

ATLAS Y LIBRO ROJO DE LA FLORA VASCULAR AMENAZADA DE ESPAÑA



MANUAL DE METODOLOGÍA DEL TRABAJO COROLÓGICO Y DEMOGRÁFICO

Coordinador: J.M. Iriondo





Atlas y Libro Rojo de la Flora Vascular Amenazada de España

Manual de metodología del trabajo corológico y demográfico



Atlas y Libro Rojo de la Flora Vascular Amenazada de España

Manual de metodología del trabajo corológico y demográfico



Coordinación científica del proyecto

Ángel BAÑARES BAUDET, Gabriel BLANCA, Jaime GÜEMES HERAS, Juan Carlos MORENO SAIZ y Santiago ORTIZ

Dirección técnica del proyecto

Ricardo GÓMEZ CALMAESTRA y Cosme MORILLO

Coordinación general del proyecto

Elena BERMEJO BERMEJO y François TAPIA

Coordinación de la obra

José María IRIONDO

Autores de la obra

María José ALBERT, Ángel BAÑARES, Miguel Ángel COPETE, Adrián ESCUDERO, Pablo FERRANDIS, José María IRIONDO, Marcelino DE LA CRUZ, Felipe DOMÍNGUEZ, María Begoña GARCÍA, David GUZMÁN, José María HERRANZ, Manuel MARRERO, Esmeralda MARTÍNEZ-DURO, Juan Carlos MORENO, Helios SAINZ, François TAPIA y Elena TORRES

Diseño gráfico y maquetación

Santiago OÑATE GARCÍA-IBAROLA

Fotografía de portada

Echium wildpretii y *E. wildpretii x auberianum* (A. BAÑARES BAUDET), *Borderea chouardii* (D. GUZMÁN), F. DOMÍNGUEZ LOZANO

Realización y producción

A efectos bibliográficos la obra debe citarse como sigue:

IRIONDO J.M., Coord. 2011. *Atlas y Libro Rojo de la Flora Vasculare Amenazada de España. Manual de metodología del trabajo corológico y demográfico*. Dirección General de Medio Natural y Política Forestal (Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino)-Sociedad Española de Biología de la Conservación de Plantas. Madrid, 70 pp.

El proyecto *Atlas y Libro Rojo de la Flora Vasculare Amenazada de España* ha sido financiado por la Dirección General de Medio Natural y Política Forestal (Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino) en el marco del Inventario Nacional de Biodiversidad.

Las opiniones que se expresan en esta obra son responsabilidad de los autores y no necesariamente de la Dirección General de Medio Natural y Política Forestal.

NIPO: 770-11-066-5

Edita: Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino
Secretaría General Técnica
Centro de Publicaciones
Producción editorial: Grupo TRAGSA

ÍNDICE GENERAL

PREÁMBULO	7
INTRODUCCIÓN	9
Poblaciones de estudio	9
Concepto de individuo	9
Equipo de trabajo	10
ESTUDIO BÁSICO	11
Corología	11
Síntesis preliminar de la información corológica	
Trabajo de campo: ubicación y delimitación de todas las poblaciones conocidas	
Material recomendado	
Censo	12
Introducción	
Censo de población	
Criterio para decidir cuándo se opta por censo directo y cuándo por estimación	
Censo directo	
Censo mediante estimaciones	
Casos particulares	
Material recomendado	
Ejemplos de estadillos corológico y censal	
Datos biológicos y comportamiento ecológico.....	17
Por especie	
Por población	
Estadillo para la toma de datos biológicos y comportamiento ecológico	
Conservación	21
Identificación de amenazas reales o potenciales	
Medidas de conservación	
Ejemplo de estadillo para la toma de datos sobre conservación	
Fotografía	26
ESTUDIO DETALLADO	27
Introducción	27
Número, localización y tamaño de las parcelas.....	27
Diseño de las parcelas.....	27
Marcaje y mapeado de individuos.....	28
Métodos para marcar individuos	
Métodos de mapeado de individuos	
Casos particulares	
Datos que hay que tomar dentro de cada parcela	29
Tamaño de los individuos	
Estados de desarrollo	
Producción de frutos por planta y de semillas por fruto	
Otros estudios a realizar	30
Interacciones bióticas	
Estimación del factor de reproducción vegetativa	
Bancos de semillas	
Material recomendado	30
Ejemplo de estadillo	31
¿Cómo rellenar el estadillo?	31
Casos particulares	
DIRECCIONES DE CONTACTO	33
BIBLIOGRAFÍA.....	35

ENLACES DE INTERNET	37
ANEXO 1. ESTUDIO BÁSICO DE LAS ESPECIES MENOS AMENAZADAS.....	39
Introducción	39
Protocolo	39
Algunas preguntas frecuentes.....	40
ANEXO 2. PROPUESTAS DE MEJORA: IDEAS GENERALES	43
Introducción	43
Poblaciones de estudio	
Estudio básico	43
Corología	
Censo	
Datos biológicos y comportamiento ecológico.....	44
Conservación	44
Estudio detallado.....	45
Número, localización y tamaño de las parcelas	
Otros estudios a realizar	
¿Cómo rellenar el estadillo?	
ANEXO 3. PROPUESTAS DE MEJORA: METODOLOGÍA PARA EL ANÁLISIS DE LOS BANCOS DE SEMILLAS DEL SUELO DE TAXONES AMENAZADOS	47
Una perspectiva poblacional.....	47
Muestreo.....	47
Métodos para la detección de semillas en las muestras de suelo	48
Estimas de la longevidad de las semillas en el suelo.....	49
Referencias bibliográficas.....	51
ESTADILLOS.....	53

MANUAL DE METODOLOGÍA DEL TRABAJO COROLÓGICO Y DEMOGRÁFICO DEL PROYECTO AFA

M.J. ALBERT, Á. BAÑARES, A. ESCUDERO, J.M. IRIONDO, M. DE LA CRUZ, F. DOMÍNGUEZ,
M.B. GARCÍA, D. GUZMÁN, M. MARRERO, J.C. MORENO, H. SAINZ Y E. TORRES.

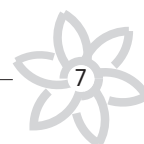
PREÁMBULO

El proyecto “Atlas y Libro Rojo de la Flora Vasculosa Amenazada de España” (proyecto AFA) se ha desarrollado a iniciativa del Ministerio de Medio Ambiente, en el que han participado de forma coordinada más de 200 personas organizadas en una treintena de equipos de trabajo procedentes de universidades, centros de investigación y otras instituciones vinculadas a la conservación de plantas. Su objetivo principal es el inventariado basado en la cartografía, censo y catalogación de la flora vascular amenazada española. Este proyecto se encuentra enmarcado dentro de un extenso programa nacional de caracterización de la biodiversidad, denominado Inventario Nacional de Biodiversidad, que tiene como finalidad la creación y el mantenimiento a largo plazo de un inventario de la biodiversidad española, organizado en una serie de Atlas estructurados por grupos taxonómicos (<http://www.mma.es/portal/secciones/biodiversidad/inventarios/inb/>). En el caso de la flora vascular, un total de 466 especies prioritarias, en su mayoría pertenecientes a las categorías “en peligro crítico” (CR) y “en peligro” (EN) se encuentran informatizadas en una base de datos del Ministerio de Medio Ambiente, cuyos campos describen su corología en cuadrículas de 500 x 500 m, el tamaño de cada una de sus poblaciones, los factores de amenaza, el grado de protección territorial, las actuaciones emprendidas y las propuestas futuras de conservación. Una síntesis de dicha información fue publicada en 2003 (reeditada en 2004 y 2007) bajo el título “Atlas y Libro Rojo de la Flora Vasculosa Amenazada de España” (Bañares *et al.*, 2004). En un proceso continuo de ampliación se han sumado al proyecto otras series de 35 y 53 especies (mayoritariamente “vulnerables”, VU), publicadas como adendas al Atlas y Libro Rojo en años sucesivos (Bañares *et al.*, 2007, 2009).

En el inicio de las labores organizativas del proyecto AFA, y con antelación a los trabajos de campo, se constituyó un grupo de trabajo con el objetivo de preparar un manual metodológico de obtención de datos aplicable a todos los taxones de flora vascular considerados y en todo el territorio. Este manual de metodología, que fue presentado a los equipos de trabajo en una reunión técnica celebrada en Miraflores de la Sierra (Madrid) en febrero de 2001 y que se publica con la presente edición, recopila las pautas dadas a los equipos de trabajo que participaron en la obtención de los datos de campo. Con la publicación de este Manual de Metodología aplicado en la ejecución del proyecto AFA se intenta lograr un doble objetivo: por un lado, divulgar la metodología empleada a un público más amplio al objeto de que pueda servir de base para la ejecución de otros estudios de la misma naturaleza en éste u otros entornos geográficos; en segundo lugar, dar máxima difusión a esta información para facilitar la posibilidad de que, en un futuro, cuando se emprendan acciones de naturaleza semejante sobre las plantas vasculares amenazadas de España, resulte posible comparar los resultados obtenidos en tal estudio con los publicados en el Atlas y Libro Rojo de la Flora Vasculosa Amenazada de España.

La experiencia adquirida tras la aplicación de esta metodología a los más de 500 taxones estudiados durante estos años, más una serie de avances, fundamentalmente el acceso a ciertas herramientas como los Sistemas Globales de Navegación por Satélite (GNSS) (p.ej. GPS), los Sistemas de Información Geográfica (SIG), la fotografía digital y también el desarrollo de ciertas bases de datos fácilmente consultables, nos ha permitido ahora incluir un apartado adicional que recopila nuevas recomendaciones metodológicas a incorporar en futuros estudios de esta naturaleza.

Septiembre 2009



INTRODUCCIÓN

El objetivo de este manual es la definición de variables corológicas, demográficas y de hábitat apropiadas para el diagnóstico del estado de la situación de riesgo de los taxones más amenazados y la presentación de una metodología simple y objetiva que permita obtener en sus poblaciones naturales los datos correspondientes a esas variables de una manera fiable y estandarizada. La propuesta está estructurada en dos apartados. El primero es un **estudio básico** de campo orientado a proporcionar información fundamental sobre las especies que, *a priori*, se consideran más amenazadas, tienen un menor número de poblaciones o se encuentran en un peor estado de conservación. Por ello, como objeto de estudio se seleccionaron las especies catalogadas como CR o EN en la Lista Roja de la Flora Vasculosa Española (VV.AA., 2000) elaborada en un proceso previo de discusión entre más de 100 expertos. Además, en el Anexo 1 se recogen las adaptaciones efectuadas en la realización del **estudio básico** para aquellas especies con más poblaciones, fundamentalmente catalogadas como VU en la Lista Roja, durante el desarrollo de la segunda fase del proyecto AFA. El segundo apartado es un **estudio detallado**, complementario al anterior, destinado, en principio, al grupo de taxones más amenazados o a especies sobre las que exista un interés particular.

Con estos estudios se pretende proporcionar información básica sobre el estado de conservación de las poblaciones al objeto de implementar medidas efectivas para su recuperación. Se considera que la información recogida en ellos constituye la mínima necesaria para elaborar un diagnóstico acertado sobre los factores externos y procesos vitales que son claves o condicionan la viabilidad de las poblaciones y, en consecuencia, poder desarrollar una estrategia válida de conservación del taxón.

Se debe destacar que el presente documento contempla además una fase previa de recopilación bibliográfica destinada a sintetizar los conocimientos existentes sobre la corología y ecología de los taxones de interés. La información obtenida en este proceso, y que sirve de apoyo para los estudios anteriormente mencionados, deberá incorporarse en una base de datos que en este documento ha sido denominada “base de datos preliminar”.

Poblaciones de estudio

Aun cuando los datos obtenidos a través de la metodología proporcionarán información objetiva y valiosa para la aplicación de los criterios de amenaza de la clasificación de la UICN (2001), se ha considerado oportuno no utilizar las acepciones de los términos “población”, “subpoblación” y “localidad” en el sentido adoptado por la UICN.

A todos los efectos del presente manual, una **población** es un conjunto de individuos del mismo taxón que se encuentra separado de otros grupos por una distancia tal que hace esporádico o despreciable el flujo génico entre ellos. En términos operativos, una población será el conjunto de individuos de una especie que aparecen separadas por una distancia que se supone franqueable por los medios naturales de transporte de polen y dispersión de semillas de la planta.

En la definición de la distancia umbral que marca la separación entre dos poblaciones, es necesario tener presentes las particularidades de cada especie. Así, por ejemplo, la distancia entre dos poblaciones de una especie arbórea anemófila será muy superior a la de una especie herbácea polinizada por pequeños insectos.

Diversas razones de tipo práctico relacionadas con la escala utilizada en la corología y las posibilidades de utilización de este concepto en la aplicación de los criterios UICN sugieren una distancia umbral de 1 km o mayor, si bien la decisión final correrá a cargo de cada grupo de trabajo, debiendo justificarse de forma explícita y razonada el valor de la distancia umbral adoptado.

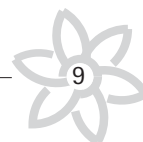
El estudio básico de campo deberá realizarse en **todas las poblaciones** de cada taxón objeto de estudio a fin de obtener información exhaustiva sobre la ubicación de todas las poblaciones de los taxones considerados. Esto resulta fundamental para cualquier aplicación práctica de los datos recopilados (planes de conservación, evaluaciones de impacto ambiental, definición de espacios naturales a proteger, trazado de infraestructuras,...). No obstante, pueden quedar exentas del estudio básico de campo aquellas poblaciones sobre las que existan datos completos obtenidos en los últimos cinco años.

El estudio detallado de campo se llevará a cabo en **todas las poblaciones** de los taxones seleccionados. La razón estriba en que cada población posee su propia dinámica en función de su estructura genética y demográfica y de los factores ambientales, que son particulares para cada lugar y cada momento. Por tanto, no es posible inferir lo que ocurre en una población a partir de la información procedente de otras poblaciones de la misma especie. No obstante, cuando sea imposible realizar el estudio detallado en todas las poblaciones por motivos económicos o de otra índole, se fija un número mínimo a estudiar de tres poblaciones.

Finalmente, es importante identificar cada población con un nombre y mantenerlo sin cambios en todos los estadillos contemplados en la toma de datos: censo, distribución, amenazas, etc. Se propone nombrar a cada población con un topónimo conocido cercano, seguido del ordinal romano que le corresponda en caso de utilizar el mismo nombre para más de una.

Concepto de individuo

Uno de los objetivos básicos del proyecto AFA es la realización del censo de las poblaciones conocidas. El cumplimiento de este objetivo requiere como paso previo definir el concepto de **individuo**. Si seguimos alguna de las definiciones disponibles más sencillas de este concepto, un individuo sería una entidad genética discreta. Esta definición no supone ninguna dificultad en el caso de la mayor parte de los animales, pero sí en el caso de las plantas, sencillamente porque éstas son organismos modulares y, sobre todo, porque muchas tienen una enorme capacidad de crecimiento vegetativo. Sin entrar en grandes disquisiciones teóricas, el problema con el que nos enfrentamos es que no podemos tener la certeza de si cada una de las estructuras sésiles que podemos encontrar en el campo corresponde a una entidad genética diferenciada o, por el contrario, a una copia (“ramet”). Si trabajásemos con plantas no amenazadas podríamos reducir la incertidumbre en esta asignación examinando la parte subterránea del organismo y constatando la existencia de conexiones entre sus estructuras (rizomas, tallos hipogeos de crecimiento plagiotrópico, etc...). Sin embargo, este procedimiento no parece adecuado para especies amenazadas, máxime cuando la obtención de resultados negativos no garantizaría que el supuesto individuo estudiado tenga un origen sexual (i.e., la conexión inicial puede perderse).



La solución propuesta es necesariamente operativa, de manera que se ha optado por considerar **individuo** a cada elemento discreto que se pueda distinguir en un determinado taxón. Para la definición de qué se entiende por elemento discreto se establece que la distancia entre ellos debe ser de al menos un orden de magnitud superior a la existente entre las “ramas” o “partes” de cada elemento cuando surgen del suelo. En caso de duda, un individuo será toda unidad que salga del suelo de forma independiente y al que no se pueda adjudicar relación de hermandad o descendencia con respecto a otro que esté al lado, aunque este último sea más grande.

Equipo de trabajo

Al objeto de desarrollar los métodos que se presentan en este documento y para optimizar el rendimiento de las actividades que se pueden llevar a cabo en una jornada y los gastos de desplazamiento, se recomienda que cada equipo de trabajo conste de un mínimo de tres personas.

ESTUDIO BÁSICO

El denominado estudio básico consta de un trabajo sobre la corología de cada especie, un censo de las poblaciones que la componen, la caracterización del o de los hábitats en los que se encuentra y la determinación de los factores de riesgo, reales o potenciales, a los que se enfrenta.

Al objeto de rentabilizar al máximo la/s salida/s que deban hacerse al campo para cumplir dichos objetivos, los siguientes párrafos pretenden enlazar unas tareas con otras, ofreciendo un método ordenado de actuación.

Corología

Síntesis preliminar de la información corológica

La recopilación de los datos relativos a la distribución de los taxones objeto de estudio se aborda en esta primera fase, en la que se recopilan las citas conocidas a partir de las distintas fuentes de información disponibles en una base de datos preliminar. Sin embargo, es factible que tal base de datos contenga información heterogénea, con un grado de precisión y fiabilidad no equivalente de unos taxones a otros. Por tanto, se hace preciso recordar o contemplar en este apartado ciertas instrucciones previas al trabajo de campo en sí.

La síntesis final corológica que se espera tener para cada taxón deberá recoger, con la máxima exactitud y documentación posible, el área de distribución actual. Para ello, previo al trabajo de campo, se ha de disponer de una completa recopilación de la información existente, al objeto de saber más adelante qué localidades (cuadrículas UTM) se confirman, cuáles suponen una novedad y en cuáles ha desaparecido el taxón. A este respecto, se hace imprescindible cerciorarse de que se han seguido los siguientes pasos, de sobra conocidos por lo general:

1. Revisión de los herbarios de la región donde habita el taxón (imprescindible), y del resto de los principales herbarios (conveniente). La consulta de la información disponible a través de internet sobre los pliegos depositados en los herbarios españoles (foto 1) no sustituye el examen directo de las muestras, que pueden estar incorrectamente identificadas, mal fichadas, o contener información autoecológica de gran ayuda para el trabajo de campo posterior.
2. Revisión de la bibliografía existente, tanto la de corte netamente académica como la orientada expresamente a la conservación (incluyendo, si han sido financiados con fondos públicos y no consta impedimento para su uso, informes de proyectos que pueden permanecer inéditos). Conviene examinar recopilaciones de citas aparecidas en revistas botánicas (Velayos *et al.*, 1991a, 1991b, 1992; Velayos y Castilla, 1993), mapas corológicos publicados (p.ej. Fernández Casas *et al.*, 1992), catálogos florísticos (Moreno y Sainz, 1989; Galicia y Moreno, 2000), tesis doctorales, inventarios fitosociológicos, etc.
3. Consulta de sistemas de información de citas corológicas o cuadrículas geográficas disponibles en internet:
 - GBIF España, Nodo Nacional de Información en Biodiversidad: <http://www.gbif.es/Gbif.php>
 - Anthos. Sistema de Información sobre las Plantas de España: <http://www.anthos.es>
 - Atlas de la Flora de Aragón: <http://www.ipe.csic.es/floragon/index.html>

- Atlas de la flora vascular dels Països Catalans (ORCA): <http://biodiver.bio.ub.es/orca>
- Banco de Datos de Biodiversidad de Cataluña: <http://biodiver.bio.ub.es/biocat/homepage.html>
- Banco de Datos de Biodiversidad de la Comunidad Valenciana: <http://bdb.cth.gva.es>
- Sistema de Información de la Vegetación Ibérica y Macaronésica (SIVIM): <http://www.sivim.info/sivi/>

4. La cartografía que pueda destilarse al final de esta síntesis corológica preliminar empleará la malla UTM de 10 km de lado para la España peninsular y Baleares, y la de 5 km de lado para Canarias. La antigüedad, origen y vigencia de las citas también quedará convenientemente registrada.



Foto 1: Pliego de herbario de *Echium onosmifolium* ssp. *spectabile*. (Foto: S. Mora).

Es conveniente señalar que en las islas Canarias existe cartografía con versiones distintas del sistema de proyección UTM. Los mapas recientes utilizan la proyección del elipsoide WGS-84, mientras que los antiguos utilizaban la proyección Hayford y el Datum Pico de las Nieves. El uso de una proyección u otra desplaza la coordenada UTM y no sería extraño que algunas poblaciones de las plantas en estudio tuviesen dos coordenadas UTM distintas según el sistema utilizado. Por lo tanto, en el caso canario, resultará imprescindible indicar qué **proyección** se ha utilizado para asignar la coordenada UTM. La proyección se encuentra anotada debajo de la escala del mapa 1:50.000 del Servicio Geográfico del Ejército. Se recomienda utilizar siempre que sea posible la proyección de los mapas nuevos (elipsoide WGS-84).

