Cercado de exclusión de herbívoros donde se situaron parcelas de seguimiento. Se puede observar como la altura y densidad de gramíneas en su interior es mucho mayor que en la parte abierta. A partir de 2004 estos cercados fueron retirados.

Estos resultados muestran que *N. balearica* es una especie sensible a la competencia de otras especies de plantas acompañantes (Fig. 15). Así, la supresión de la herbivoría favoreció a una especie competidora, como *D. glomerata*, y que ocupó el espacio expulsando al resto de las especies de la comunidad. Nuestros datos sugieren además que una vez se ha producido este cambio en la comunidad vegetal, se puede prolongar en el tiempo y la restitución a la situación original puede ser difícil. Esto es así básicamente por tres motivos. Por un lado, la especie competidora, si es perenne como es el caso, puede aprovechar el momento favorable para ocupar el sustrato con su potente sistema radical dificultando una posterior recolonización por otras especies. Por otro lado, cuando la especie amenazada desaparece de un lugar sus semillas deben re-colonizar de nuevo el espacio perdido, y esto puede ser difícil si su capacidad de dispersión a media distancia es limitada. En nuestro caso la recolonización llegó a tardar hasta cinco años en algunas parcelas y hemos podido observar como en algunos sitios (no incluidos en el estudio) la recolonización no se había producido después de diez años de la desaparición. Por último, una vez se ha producido la colonización, la supervivencia de las plántulas y juveniles también es problemática como les sucede a muchas plantas amenazadas. Así hemos podido observar cómo se han ido registrando presencias intermitentes de *N. balearica* en las parcelas donde había desaparecido sin que esta presencia llegara a concretarse en un césped estable.



Figura 15. Estado de una de las parcelas en 2004 que se habían mantenido excluidas de la herbivoría. Se aprecia como la totalidad de la superficie quedó cubierta de *Dactylis glomerata* mientras que *Naufraga balearica* desapareció completamente en esta parcela.

Es verosímil pensar que este proceso de recolonización se vuelve cada vez más difícil a medida que la densidad de la planta amenazada en el conjunto del área se reduce o se divide en parches muy separados unos de otros. Un proceso que recuerda a pequeña escala la fragmentación de las poblaciones de una especie a lo largo de su área de distribución.

Por otra parte, el papel de los herbívoros no se limita exclusivamente al aspecto trófico puesto que su papel en el ecosistema es mucho más amplio. Así, cuando la densidad es muy elevada pueden darse fenómenos de erosión y eutrofización del sustrato, así como también pueden alterar profundamente las comunidades vegetales (Severson & Devano, 1991; Gómez, 2005; Gangoso *et al.*, 2006; Vives & Baraza, 2010). En nuestro caso hemos observado ambos fenómenos en las zonas de estudio (Figs. 6 y 16). Así, dos de las parcelas abiertas, al estar situadas junto a un paso de cabras fueron seriamente erosionadas con el resultado de la desaparición de *N. balearica* en ellas. Y, por otro lado, no se puede descartar que el aumento de la cobertura durante los últimos años de especies ubicuas, como es el caso de *D. glomerata*, pueda estar relacionado con un incremento de la eutrofización del suelo, aunque este aspecto debería comprobarse en estudios posteriores. Se presenta pues un escenario paradójico donde la presencia de cabras tiene consecuencias contradictorias, tal como se ha descrito para otras zonas insulares (Gangoso *et al.*, 2006). Muy probablemente la densidad de animales, o dicho de otra manera, la capacidad de carga del sistema sea un factor crítico para resolver esta paradoja en una u otra dirección.

Figura 16. Erosión del suelo producida por el paso frecuente de cabras, se aprecian excrementos en la parte inferior izquierda. La erosión producida por las cabras provocó la desaparición de *Naufraga balearica* en al menos una de las parcelas de seguimiento.



Tendencias

Las tendencias poblacionales de las cuatro especies estudiadas son completamente diferentes. *N. balearica* presenta un claro declive poblacional, se ajusta bien tanto a una función lineal como a una exponencial en el primer lote de parcelas, y a una función logarítmica en el segundo lote. Las funciones exponencial y logarítmica parecen reflejar mejor la realidad que la función lineal dado que el declive tiende a suavizarse en la fase final del periodo estudiado. Sobre esta hipótesis, y extrapolando los datos tanto del primer lote de parcelas, mediante la función exponencial obtenida del análisis de regresión, y del segundo lote, mediante la función logarítmica, resulta que para el año 2024 la población de esta especie se habrá reducido en un 90 % respecto de los valores originales. Este pronóstico teórico está sujeto a múltiples factores que pueden modificar el resultado final. La función matemática describe un declive uniforme y constante a lo largo del tiempo, pero los datos reales muestran que se producen fuertes oscilaciones de las poblaciones y que, en la práctica, se alternan periodos de declive rápido con otros de una mayor estabilidad.