Trabajo de campo: ubicación y delimitación de todas las poblaciones conocidas

Quizás el primer objetivo a cumplir con un estudio de estas características sea abordar un trabajo de campo actualizado, con una metodología homogénea, y con unas miras explícitamente orientadas hacia la conservación de las especies seleccionadas. Por ello, la información imprescindible para el seguimiento de las especies amenazadas exige una escala más fina, que será la **cuadrícula UTM de 1 km de lado**. Actualmente, en relación con las nuevas categorías de amenaza de UICN, es necesario dife-

renciar el “área de ocupación” (superficie real delimitada según polígonos o cuadrículas) de la “extensión de presencia” (envolvente que agrupa localidades o cuadrículas) y disponer de datos precisos para su cálculo. Con este detalle se pretenden cubrir los siguientes objetivos concretos:

1. La confirmación de la presencia actual, salvo quizás para algunas especies de las categorías VU o DD (“datos insuficientes”) que resulten inabordables, de **todas las poblaciones** del taxón.
2. El detalle de la ocupación real de tales poblaciones, delimitando de modo preciso la extensión de cada núcleo poblacional.
3. La prospección de nuevas localizaciones en hábitats idóneos para la especie. Esta tercera vertiente se considera **opcional** para las especies del estudio básico, pero obligado para aquéllas para las que se vaya a efectuar un seguimiento demográfico a varios años (estudio detallado).

En la práctica, y de forma ideal, cada población debería quedar cartografiada y rodeada de una banda continua de cuadrículas UTM de 1 km en las que se hubiera comprobado la **ausencia** del taxón (cuadrículas “vacías” que deben además quedar reflejadas expresamente en los informes finales). Para recoger y elaborar tal información, necesariamente con el apoyo de mapas a escala 1:50.000 ó, deseablemente, más precisos, se propone realizar una **prospección radial o concéntrica a partir de cada localidad conocida**. Siguiendo esta propuesta de muestreo se deberá recorrer el territorio radialmente a partir del núcleo detectado, o bien por transectos paralelos, hasta haber dedicado tiempo suficiente en búsquedas infructuosas por cuadrículas contiguas (p.ej. 1 h por cuadrícula cuando participen varias personas) o en hábitats similares próximos. Teniendo en cuenta el tamaño o biotipo de la planta, así como la experiencia previa del equipo de trabajo sobre el taxón se podrá, obviamente, variar esta propuesta de trabajo de campo.

El cálculo de la superficie real de ocupación adquiere, tras la nueva revisión de los criterios para adjudicar las categorías de la UICN, un valor crítico que hace necesario el uso de la cuadrícula UTM de 1 km de lado (y lo mismo ocurre, en menor medida, también para la extensión de presencia). Con objeto de facilitar la recogida de datos de distribución y aumentar la precisión se proponen las siguientes alternativas, no necesariamente excluyentes:

- a. expresar la presencia o ausencia del taxón en cada uno de los cuatro cuartos de la cuadrícula de 1 km², conforme a la siguiente denominación de izquierda a derecha y de arriba abajo:

A	B
C	D

- b. delimitar mediante GPS los núcleos poblacionales trazando el polígono convexo mínimo que incluye a todos los individuos de la población o de cada núcleo, señalando (grabando) los límites de dicho perímetro. A continuación se puede llevar a cabo la prospección de la manera indicada en el punto a) o por cualquier otro procedimiento que ofrezca el suficiente detalle. Los datos de superficie obtenidos mediante GPS serán particularmente útiles en caso de llevarse a cabo una estimación indirecta del número de efectivos de la población, por

cuanto, a partir de parcelas o transectos de los que se conozca la densidad real de individuos, podrá deducirse el total de la población.

- c. delimitar sobre una ortofoto a escala de 1:25.000 ó más precisa, los “parches” de hábitat potencial ocupados, no ocupados y sin visitar. Estos límites posteriormente podrán ser manejados mediante un entorno SIG para el cálculo de su superficie, perímetro y correcta georreferenciación.

Las coordenadas geográficas obtenidas mediante GPS indicando la ubicación de los individuos o el área de ocupación deberán volcarse en un archivo compatible con un entorno SIG. Estos archivos digitales formarán parte de la documentación a entregar por los equipos de trabajo. En su forma más simple se tratará de archivos de texto con dos columnas separadas por comas o tabulaciones. En cada columna se aportarán, respectivamente, las coordenadas “x” e “y” de cada punto. Los formatos “dxf” de Autocad o “shp” de Arcview son recomendables por su alta compatibilidad con diversas plataformas SIG.

Como testimonio se recolectará un pliego de cada población, contando con la autorización administrativa pertinente. En los casos en los que el bajo número de individuos de la misma lo desaconseje o bien sea posible referir la población a alguno de los pliegos de herbario ya consultados, no se recolectará el pliego. Esta tarea cobrará una especial relevancia en aquellos casos de identificación taxonómica más compleja. Los pliegos serán finalmente depositados y conservados en un herbario público. Cuando no se pueda recoger el testimonio de herbario deberán hacerse fotografías en las distintas poblaciones.

Material recomendado

- Si el equipo de trabajo no conoce suficientemente la especie objeto del estudio, la experiencia aconseja proveerse de claves de identificación, fotocopias de la descripción e iconografía, algún estudio previo, etc.
- Cartografía de escala 1:50.000 o menor y ortofotos u otras imágenes georreferenciadas.
- Fotografías previas del lugar donde se encuentra la población.
- Cámara fotográfica.
- Receptor GPS (muy útil para saber con suficiente precisión cuándo se produce el cambio de una coordenada a otra o de un cuadrante al siguiente, sobre todo en terrenos poco accidentados o sin referencias topográficas; asimismo permite georreferenciar distintos puntos de la distribución del taxón, por ejemplo los bordes de la población para el cálculo de su área de ocupación y extensión de presencia, lo que facilita trabajos posteriores sobre plataformas SIG).
- Estadillos (figuras 1 a 3) y útiles de escritura.
- Prismáticos u otro material de observación a larga distancia.

Censo

Introducción

El objetivo de este apartado del estudio básico es disponer de una cifra que refleje el número total de individuos reproductores y potencialmente reproductores de cada taxón. Se tomarán como individuos potencialmente reproductores aquéllos que se estime

puedan pertenecer a esta categoría por presumir que han florecido en años anteriores, independientemente de que presenten o no flores o frutos en el momento del censo (foto 2). El resultado ideal sería disponer de un **recuento directo de todos los individuos reproductores y potencialmente reproductores de todas las poblaciones**. A la vista de los criterios que explícitamente se utilizan para catalogar una especie en una lista roja (y que habrán de examinarse para obrar en consecuencia), éste es un objetivo asumible para la mayoría de las especies amenazadas. Sin embargo, puede resultar difícil de cumplir en los casos donde el conteo directo de individuos no pueda efectuarse dada la magnitud del tamaño de la población.

Es esperable que en algunos casos aparezcan problemas en la diferenciación entre individuos juveniles e individuos potencialmente reproductores que todavía no han florecido alguna vez, sobre todo porque algunas plantas podrían hacerlo durante ese mismo año, pero de forma tardía y no quedarían contabilizadas en el censo por tal motivo. Retrasar todo lo posible el censo o la estimación en el calendario puede reducir esta imprecisión, que por otro lado nunca desaparecerá por completo. Otra aproximación aceptable puede ser utilizar como criterio para definir individuos potencialmente reproductores el tamaño de la planta reproductora más pequeña observada en el momento del censo. De esta manera, todos los ejemplares que superen ese tamaño serían objeto de conteo.

Para especies en las que se hayan realizado plantaciones por motivos de conservación (introducciones benignas *sensu* UICN) resulta necesario considerar los individuos plantados en el censo total. La opinión de casi todos los grupos que han trabajado con este tipo de especies (p.ej. *Atractylis preauxiana*, *Echium acanthocarpum*), es la de contabilizar estos ejemplares aparte, pero sin dejar de incluirlos en el censo total.

Algunos hábitats, como los acuáticos y, sobre todo, los rupícolas, por su magnitud y representatividad en España, conllevan problemas para poder aplicar el tipo de censo señalado. Los censos que se han dado hasta ahora en especies pertenecientes a estos hábitats, y que en algunas ocasiones se han utilizado para aplicar los criterios UICN, deben considerarse preliminares puesto que las cifras reflejan, en la mayor parte de los casos, el área accesible a la prospección y no el área total de la especie. Generalmente, la cifra ofrecida se limita a los ejemplares vistos desde lugares cercanos, es decir desde las pistas o carreteras de acceso o desde los pocos sitios más o menos accesibles sin necesidad de escalada, y en la mayor parte de los casos el resultado es una subestimación de los efectivos numéricos. Para superar esta inexactitud se requerirá una interpretación flexible de la metodología propuesta y, en algunos casos, un mayor esfuerzo que en el resto de las especies del proyecto (ver el apartado de casos particulares). Como objetivo complementario, y opcional, se propone una aproximación simple a la estructura de las poblaciones en la que se diferencien tres estados: reproductores (con flores o frutos), vegetativos (sin signos de haber producido alguna vez estructuras reproductivas) y plántulas (con cotiledones o clara apariencia de tener menos de un año). La determinación de la estructura de las poblaciones no siempre resulta útil para inferir tendencias, pero puede ser importante para detectar problemas de reclutamiento o senectud poblacional, o en términos comparativos para evaluar qué poblaciones tienen una mayor o menor regeneración. La metodología para este segundo apartado, obligatorio para las especies cuyo seguimiento demográfico se llevará a cabo durante varios años, se explica en el apartado correspondiente al “estudio detallado”.



Foto 2: Individuo potencialmente reproductor de *Vella pseudocytisus* subsp. *pau*. (Foto: F. Domínguez).

Censo de población

La entidad a manejar en términos de censo es la población. Deberán censarse todas las poblaciones conocidas de cada especie, si bien en las ocasiones en que el equipo de trabajo de campo juzgue impracticable recorrer la totalidad de las poblaciones españolas, el censo quedará lógicamente restringido a las poblaciones visitadas. Se recomienda que el censo se efectúe durante el período de floración o en todo caso de fructificación de la especie, pero no antes del período reproductivo.

Un problema diferente lo constituye el hecho de que diversas especies puedan contar con poblaciones de elevadísimo número de efectivos. En este caso el censo directo será sustituido por la estimación del conjunto de individuos. Este criterio no es impedimento para que se censen especies con muchas poblaciones próximas pero con escasos individuos en cada una: en esos supuestos se deben censar todas.

Criterio para decidir cuándo se opta por censo directo y cuándo por estimación

Con independencia del área de ocupación de la población, en el estudio básico se deberá efectuar el recuento directo de individuos hasta que se sobrepasen, como mínimo los 2.500 ejemplares. En el caso del estudio detallado, el umbral mínimo de individuos a contar directamente se eleva a 5.000. Si con esta cantidad no se hubieran contabilizado todos los efectivos de la población, y dejando por escrito este hecho en el informe final, a partir de ahí se hará una estimación del total de ejemplares una vez se averigüe la superficie ocupada por la población. No obstante, contar valores inferiores a estos límites puede ser inabordable en casos de poblaciones dispersas en zonas de orografía muy compleja. En estas situaciones puede resultar aconsejable realizar muestreos previos (similares a los descritos en el apartado siguiente) que nos indiquen por aproximación el número de individuos existente y abordar el censo directo si el número de ejemplares obtenido es inferior a los límites establecidos.

Las estimaciones indirectas pueden expresarse como una cifra o como un intervalo que indique el margen de precisión de la estimación.



Foto 3: Marcaje de *Erodium paularense* con señalizadores de plástico. (Foto: M.J. Albert).

Censo directo

Consiste en el conteo directo de todos los individuos de la población. Para evitar omisiones o dobles conteos, la manera más precisa de llevar a cabo el censo consiste en marcar con banderitas o etiquetas todos los individuos que identifiquemos en un núcleo de población (foto 3). A continuación, mientras se recogen las banderitas, se procede al conteo. A pesar de que los equipos puedan optar por hacer este recuento con otra metodología, la experiencia viene a demostrar que los resultados del censo directo suelen sorprender debido a que aparecen más individuos de los que *a priori* se habían supuesto. De ahí el interés del marcaje previo: no dejar individuos sin contar, pero tampoco contarlos dos veces.

Si se ha dividido previamente cada cuadrícula UTM de 1 km² en cuatro partes, los recorridos pueden orientarse de forma que permitan rellenar con un valor de abundancia las casillas en el estadillo para cada una de estas subunidades de superficie (figura 1). Se sugiere prospectar el terreno siguiendo transectos o bandas, tal como se describe en el apartado siguiente.



Atlas de Flora Amenazada



E1a Corología y censo directo

Taxón: *Thymus loscosii* Distancia umbral entre poblaciones: 1 km m
 Población: "Viana II" Definición individuo: distancia umbral de 10 cm
 Archivos GPS: No entre proyecciones parte aérea
 Observaciones: Foto nº24 - hábitat
 Fecha: 15 / V / 2001
 Equipo de trabajo Pliego de herbario: Sí (identificación del pliego)

CUTM de 1 km (y «cuartil»)	Censo directo (n.º individuos)	Observaciones
30TXL4368A B C D	0	Cuadrícula "vacía"
30TXL4369A	27	Hábitat "litosuelo"
30TXL4369B	0	Ausencia "litosuelo"
30TXL4468A	985	Hábitat "matorral"
30TXL4468B	1428	Hábitat "matorral"
30TXL4468D	112	Hábitat "matorral"
TOTAL	2552	

Breve descripción de los distintos biotopos:

.....

.....

.....

Figura 1. Estadillo corológico y censal con censo directo de efectivos.

Censo mediante estimaciones

Después de realizar un censo directo que haya arrojado una cifra superior a los 2.500 individuos en el estudio básico ó 5.000 individuos en el estudio detallado en una determinada población, se procederá a estimar el total de efectivos de ésta (figuras 2 y 3). Las estimaciones se abordarán a partir del valor que haya arrojado la densidad media del territorio donde se haya contado, siempre que se perciba con la suficiente nitidez que tal densidad no varía en distintos extremos de la población (poblaciones homogéneas), situación que se observaría en caso de extenderse por hábitats diferentes.

Cuando sea necesario hallar más de un valor de densidad (poblaciones heterogéneas) podrán delimitarse parcelas al efecto (ver metodología del estudio demográfico detallado) en los distintos biotopos homogéneos u obtenerse mediante el muestreo por transectos. Será necesario estimar la proporción del área ocupada por la población que corresponde a cada tipo de ambiente para calcular adecuadamente el tamaño total de la población. En el muestreo por transectos, para evaluar la superficie se tendrá en cuenta la banda que el investigador es capaz de barrer con la

vista, y que depende del tamaño o biotipo de la planta que se muestrea, del tipo de terreno y de la cubierta vegetal circundante: terófitos, 1-2 m; pequeñas matas, 3-5 m; matas conspicuas o arbustos, 5-10 (20) m. Como ejemplo, tres investigadores, recorriendo durante 20 minutos unos 500 metros cada uno buscando la planta, pueden “barrer” una banda de 10 metros por persona, lo que elevaría hasta 15.000 m² la superficie rastreada.

De una forma algo más imprecisa podría llegarse a la estimación total si ésta se estableciera a partir de estimaciones parciales efectuadas en cada cuarto de cuadrícula UTM de 1 km de lado. En ese caso, el estadillo serviría para anotar los datos originales entre los que no deben faltar el número de individuos contados, superficie muestreada, tipo de muestreo (*al azar* si todo el cuartil se presenta uniforme o *estratificado* si no se encuentra la planta por algunas porciones), tipo de hábitat, etc.

Como ya se indicara anteriormente, los resultados negativos de la prospección son resultados tan importantes como los positivos y, consecuentemente, deberán anotarse incluso con el área prospectada. Estos datos serán de gran relevancia para acotar el cálculo de la superficie ocupada por el o los hábitats en que se presenta la especie.



Atlas de Flora Amenazada



E1b Corología y censo estimado por cuartiles

Taxón: *Thymus loscosii* Distancia umbral entre poblaciones: 1 km m
 Población: "Viana II" Definición individuo: distancia umbral de 10 cm
 Archivos GPS: Si (nombre del archivo) entre proyecciones parte aérea
 Observaciones: (Fotografías, precisiones,...)
 Fecha: 15 / V / 2001
 Equipo de trabajo Pliego de herbario: Sí (identificación del pliego)

CUTM de 1 km (y «cuartil»)	DATOS RECOGIDOS			ESTIMACIÓN DE EFECTIVOS		Observaciones
	Superficie rastreada (m ²)	Nº individuos contados	superficie habitable potencial	Densidad (individuos/m ²)	N.º individuos estimados	
30TXL4368ABCD	5.000	0	0	0	0	Cuadrícula vacía
30TXL4369A	5.000	27	55.000	0,0054	297	Hábitat "litosuelo"
30TXL4369B	5.000	0	15.000	0	0	Ausencia / "litosuelo"
30TXL4468A	40.000	157	140.000	0,003925	550	Hábitat "matorral"
30TXL4468B	3x5.000	246	25.000	0,0164	410	Hábitat "matorral"
30TXL4468D	20.000	202	200.000	0,0101	2020	Hábitat "matorral"
				TOTAL	3277	

Breve descripción de los distintos biotopos:

.....

.....

.....

.....

Figura 2. Estadillo corológico y censal con estimación de efectivos por cuartiles.



Atlas de Flora Amenazada



E1c

Corología y censo estimado por parcelas

Taxón: *Thymus loscosii* Distancia umbral entre poblaciones: 1 km m
 Población: "Viana II" Definición individuo: distancia umbral de 10 cm
 Archivos GPS: Si (nombre del archivo) entre proyecciones parte aérea
 Observaciones: (Fotografías, precisiones...)
 (Muestras aleatorias) Fecha: 15 / V / 2001
 Equipo de trabajo: Pliego de herbario: Si (identificación del pliego)

CUTM de 1 km (y «cuartil»)	Datos recogidos				Estimación de efectivos		Observaciones
	N.º parcelas de 100 m ²	Superficie rastreada (m ²)	N.º individuos contados	Superficie potencial hábitat	Densidad (individuos/m ²)	N.º individuos estimados	
30TXL4368ABCD	0	0	0	0	0	0	Cuadrícula vacía
30TXL4369A	3	300	27	3300	0,090	297	Hábitat "litosuelo"
30TXL4369B	2	500	0	2500	0	0	Ausencia "litosuelo"
30TXL4468A	5	500	157	5500	0,314	1727	Hábitat "matorral"
30TXL4468B	5	500	246	4500	0,492	2214	Hábitat "matorral"
30TXL4468D	3	300	202	2300	0,673	1548	Hábitat "matorral"
TOTAL						5,786	

Breve descripción de los distintos biotopos:

Figura 3. Estadillo corológico y censal con estimación de efectivos por parcelas.

Casos particulares

El censo directo de **plantas anuales** presenta varios problemas añadidos:

- Los individuos tienen un tamaño muy reducido, dificultando su localización y recuento.
- Hay importantes fluctuaciones temporales en el número de ejemplares, por lo que los recuentos pueden dar valores muy dispares en diferentes años.

En ocasiones se observa que la densidad de individuos de una especie anual es muy variable mientras que la superficie ocupada por la población es mucho más constante en el tiempo, por ejemplo, en "parches" más o menos pequeños de un hábitat concreto. Así pues, los cambios encontrados en el número de individuos se explicarían en mayor medida por variaciones de densidad. En otros casos la superficie ocupada por las poblaciones también es variable y debe ser estudiada. Para seguir la evolución de superficie ocupada existe la posibilidad de utilizar receptores con tecnología GNSS (p.ej. GPS). Estos receptores son ya asequibles, manejables y bastante precisos y

asimismo permiten tratar los datos con SIG. El seguimiento de la superficie en plantas anuales debe completarse con una estimación de la densidad de individuos y del banco de semillas del suelo.

Las plantas rupícolas presentan problemas para estimar correctamente su tamaño poblacional debido a que crecen en medios a menudo inaccesibles y con frecuentes "zonas de sombra" para la observación. Para solventarlos se ha descrito un sistema de recuento de "unidades visuales" mediante medios ópticos y uso de "factores de corrección", que es muy útil para estimar tamaños poblacionales (Goñi *et al.*, 2006). Sus principales ventajas son su sencillez, rapidez y economía, sobre todo frente a otras aproximaciones como el uso de técnicas de escalada y rápel.

Muchas veces es posible un acercamiento hasta la base de las poblaciones, pero no se alcanza el resto de las plantas. Para la parte inaccesible de la población se realiza un recuento mediante prismáticos (x 8 ó 10) o telescopio (x 20-60). Este sistema infravalora el número de ejemplares, especialmente los de menor tamaño y las plántulas. Así pues, para compensarlo se utilizan los "factores de corrección" tal y como se describen a continuación.

Tras localizar una población, se realiza un primer recuento a larga distancia en un área accesible y definida (por ejemplo, entre 40 y 200 m, con prismáticos, y a más de 200 m, con telescopio — estos datos varían según la especie y la roca sobre la que se asientan). Se anota el número de ejemplares visualizados (a los que a partir de ahora denominaremos “unidades visuales”), y se registra este dato como “distancia n”. Acercándose al lugar se cuentan directamente todos los ejemplares presentes y se registra el resultado como “distancia 0”. De esta forma se obtienen dos recuentos de una misma área, con los cuales se calcula un factor de corrección según la relación existente entre las unidades visuales censadas a distancia con aparato óptico y el censo realizado junto a las plantas:

$$F_n = \text{distancia 0} / \text{distancia n}$$

Es imprescindible aplicar este método en diferentes partes de la población para obtener varias estimas de índices de correc-

ción para distancias similares y diferentes, así como las varianzas. El número de individuos totales en cada población se calcula tras multiplicar el número de unidades visuales por el índice de corrección medio correspondiente a la distancia desde la que se ha contado cada “parche”. En el caso de núcleos totalmente inaccesibles se utilizan los factores calculados en otras partes de la misma población a distancias lo más similares posibles, lo que en todo caso conllevaría una subestimación. Este método presenta varias limitaciones. Una es que las condiciones de luminosidad cambian mucho y pueden introducir sesgos; por ello resulta aconsejable utilizar un buen material óptico. Además, es necesario un mínimo entrenamiento ya que cuanto más experiencia se tiene más unidades visuales se detectan. El entrenamiento debe incluir una parte en la que se estudie la planta directamente y se compare su apariencia a distancia con otras especies rupícolas. Es muy conveniente realizarlo durante el periodo de floración.

Material recomendado

- Contador de mano.
- Cintas métricas de 5 ó 10 m y de 50 m.
- Rollo de cuerda.
- Planímetro y/o GPS.
- 500 banderitas o etiquetas de plástico para clavar en la tierra de colores intensos.
- Estacas para delimitación de parcelas.
- Estadillos y útiles de escritura.
- Prismáticos y/o telescopio.

Datos biológicos y comportamiento ecológico

Este apartado agrupa información recogida en el campo, pero debe tenerse en cuenta que con él se pretende completar o rectificar la información recopilada previamente en la fase preliminar de gabinete. Se propone separar la información referida a la especie y la obligada para cada población.

Por especie

Se da por sentado que la base de datos preliminar ya contiene información sobre el **tipo biológico** y el **sistema reproductivo**, y que las posibilidades del trabajo de campo del estudio básico no permiten muchas más precisiones. Sin embargo, el conocimiento sobre otras características biológicas o ecológicas de la especie sí puede verse mejorado tras las observaciones de campo. Podemos comentar algunas con más detalle. Por ejemplo, el **tipo de polinización** será de suma utilidad para definir la distancia mínima entre poblaciones de la planta en estudio, y por tanto podrá afectar a planteamientos conservacionistas posteriores. Se recomienda prestar especial atención en el análisis del papel de los polinizadores, su frecuencia y efectividad (es difícil en un estudio de este tipo, pero algunos detalles podrán extraerse de la visita). Resulta aconsejable precisar si el tipo de polinización asignado está basado en una observación directa en el campo (p.ej., visitas florales de insectos) o es una apreciación del equipo derivada de alguna característica de la planta (p.ej., producción de néctar).

Los mismos comentarios sirven para la información sobre el tipo de dispersión de semillas, debiéndose anotar cualquier

observación relativa al transporte de las semillas por algún vector o cualquier indicio en el propágulo relativo al modo de dispersión. Sería recomendable llegar a valorar la forma de dispersión relacionándola con el efecto sobre las fragmentaciones en la población y en el hábitat. El investigador intentará determinar, tras las observaciones en el muestreo de campo, si la especie es eficaz en la dispersión a larga o a corta distancia.

Por población

Nombre vernáculo. Siempre que se tenga oportunidad puede recogerse el nombre o nombres conocidos de la planta en la localidad en estudio, que probablemente no coincida con el aceptado como nombre vulgar en la literatura existente.

Fitosociología y Sinfitosociología. Se incluyen en el estadillo pensando en los casos donde se pudiese complementar la información incluida en la base de datos preliminar con datos recogidos en campo.

Altitud y orientación. Se reseñará el rango altitudinal de la población y las diversas orientaciones en las que aparece. Según el siguiente listado:

- Norte
- Nordeste
- Este
- Sudeste
- Sur
- Suroeste
- Oeste
- Noroeste

Sustrato geológico. Se recomienda el uso de cartografía geológica.

Suelo. Es recomendable el uso de mapas de suelos o información de expertos.

Hábitat principal y secundario. Apartados ya considerados durante la recopilación previa de información bibliográfica para la base de datos preliminar, pero que deberían ser revisados durante las visitas de campo. El hábitat principal de una especie es el que se considera como originario y de

mayor naturalidad de la planta (foto 4). Para determinarlo será conveniente tener en cuenta la biología de la planta, su comportamiento ecológico y la dinámica de la vegetación.



Foto 4: Toma de datos sobre el hábitat pedregoso y con fuerte pendiente donde crece *Jurinea fontqueri*. (Foto: A. Benavente).

El hábitat secundario es un hábitat probablemente derivado o más reciente, donde la planta invade nuevas estaciones. Suele corresponderse con etapas sucesionales pioneras o hábitats artificiales originados por las actividades del hombre. No debe relacionarse el hábitat secundario con aquél que albergue menos individuos ya que en ocasiones el hábitat principal mantiene los últimos restos de poblaciones antaño más grandes. Es el caso de muchas especies rupícolas, que en realidad presentarían su óptimo (hábitat principal) en sectores llanos con suelos más profundos donde factores de amenaza frenan su

expansión, y que utilizan los acantilados como refugio.

La distinción entre hábitats de un tipo u otro podría tener importancia conservacionista, puesto que la precisión de las condiciones naturales donde se desarrollan las poblaciones y las diferencias entre hábitats principales y secundarios ofrecerán las medidas de gestión a seguir y la búsqueda de emplazamientos para posibles introducciones. También puede permitir identificar la existencia de poblaciones fuente y poblaciones sumidero.

La descripción del hábitat principal y secundario o secundarios debe incluir detalles sobre la luminosidad, la humedad, las condiciones ambientales (frecuencia de heladas, sequías, nieblas, etc.), el tipo de la vegetación (fisionomía y estructura, p.ej. prados, brezales, garrigas, bosques, plantaciones, formaciones ruderales, etc.), las formas de gestión (aclareos, pastoreo, etc.), la geomorfología y dinámica del terreno (arroyadas, barrancos, paredones, bancos de arena, pedreras estabilizadas, móviles, etc.) y otras características especiales que deban señalarse a juicio del observador (competencia interespecífica, originalidad y frecuencia del hábitat, etc.).

Taxones acompañantes (diez taxones en cada tipo de hábitat descrito). El listado o inventario puede realizarse en las parcelas que se han utilizado en el estudio demográfico o en la estimación poblacional. Se entenderá que cuando en este apartado la lista no alcance diez especies será debido a la pobreza de la comunidad vegetal y así debería señalarse.

Estadillo para la toma de datos biológicos y comportamiento ecológico

En las figuras 4 y 5, solo se incluyen los apartados que pueden ser completados en la visita de campo. No aparecen otros puntos considerados exclusivamente bibliográficos y ya tratados en la base de datos preliminar. Se diseñan dos tablas, una para las características de la especie y otras para las características de cada población.



Atlas de Flora Amenazada



E2a Datos biológicos y comportamiento ecológico

Taxón: *Stemmacantha cynaroides*

Equipo de trabajo: Fecha: / /

Expresión sexual: (marcar entre las opciones detalladas)

- Hermafrodita
- Ginomonoeceia (femenina, hermafrodita)
- Ginodioecia (femenina) (hermafrodita)
- Dioecia (masculina) (femenina)
- Monoecia (masculina, femenina)
- Andromonoecia (masculina, hermafrodita)
- Androdioecia (masculina) (hermafrodita)

Tipo de polinización

- Viento
- Agua
- Autogamia
- Entomófila generalista ? *Coleópteros y dípteros*
- Entomófila especializada

Observaciones

.....

Tipo de dispersión

- Anemócora alada
- Anemócora vilosa
- Hidrócora
- Endozoócora
- Exozoócora
- Mirmecócora
- Ninguna adaptación obvia a la dispersión

Detalles (intentar precisión de distancia máxima)

.....
Aprox. 10 m., teniendo en cuenta el tamaño del vilano, del aquenio y de la fuerza del viento.

Tipo de crecimiento clonal

- Semillas apomícticas
- Dispersión vegetativa extensiva (estolones o rizomas)
- Dispersión vegetativa limitada (bulbos)
- Sin reproducción vegetativa ?

Observaciones

.....

Precisiones sobre la fenología de la floración

Principios de junio a finales de julio, con valor máximo a inicios de julio

Precisiones sobre la fructificación

Agosto, ocasionalmente finales de julio o principios de septiembre

Figura 4. Estadillo para las características biológicas y ecológicas de la especie.



Atlas de Flora Amenazada



E2b

Datos biológicos y comportamiento ecológico

Población *Corredor de Mario (Stemmacantha cynaroides)*

Nombre vernáculo

Equipo de trabajo: Fecha: / /

Altitud m Orientación

Sustrato geológico Suelo *Entisol + andosol*

Hábitat principal Taxones acompañantes

Violetares de cumbre 1. *Viola cheiranthifolia*

..... 2.

..... 3.

..... 4.

..... 5.

..... 6.

..... 7.

..... 8.

..... 9.

..... 10.

Hábitat secundario Taxones acompañantes

Matorral orófilo de genisteas 1. *Spartocytisus supranubius*

..... 2. *Adenocarpus viscosus*

..... 3. *Argyranthemum teneriffae*

..... 4.

..... 5.

..... 6.

..... 7.

..... 8.

..... 9.

..... 10.

Precisiones fitosociológicas del taxón

Violetum cheiranthifoliae-Spartocytisetum nubigeni

.....

.....

Precisiones sinfitosociológicas

Spartocytisetum nubigeni sigmetum

.....

.....

Figura 5. Estadillo para las características biológicas y ecológicas de la población.

Conservación

Identificación de amenazas reales o potenciales

Para este análisis la población (tal como aparece definida en este manual) es la unidad sobre la cual se produce la amenaza detectada o hipotética. Se tratará, por tanto, de valorar su efecto intentando sistematizar los tipos de amenaza para reducir la subjetividad en tal valoración (foto 5).

Podemos comenzar procurando precisar qué es una amenaza para las poblaciones de una planta silvestre. Teniendo en mente los criterios de aplicación de las categorías UICN, la amenaza puede ser definida para su uso en este manual como toda circunstancia que produce un efecto negativo en la dinámica poblacional del taxón, tanto en los individuos como en el hábitat.

Entendiendo como efectos negativos:

- la fragmentación (aislamiento)
- la declinación continua
- la reducción
- las fluctuaciones extremas

Determinadas causas naturales ocasionan efectos muy similares a los enumerados y uno no está completamente seguro de su consideración como factores de riesgo. Se trata de una situación parecida a la que surge con las dudas sobre la valoración de un fuego no provocado en la gestión de un ecosistema. De todos modos, las causas naturales deben tenerse en cuenta a la hora de analizar la amenaza porque en la mayoría de los casos de plantas en peligro más flagrantes, la situación existente es resultado de la combinación de los efectos de amenazas naturales y artificiales (entendidas estas últimas como las ocasionadas por las actividades antrópicas). Somos conscientes de las dificultades para la determinación de las causas naturales de amenaza. Pero aún así es posible valorarlas si se tiene en cuenta que están estrechamente relacionadas con la biología general y con la explicación de la rareza natural de la especie. Una observación detallada de los diferentes estados vitales de la planta, de su hábitat, de sus mecanismos de dispersión, etc. puede asistir en esta interpretación. Como ayuda, dentro del estadios E3, aparecen listados bajo el punto “Amenazas de origen biótico“ algunos ejemplos de causas naturales.

Se propone también una separación entre amenazas actuales, es decir aquellas que producen un efecto comprobado, y amenazas potenciales, asociadas a fuentes de riesgo reales en la vecindad de la población, pero sin certeza de su efecto negativo.

Aunque resulte obvio, se debe poner especial cuidado en buscar y comprender la relación causa-efecto, identificando exactamente ambos sin confusión. Además, a la hora de evaluar las fuentes de riesgo no conviene olvidar la posibilidad de que el efecto de la suma de dos o más amenazas individuales sea diferente a cada una por separado.

Finalmente, es recomendable tener presente en este análisis el estado de todas las fases del ciclo biológico donde la observación sea posible y no detenerse sólo en la situación de los ejemplares adultos o en flor (p.ej. la mera ausencia o escasa presencia de plántulas puede estar indicando problemas de regeneración).

Medidas de conservación

Este apartado requiere de una reflexión sobre la situación de la especie tras haber analizado las fuentes de riesgo.

Se recomienda seguir los pasos siguientes:

Primero analizar las medidas de conservación existentes, procurando valorar su efectividad, para eliminar o atenuar las amena-



Foto 5: Efecto de la urbanización sobre una de las poblaciones de *Microcnemum coralloides*. (Foto: M. Santos).

zas descritas. Aunque resulte obvio, hay que tener en cuenta que no todas las medidas de conservación son efectivas.

Tras haber analizado el papel de las amenazas y las acciones protectoras en la población se propone una nueva valoración sobre su estado de conservación utilizando la escala ofrecida a continuación:

- buen estado de conservación: cuando no se ha detectado ninguna amenaza real o potencial.
- aceptable: se han precisado riesgos reales sobre la población pero existen también medidas de conservación constatadas (siempre que surtan efecto).
- preocupante: existen amenazas reales y no hay medidas que las eviten.
- alarmante: hay certeza de que las amenazas detectadas eliminarán la población (el investigador puede intentar estimar el tiempo necesario para que esto ocurra).
- no encontrada: a pesar de estar citada la localidad no se han detectado individuos. Puede indicar que sólo hay individuos crípticos en fase latente o que la población se ha extinguido.

Finalmente, tras este análisis deberían señalarse las medidas propuestas para la conservación de la población, ofreciendo las razones y explicaciones oportunas.

Es recomendable ponerse en contacto con los servicios de conservación de la naturaleza correspondientes para saber si existen medidas o acuerdos de manejo en el área, sobre todo el efecto de aquellas que conllevan prohibiciones o regulaciones de una actividad cuyo resultado es muy difícil de evaluar si uno las desconoce. Tal puede ser el caso por ejemplo de acuerdos sobre ciertas especies rupícolas para evitar que las vías de escalada dañen sus poblaciones más sensibles. También es posible consultar a los bancos de germoplasma de conservación de especies silvestres para comprobar si la población objeto de estudio ha sido recolectada. Un buen punto de partida para esta consulta es: <http://www.enconet.eu/es/Base.htm>.

Ejemplo de estadios para la toma de datos sobre conservación

Se proponen tres estadios (figura 6, 7 y 8) para el trabajo sobre conservación, un estadio sobre los factores de riesgo (E3), otro para las medidas de conservación (E4) y un tercero en forma de cuestionario con las propuestas de conservación (E5).

Así pues, el formulario siguiente recoge la mayoría de las amenazas señaladas por otros autores de libros rojos. Se trata de marcar las detectadas, y en el caso de las comprobadas, señalar el efecto/s

causado utilizando las opciones de los criterios de la UICN (fragmentación, declinación continua, reducción y fluctuaciones extremas). Se propone rellenar un formulario por población.



Atlas de Flora Amenazada



E3a Amenazas

Taxón Stemmacantha cynaroides Población

Equipo de trabajo Fecha: / /

TIPO DE AMENAZA	Efecto (según UICN)	
	Actual	Potencial
Desarrollo		
• Urbanización	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Obras de acondicionamiento	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Creación de nuevas vías de comunicación	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Transformación de cursos de agua	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Anegación por embalses	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Explotación minera o cantera	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Relleno de zona húmeda	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Drenaje y descenso de la capa freática	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Acciones humanas		
• Pisoteo y artificialización (por visitas frecuentes, compactación del suelo, mutilación) ...	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Abandono de cultivo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Transformación del modo de cultivo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Pastoreo (fuegos mantenimiento pastos, pisoteo, ramoneo)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Herbicidas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Explotación forestal	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Aclareo o siega	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Ausencia de aclareo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Reforestación	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Deforestación	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Coleccionismo y recolección tradicional	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Amenazas de origen biótico		
• Competencia vegetal natural	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Competencia vegetal por especies exóticas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Ausencia de agentes polinizadores	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Predación (semillas, frutos, flores y hojas)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Parasitismo animal	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Parasitismo vegetal	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Hibridación	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Escasa plasticidad ecológica	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Ausencia de vectores de polinización	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Ausencia de microambientes espacio-temporales para la germinación	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Pobre estrategia reproductiva (sistemas reproductores complejos o ausencia de crecimiento clonal)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Enfermedades (por ejemplo, micosis)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Amenazas debidas a la polución		Actual	Potencial	Efecto (según UICN)
• Polución de aguas (continentales o marinas)		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Fragmentación <input type="checkbox"/> Declinación <input type="checkbox"/> Reducción <input type="checkbox"/> Fluctuación <input type="checkbox"/>
• Polución de suelos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Fragmentación <input type="checkbox"/> Declinación <input type="checkbox"/> Reducción <input type="checkbox"/> Fluctuación <input type="checkbox"/>
• Polución del aire	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Fragmentación <input type="checkbox"/> Declinación <input type="checkbox"/> Reducción <input type="checkbox"/> Fluctuación <input type="checkbox"/>
Amenazas indirectas				
• Mejora de la accesibilidad a la población a pie	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Fragmentación <input type="checkbox"/> Declinación <input checked="" type="checkbox"/> Reducción <input type="checkbox"/> Fluctuación <input type="checkbox"/>
• Mejora de la accesibilidad en vehículo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Fragmentación <input type="checkbox"/> Declinación <input type="checkbox"/> Reducción <input type="checkbox"/> Fluctuación <input type="checkbox"/>
• Mejora de la accesibilidad a terrenos próximos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Fragmentación <input type="checkbox"/> Declinación <input type="checkbox"/> Reducción <input type="checkbox"/> Fluctuación <input type="checkbox"/>
• Otras:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Fragmentación <input type="checkbox"/> Declinación <input type="checkbox"/> Reducción <input type="checkbox"/> Fluctuación <input type="checkbox"/>
Accidentes potenciales				
		Sí	No	Probabilidades (cuando existan datos disponibles)
• Zona expuesta a aludes	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
• Zona expuesta a incendios	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
• Zona expuesta a temporales	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
• Zona expuesta a desprendimientos	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Zona expuesta a corrimientos	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Zona expuesta a actividades volcánicas	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(1 erupción cada 100 años)
• Zona expuesta a sequías	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Zona expuesta a inundaciones o avenidas	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Observaciones

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Figura 6. Estadillo para los factores de riesgo.

A continuación (figura 7) se muestra el estadillo sobre medidas de conservación, que reúne algunas de las más frecuentes; obviamente las medidas *ex situ* pueden ser recogidas en cualquier momento. En el caso de que todas las acciones se apliquen sobre el conjunto del taxón el apartado de población del formulario se dejará en blanco.

En aquellas poblaciones, sobre todo en plantas con cierta tradición conservacionista, donde se conozca la existencia de medidas de conservación más concretas debería precisarse el efecto perseguido. Por ejemplo, la vigilancia estacional puede ir encaminada a evitar la recolección en la época de floración, los riegos ocasionales a incrementar la supervivencia de las plántulas, etc.



Atlas de Flora Amenazada



E4

Acciones de conservación existentes en la actualidad

Taxón Stemmacantha cynaroides Población Corredor de Mario
 Equipo de trabajo Fecha: / /

MEDIDAS DE CONSERVACIÓN	Efecto - indicar si es a nivel de taxón (T) o población (P)
SOBRE LA POBLACIÓN	
<i>Ex situ</i>	
• Listados de protección legales	<u>T</u>
• Educación (campañas de asociaciones conservacionistas o menciones de la planta en asociaciones culturales locales, labores semejantes en jardines botánicos, etc.) y divulgación (libros, videos, trípticos, noticias)	<u>T</u>
• Cultivo y micropropagación	<u>TP</u>
• Almacenamiento en banco de germoplasma	<u>TP</u>
• Otras:	
• Ninguna:	
<i>In situ</i>	
• Seguimiento poblacional	<u>P</u>
• Protección física, vallado	<u>P</u>
• Reintroducción, reforzamiento o traslado	
• Gestión poblacional, eliminación de competencia intraespecífica, protección de clases de edad, variación de la proporción de sexos, germinación, etc.	
• Control de plagas y enfermedades	
• Otras:	
• Ninguna:	

SOBRE EL HÁBITAT	
• Protección (hábitat protegido legalmente, área protegida, microrreserva, parque natural, parque nacional, ámbito de aplicación de un plan de recuperación o conservación, etc.)	<u>- Parque Nacional del Teide</u> <u>- Hab. incluido en la Directiva 92/43 CE</u>
• Gestión pasiva: prohibición o regulación de actividades negativas y encaminadas a eliminar la amenaza	<u>Control de herbívoros introducidos durante todo el año para aumentar la tasa de supervivencia y la producción.</u> <u>Guardería Parque Nacional</u>
• Vigilancia	
• Reconstrucción de hábitat o microambientes	
• Otras:	
• Ninguna:	

Figura 7. Estadillo para las medidas de conservación



Por último se propone un cuestionario a rellenar en una fase de gabinete, teniendo en cuenta los resultados de los dos anteriores (uno por población).