Por un lado, también se ha de considerar cómo pueden afectar a estas plantas los factores estocásticos relacionados con eventos meteorológicos extremos, que pueden provocar cambios bruscos en el tamaño de sus poblaciones, y que se vuelven más peligrosos a medida que el tamaño de la población disminuye. La influencia de estos eventos extremos sobre las poblaciones de esta especie y las acompañantes es analizado de manera más exhaustiva en un artículo que se encuentra en preparación, pero podemos avanzar que tienen una importancia capital.

Finalmente, hay factores ambientales que cambian de manera tendencial, como es el cambio climático o el aumento del número de cabras. La mayor parte de estos factores ambientales podrían acelerar el declive de la especie más sensible, en este caso de *N. balearica*, más que a frenarlo.

Paradójicamente, tampoco se puede descartar que pudiera haber una recuperación de esta especie dado que en algunas parcelas se incrementaron sus efectivos en la parte final de este estudio. Es posible que este incremento pueda estar relacionado con un periodo algo más lluvioso en comparación con el resto de la serie.

En cualquier caso, los pronósticos son hipótesis de futuro, pero los datos observados muestran que el declive se ha producido y que es mucho más rápido en la población de Coves Blanques que en Cap de Catalunya.

E. reichardii ha mostrado un comportamiento general estable, o con una cierta tendencia al incremento de sus poblaciones. Pese a mostrar fuertes oscilaciones estacionales, el recubrimiento final no es muy diferente al inicial. Esta estabilidad se dio también entre las parcelas abiertas y cerradas a herbívoros. Parece que esta especie tiene una fuerte resiliencia, seguramente asociada a su potente sistema subterráneo, que le permite modificar la parte aérea de la planta en función de los avatares

puntuales o cíclicos del medio ambiente. *D. glomerata* ha manifestado un fuerte incremento de su recubrimiento, medido en aproximadamente 2,5 veces del valor inicial. Esta especie responde más rápidamente que las otras a los cambios favorables del medio, como fue la exclusión de herbívoros, lo que le da una ventaja competitiva respecto de las otras especies estudiadas. Las razones de este incremento nos son desconocidas, no puede descartarse que se deba a un proceso de eutrofización del sustrato por el incremento de las cabras en la zona. Por último, *B. bellidioides* tuvo un comportamiento sorprendente al aumentar notablemente su recubrimiento durante los primeros años y después colapsar de forma abrupta. Este colapso está relacionado con la expansión de un hongo alóctono (*Puccinia lagenophorae* Cooke) que ataca a varias especies de compuestas, especialmente del género *Senecio* (*Senecio vulgaris*, *Senecio rodriguezii*, *Senecio leucanthemifolius*) pero que ha saltado de género afectando a *B. bellidioides* provocando la muerte de muchos de los individuos parasitados (Rita & Moralejo, 2009).

Conclusiones

Este trabajo muestra que los efectos de los cambios ambientales sobre una especie amenazada no se pueden deducir sin tener en cuenta la comunidad vegetal donde está integrada y en el papel que pueden jugar las especies acompañantes. En una situación de declive las especies pueden ser mucho más sensibles a la presencia de plantas competidoras, incluso si produce un cambio aparentemente favorable. En este caso, la exclusión de herbívoros, y probablemente también periodos concretos con una meteorología favorable, pueden favorecer a las especies capaces de crecer más rápidamente y que acaban por desplazar a las menos competitivas, en nuestro caso *N. balearica*. Es difícil, por lo tanto, hacer pronósticos sobre el conocimiento de una especie de forma aislada (por ejemplo en cultivo), este trabajo muestra que es mucho más realista hacerlo en un entorno natural donde juegan también la competencia y las diferentes capacidades de reacción del conjunto de las especies que coexisten en la comunidad.