Además de señalar las medidas propuestas se procurará razonarlas, explicando siempre que no sea obvio el efecto perseguido.

Por ejemplo, Medida: recolección de semillas para el banco de germoplasma. Justificación: especie con muy escasos efectivos y sin otras medidas de conservación previsibles a corto plazo.

Medida: seguimiento poblacional. Justificación: aumentar la supervivencia de los ejemplares jóvenes.



Atlas de Flora Amenazada



E5

Estado de conservación y medidas propuestas

Taxón Stemmacantha cynaroides Población Corredor de Mario
 Equipo de trabajo Fecha: / /

ESTADO DE CONSERVACIÓN (marcar el que corresponda según la escala de valoración propuesta)

Buen estado Aceptable Preocupante Alarmante

MEDIDAS DE CONSERVACIÓN PROPUESTAS

SOBRE LA POBLACIÓN

Justificación

Ex situ

- Listados de protección legales
- Educación (campañas de asociaciones conservacionistas o menciones de la planta en asociaciones culturales locales, labores semejantes en jardines botánicos, etc.) y divulgación (libros, videos, trípticos, noticias)
- Cultivo y micropropagación
- Banco de germoplasma
- Otras:

In situ

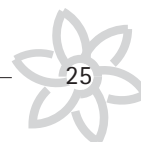
- Seguimiento poblacional
(precisar cuántos años y con qué periodo)
- Protección física, vallado
- Reintroducción, reforzamiento, introducción o traslado
- Gestión poblacional
- Control de plagas y enfermedades
- Otras:

SOBRE EL HÁBITAT

Justificación

- Protección (hábitat protegido legalmente, área protegida, microrreserva, parque natural, parque nacional, etc.)
- Gestión pasiva: prohibición o regulación de actividades negativas y encaminadas a eliminar la amenaza
Incrementar la presión sobre herbívoros introducidos ya que la actual es insuficiente
Incrementar la vigilancia en la zona ya que la actual es insuficiente
- Vigilancia
- Reconstrucción de hábitat o microambientes
- Otras:

Figura 8. Estadillo para las propuestas de conservación.



Fotografía

Las fotografías deberán tener una calidad óptima, pensando en fines divulgativos posteriores a la obtención de datos (libros rojos, folletos, fondos fotográficos).

Algunas recomendaciones sencillas a tener en cuenta para aumentar la calidad son:

- dedicar algo de tiempo a cada toma
- vigilar el encuadre, evitando los fondos verdes (cuando la planta es de ese color) y los elementos desenfocados en el primer plano. Procurar no incluir muchos planos de la planta en la foto, la mayoría de las veces crean confusión
- disparar con el diafragma muy cerrado para aumentar la profundidad de campo
- utilizar trípode, más recomendable que el flash
- obtener 2 o más imágenes de cada motivo u objeto a fotografiar:
- Hábitat (procurando no olvidar la estética ya que en algunos casos puede que sean destinadas a la publicación. De esta manera no convendría fotografiar por ejemplo, y a menos que fuese imprescindible, parcelas de muestreo valladas o marcadas).
- Taxón (plántulas, flor y fruto o caracteres taxonómicos o porte)

El amplio uso que en los últimos años tienen las cámaras fotográficas digitales hace obligada una referencia a las mismas en

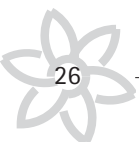
este apartado ya que no todas ellas ofrecen un nivel de calidad adecuado para un estudio como el contemplado en este documento. En principio, para los fines pretendidos, sólo deberían ser admisibles fotografías digitales obtenidos con cámaras de resolución superior a 6 mp, aprovechando en todo caso el máximo de resolución que permita cada aparato.

Las fotos digitales deberán ser tomadas con un tamaño mínimo de 2 megapíxels o 1600x1000 píxels (dependiendo de las unidades que especifique la cámara) y formatos TIFF, RAW o calidad máxima (dependiendo, de nuevo, de cómo aparece especificado en el selector de la cámara). Deberán ser las fotos originales sin remuestreo. Estos valores dan un archivo próximo a los 4 megabytes, el cual puede ser grabado y enviado por correo ordinario en un CD o, en algunos casos (según condiciones contratadas con el operador de internet), enviado directamente por correo electrónico.

De todo el conjunto, se seleccionarán tres fotografías por cada taxón (una del hábitat y otras dos de la planta) con la siguiente información rotulada:

- Hábitat: autor y fecha de la diapositiva, localización UTM 1x1 y toponimia
- Taxón: autor y fecha de la diapositiva, nombre del taxón

La atención a la fase de plántula mencionada en otros apartados de este manual, puede verse complementada con una fotografía. Dos de los escollos más importantes serán la identificación segura en el campo y los problemas de la técnica macro.



ESTUDIO DETALLADO

Introducción

En esta segunda parte del manual se describe la metodología a seguir para estudiar la dinámica poblacional de una determinada especie. Para ello es necesario seguir el destino y comportamiento de los ejemplares en una muestra representativa recogiendo información a lo largo de varios años del tamaño de los individuos, de la producción de semillas, así como del número de plántulas que se instalan y la supervivencia de las mismas. Tal como se recoge en la introducción general, el objetivo del manual de metodología es “la definición de variables corológicas y demográficas imprescindibles para el diagnóstico de los taxones más amenazados y la presentación de un conjunto de métodos simples y objetivos que permitan obtener en las poblaciones naturales los datos correspondientes a las variables definidas de una manera fiable y estandarizada”. En el caso del estudio detallado, la diversidad de formas de vida, sistemas de reproducción y comportamiento fenológico existentes entre las plantas vasculares imposibilita facilitar una metodología sencilla y precisa para cada caso.

Las propuestas que se realizan están especialmente orientadas a especies perennes. Las plantas anuales requieren un seguimiento particular en el que el estudio del banco permanente de semillas del suelo cobra gran importancia. Por otra parte, existen otros casos de plantas en las que el seguimiento demográfico es particularmente complejo. Tal es el caso, por ejemplo de determinados geófitos que presentan dormición vegetativa. Es aconsejable en estos casos o si subsisten dudas contactar con algún miembro de la comisión de metodología.

En definitiva lo que se persigue es poder otorgar cada año durante el período reproductivo a cada planta identificada el carácter de viva o muerta, su estado de desarrollo, su tamaño vegetativo y una estimación de su producción total de semillas. Con estos datos se estructurará la población por tamaños y fases del ciclo vital, y será posible obtener parámetros que informen sobre las tendencias demográficas de cada población.

Número, localización y tamaño de las parcelas

El número, la ubicación y el tamaño de las parcelas va a estar condicionado por el tamaño total de la población y la amplitud ecológica de la especie. En los casos de:

- Poblaciones pequeñas (<3000 ejemplares) repartidas en un hábitat relativamente homogéneo se establecerá una parcela al azar que incluya 300 individuos (se contabilizarán **todos** los individuos independientemente de su tamaño o estado de desarrollo), o alternativamente tres parcelas al azar que incluyan 100 individuos cada una. Si por el contrario, se observan diferentes microhábitats, en primer lugar se seleccionarán áreas representativas de dichos microhábitats y a continuación se ubicará una parcela dentro de cada una de estas zonas. Esta propuesta tiene como excepción el caso de especies con un número de ejemplares muy bajo (típicamente menos de 100) y localizadas en sectores de muy difícil acceso, que constituyen la tónica habitual en determinados enclaves geográficos (p.ej. Islas Canarias). En estos casos, las parcelas se deberían incluir el máximo número de ejemplares posibles, instalando, siempre que la orografía lo permita, al menos una parcela en cada población.

- Poblaciones grandes y homogéneas se establecerán dos parcelas al azar. Cada una deberá reunir un mínimo del 5% de los efectivos poblacionales y un máximo de 300 individuos. Si las poblaciones son grandes y heterogéneas, el número de parcelas será de 2 a 4. Las parcelas se ubicarán en áreas representativas de los diferentes microhábitats. Alternativamente se puede disminuir el número de individuos por parcela a 100 e incrementar en la misma medida el número de parcelas.

Diseño de las parcelas

La forma de las parcelas será cuadrangular o rectangular si la topografía del terreno y la distribución de los individuos lo permite (foto 6). Para delimitar las cuatro esquinas se pueden utilizar estacas (de madera o de metal) o tutores de aluminio forrados de plástico, y para los lados cuerdas de hilo de bramante o cintas métricas. Si no pueden ser de esta forma, es imprescindible hacer un dibujo que represente lo más fielmente la forma de la parcela y anotar las medidas para poder determinar el área y la densidad de plantas. Si fuera preciso es posible subdividir la parcela en tantas subparcelas discontinuas como sean necesarias de manera que incluyan los 300 individuos arriba mencionados.



Foto 6: Parcelas de seguimiento demográfico de *Lotus arinagensis*. (Foto: J. Naranjo).

Otra manera de marcar las esquinas, por ejemplo en lugares con escaso suelo y mucha roca, es utilizar pintura en spray o laca de uñas. En paredes rocosas se puede utilizar un pegamento o masilla epoxi para sujetar escarpas (o algo similar que sirva para mantener el marco) a la roca.

Es recomendable hacer un croquis del lugar indicando dónde están las parcelas y la manera de acceder a ellas, de manera que cualquier persona pueda volver en posteriores visitas. También es conveniente tomar las coordenadas geográficas con un receptor GPS y una foto del lugar que recoja el ambiente exacto donde tiene lugar el seguimiento y el contexto de la población.

Marcaje y mapeado de individuos

Para poder seguir el crecimiento de los individuos a lo largo de los años, así como la supervivencia y la regeneración de la población es necesario tener identificados **todos los ejemplares que se encuentren dentro de los límites de una parcela (y todos los que vayan apareciendo en años sucesivos)** y dotar a cada uno de ellos de un código alfanumérico. Dado que algunas especies son pequeñas y pueden pasar desapercibidas, es recomendable que esta etapa se realice durante el periodo de **floración-fructificación**. De esta manera, además, se pueden obtener simultáneamente los datos de crecimiento, supervivencia y respuesta reproductiva de los individuos. Es importante que las visitas de seguimiento se realicen todos los años en fechas muy semejantes (desfase inferior a un mes) al objeto de que los datos sean comparables. Un protocolo que se ha comprobado funciona bien consiste en visitar el primer año de seguimiento en plena floración y posteriormente en estado de fructificación, pero antes de que se hayan liberado las semillas. Esto permite la toma de datos reproductivos y apreciar las diferencias existentes entre estos dos momentos. A partir del segundo año puede ser suficiente con visitar la población en el momento de la fructificación.

No será necesario marcar los individuos de las especies anuales, salvo en aquellos casos en los que se vaya a hacer un seguimiento de la fenología de floración y/o fructificación.

Para el resto de las especies, las formas de marcar y mapear los individuos va a depender del tamaño que alcancen los individuos adultos, la forma de vida y características del hábitat (fotos 7 y 8). A continuación se describen algunos métodos que habrá que ajustar a las condiciones especiales de cada caso:

Métodos para marcar individuos

1. *Clavos de acero* (de unos 7 cm de longitud) clavados junto a cada individuo. Para numerarlos, puede utilizarse el mismo sistema que se usa para numerar los cables de electricidad. Se trata de anillos de plástico que llevan impreso un número y que se introducen en el clavo antes de clavar éste en el suelo.
2. *Etiquetas* (metálicas o de plástico) unidas al tronco o ramas de los ejemplares mediante abrazaderas extensibles de alambre o hilo de cobre. Si se trata de etiquetas de plástico, conviene que sean de colores poco llamativos.
3. *Banderitas* fabricadas con cinta aislante de tela para poder escribir el número y alambre de 0.5 mm (el grosor dependerá del tipo de suelo donde vayan a clavarse)
4. En especies rupícolas se puede escribir un número en la roca, con un rotulador indeleble al agua o mejor con un lápiz. También se puede pegar a la roca una etiqueta con pegamento tipo epoxi o con silicona transparente.

Métodos de mapeado de individuos

1. *Mapeado mediante plásticos*. Una vez delimitada la parcela, ésta se cubre con láminas de plástico. En cada lámina de plástico se señala la localización de los individuos con un punto o bien se dibuja el contorno de los individuos. Las láminas de plástico han de ser gruesas ($\approx 0,5$ mm), transparentes y de tamaño manejable (≈ 1 m²). Cada plástico ha de llevar un código alfanumérico en el que se indique la columna y la fila que ocupa en la parcela (se establecen dos ejes x e y coincidiendo con dos bordes de la parcela y ésta se cuadrícula en unidades de 1m). De esta manera,

se puede colocar cada lámina de plástico en el mismo sitio en los años sucesivos. El mismo número que se utilice para identificar cada individuo será el que se anote en el plástico.

Si se trata de plantas con forma de roseta, el tamaño de los individuos puede medirse posteriormente en el laboratorio a partir del contorno dibujado. En los restantes casos, a medida que se vaya señalando la localización de los individuos se irán anotando las medidas en el estadillo.

Es posible que algunos ejemplares se encuentren entre dos láminas de plástico. En ese caso se dibujará la parte correspondiente en cada lámina y se medirá el tamaño de la planta uniendo las láminas de plástico implicadas. Con este método no es necesario etiquetar los individuos.

2. *Mapeado mediante cuadrícula de cuerdas*. Consiste en hacer una cuadrícula con cuerdas sujetas mediante clavos al suelo. Cada individuo se identifica por el número del cuadrado en que se encuentra y, dentro del cuadrado, por sus coordenadas.
3. *Mapeado mediante marcos (metálicos, de madera o PVC) con cuadrículas*: muy útil cuando las plantas son muy pequeñas y/o están muy juntas. Aunque se puedan utilizar marcos con retícula, es muy conveniente marcar al menos dos o tres plantas en cada parcela que sirvan de referencia en caso de que desapareciera alguna de las estacas que marcan el sitio exacto donde hay que colocar el marco.
4. *GPS*. Consiste en determinar las coordenadas geográficas de cada individuo utilizando un receptor GPS que permita realizar correcciones diferenciales en el momento. Indicado especialmente para árboles o arbustos de gran porte.
5. *Mapeado mediante posición relativa*. Se toma con GPS la posición de un primer individuo, determinándose la localización del resto por sus posiciones relativas respecto al inicial mediante brújula y cinta métrica.
6. *Mapeado mediante distancias a dos polos*. Se colocan dos estacas ("polos") en los extremos de uno de los lados de la parcela. Se sujetan dos cintas métricas a cada una de las estacas. Para cada individuo, se miden las distancias (a , b) a cada polo. Si c es la distancia entre los dos polos, que se toma como "base" del mapa generado, las coordenadas cartesianas de cada individuo son $x = (c^2 + b^2 - a^2) / 2c$ e $y = (b^2 - x^2)^{0.5}$. Este método es apropiado para especies de pequeño porte o que viven en hábitats no forestales donde es posible desplazar las cintas métricas de uno a otro individuo sin que se enreden en otros árboles o arbustos.
7. *Identificación fotográfica*. Serie fotográfica digital parcialmente superpuesta de la parcela o transecto. Si junto a las plantas se fotografía una regla o escala, se puede posteriormente medir su tamaño mediante un analizador de imágenes. Un aspecto positivo adicional de la toma de fotografías es que las fotografías guardan información muy valiosa sobre la evolución del hábitat, las interacciones bióticas, etc... que no queda anotada siguiendo los anteriores protocolos y que, sin embargo, puede tener una enorme trascendencia a la hora de explicar los cambios que tienen lugar en la especie estudiada.

En zonas ganaderas es posible perder el marcaje de los individuos debido al paso y ramoneo del ganado. Por ello, se recomienda una doble identificación de las plantas que permita su localización en años posteriores.

Casos particulares

En plantas cespitosas se puede recurrir al seguimiento de áreas en parcelas donde, mediante fotografías, croquis o marcas, se siga el crecimiento superficial de cada clon.

Las especies saprófitas (micotróficas) y parásitas presentan otro tipo de problema para su estudio detallado: todos los ejemplares que se observan en el campo son reproductores, pero permanece oculta una parte de la población. La única forma de acceder a los ejemplares no reproductores es mediante excavación del mantillo, en saprófitas, o búsqueda de haustorios en hospedadores, en parásitas. Esto puede ocasionar la destrucción de los individuos, lo cual no tiene sentido en un proyecto de conservación. La solución puede pasar por definir claramente la unidad que se sigue y utilizarla siempre de la misma forma. Esta aproximación resulta válida para calcular tendencias, pero dificulta la utilización de los criterios de tamaño de población.

Datos que hay que tomar dentro de cada parcela

Tamaño de los individuos

No es posible indicar un único conjunto reducido de caracteres morfométricos a medir para todas las plantas dada la variedad de morfologías que existen en plantas vasculares. En cualquier caso cabe pensar en algunas soluciones de carácter general, siempre con el objetivo de obtener estimas fiables del tamaño de los individuos, que lógicamente deberán ser evaluadas de forma interactiva durante la fase de trabajo de campo. En el caso de caméfitos rastreros o plantas rosuladas suele ser interesante medir la dimensión mayor y la dimensión perpendicular a ésta que alcanza una mayor magnitud (en este caso se podría recurrir a la técnica de acetatos que ofrece unos datos muy valiosos sobre crecimiento). En el caso de caméfitos erguidos y nanofanerófitos, lo más eficaz suele ser la altura total y el diámetro del tronco en el contacto con el suelo. En el caso de fanerófitos lo más sencillo es anotar el DBH (diámetro del tronco a la altura del pecho) y, si es posible, la altura máxima. Otro método simple de estimar el tamaño de las plantas consiste en contar el número de hojas (si no tiene muchas) y/o medir su longitud o anchura en la de mayor tamaño.

Si se puede recolectar la parte aérea de algunos ejemplares y el estado de conservación de la planta lo aconseja, es posible calcular su biomasa tras desecarlos. Midiendo previamente una serie de variables en ellos, se puede calcular la función que explique una mayor cantidad de varianza en biomasa mediante técnicas de regresión múltiple y utilizarla en años posteriores de forma no destructiva. En las plantas anuales herbáceas no es necesario estimar el tamaño ya que serán coetáneos en un análisis de periodicidad anual.

Estados de desarrollo

Se discriminarán cuatro estadios: a) Plántula, individuo nacido en la presente temporada generalmente identificable por estar provisto de cotiledones, b) Vegetativo, individuo desprovisto de cotiledones y que no porta estructuras reproductivas, c) Reproductor, individuo que porta estructuras reproductivas y d) Muerto.

En aquellas especies en las que se desconozca el aspecto de las plántulas, esta información no se podrá recoger el primer año. Para poder identificarlas en los años siguientes, se deberá coleccionar una muestra de semillas al final del periodo de fructificación y hacer siembras en condiciones controladas de laboratorio.

En los años siguientes, además de identificar las plántulas se marcarán de la misma manera que el resto de los individuos siempre

que sea posible, o de la manera más adecuada que permita su seguimiento en los siguientes años. **A cada plántula que aparezca cada año habrá que otorgarle un código alfanumérico de identificación.** En el caso de especies con un elevado reclutamiento de plántulas y una baja supervivencia de las mismas durante el primer año, se puede optar por marcar todas las plántulas, pero incorporar el código alfanumérico solo a las supervivientes del primer año.

En especies leñosas longevas es posible que el reclutamiento de plántulas sea un acontecimiento poco frecuente, que tan sólo ocurra una vez cada muchos años. En consecuencia, es probable que el seguimiento de las parcelas no detecte la aparición de plántula alguna. Es recomendable no obstante que la prospección de plántulas se lleve a cabo de forma exhaustiva todos los años a fin de estar seguros de que la ausencia de plántulas es real y no debida a una deficiente observación. Existen igualmente plantas en las que el reclutamiento de plántulas es masivo en años favorables. Hay que tener en cuenta que el momento de contabilizar e identificar las plántulas es el mismo momento en el que se efectúa el marcaje o mapeado de toda la parcela, es decir, preferiblemente durante el período de fructificación. Llegado este momento muchas de las plántulas germinadas habrán muerto y se trata de marcar y contabilizar únicamente las que se encuentren vivas. Se deberán contabilizar **todas** las plántulas que se encuentren vivas en el momento del seguimiento de la parcela ya que esta información es vital a la hora de estimar las tendencias poblacionales.

Producción de frutos por planta y de semillas por fruto

El patrón de fructificación es muy variable en función de la especie, la población, el año y las condiciones ambientales. Si no se dispone de información previa, el primer año habrá que hacer al menos tres visitas durante el periodo de floración y fructificación, y observar el estado fenológico en el que se encuentra la población. También es importante fijarse si las estructuras reproductivas (flores, inflorescencias, frutos...) permanecen en la planta una vez que han madurado, o bien queda algún resto o cicatriz que permita su recuento en un momento posterior, y si la floración y fructificación ocurren de forma sincrónica dentro de una planta y en toda la población, o si ocurren de forma gradual. Todo ello ayudará a estimar la producción total de frutos y, a partir de ésta, la producción de semillas. En algunos casos será posible contar directamente el número total de frutos que ha producido cada una de las plantas de la parcela.

- a) *Especies con flores hermafroditas y especies monoicas.* Si el nº de estructuras florales por planta (botones, flores y/o frutos, según el estado fenológico) es superior a 100, podrán hacerse estimaciones:
 - Para aquellas especies en las que la producción sea homogénea en toda la estructura del vegetal, se pueden contar los frutos presentes en la mitad de la planta y multiplicarlo por dos o bien contando un tercio y multiplicarlo por tres.
 - Cuando la distribución de la producción sea heterogénea, es decir con partes diferenciadas en cuanto a cantidad (por ejemplo, estructuras cónicas o tronco-cónicas con mucha producción en la base y poca en las partes apicales) la estimación se puede hacer multiplicando el número total de inflorescencias de la planta por el número medio de frutos por inflorescencia. A partir de un número conocido de flores y frutos por inflorescencia (utilizando una muestra de

al menos 30 inflorescencias por planta, recolectadas de modo azaroso en toda la estructura del vegetal y repitiendo el proceso para una muestra representativa de la población (típicamente > 10% de la misma).

En aquellas especies en las que se pueda estimar el número total de flores que produce una planta bien porque no se produzca la abscisión de la flor cuando ésta no da lugar al desarrollo de un fruto o porque quede algún tipo de señal, será conveniente recoger dicha información. En esos casos, el número total de flores será la suma de los frutos desarrollados y las flores secas que no han llegado a desarrollar frutos.

- b) *Especies dioicas*. Se ha de especificar el sexo del ejemplar (todos los años del muestreo), y para aquellos de sexo femenino en términos generales se practicará lo establecido para las especies incluidas en el apartado a).

La estimación de la producción de semillas por fruto se llevará a cabo antes del periodo de dispersión de las semillas. Para ello, se recogerán, fuera de la parcela, 1 ó 2 frutos de al menos 30 plantas. Como es natural, tratándose de especies amenazadas en su mayoría protegidas por la legislación estatal y autonómica, para poder llevar a cabo dicha recolección se habrá de contar con la autorización pertinente por parte de la administración autonómica correspondiente. Por ello se deberá cursar la solicitud con antelación suficiente. Una vez en el laboratorio se contará el número de semillas de cada fruto.

Otros estudios a realizar

Interacciones bióticas

En caso de observar síntomas de herbivorismo, parasitismo, depredación, etc., se anotará el tipo de daño y se cuantificará en tanto por ciento respecto a la superficie total de la planta o bien mediante una escala semicuantitativa de 0 (sin señales de consumo por herbívoros) a 4 (>75% de la superficie total afectada). Los valores de 1, 2 y 3 corresponden a plantas afectadas en 0-25%, 25-50% y 50-75% de su superficie, respectivamente.

Estimación del factor de reproducción vegetativa

En especies con reproducción asexual, habrá que identificar los individuos que aparecen por multiplicación vegetativa y el código alfanumérico de la planta más próxima.

Además de esta información, será necesario conocer el tipo de multiplicación vegetativa que presentan. Esto se puede hacer des-

enterrando algunos ejemplares que se encuentren fuera de la parcela y observando cómo se encuentran interconectados. Al tratarse de especies amenazadas, habrá que valorar si merece la pena llevar a cabo esta actuación ante el riesgo de que las plantas desenterradas puedan morir como consecuencia de ello. Este estudio se puede complementar con plantas cultivadas en invernadero.

Bancos de semillas

El estudio de dinámica poblacional de especies anuales requiere conocer el banco de semillas germinable. Para ello será necesario tomar, fuera de la parcela, muestras de los 3 primeros centímetros de suelo (por lo menos 200 cm³). El número de muestras no deberá ser inferior a 50. Una vez en el laboratorio se pondrán a germinar y se contará el número de plántulas durante al menos 2 meses. Si las semillas se identifican fácilmente se pueden contabilizar examinando directamente las muestras de suelo.

Otra aproximación interesante consiste en efectuar la siembra de un número conocido de semillas en un sitio determinado junto a la población, y efectuar un seguimiento de cuántas plántulas aparecen al cabo de los años. En este caso se debe establecer una parcela idéntica y contigua como “control” donde no se siembra, por si aparecen plántulas del banco natural del suelo.

Material recomendado

En función del método utilizado pueden ser útiles algunos de estos elementos:

- Estacas de madera o de metal
- Martillo
- Cuerda de bramante
- Cintas métricas
- Pintura de spray
- Laca de uñas
- Clavos de acero
- Numeración utilizada en electricidad
- Etiquetas utilizadas en jardinería
- Etiquetas de fabricación propia
- Láminas de plástico
- Bolígrafos, lápices
- Rotuladores indelebles
- Bolsas pequeñas de papel
- Bolsas pequeñas de plástico
- Cámara de fotos
- Grabadora

Para la comodidad de las personas encargadas de la toma de datos puede ser interesante llevar, entre otras cosas, una almohadilla para las rodillas o para estar sentado durante el seguimiento de plantas pequeñas y una sombrilla, gorra o visera para lugares de alta insolación.



Foto 7: Vara de hierro corrugado y anillos de plástico numerados utilizados para marcar plantas de *Astragalus tremolsianus*. (Foto: J. Mota).

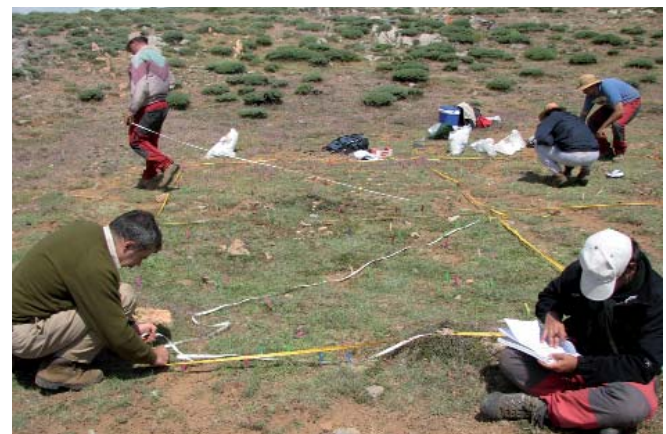


Foto 8: Parcela de seguimiento demográfico de *Astragalus tremolsianus* en la que se emplea un sistema de triangulación con cintas métricas para la localización exacta de los ejemplares. Las pinzas de colores señalan la posición de los individuos objeto del estudio. (Foto: J. Mota).

Ejemplo de estadillo



Atlas de Flora Amenazada



E6

Seguimiento de poblaciones. Año 2001

Taxón: *Erodium paularense*

Población: "Cañamares II"

Fecha: 12 / 06 / 2002

Seguimiento intra-anual: (cuando sea necesario visitar más de una vez la población para obtener una estimación adecuada del número de frutos producido por cada planta)

Fecha	Población	Parcela	Nº individuos	Nº flores	Nº frutos	Observaciones

Datos anuales

Parcela	N.º individuo	Tamaño (cm)		Estado desarrollo			N.º flores	N.º frutos	N.º semillas	Observaciones
		Altura	Ø	(P)	(V)	(R)				
A1	A1-1	12		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				Herbivorismo por ovino (30% de las infloresc.)
A2	A2-13	26		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	98	24		
A2	A2-27	13		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
A3	A3-4	32		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		52		
B1	B1-1	15		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				

Relación frutos/flor (cuando no es posible determinar directamente el número de frutos)

Número de flores marcadas:

Número medio de frutos por flor:

Relación semillas/fruto

Número de frutos muestreados:

50

Número medio de semillas por fruto:

1,03 ± 0,37

Banco de semillas del suelo

Tamaño de la muestra:

Número de muestras:

Número de semillas/m2:

% semillas germinables:

Tipo de reproducción vegetativa:

Figura 9. Estadillo para los resultados anuales del seguimiento de la población.

¿Cómo rellenar el estadillo?

En el estadillo E6 (figura 9) se ha intentado dar cabida al mayor número de casos posible, sin perder el objetivo de proporcionar resultados homogéneos con relación a las variables finales. Se ha realizado una distinción entre datos de obligada recopilación y datos que se deben cumplimentar cuando la situación lo requiera.

Así, en el caso de la estimación del éxito reproductivo, se han distinguido dos niveles de información: información relativa a cada visita a la población (seguimiento intra-anual) e informa-

ción elaborada (resultados anuales), incorporando un campo para resumir el método de estimación utilizado. La información relativa a cada visita a la población solamente será necesario cumplimentarla cuando sea necesario visitar más de una vez la población para obtener una estimación adecuada del número total de frutos producido por cada planta. **El objetivo es precisamente éste, estimar el número total de frutos producidos por cada planta. Este dato junto al de la relación semillas/fruto nos permitirá calcular la producción de semillas de cada planta.** A continuación se describe cada uno de los campos que componen el estadillo anterior.

- *Nº de individuo.* Todos los individuos deben estar perfectamente identificados por un código alfanumérico. En dicho código debe quedar reflejada la población y parcela a la que pertenece, así como el número de individuo.
- *Tamaño y estado de desarrollo en el periodo reproductivo.* Interesa conocer el estado de estas variables para cada individuo todos los años hacia las mismas fechas al final del periodo reproductivo pero antes de la dispersión de semillas. En el caso de que haya varios picos de floración, se debe elegir uno solo para repetir las medidas anualmente.
- *Tamaño:* Las variables utilizadas para estimar el tamaño de los ejemplares variarán según la especie. En este caso se ha considerado la altura y el diámetro. Una vez elegidas dichas variables se medirán en todos los ejemplares de las parcelas. Es importante que se utilice una misma unidad de medida para todos los ejemplares (salvo en el caso de las plántulas).
- *Estado de desarrollo.* Se discriminarán 4 estadios: a) Plántula (P) individuo provisto de cotiledones, b) Vegetativo (V), individuo sin cotiledones que no porta estructuras reproductivas, c) Reproductor (R), individuo que porta estructuras reproductivas y d) Muerto (M). En el caso de nuevas plantas de origen asexual se utilizará el código (A) y se pondrá en observaciones el código alfanumérico de la planta más próxima como supuesta progenitora. En especies con órganos subterráneos que pueden permanecer latentes, los individuos dormantes pueden confundirse con los muertos. En estos casos será interesante continuar con el seguimiento de los individuos no aparecidos en años sucesivos al objeto de discriminar correctamente los estadios.
- *Estado fenológico.* En ocasiones se encontrarán plantas con flores y/o frutos. Se deberá indicar el estado fenológico de la floración, esto es, si la planta está en flor (Fl), fruto (Fr) o flor y fruto (Fl-Fr).
- *Total flores y relación frutos/flor.* Cuando la determinación directa de la producción anual de frutos no sea posible, estos dos datos se complementan para proporcionar una estimación de la producción total de frutos.
- *Número total de flores.* Este campo sólo se podrá rellenar en aquellas especies en las que se pueda estimar la producción de flores a partir de flores marchitas o cicatrices en los ejes. En esos casos se deberá anotar el número total de flores producidas. Podrá sustituirse esta variable por el conteo de cualquier otra estructura (ramas, inflorescencias, etc...) que permita estimar indirectamente la producción de frutos. A tal efecto habrá que añadir una estimación del número medio de frutos que se producen en cada unidad estructural.
- *Número total de frutos.* Se anotará el número total de frutos que ha producido una planta. En caso de que el número sea una estimación, se anotará junto al número un asterisco.
- *Observaciones.* En caso de observar síntomas de herbivorismo, parasitismo, predación, etc. se deberá indicar el tipo de daño que sufre la planta. También es aconsejable cuantificar el daño en tanto por ciento.
- *Banco de semillas permanente.* Se trata de un estudio opcional adicional especialmente aplicable al caso de las plantas anuales en las que se sospeche la existencia de un banco de semillas permanente del suelo. Hay que recogerlo durante la floración antes de la dispersión de semillas, una sola vez en los tres años.
- *Individuos muertos y nuevos individuos.* Aquellos individuos que hayan muerto desde la última visita deberán ser incluidos en la tabla de resultados anuales, marcándolas como muertas (M) bajo el estado de desarrollo. A los nuevos individuos que aparezcan dentro de las parcelas de muestreo en la campaña vigente se les otorgará un código de identificación y se anotarán como “nuevos” en el apartado de observaciones.
- *Reproducción vegetativa.* Cuando ésta sea evidente, indicar el tipo de multiplicación vegetativa, e incluir los nuevos individuos que aparecen por multiplicación vegetativa en la tabla de estado de desarrollo, tamaño y producción de frutos añadiendo en “observaciones” el carácter de “nuevos” y el número identificativo de la planta madre más próxima.

Casos particulares

En los casos de especies dioicas se puede utilizar un estadillo similar al anterior, añadiendo, a continuación del número de individuo, una columna en la que se recoja el sexo de la planta (♀,♂). Si se tiene certeza de que en el proceso reproductivo no existe limitación de polen, podrá llevarse a cabo un seguimiento de la población basado únicamente en las plantas femeninas.

DIRECCIONES DE CONTACTO

Para consultas relacionadas con los aspectos metodológicos contenidos en este manual (EB: estudio básico; ED: estudio detallado)

JOSE M. IRIONDO,	jose.iriondo@urjc.es	(EB+ED)
MARÍA JOSÉ ALBERT,	mariajose.albert@urjc.es	(ED)
ÁNGEL BAÑARES,	abanares@oapn.mma.es	(EB)
MARCELINO DE LA CRUZ,	marcelino.delacruz@upm.es	(EB)
FELIPE DOMÍNGUEZ,	felipe.dominguez@bio.ucm.es	(EB)
ADRIÁN ESCUDERO,	adrian.escudero@urjc.es	(EB)
MARÍA BEGOÑA GARCÍA,	mariab@ipe.csic.es	(ED)
DAVID GUZMÁN,	dguzman@aragon.es	(ED)
MANUEL MARRERO,	mmarrero@teleline.es	(ED)
JUAN CARLOS MORENO,	jcarlos.moreno@uam.es	(EB)
HELIOS SAINZ,	helios.sainz@uam.es	(EB)
ELENA TORRES,	elena.torres@upm.es	(ED)

BIBLIOGRAFÍA

- BAÑARES, Á., BLANCA, G., GÜEMES, J., MORENO, J.C. y ORTIZ, S. (eds.) 2004. *Atlas y Libro Rojo de la Flora Vasculare Amenazada de España*. Dirección General para la Biodiversidad, Publicaciones del O.A.P.N. Madrid. 1.069 pp.
- BAÑARES, Á., BLANCA, G., GÜEMES, J., MORENO, J.C. y ORTIZ, S. (eds.) 2007. *Atlas y Libro Rojo de la Flora Vasculare Amenazada de España. Adenda 2006*. Dirección General para la Biodiversidad-Sociedad Española de Biología de la Conservación de Plantas. Madrid, 92 pp.
- BAÑARES, Á., BLANCA, G., GÜEMES, J., MORENO, J.C. y ORTIZ, S. (eds.) 2009. *Atlas y Libro Rojo de la Flora Vasculare Amenazada de España. Adenda 2008*. Subdirección General de Biodiversidad del MARM. Publicaciones del O.A.P.N. Madrid, 154 pp.
- FERNÁNDEZ CASAS, J., GAMARRA, R. y MORALES, M.J. 1992. *Treballs de l'Institut Botànic de Barcelona* 15
- GALICIA HERBADA D. y MORENO SAIZ J.C. 2000. Aproximación a la bibliografía básica de plantas vasculares de la península Ibérica y Baleares, II: 1988-1998. *Anales del Jardín Botánico de Madrid*, 57:314-356.
- GOÑI, D.; GARCÍA, M.B. y GUZMÁN, D. 2006. Métodos para el censo y seguimiento de plantas rupícolas amenazadas. *Pirineos*, 161:33-58.
- MORENO, J.C. y SAINZ, H. 1989. *Botanica Complutensis* 15: 175-202.
- VELAYOS, M., CASTILLA, F. y GAMARRA, R. 1991a. *Corología Iberica vol. I. Archivos de Flora Iberica*. Madrid, 394 pp.
- VELAYOS, M., CASTILLA, F. y GAMARRA, R. 1991b. *Corología Iberica vol. II. Archivos de Flora Iberica*. Madrid, 362 pp.
- VELAYOS, M., CASTILLA, F. y GAMARRA, R. 1992. *Corología Iberica vol. III. Archivos de Flora Iberica*. Madrid, 264 pp.
- VELAYOS, M. y CASTILLA, F. 1993. *Corología Iberica vol. IV. Archivos de Flora Iberica*. Madrid, 646 pp.
- Se presenta también a continuación una breve lista de **referencias bibliográficas** que pueden resultar útiles a la hora de resolver problemas que surjan con la aplicación de los métodos propuestos a las particularidades de cada especie y de cara a profundizar en estos temas:
- BROWER, J.E., ZAR, J.H. y VON ENDE, C.N. 1990. *Field and Laboratory Methods for General Ecology*. Wm. C. Brown Publishers, Dubuque, IA, USA.
- COULSON, T., MACE, G.M. y POSSIGHAM, H. 2001. The use and abuse of population viability analysis. *Trends in Ecology and Evolution*, 16: 219-221.
- COX, W. 1990. *Laboratory Manual of General Ecology*. Wm. C. Brown Publishers, Dubuque, IA, USA.
- CROPPER, S. 1993. *Management of Endangered Plants*. CSIRO. Australia.
- ELZINGA, C.L., SALZER, D.W., WILLOUGHBY, J.W. y GIBBS, J.P. 2001. *Monitoring Plant and Animal Populations*. Blackwell Science, Malden, MA, USA.
- FIEBERG, J. y ELLNER, S.P. 2001. Stochastic matrix models for conservation and management: a comparative review of methods. *Ecology Letters*, 4: 244-266.
- GARCÍA, M. B., GUZMÁN, D. y GOÑI, D. 2002. An evaluation of the status of five threatened plant species in the Pyrenees. *Biological Conservation*, 103: 151-161.
- GIVEN, D.R. 1994. *Principles and Practice of Plant Conservation*. Chapman & Hall.
- GROENENDAEL, J.V., KROON, H. DE y CASWELL, H. 1988. Projection matrices in population biology. *Trends in Ecology and Evolution*, 3: 264-269.
- HORVITZ, C.C. y SCHEMSKE, D. W. 1995. Spatiotemporal variation in demographic transitions of a tropical understory herb: projection matrix analysis. *Ecological Monographs*, 65: 155-192.
- IRIONDO, J.M. 1996. The survey and modelling of small plant populations as a basis for developing conservation strategies. *Bocconea*, 5: 151-157.
- KEITH, D.A. 2000. Sampling designs, field techniques and analytical methods for systematic plant population surveys. *Ecological Management & Restoration*, 1: 125-139.
- KREBS, C.J. 1999. *Ecological methodology. 2nd. edition*. Benjamin/Cummings.
- MENGES, E. 1986. Predicting the future of rare plant populations: demographic monitoring and modeling. *Natural Areas Journal*, 6: 13-25.
- MENGES, E. 2000. Population viability analyses in plants: challenges and opportunities. *Trends in Ecology and Evolution*, 15: 51-56.
- MORRIS, W. y DOAK, D.F. 2002 *Quantitative Conservation Biology: Theory and Practice of Population Viability Analysis*. Sinauer
- OLIVIER, L., GALLAND, J.-P., MAURIN, H. y ROUX, J.-P. 1995. *Livre rouge de la flore menacée de France. Tome 1: Espèces prioritaires*. Paris: Muséum national d'Histoire Naturelle.
- PRIMACK, R. 1998. Monitoring rare plants. *Plant Talk*, 15: 29-32.
- SCHEMSKE, D.W. et al. (1994) Evaluating approaches to the conservation of rare and endangered plants. *Ecology*, 75: 584-606.