Los resultados de este trabajo, donde se han observado reducciones de entre un 50% y un 90% de la cobertura de *N. balearica*, muestran a una especie que claramente tiene problemas en su medio natural. El porte, tamaño y localización de esta especie no permite cálculos exactos sobre número de individuos maduros o sobre la demografía de sus poblaciones según los criterios tradicionales. Sin embargo, las conclusiones son claras, nos encontramos ante un endemismo monotípico, catalogado como amenazado y con una población en declive, por lo que su situación no debería ser ignorada por las autoridades responsables de la protección de las especies amenazadas.

BIBLIOGRAFIA

- Bibiloni, G. & Soler, J. (2002). Notes florístiques de les Illes Balears (XIV). Aportació al coneixement de la flora de Mallorca. Bolletí de la Societat d'Història Natural de les Illes Balears 45: 51-57.
- Cardona, A. (1977). Contribució a l'estudi citotaxonòmic de la flora de les Balears III. Butl. Inst. Catalana Hist. Nat. 41:83-94.
- Constance, L. & Cannon, J. (1967). *Naufraga* – A new genus of *Umbelliferae* from Majorque. In: Tutin TG, Heywood VH (eds) Flora Europaea Notulae Systematicae ad Floram Europaeam spectantes 6. Feddes Repert. Spec. Nov. Regni Veg. 74:1-4.
- Cursach, J. (2012). Biologia de la conservació de plantes endèmiques amenaçades de les Illes Balears. El cas d'*Apium bermejoi* L. Llorens (*Apiaceae*), *Naufraga balearica* Constance & Cannon (*Apiaceae*) i *Ranunculus weyeri* Marès ex Willk. (*Ranunculaceae*). Tesis Doctoral. Universitat de les Illes Balears. Palma. 310pp.
- Cursach, J. & Rita, J. (2012). Implications of the reproductive biology of the narrow endemic *Naufraga balearica* (*Apiaceae*) for its conservation status. Plant. Syst. Evol. 298:581-596. doi: 10.1007/s00606-011-0568-2
- Cursach, J. & Rita, J. (2014). *Naufraga balearica*, a threatened narrow endemism of the Balearic Islands (western Mediterranean basin): assessing the population dynamics of two subpopulations. Plant Species Biology 29 (2):192-201. doi: 10.1111/1442-1984.12009
- Cursach, J.; Moragues, E. & Rita, J. (2013). Herbivory and plant competition effects on the population dynamics of *Naufraga balearica*, a threatened narrow endemic species of the Balearic Islands. Plant Biosystems 147 (2):508-517. doi:10.1080/11263504.2012.745456
- Domínguez, F.; Galicia, D.; Moreno, L.; Moreno, J.C. & Sainz, H. (1996). Threatened Plants in Peninsular and Balearic Spain: A report based on the EU Habitats Directive. Biological Conservation 76:123-133.
- Downie, S.R.; Katz-Downie, D. & Spalik, K. (2000). A phylogeny of *Apiaceae* tribe Scandiceae evidence from nuclear ribosomal DNA internal transcribed spacer sequences. American Journal of Botany 87(1):76-95.
- Duvigneaud, J. (1970). Ecologie de *Naufraga balearica* Constance & Cannon (*Umbelliferae*). Bull. Soc. Roy. Bot. Belgique 103:31-38.
- Fridlender, A. & Boisselier-Dubayte, M.C. (2000). Comparaison de la diversité génétique (RAPD) de collections ex situ et de populations naturelles de *Naufraga balearica*