ENLACES DE INTERNET

- <http://www.sinauer.com/pva/>: Rutinas MATLAB de análisis de viabilidad poblacional, pertenecientes al libro “Quantitative Conservation Biology: Theory and Practice of Population Viability Analysis” de William F. Morris y Daniel F. Doak (2002)
- <http://www.gyps moth.ento.vt.edu/~sharov/PopEcol/popecol.html>: Curso on-line “Quantitative population ecology”
- <http://www.gyps moth.ento.vt.edu/~sharov/popechome/refernce.html>: Listado de modelos, sitios donde hay información, etc
- <http://bio.research.ucsc.edu/people/doaklab/natconserv/>: Modelos y bibliografía específica sobre modelos y análisis para datos de monitorización en conservación. Incluye hojas de cálculo Excel con ejemplos y macros
- <http://www.k-state.edu/bsanderc/demography/tools.htm>: Software de modelos matriciales y de captura-recaptura
- <http://www.cbs.umn.edu/populus/>: Modelo “POPULUS” de la Universidad de Minnesota
- <http://www.k-state.edu/bsanderc/biol823/>: Curso de métodos demográficos
- http://www.sci.sdsu.edu/Cornered_Rat/ratsinaweb.htm: Programas del libro “Plant and animal populations. Methods in demography” de T.A. Ebert
- <http://www.uam.es/otros/demovege/>: Página de la comisión demográfica de la Sociedad Española de Biología de la Conservación de Plantas

ANEXO 1. ESTUDIO BÁSICO DE LAS ESPECIES MENOS AMENAZADAS

FELIPE DOMÍNGUEZ y FRANÇOIS TAPIA

Introducción

Este apartado muestra las directrices a seguir en el estudio de las especies menos amenazadas contempladas en una segunda fase del proyecto “Atlas de Flora Amenazada” (en lo sucesivo AFA II). Representa una adecuación de las formas de trabajar en la primera fase del proyecto AFA (AFA I) a taxones con un nivel de amenaza inferior que corresponde a las plantas catalogadas como VU en la Lista Roja de la Flora Vascular Española (VV. AA., 2000).

Conviene señalar que estas directrices serán previsiblemente útiles para un número de especies y poblaciones elevado. La proporción de plantas catalogadas como VU en la Lista Roja 2000 supone el mayor contingente (aproximadamente el 51 %) dentro las plantas amenazadas (Figura 1). Como se puede apreciar, el número medio de poblaciones por especie es progresivamente mayor según se desciende en las categorías de amenaza.

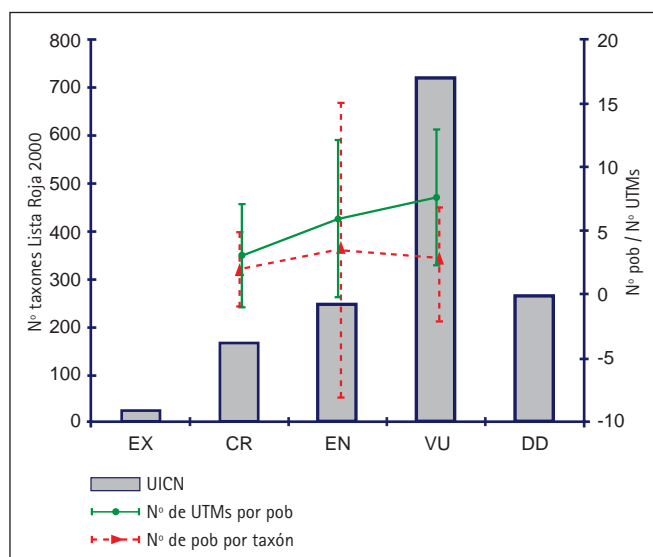


Figura 1. Número de taxones incluidos en la Lista Roja 2000, número de poblaciones por taxón y número de cuadrículas UTM 1x1 km por población. Valores medios \pm desviación típica.

Los umbrales y las directrices aquí ofrecidas se han adoptado de forma consensuada por la comisión científica del proyecto, la Dirección General para la Biodiversidad y el equipo técnico de

la División de Servicios Ambientales de TRAGSA. Han sido además revisadas por el equipo de metodología y por representantes de los equipos territoriales de AFA I.

Para la elección de los umbrales, se han analizado los datos y la distribución de las 41 especies de categoría VU estudiadas en AFA I, se han considerado los datos previos sobre los taxones que se pretendían estudiar en la segunda fase del proyecto, y se han tomado en cuenta los condicionantes materiales. Así, el número medio de poblaciones para estas plantas es de $7,7 \pm 5,3$ y el número medio de UTM de $1 \times 1 \text{ km}$ de $2,8 \pm 4,9$. Estos datos son representativos del grupo de plantas de categoría VU que se encuentra más próxima a la categoría EN. Sin embargo, nada se sabe sobre el extremo opuesto del rango de plantas VU, es decir, sobre el número de poblaciones y número medio de cuadrículas UTM $1 \times 1 \text{ km}$ por población de las plantas de categoría VU más próximas a las NT (casi amenazadas). Por este motivo, es aconsejable que a medida que los condicionantes presupuestarios vayan evolucionando, se vayan adquiriendo nuevos datos sobre las especies vulnerables, se incluyan plantas cuyas características se acercan a las plantas NT y se revisen aquellos umbrales que lo precisen.

El siguiente protocolo de actuación expone, mediante un sistema por fases y pasos, la forma de actuar para realizar este estudio básico de las especies vulnerables.

Protocolo

Se proponen tres fases, una fase previa al trabajo de campo, una segunda fase al iniciar el trabajo de campo y la última cuando se inicie el censo o estimación de las poblaciones. A su vez, cada fase consta de una serie de pasos a seguir. Las referencias a notas numeradas ofrecen explicaciones o aclaraciones que aparecen en el siguiente apartado.

Este documento no vuelve a describir metodologías abordadas en páginas anteriores, es decir, aquellas referentes a cómo recoger los datos biológicos y de comportamiento ecológico, evaluar las amenazas, compilar las medidas de conservación existentes, estimar el estado de conservación de las poblaciones y proponer medidas de conservación. La información ya facilitada en este sentido para los taxones más amenazados sirve de referencia para estas tareas, todas obligatorias para las poblaciones a estudiar.

FASE I: Durante el trabajo previo a la prospección de campo**1^{er} paso:** ¿Conocemos la distribución actual de la planta?

Nº. Elaboración de la distribución o corología conocida de la planta (siguiendo la metodología expuesta). Nota 1
Sí. Siguiente paso

2^o paso: ¿Está la planta catalogada con un nivel de amenaza superior a VU, o se sospecha que puede estarlo?

Sí. Abordar la metodología descrita para las especies más amenazadas
Nº. Siguiente paso

3^{er} paso: ¿Tiene la distribución resultante más de 12 elementos visitables (ver nota 2)?

Nº. Se abordarán todos ellos hasta completar la distribución total del taxón.
Sí. Certificación de la presencia en al menos 12 elementos visitables, la selección se hará siguiendo las recomendaciones de la nota 3.

FASE II: Durante la visita al elemento visitable (nota 4)**4^o paso:** ¿Se detecta la existencia de la planta en el elemento visitable (población) tras la prospección de 5 cuadrículas UTM de 1 km lado?

Nº. Se anotará el tipo y esfuerzo de muestreo efectuado (ver nota 5)
Sí. Paso siguiente

5^o paso: ¿Está el elemento visitable compuesto por una única población?

Nº. Ver nota 6
Sí. Paso siguiente

6^o paso: ¿Es previsible sobrepasar los 1000 ejemplares en recuento directo (nota 7)?

Nº. Censo directo
Sí. Estimación siguiendo alguno de los métodos descritos en este manual

FASE III: Durante el censo o estimación de los individuos del elemento visitable (población)**7^o paso:** ¿Se cubre un área mayor de 5 km² al realizar el censo?

Nº. Se delimitará con precisión el área de ocupación de dicha población (ver nota 8)
Sí. Se estimará el resto de la ocupación de la población (nota 9)

Algunas preguntas frecuentes

¿Qué hacer cuando se comienza a aplicar la metodología descrita para los taxones más amenazados, y tras los primeros trabajos la planta resulta estar dentro de la categoría VU?

No debería ser un problema grave. La forma de trabajar siguiendo los pasos establecidos permite que los datos recogidos en campo, aquéllos que nos indican este cambio de categoría, pudieran ser asimilables a la metodología propuesta para el Estudio Básico de las especies con categoría Vulnerable. Por ejemplo, si obtenemos una distribución conocida de cinco elementos visitables y tras comenzar el muestreo de campo aparecen nuevas poblaciones, las primeras serían registradas según la metodología de los taxones más amenazados, y el resto según el presente anexo.

¿Qué hacer cuando sucede lo contrario, una planta que se creía VU tras la aplicación de la metodología propuesta resulta merecer una categoría de amenaza superior?

En este caso las poblaciones se someterán de nuevo a la metodología de los taxones más amenazados. En efecto, el correcto estudio de las plantas en peligro (CR o EN) requiere como mínimo la aplicación de esta metodología. La estimación previa de la categoría final de la planta cobra pues una gran importancia para mejorar la eficiencia del trabajo de campo.

Notas

1. Corología conocida del taxón: el objetivo principal de este paso es recoger, con la máxima exactitud y documentación

posible, el área de distribución actual de cada planta. Todas las localidades citadas deberán quedar incluidas. Los pasos a seguir para el trabajo previo de campo se encuentran detallados previamente y son en resumen, la revisión de pliegos de herbarios y de trabajos bibliográficos.

- Para los taxones más amenazados, en la síntesis corológica previa se establece la malla UTM de 10x10 km y 5x5 km como sistema de referencia para estas citas. Nada se menciona sobre las posibles comunicaciones personales, o aquellos casos donde se conoce la planta en cuestión pero no hay testigo en ningún herbario o publicación, probablemente porque para las plantas más amenazadas estos casos son minoritarios. Es previsible que no sea así para el estudio de las plantas vulnerables. Por lo tanto, las comunicaciones personales (o las referencias propias del equipo sin testigo, *vista viva*) deberán referirse a la malla 1x1 km en todos los casos.
- Elemento visitable:** se considera un elemento visitable toda cita recopilada y referenciada en cuadrículas UTM (10x10 km o menor) y toda cita referenciada mediante topónimo que pueda ser atribuible a un cuadrado de 10 km de lado sin posibilidad de confusión. Los topónimos compartidos por más de una cUTM de 10x10km pero de menos de 100 km² de ocupación quedan pues incluidos como elementos visitables. Los topónimos de elementos geográficos lineales (ríos, carreteras) siempre que ocupen menos de 100 km², quedan también englobados en esta acepción.

Umbral de 12 elementos: la elección de este límite tiene en cuenta el análisis de las 41 especies VU en el AFA I. El nú-

mero de poblaciones por especie en este grupo es de 7.66 ± 5.34 . Para los casos en los que tras la síntesis de la recopilación bibliográfica previa se obtengan más de 12 elementos visitables, la selección se hará en función de los siguientes criterios:

- a) se elegirán primero aquéllos que mejor definan la extensión de presencia de la planta, con la proporción 1:4 de elementos centrales: elementos periféricos, entendiéndose por estos últimos aquellos que configuran el perímetro exterior de la distribución conocida. En caso de plantas distribuidas (parcialmente o en totalidad) en islas (Canarias, Baleares, ...) o con una distribución claramente discontinua, se elegirán para cada grupo (o isla) una cantidad de poblaciones proporcional al número de poblaciones de la especie en este grupo, hasta un total de 12 poblaciones (como mínimo, una población por isla o grupo).
 - b) después tendrán prioridad la comprobación de las citas recopiladas en la prospección bibliográfica cuya antigüedad sea mayor de 20 años en un medio seguro (es decir no ligado a actividades humanas) y 10 años en un hábitat sensible (susceptible de transformaciones antrópicas). Los elementos visitables o citas de la prospección corológica previa no visitadas se presentarán con toda la información requerida según la prospección corológica previa y referenciadas en coordenadas UTM 10x10 km (o menor escala si fuera posible). Se hará explícita su condición de no prospectada y la justificación. Esta información, aunque no apoyada por los datos de muestreo de campo, sigue siendo uno de los objetivos más importantes del Inventario Nacional de Biodiversidad.
- 4. Estudio de campo:** para el estudio de campo se mantiene la escala utilizada para las especies más amenazadas, es decir la cuadrícula UTM de 1 km de lado. Se mantienen también los dos primeros objetivos concretos, 1) la confirmación de la presencia actual de las poblaciones, 2) el detalle de la ocupación real de las poblaciones, quedando optativo el tercero, la prospección de nuevas localizaciones. Al igual que sucedió en el proyecto AFA I, es previsible un aumento significativo de poblaciones conocidas en plantas VU, que por el hecho de ser más comunes se encuentran en general menos conocidas. Se suprime la necesidad de referenciar el anillo de ausencia, es decir no es necesario realizar la prospección radial o concéntrica a partir de la localidad conocida. Se mantiene la necesidad de recolectar un pliego de cada población, siempre y cuando se respete la normativa legal vigente y cuando de forma razonable no se interfiera con la dinámica demográfica.
- 5.** Puesto que se exige la confirmación de la presencia para contabilizar el elemento visitable, resulta imprescindible aquilatar la forma de trabajar cuando en la visita no pueda localizarse ningún ejemplar de la especie. Es bien sabido que es mucho más fácil certificar las presencias que las ausencias. Si tras la prospección de 5 cuadrículas UTM de 1 km de lado no pudiese confirmarse se registrará la cantidad de área prospectada, sus características (con hábitat potencial, sin él, etc...) y se ofrecerán valoraciones sobre por qué no se encuentra la planta (atendiendo por ejemplo a la ecología y estado de conservación de la zona prospectada). Por estas posibles ausencias en la primera selección, además de estos 12 elementos visitables se recomienda tener otros tantos seleccionados en reserva.
 - 6.** Si tras la visita a un elemento visitable se descubre compuesto por más de una población (según la definición ofrecida al comienzo del manual) caben dos alternativas. En el caso de plantas con más de 12 elementos visitables solo se contabilizará una en el cómputo total de elementos visitables. Esta será también la única objeto de estudio (ver los siguientes puntos: “área de ocupación” y “censo”). Para el caso de plantas con menos de 12 elementos visitables se estudiarán las necesarias para llegar a los 12 elementos visitables. En ambos casos, para el resto de las poblaciones del elemento visitable se registrarán en la base de datos como población confirmada y se localizará en cUTMs 1x1 km o mediante cualquiera de los sistemas propuestos anteriormente (cuartiles o GPS).
 - 7. Censo:** cuando basado en conocimientos previos sea esperable sobrepasar los 1.000 ejemplares en la población en estudio se procederá a su estimación siguiendo los procedimientos antes citados. Si se sospecha que no es así, o se carece de información, se realizará un censo directo de los individuos reproductores hasta llegar a los 1.000 ejemplares y, en su caso, a partir de esta cifra se pasará a una estimación. Un posible forma de estimación es ofrecer rangos para estimas parciales y luego aplicar la suma total para la obtener la estimación final.
 - 8. Área de ocupación:** Para el cálculo del área de ocupación de las poblaciones se propone la misma metodología que para las especies más amenazadas: a) cuartiles; b) polígono convexo mínimo con GPS y c) delimitación sobre ortofotografía y análisis con SIG.
 - 9.** En aquellos casos donde la población ocupe más de 5 km², esto es 5 cuadrículas UTM 1x1 km, se procederá a una estimación del área de ocupación. Dicha estimación quedará sujeta al conocimiento general de la planta en cuestión (comportamiento ecológico, capacidad de dispersión) y de la zona en estudio. En todo caso, sería recomendable confirmar la existencia de la planta en las cUTM en las que se realiza la estimación de área de ocupación. Estas cUTM se registrarán en la base de datos como “confirmadas”. Las cuadrículas en las cuales no se confirmó la existencia de la planta se registrarán como “deducidas”.

ANEXO 2. PROPUESTAS DE MEJORA: IDEAS GENERALES

ÁNGEL BAÑARES, MARÍA BEGOÑA GARCÍA, DAVID GUZMÁN, JOSÉ MARÍA IRIONDO,
MANUEL MARRERO, JUAN CARLOS MORENO y FRANÇOIS TAPIA

Esta versión del “Manual de Metodología” ha querido ser lo más fiel posible con el texto original utilizado en el Proyecto AFA con la intención de poder interpretar correctamente sus resultados y de disponer de un documento que permita comparar los estudios del Proyecto AFA con posibles estudios que se puedan efectuar en el futuro. Sin embargo, la experiencia acumulada a lo largo del propio desarrollo del proyecto así como los avances metodológicos de los últimos años nos han llevado a incluir una serie de propuestas de mejora de la metodología que se presentan en este anexo.

Una de las carencias más significativas del Manual de Metodología es la presentación de una metodología detallada sobre cómo abordar el estudio de los bancos de semillas del suelo. El proyecto AFA ha puesto de manifiesto que una proporción significativa de los taxones más amenazados cuenta con un banco de semillas permanente. Como se trata de un factor que puede contribuir de manera muy relevante a la dinámica demográfica de las poblaciones, en el anexo 3 se presenta una propuesta detallada para cubrir este hueco.

Introducción

Poblaciones de estudio

¿Cómo seleccionar las poblaciones en las que llevar a cabo el estudio detallado cuando se trata de un taxón con más de tres poblaciones?

El manual contempla la realización del estudio detallado en todas las poblaciones del taxón considerado debido a que cada población posee su propia dinámica en función de sus características demográficas y genéticas y de las condiciones ambientales de su hábitat. No obstante, para el caso de taxones con muchas poblaciones se establece que cuando no se pueda llevar a cabo el estudio detallado en todas las poblaciones, se haga como mínimo en tres de ellas. La versión original del manual no aporta criterios relativos a la selección de dichas poblaciones. ¿Cómo seleccionarlas? Consideramos que lo más apropiado es seleccionar poblaciones que sean representativas del conjunto de las poblaciones que presenta el taxón. Esta representatividad se puede valorar tanto desde un punto de vista geográfico, de tamaño poblacional o de condiciones ambientales del hábitat. Se propone que las primeras dos poblaciones seleccionadas abarquen el rango “típico” del taxón en cuanto a los criterios anteriormente señalados, mientras que la tercera población puede reflejar un caso extremo bien por encontrarse en el límite de área de distribución o fuera de su ambiente típico, presentar factores de amenaza especialmente preocupantes (p.ej., presión por herbivoría, competencia interespecífica, poblaciones en áreas no protegidas, pisoteo, etc...), o poseer un tamaño poblacional especialmente pequeño.

Estudio básico

Corología

a) Mapas de apoyo para el trabajo de campo de ubicación y delimitación de todas las poblaciones conocidas

El Manual de Metodología establece la necesidad de trabajar con el apoyo de mapas a escala 1:50.000 ó, deseablemente, más precisos. Dado que hoy día existe una información cartográfica más precisa y más fácilmente disponible se propone utilizar la escala 1:25.000 como escala de referencia.

b) Cuadrículas UTM a rastrear para verificar los límites de una población

En el manual se propone prospectar una banda continua de cuadrículas de UTM 1x1km alrededor de cada cuadrícula con presencia conocida. Si bien los límites de una población están definidos por defecto en el manual por una distancia umbral de 1 km entre individuos consideramos que, siempre que sea factible, resulta interesante incrementar la zona de prospección a una banda de dos cuadrículas UTM 1x1 km alrededor de cada cuadrícula con presencia conocida. Esto puede contribuir a comprobar si existe continuidad geográfica en la distribución de las poblaciones o si se trata de poblaciones aisladas. Este criterio debe ser utilizado en combinación con el de la prospección particular de hábitats potenciales para el taxón (ver apartado siguiente) al objeto de maximizar las probabilidades de encontrar nuevas poblaciones.

En el caso de especies rupícolas se debe tener muy presente que la inaccesibilidad del terreno puede hacer que numerosas poblaciones de la especie objetivo pasen totalmente desapercibidas.

c) Prospección de nuevas poblaciones

La prospección de nuevas localizaciones en hábitats idóneos para la especie es considerada en el manual como una actividad opcional del estudio básico. En la actualidad consideramos que, para cada población conocida, resulta deseable buscar en sus alrededores para disponer de información cartográfica de su área de ocupación real y de los “parches” de hábitat potencial prospectados con resultado negativo. También es recomendable recopilar información relativa a los “parches” de hábitat potencial no prospectados, indicando la razón por la que no han sido visitados: inaccesibilidad, distancia estimada como excesiva, falta de medios o de tiempo, etc...

Censo

a) Métodos de censo por estimaciones

Es importante incidir en que el censo es la fase final de una prospección detallada de la topología de una población. En consecuencia, no se debe abordar la realización de un censo sin haber recorrido la población de manera detallada y haber recogido una impresión sobre la estructura espacial de sus integrantes. Así, la fiabilidad de un censo por estimaciones realizado a partir del análisis de una muestra de la población, puede verse afectada si no se eligen zonas representativas, no se tiene en cuenta la heterogeneidad espacial o no se utilizan las aproximaciones metodológicas adecuadas. En cualquier caso, el método utilizado tiene que estar muy bien descrito para que otros grupos puedan repetirlo en el futuro y los resultados de tendencias sean fiables. El Manual de Metodología contempla unos métodos muy sencillos de censo por estimaciones en los que se asume que cada parcela muestral o superficie rastreada en cada cuartil es representativa de

la población total que se encuentra en territorio considerado. En otras palabras se presupone una distribución homogénea de los individuos en el espacio dentro de cada cuartil UTM 1x1 km. Esta decisión se tomó basada en la búsqueda de un procedimiento simple que pudiera llevarse a cabo de manera homogénea en todos los taxones, aún a costa de que esta aproximación puede conllevar una pérdida de precisión.

Sería conveniente que futuros estudios de esta índole contemplen la utilización de una metodología más precisa y detallada. Se debería por tanto especificar más claramente las pautas para la determinación del tamaño muestral a utilizar (p.ej., número y tamaño de las parcelas), la distribución de las muestras (p.ej., al azar, estratificado, sistemático) y la aproximación analítica a utilizar. Los libros de Krebs (1999) y Elzinga et al. (2001) señalados en el apartado de bibliografía recomendada son especialmente indicados para abordar este tema. Sería también deseable que se registraran con la mayor precisión posible los puntos de muestreo. Los receptores GPS actuales tienen ya muy buena resolución, y la repetición de censos futuros debería de realizarse en los mismo lugares si pretendemos conocer la evolución temporal de densidades o estructuras poblacionales.

b) Censo de plantas anuales

En el caso de plantas anuales y como alternativa a las indicaciones incluidas en el Manual de Metodología se propone el establecimiento de parcelas pequeñas distribuidas por el área de ocupación de la especie dejando marcas que permitan la repetición de los conteos de individuos durante varios años consecutivos (p.ej. cuatro años). Esta información recabada a lo largo del tiempo permitirá obtener una idea acerca del rango de tamaño en el que se mueve la población.

Datos biológicos y comportamiento ecológico

a) Información sobre herbivoría y predación

Si bien el apartado de amenazas del manual contempla el caso de predación, podría ser conveniente dotar al apartado de datos biológicos del nivel de población una sección para describir los herbívoros o predadores que se observen en cada localidad y la intensidad de su efecto (por ej., porcentaje de plantas con signos de herbivoría o predación).

b) Coberturas en datos biológicos por población

Con un poco de esfuerzo adicional, en el estadillo con la información sobre taxones acompañantes para el hábitat principal y el hábitat secundario se podrían incluir valores estimados de cobertura del taxón estudiado y de sus acompañantes. Esta información resultaría de gran utilidad a la hora de valorar los cambios que experimenta el taxón de estudio cuando se encuentra fuera de su hábitat principal o para evaluar el grado de competencia interespecífica al que se ve sometido.

Conservación

a) Cambio climático

En el manual no se incluye consideración alguna sobre si el cambio climático es un factor de riesgo, actual o potencial, para la población. Partiendo de la base de que el cambio climático es una realidad, no cabe duda de que para especies ligadas a determinados hábitats esta amenaza constituye un factor de presión fundamental. Ante esta circunstancia, la cuestión a dilucidar es si un determinado taxón puede o no

estar influenciado por el proceso de cambio hasta el punto de modificar su dinámica poblacional (en sentido negativo o positivo). Si bien puede tratarse de un factor difícil de valorar en el marco del estudio básico, se recomienda tenerlo presente en estudios futuros.

En este sentido, los resultados del estudio detallado (p. ej., la tasa finita de crecimiento) obtenidos a lo largo del período de estudio pueden relacionarse con las variables climáticas más importantes de dicho período para tratar de valorar la posible dependencia del crecimiento poblacional de ciertas variables climáticas. En aquellos casos en que los distintos valores de λ consecutivos presenten una relación dependiente positiva o negativa (con un valor de r aceptable, por ejemplo superior al 75%), con respecto a variables climáticas como precipitación total anual, temperatura media anual, temperatura media estival, frecuencia de días de lluvia, evapotranspiración potencial, etc., o a al efecto combinado de las mismas, puede caracterizarse cualitativa y cuantitativamente la dependencia del clima. El análisis podría complementarse con proyecciones a corto plazo (menos de 50 años), condicionadas a la evolución previsible de esas variables climáticas según queda reflejado en los distintos estudios que los organismos nacionales o internacionales realizan al respecto. Sin duda, para realizar este tipo de análisis resulta crucial que el estudio detallado abarque una serie de años representativa, ya no sólo en el nivel de la dinámica poblacional, sino también en el climatológico. En este sentido se deben tener en cuenta los ciclos de 10-15 años que caracterizan al clima mediterráneo que impera en la mayor parte del país. Otro aspecto que permitiría una mayor solidez de los resultados obtenidos es la existencia de estaciones meteorológicas con seguimiento continuado en el entorno de las poblaciones muestreadas. Si bien en determinados sectores orográficamente homogéneos no es necesaria una proximidad acusada, en territorios más complejos la existencia de microclimas locales que puedan estar incidiendo en las poblaciones exige la existencia de estaciones meteorológicas muy cercanas, las cuales frecuentemente están ausentes. Esta carencia puede ser suplida con la instalación de sensores que recojan información continuada sobre las principales variables climáticas (precipitación, temperatura) en las mismas poblaciones de seguimiento. Finalmente también es importante contar con estaciones relativamente próximas con una serie climática amplia (más de 50 años) que permita apreciar de una forma más clara la variabilidad climática del lugar, así como las tendencias reales observadas.

b) Amenazas a la población o a su hábitat

Consideramos que sería adecuado incluir en el estadillo dedicado a la descripción de las amenazas una columna donde se precise si la amenaza registrada afecta directamente a los individuos de la población focal o, por el contrario, afecta a su hábitat. Esta precisión resulta de utilidad para orientar las posibles medidas de conservación a tomar por los gestores.

c) Amenazas antrópicas

Basándose en los resultados de la primera fase del proyecto AFA, en la base de datos generada para el Ministerio se han reagrupado las categorías “Desarrollo”, “Acciones Humanas” y “Amenazas Indirectas” en una sola categoría denominada “Amenazas antrópicas”. Esta reagrupación sería igualmente conveniente en la generación de estadillos para futuros estudios de seguimiento.

En las conclusiones del Atlas y Libro Rojo uno de los factores de amenaza más destacados fueron los accidentes debido a in-

cendios. En este sentido pensamos que resultaría conveniente distinguir en el estadillo el fuego provocado, con fines espurios o como práctica ganadera y agrícola tradicional, del fuego como elementos consustancial de los ecosistemas mediterráneos.

Estudio detallado

Número, localización y tamaño de las parcelas

Número de individuos a incluir en las parcelas de seguimiento

En el manual se establece una parcela al azar que incluya 300 individuos, o alternativamente tres parcelas al azar que incluyan 100 individuos cada una, donde se contabilizan todos los individuos independientemente de su tamaño o estado de desarrollo. Bajo este esquema pueden darse algunas situaciones extremas donde la mayoría de los individuos recogidos dentro de la parcela o parcelas sean plántulas. En este caso en la parcela tendríamos un número muy bajo de individuos con cierta probabilidad de sobrevivir y la viabilidad del seguimiento estaría comprometida. Por ello, consideramos conveniente que para futuros estudios la cifra de 300 individuos, independientemente de su tamaño o estado de desarrollo, sea sustituida por la de un mínimo de 200 individuos que no sean plántulas.

Otros estudios a realizar

Fórmulas complementarias o alternativas de seguimiento demográfico

En algunos casos, de forma complementaria al seguimiento individualizado en parcelas puede ser relativamente fácil mantener otras parcelas o transectos de forma permanente donde se lleven a cabo censos a lo largo del tiempo. Esta información adicional aumentaría de manera significativa el poder para analizar tendencias demográficas en la población de estudio. En este sentido se recomienda el establecimiento de al menos tres áreas o transectos permanentes que contengan al menos 500 individuos.

Esta aproximación basada en censos puede de hecho cons-

tituir una alternativa al seguimiento individualizado en especies de longevidad extrema o en aquellas situaciones en las que la inaccesibilidad a las poblaciones dificulte un seguimiento detallado. La utilización de análisis demográficos basados en censos también puede ser recomendable cuando el seguimiento se aplique a taxones menos amenazados y con un mayor número de poblaciones, puesto que la inversión en tiempo y recursos necesaria es menor. El libro de Morris y Doak (2002) señalado en el apartado de bibliografía proporciona mayor información sobre esta aproximación.

¿Cómo rellenar el estadillo?

a) Grado de incertidumbre de los datos

Una consideración que se realiza en este apartado del estudio detallado pero que se podría hacer extensivo también para los datos de censo del estudio básico es la incorporación de una columna en la que el equipo recolector de datos evalúe el grado de incertidumbre de los datos obtenidos. En determinadas ocasiones los censos o seguimientos demográficos pueden haberse realizado en condiciones subóptimas debido a falta de luz, la llegada de una tormenta, dificultades en la localización de las plantas porque el ganado ha movido las marcas o señales dejadas, etc. Por ello, resultaría muy útil definir un grado de incertidumbre (p. ej., de 1 a 3) que permitiría *a posteriori* un mejor análisis de los datos. Los datos que se toman en un momento determinado pueden ser claves para determinar tendencias futuras y el uso incorrecto de datos menos precisos puede conducir a conclusiones equivocadas.

b) Taxones con dormancia vegetativa

Cuando se sepa que el taxón de estudio presenta dormancia vegetativa, los individuos registrados en el año (t) que no aparecen durante el siguiente censo (t+1) pueden ser provisionalmente clasificados en una nueva categoría de estado de desarrollo “Estado dudoso (?)”, decidiendo si realmente han muerto o si estaban dormantes a partir de su presencia o ausencia en las siguientes monitorizaciones anuales (t+2, t+3...). En el caso en el que la planta apareciera en años sucesivos, el estado dudoso se convertiría en “Dormante (D)”.

ANEXO 3. PROPUESTAS DE MEJORA: METODOLOGÍA PARA EL ANÁLISIS DE LOS BANCOS DE SEMILLAS DEL SUELO DE TAXONES AMENAZADOS

PABLO FERRANDIS, ESMERALDA MARTÍNEZ-DURO, MIGUEL ÁNGEL COPETE y JOSÉ MARÍA HERRANZ

Una perspectiva poblacional

La reserva de semillas viables presente en el suelo en un momento dado está determinada por la diferencia entre la producción y dispersión de las semillas (única vía de ingreso) y la predación, la germinación y la muerte de las semillas por senescencia o por acción de organismos patógenos (vías de salida; Schaffer y Chilcote 1969; Roberts 1972; Simpson *et al.* 1989). Desde un punto de vista funcional, los bancos de semillas del suelo (en adelante, bancos de semillas) se pueden clasificar en transitorios y persistentes (Thompson y Grime 1979). Un banco transitorio es aquel cuya reserva en el suelo se agota por cualquiera de las vías de salida citadas, antes de que tenga lugar la reposición de semillas mediante un nuevo episodio de dispersión. La consecuencia es que durante un periodo más o menos prolongado a lo largo del ciclo fenológico, la población vegetal carece de semillas en el suelo. Un banco persistente es aquel en el que una fracción significativa del mismo permanece viable en el suelo por más tiempo que la duración del ciclo fenológico, por lo que la población siempre contará con una reserva de semillas procedentes de episodios anteriores de dispersión.

Los bancos de semillas persistentes han acaparado la atención de los ecólogos, debido a las notables implicaciones que pueden tener en la dinámica de las poblaciones y las comunidades (véase Baskin y Baskin 1998). Una clasificación más detallada de los bancos de semillas persistentes, permite diferenciar entre bancos de corta y de larga duración (Thompson *et al.* 1997). El primero de los tipos lo presentan las especies cuyas semillas son capaces de persistir en el suelo más de un año, pero menos de cinco. Este tipo de bancos puede contribuir de manera crucial al mantenimiento de la población en años de escaso éxito reproductivo. El segundo tipo es el banco que forman las especies con semillas capaces de persistir enterradas durante más de cinco años. Además de contribuir al mantenimiento de las poblaciones, posiblemente sea el único banco capaz de contribuir a la regeneración de comunidades profundamente perturbadas.

A la luz de lo expuesto anteriormente, el análisis de los bancos de semillas proporciona información esencial en el contexto de la biología de la conservación de plantas, ya que contribuye a evaluar de forma realista la capacidad de respuesta de poblaciones amenazadas frente a perturbaciones a pequeña y gran escala (Ferrandis y Herranz 2004) y, de forma más amplia, al análisis de viabilidad poblacional (Kalisz y Mcpeek 1992). En concreto, dos son las preguntas que más pueden interesar desde el punto de vista de la conservación: ¿qué tipo de banco de semillas tiene un taxón amenazado?; y si es persistente, ¿cuánto tiempo pueden permanecer viables las semillas en el suelo?

Muestreo

El procedimiento más sencillo y preciso para determinar el carácter transitorio o persistente del banco de semillas de una población consiste en el muestreo de suelo justo antes de que tenga lugar la dispersión de las semillas. De esta forma, podremos conocer la fracción del banco que se superpone entre ciclos fenológicos. El muestreo estratificado de suelo, en cualquier

momento, también puede aportar información sobre la naturaleza persistente del banco. Por regla general, las semillas carecen de mecanismos activos de enterramiento, por lo que en un suelo no perturbado tardan bastante tiempo en alcanzar estratos más allá de los primeros centímetros. A partir de esta asunción, podemos esperar que los bancos de semillas transitorios, sin tiempo suficiente para enterrarse, se acumulen en la superficie del suelo, mientras que cuanto mayor persistencia tengan las semillas, más homogénea será su distribución vertical en el suelo. El siguiente esquema metodológico se ha mostrado eficaz en numerosos estudios: (1) extracción y análisis por separado de dos estratos de suelo, uno superficial (0-4(5) cm), y otro más profundo (4(5)-8(10) cm), en los mismos puntos de muestreo; (2) si las semillas están presentes sólo en la superficie, el banco será transitorio; (3) si las semillas son más frecuentes en el estrato superficial, pero también están presentes en el estrato inferior, se puede asumir que el banco es persistente de corta duración; (4) si las semillas son, al menos, tan frecuentes en el estrato inferior como en el superficial, entonces se puede asumir que el banco es persistente de larga duración (Thompson *et al.* 1997). La combinación de los dos diseños (muestreo estratificado inmediatamente antes de la dispersión) suele proporcionar resultados concluyentes.

Las propias características morfológicas de las semillas de un taxón pueden ayudar a realizar un diagnóstico previo. Cuanto más próxima sea la forma de las semillas a la forma esférica y menor sea su tamaño, mayor facilidad tendrán para enterrarse y constituir una reserva persistente (Thompson *et al.* 1993). Por el contrario, semillas grandes, provistas de apéndices u otras estructuras que dificulten el enterramiento, tienen pocas probabilidades de formar bancos persistentes.

Las semillas en el suelo muy rara vez se distribuyen uniformemente; por el contrario, es mucho más frecuente la distribución en agregados. Como consecuencia, la distribución del número de semillas en el suelo rara vez se ajusta a la distribución normal. Para un determinado volumen de suelo, es preferible tomar muchas muestras de pequeño tamaño que unas pocas de grandes dimensiones, con el fin de reducir la varianza hasta niveles aceptables. La recolección de muestras mediante el uso de sondas cilíndricas de pequeño diámetro (3-5 cm), cuando el terreno lo permite, es el método más extendido. Otra opción es recolectar pequeños bloques de suelo con la ayuda de una pala de jardinería, o similar, y un pincel. Si lo que se pretende es sencillamente determinar el tipo de banco de semillas de un taxón, se recomienda concentrar el muestro en aquellos puntos del terreno donde se sospeche que puedan acumularse las semillas, considerando los mecanismos de dispersión primaria y secundaria. Por ejemplo, si el taxón tiene como medio de dispersión único o principal la barocoria, se puede seleccionar un número determinado de plantas y realizar una serie de sondeos (4-6) debajo de cada una de ellas. En otros casos, se pueden establecer parcelas de 0,5-1 m² sobre el terreno, dentro de las cuales se realizará un número determinado de sondeos distribuidos al azar. Los sondeos tomados en cada unidad muestral (planta, parcela) se almacenan en una misma bolsa, constituyendo así una muestra. Una vez en el laboratorio, las muestras han de almacenarse secas, para evitar la germinación y/o pudrición de las semillas.

Si se pretende realizar estimas fiables de la densidad del banco de semillas (número de semillas por metro cuadrado para una profundidad de suelo determinada), lo ideal sería realizar un pre-muestreo que nos permita determinar la media y error estándar, a partir de los cuales determinar el tamaño muestral necesario para alcanzar la precisión a la que queremos trabajar. En cualquier caso, la recolección de entre 200 y 300 sondeos ofrece un nivel de confianza del 95% en la mayoría de las especies con las que se ha ensayado (véase Thompson *et al.* 1997).

Métodos para la detección de semillas en las muestras de suelo

Existen dos tipos generales de metodologías para la detección de semillas en las muestras de suelo: los que se basan en la emergencia de plántulas y los que utilizan la separación física de las semillas. (tabla 1, foto 1). Los métodos de emergencia consisten en el cultivo de las muestras bajo condiciones que favorezcan la germinación de las semillas. En la separación física, las muestras de suelo se escrutan, con ayuda de una lupa binocular si fuera necesario, para detectar y contar las semillas que contienen. Ambos tipos ofrecen ventajas e inconvenientes. La efectividad de la emergencia de plántulas está limitada por el letargo de las semillas, mientras que en la separación física las semillas de pequeño tamaño escapan a la detección.

Así pues, tamaño y letargo son los rasgos clave para decidir la metodología a emplear. En el caso de la separación física, el tamaño crítico se sitúa en torno a 0,5 mm: la precisión del método

es alta en la detección de semillas con estas dimensiones o mayores; sin embargo, resulta impracticable con semillas más pequeñas (Ferrandis *et al.* 1999). Si se tiene información sobre el tipo de letargo seminal del taxón, se puede mejorar la eficacia del método de la emergencia de plántulas mediante tratamientos complementarios. El almacenamiento de las muestras en una cámara frigorífica (5°C durante 3 semanas) previamente al cultivo (Gross 1990), o simplemente la exposición a la intemperie de las muestras cultivadas durante el invierno (Thompson *et al.* 1997) o el verano (Ferrandis *et al.* 1999), según el tipo de letargo (véase Baskin y Baskin 1998), resultan eficaces en la interrupción del mismo. En cualquier caso, es recomendable cultivar las muestras de suelo bajo condiciones de temperatura y luz lo más próximas a las del hábitat natural del taxón, y durante un periodo suficientemente prolongado para que se registren las condiciones ambientales adecuadas para la eliminación del letargo y la germinación posterior. Por ello, es más indicado realizar el cultivo en invernaderos sin control de temperatura, o incluso simplemente bajo una cubierta de malla, cuya única misión sea prevenir la contaminación de las muestras por semillas exógenas. Con anterioridad al cultivo, el volumen de las muestras de suelo se puede reducir mediante un tamizado con malla fina. Además de reducir el espacio necesario en el invernadero, este tratamiento promueve la germinación y facilita la emergencia de las plántulas, por lo que se llega a acortar mucho el período de cultivo necesario para registrar el banco de semillas completo (6 semanas; Ter Heerdt *et al.* 1996).

Separación física	Emergencia de plántulas
Tamizado. Lavado de la muestra por un tamiz con tamaño de malla superior al de las semillas del taxón, para eliminar elementos gruesos y restos orgánicos (raíces, bulbos, hojarasca), y sobre otro con tamaño de malla inferior, que retenga las semillas.	Reconocimiento de plántulas. Observación en campo, o siembra de semillas en macetas, para reconocer las plántulas del taxón en los primeros estadios de desarrollo.
Secado. Secado de la muestra a temperatura ambiente, sobre el propio tamiz de lavado.	Tamizado. Tamizado de la muestra sobre un tamiz con tamaño de malla superior al de las semillas del taxón, para eliminar elementos gruesos y restos orgánicos (raíces, bulbos, hojarasca), susceptibles de dificultar la emergencia de plántulas; también es recomendable lavar la muestra sobre un tamiz fino, que retenga las semillas y permita reducir el volumen de la muestra, con el fin de acortar el periodo de cultivo.
Escrutinio de la muestra. Extendido de la muestra, por fracciones o completa, sobre una bandeja, placa Petri, o similar; búsqueda y extracción de semillas con ayuda de pinzas y de lupa si fuera necesario.	Cultivo en invernadero. Extendido de la muestra en una bandeja, lo más finamente posible (con grosor nunca superior a 5 mm) sobre una capa de turba estéril (se puede mezclar con perlita o similar); riego periódico (se recomienda microaspersión), para mantener el suelo constantemente húmedo.
Análisis de viabilidad. La apariencia externa de las semillas no es un buen indicador de la viabilidad. Es recomendable inspeccionar el aspecto del embrión (color y estado de hidratación). También se pueden utilizar tinciones con sales de tetrazolio. Realizar el ensayo sobre una muestra representativa de semillas.	Conteo de plántulas. Revisión periódica de las muestras; conteo y retirada de las plántulas del taxón tan pronto como se identifiquen; eliminación inmediata de plántulas de otras especies. Cuando cese la emergencia de plántulas, se recomienda remover el suelo (con cuidado de no mezclarlo con el estrato de turba), para promover la germinación de semillas que pudieran estar enterradas a demasiada profundidad.