- Constance & Cannon. Comptes Rendus de l'Academie des Sciences Serie III Sciences de la Vie 323 (4):399-406.
- Gamisans, J., Moret, J., Fridlender, A. Deschâtres, R. & Dutarte, G. (1996). Le *Naufraga balearica* est-il en Corse? Etude du site originel, recherche de stations comparables, possibilités de réintroduction. In Jeanmonod, D. & Burdet, H.M. Notes et Contributions à la Flore de Corse, XII. Candollea 51:552-557.
- Gangoso, L., Donázar, J.A., Scholz, S., Palacios, C.J. & Hiraldo, F. (2006). Contradiction in conservation of island ecosystems: plants, introduced herbivores and avian scavengers in the Canary Islands. Biodiversity and Conservation 15:2231-2248.
- Gómez, J.E. (2005). Long-term effects of ungulates on performance, abundance, and spatial distribution of two montane herbs. Ecological Monographs 75(2):231-258.
- Gómez-Campo, C. et al. (1987). Libro Rojo de especies vegetales amenazadas de España peninsular e Islas Baleares. ICONA, Madrid.
- Iriondo, J.M., coord. (2011). Atlas y Libro Rojo de la Flora Vascular Amenazada de España. Manual de metodología del trabajo corológico y demográfico. Dir. Gral. Del Medio Natural y Política Forestal (Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino) Sociedad Española de Biología de la Conservación de Plantas. Madrid. 70pp
- Llorens L., Gil L. & Tébar F. J. (2007). La Vegetació de l'illa de Mallorca. Bases per a la Interpretació i Gestió d'Hàbitats. Associació Jardí Botànic de Palma, Palma.
- Llorens, L. (1987). *Apium bermejoi* Llorens (Apiaceae) In: Gómez-Campo, C. (ed.), Libro rojo de especies vegetales amenazadas de España peninsular e Islas Baleares. ICONA, Madrid, p. 80-81.
- Montmollin, B. & Strahm, W. (2005). The Top 50 Mediterranean Island Plants: Wild Plants at the Brink of Extinction, and what is Needed to Save Them. IUCN. Gland.
- Moragues, E. (2005). *Naufraga balearica* (Apiaceae) especie endémica y vulnerable de las Islas Baleares. Biología reproductiva y efecto de la herbivoría. Memoria de investigación, Universitat de les Illes Balears.
- Moreno J. C. (coord.) (2008) *Lista Roja 2008 de la Flora Vascular Española*. Dirección General de Medio Natural y Política Forestal (Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino, y Sociedad Española de Biología de la Conservación de las Plantas), Madrid.
- Mus, M. & Rita, J. (2007). *Naufraga balearica*. In: Montmollin B. & Strahm W. (eds). La Lista Top 50 de Especies Vegetales Amenazadas de las Islas del Mediterráneo: 50 Especies Silvestres al Borde de la Extinction, y las Acciones Para Salvarlas. Grupo Especialista de la UICN/CSE en Plantas de las Islas Mediterráneas, UICN, Gland, pp. 22-23.

- Mus, M. (1993). Plans de Conservació dels Vegetals Amençats de Balears. I. Mallorca. Documents tècnics de Conservació de la Conselleria d'Agricultura i Pesca. Govern Balear.
- Nicolas, A.N. & Plunkett, G.M. (2009). The demise of subfamily Hydrocotyloideae (Apiaceae) and the re-alignment of its genera across the entire order Apiales. *Mol. Phylogenet Evol.* 53:134–151.
- Rita, J. & Cursach, J. (2013). Creating new populations of *Apium bermejoi* (Apiaceae), a critically endangered endemic plant on Menorca (Balearic Islands) *Anales del Jardín Botánico de Madrid* 70(1):27-38.
- Rita, J. & Moralejo, E. (2009). Un brote de una roya de origen australiano (*Puccinia lagenophorae*) en especies endémicas de Asteraceae de las Islas Baleares, 3er Congreso Nacional sobre Especies Exóticas Invasoras. Zaragoza.
- Rosselló, J.A. (2011). *Naufraga balearica* Constance & Cannon. In Bañares et al. (eds.) Atlas y Libro Rojo de la Flora Vasculare Amenazada de España. Adenda 2010. Dir. Gral. de Medio Natural y Política Forestal (Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino) - Sociedad Española de Biología de Conservación de Plantas. pp 46-47. Madrid.
- Sáez, LL. & Rosselló, J.A. (2001). Llibre vermell de la flora vascular de les Illes Balears. Documents tècnics de conservació II època, núm.9. Govern de les Illes Balears. Conselleria de Medi Ambient. Palma de Mallorca.
- Severson, K.E. & DeBano, L.F. (1991). Influence of Spanish goats on vegetation and soils in Arizona chaparral. *Journal of Range Management* 44 (2):111-117.
- Thompson, J.D. (2005). Plant evolution in the Mediterranean. Oxford University Press, New York.
- UICN (2001). Categorías y Criterios de la Lista Roja de la UICN: Versión 3.1. Comisión de Supervivencia de Especies de la UICN. UICN, Gland, Suiza y Cambridge, Reino Unido. ii + 33 pp.
- Vives, J.A. & Baraza, E. (2010). La cabra doméstica asilvestrada (*Capra hircus*) en Mallorca ¿Una especie a erradicar? *Galemys* 22(nº especial):193-205.

Colaboran:



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN
Y MEDIO AMBIENTE

CENTRO DE PUBLICACIONES
Paseo de la Infanta Isabel, 1 - 28014 Madrid