Tabla 1. Protocolos metodológicos para la detección de semillas contenidas en las muestras de suelo.

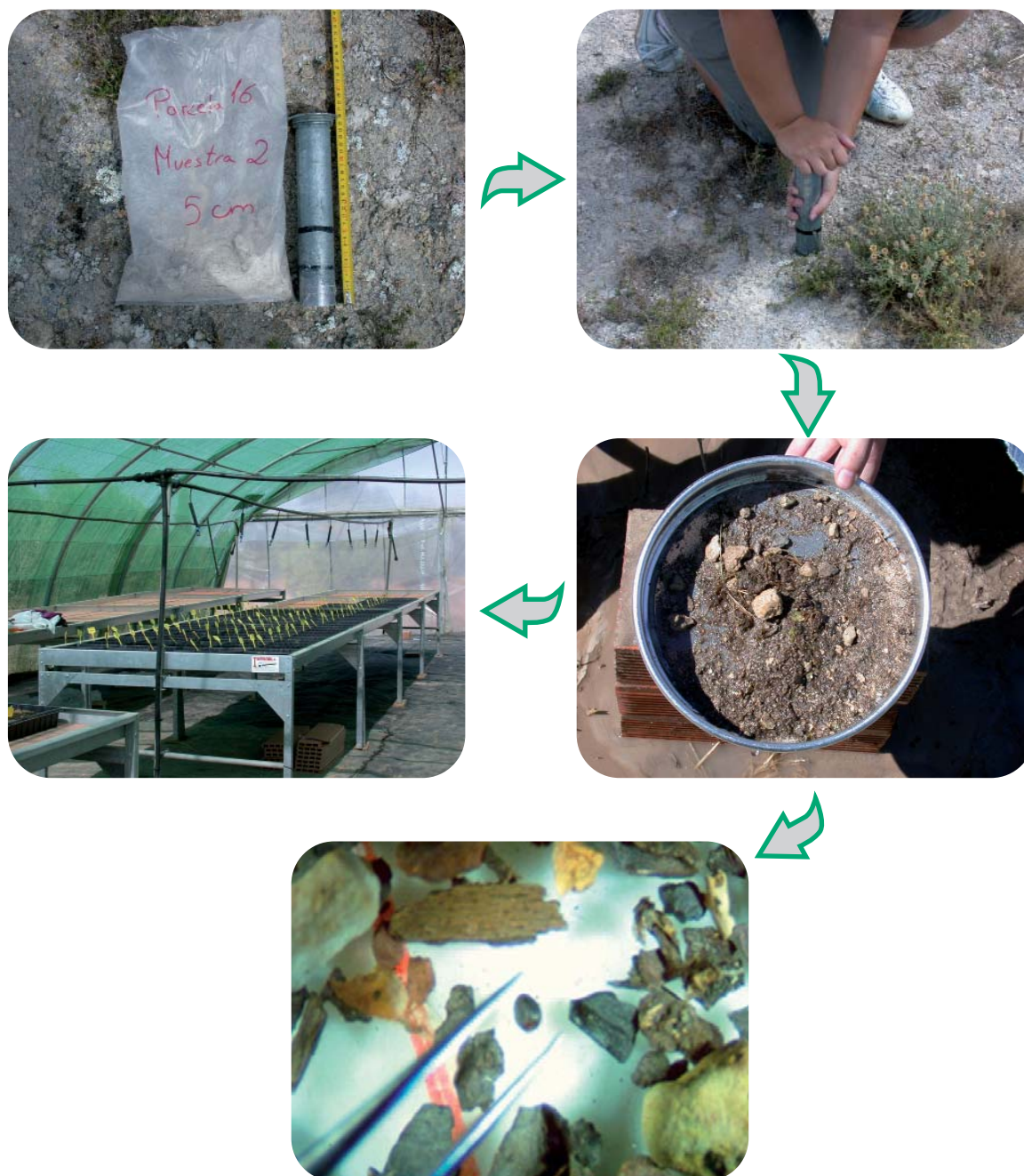


Foto 1: Muestreo de suelo y determinación del contenido de semillas mediante el cultivo de muestras o la separación física. (Foto: E. Martínez, P. Martínez y P. Ferrandis).

Estimas de la longevidad de las semillas en el suelo

El enterramiento de semillas es el método más extendido para obtener información sobre su longevidad en el suelo. (tabla 2, foto 2). En este tipo de ensayos, se preparan lotes de semillas, que mezcladas con sustrato, se introducen en un saquito de tejido transpirable y resistente (generalmente nylon), para su posterior exhumación y análisis de viabilidad. Hay que prever el número de semillas en el lote, ya que el análisis posterior, si fuera necesario, debe realizarse con réplicas. El número de saquitos a preparar depende de la duración del experimento y de las exhumaciones que se hagan a lo largo de cada año de estudio (al menos una, al final de cada año desde el enterramiento). El ensayo se debe realizar con semillas maduras recién recolectadas (las semillas son susceptibles de modificar su comportamiento germinativo debido a las condiciones ambientales experimentadas durante el almacenaje y con la edad) y bajo condiciones naturales, preferiblemente en su hábitat. La profundidad de enterramiento debe ser similar a la que presenta la

distribución vertical del banco de semillas, por lo que se restringirá a los primeros centímetros en el caso de suelos no perturbados. Una vez recuperadas las semillas, se contabilizan aquellas que tienen aspecto aparentemente sano. La diferencia hasta el número inicial del lote corresponde a semillas que se han perdido por muerte y por germinación. En ocasiones, es posible estimar las pérdidas por germinación contando las cubiertas seminales que aparecen abiertas, hinchadas y vacías (Herranz et al. 2003). La viabilidad de las semillas aparentemente sanas se evalúa mediante la exploración del estado del embrión (color e hidratación) y/o tinciones de tetrazolio. También se pueden hacer previamente ensayos de germinación y análisis de letargo, para determinar la fracción de semillas viables que son germinables (capaces de germinar aunque no lo han hecho) o que se encuentran aletargadas en el momento de la exhumación. Para el análisis del letargo, no obstante, se debe conocer o tener indicios del tipo de letargo de las semillas del taxón, con el fin de aplicar la técnica apropiada para la eliminación del mismo (véase una descripción detallada en Baskin y Baskin 1998).

Ensayo de enterramiento de semillas
Recolección de semillas. El ensayo debe realizarse con semillas maduras, aparentemente sanas y recién recolectadas. Las semillas deben recolectarse a partir de un número representativo de plantas.
Preparación de lotes. Mezcla de un número suficiente de semillas (para la posible replicación posterior) con sustrato. El uso de arena natural tamizada con malla fina (0,2 mm), asegura la eliminación de cualquier propágulo vegetal y facilita la recuperación posterior de las semillas mediante un tamizado más grueso. El volumen de sustrato debe asegurar que las semillas no queden excesivamente hacinadas, para evitar interacciones alelopáticas o pudriciones. Introducción de la mezcla en un saquito de nylon cerrado con alambre plastificado, en cuyo extremo se ata una etiqueta identificativa.
Enterramiento de los lotes. Bajo condiciones naturales, preferiblemente en el hábitat del taxón. La profundidad de enterramiento en suelos no perturbados se restringe a los primeros centímetros, simulando la situación de las semillas en el banco. Se pueden hacer ensayos a diferentes profundidades de enterramiento. La etiqueta identificativa debe quedar en la superficie del suelo, para permitir su localización.
Exhumación de los lotes. A intervalos regulares, al menos una vez al final de cada año, se recupera un lote de semillas.
Recuperación de semillas. Tamizado del contenido del saquito. Conteo de semillas aparentemente sanas, así como de cubiertas seminales liberadas tras la germinación, si las hubiera.
Análisis de viabilidad. Si las semillas con aspecto sano son abundantes, se realizan análisis de viabilidad. Dichos análisis se basan en ensayos de germinación (si las semillas no están aletargadas o se conoce la forma de romper el letargo), o en el aspecto del embrión (color y estado de hidratación) y/o en tinciones con sales de tetrazolio (cuando las semillas están aletargadas). Idealmente, el análisis del estado de las semillas por este orden (germinabilidad, letargo, viabilidad), proporciona información detallada sobre la dinámica del banco de semillas.

Tabla 2. Protocolo metodológico para el estudio de la longevidad de las semillas en el suelo.

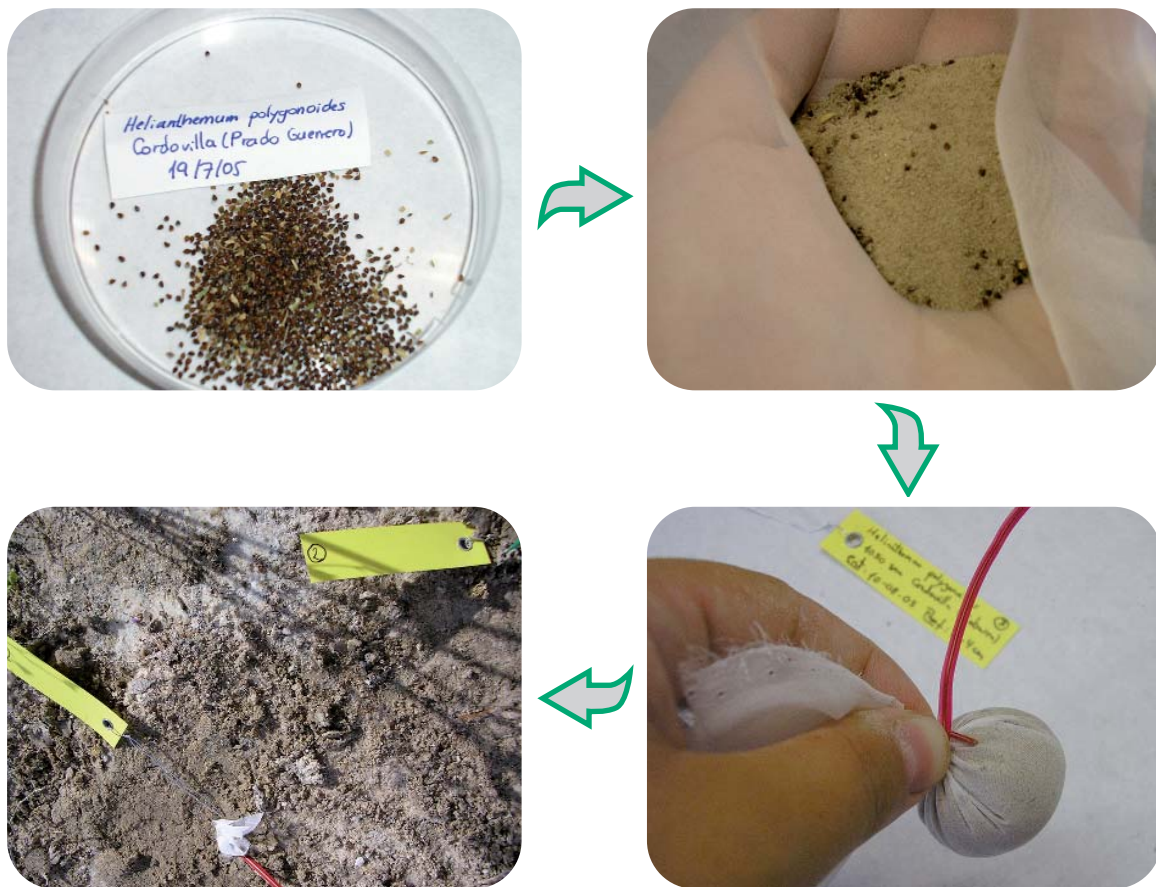


Foto 2: Preparación y enterramiento de lotes de semillas. (Foto: E. Martínez).

Referencias bibliográficas

- BASKIN, J.M. y BASKIN, C.C. 1998. *Seeds. Ecology, Biogeography, and Evolution of Dormancy and Germination*. Academic Press, San Diego.
- FERRANDIS, P. y HERRANZ, J.M. 2004. Soil seed bank response to fire in Mediterranean-Basin ecosystems. En: *Recent Research Developments in Environmental Biology*. Research Signpost, Kerala. Pp. 123-151.
- FERRANDIS, P., MARTÍNEZ-SÁNCHEZ, J.J. y HERRANZ, J.M. 1999. Effect of fire on hardcoated Cistaceae seed banks and its influence on techniques for quantifying seed banks. *Plant Ecology*, 144: 103-114.
- GROSS, K.L. 1990. A comparison of methods for estimating seed numbers in the soil. *Journal of Ecology*, 78: 1079-1093.
- HERRANZ, J.M., FERRANDIS, P. y COPETE, M.A. 2003. Influence of light and temperature on seed germination and ability of the endangered plant species *Sisymbrium cavanillesianum* to form persistent soil seed banks. *Ecoscience*, 10: 433-442.
- KALISZ, S. y MCPEEK, M. 1992. Demography of an age-structured annual: resampled projection matrices, elasticity analyses, and seed bank effects. *Ecology*, 73: 1082-1093.
- ROBERTS, E.H. 1972. Dormancy: a factor affecting seed survival in the soil. En: *Viability of Seeds*, E.H. Roberts (ed.), Syracuse University Press, Syracuse. Pp. 321-357.
- SCHAFER, D.E. y CHILCOTE, D.O. 1969. Factors influencing persistence and depletion in buried seed populations. I. A model for analysis of parameters of buried seed persistence and depletion. *Crop Science*, 9: 417-419.
- SIMPSON, R.L., LECK, M.A. y PARKER, V.T. 1989. Seed banks: general concepts and methodological issues. En: *Ecology of Soil Seed Banks*. M.A. Leck, V.T. Thomas y R.L. Simpson (eds.), Academic Press, San Diego, California. Pp. 3-8.
- TER HEERDT, G.N.J., VERWEIJ, G.L., BEKKER, R.M., y BAKKER, J.P. 1996. An improved method for seed-bank analysis: seedling emergence after removing the soil by sieving. *Functional Ecology*, 10: 144-151.
- THOMPSON, K., BAKKER, J.P. y BEKKER, R. 1997. *The Soil Seed Banks of North West Europe: Methodology, Density and Longevity*. Cambridge University Press, Cambridge.
- THOMPSON, K., BAND, S.R. y HODGSON, J.G. 1993. Seed size and shape predict persistence in soil. *Functional Ecology*, 7: 236-241.
- THOMPSON, K. y GRIME, J.P. 1979. Seasonal variation in the seed banks of herbaceous species in ten contrasting habitats. *Journal of Ecology*, 67: 893-921.

ESTADILLOS

Se muestra a continuación una copia de cada uno de los estadillos propuestos. Los cinco primeros se corresponden con el estudio básico mientras que el sexto pertenece al estudio detallado.



E2a

Datos biológicos y comportamiento ecológico

Taxón:

Equipo de trabajo: Fecha: / /

Expresión sexual: (marcar entre las opciones detalladas)

- Hermafrodita
- Ginomonoecia (femenina, hermafrodita)
- Ginodioecia (femenina) (hermafrodita)
- Dioecia (masculina) (femenina)
- Monoecia (masculina, femenina)
- Andromonoecia (masculina, hermafrodita)
- Androdioecia (masculina) (hermafrodita)

Tipo de polinización

- Viento
- Agua
- Autogamia
- Entomófila generalista
- Entomófila especializada

Observaciones

.....
.....
.....
.....
.....

Tipo de dispersión

- Anemócora alada
- Anemócora vilosa
- Hidrócora
- Endozoócora
- Exozoócora
- Mirmecócora
- Ninguna adaptación obvia a la dispersión.....

Detalles (intentar precisión de distancia máxima)

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

Tipo de crecimiento clonal

- Semillas apomícticas
- Dispersión vegetativa extensiva (estolones o rizomas)
- Dispersión vegetativa limitada (bulbos)
- Sin reproducción vegetativa

Observaciones

.....
.....
.....
.....

Precisiones sobre la fenología de la floración

.....
.....
.....
.....

Precisiones sobre la fructificación

.....
.....
.....
.....



E2b

Datos biológicos y comportamiento ecológico

Población

Nombre vernáculo

Equipo de trabajo: Fecha: / /

Altitud m Orientación

Sustrato geológico Suelo

Hábitat principal Taxones acompañantes

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.
- 6.
- 7.
- 8.
- 9.
- 10.

Hábitat secundario Taxones acompañantes

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.
- 6.
- 7.
- 8.
- 9.
- 10.

Precisiones fitosociológicas del taxón

Precisiones sinfitosociológicas



E3a

Amenazas

Taxón Población

Equipo de trabajo Fecha: / /

TIPO DE AMENAZA

Desarrollo

- | | Actual | Potencial | Efecto (según UICN) | | | |
|---|--------------------------|--------------------------|--|--------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|
| • Urbanización | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Fragmentación <input type="checkbox"/> | Declinación <input type="checkbox"/> | Reducción <input type="checkbox"/> | Fluctuación <input type="checkbox"/> |
| • Obras de acondicionamiento | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Fragmentación <input type="checkbox"/> | Declinación <input type="checkbox"/> | Reducción <input type="checkbox"/> | Fluctuación <input type="checkbox"/> |
| • Creación de nuevas vías de comunicación | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Fragmentación <input type="checkbox"/> | Declinación <input type="checkbox"/> | Reducción <input type="checkbox"/> | Fluctuación <input type="checkbox"/> |
| • Transformación de cursos de agua | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Fragmentación <input type="checkbox"/> | Declinación <input type="checkbox"/> | Reducción <input type="checkbox"/> | Fluctuación <input type="checkbox"/> |
| • Anegación por embalses | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Fragmentación <input type="checkbox"/> | Declinación <input type="checkbox"/> | Reducción <input type="checkbox"/> | Fluctuación <input type="checkbox"/> |
| • Explotación minera o cantera | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Fragmentación <input type="checkbox"/> | Declinación <input type="checkbox"/> | Reducción <input type="checkbox"/> | Fluctuación <input type="checkbox"/> |
| • Relleno de zona húmeda | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Fragmentación <input type="checkbox"/> | Declinación <input type="checkbox"/> | Reducción <input type="checkbox"/> | Fluctuación <input type="checkbox"/> |
| • Drenaje y descenso de la capa freática | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Fragmentación <input type="checkbox"/> | Declinación <input type="checkbox"/> | Reducción <input type="checkbox"/> | Fluctuación <input type="checkbox"/> |

Acciones humanas

- | | | | | | | |
|---|--------------------------|--------------------------|--|--------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|
| • Pisoteo y artificialización
(por visitas frecuentes, compactación del suelo, mutilación) ... | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Fragmentación <input type="checkbox"/> | Declinación <input type="checkbox"/> | Reducción <input type="checkbox"/> | Fluctuación <input type="checkbox"/> |
| • Abandono de cultivo | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Fragmentación <input type="checkbox"/> | Declinación <input type="checkbox"/> | Reducción <input type="checkbox"/> | Fluctuación <input type="checkbox"/> |
| • Transformación del modo de cultivo | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Fragmentación <input type="checkbox"/> | Declinación <input type="checkbox"/> | Reducción <input type="checkbox"/> | Fluctuación <input type="checkbox"/> |
| • Pastoreo (fuegos mantenimiento pastos, pisoteo, ramoneo) | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Fragmentación <input type="checkbox"/> | Declinación <input type="checkbox"/> | Reducción <input type="checkbox"/> | Fluctuación <input type="checkbox"/> |
| • Herbicidas | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Fragmentación <input type="checkbox"/> | Declinación <input type="checkbox"/> | Reducción <input type="checkbox"/> | Fluctuación <input type="checkbox"/> |
| • Explotación forestal | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Fragmentación <input type="checkbox"/> | Declinación <input type="checkbox"/> | Reducción <input type="checkbox"/> | Fluctuación <input type="checkbox"/> |
| • Aclareo o siega | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Fragmentación <input type="checkbox"/> | Declinación <input type="checkbox"/> | Reducción <input type="checkbox"/> | Fluctuación <input type="checkbox"/> |
| • Ausencia de aclareo | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Fragmentación <input type="checkbox"/> | Declinación <input type="checkbox"/> | Reducción <input type="checkbox"/> | Fluctuación <input type="checkbox"/> |
| • Reforestación | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Fragmentación <input type="checkbox"/> | Declinación <input type="checkbox"/> | Reducción <input type="checkbox"/> | Fluctuación <input type="checkbox"/> |
| • Deforestación | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Fragmentación <input type="checkbox"/> | Declinación <input type="checkbox"/> | Reducción <input type="checkbox"/> | Fluctuación <input type="checkbox"/> |
| • Coleccionismo y recolección tradicional | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Fragmentación <input type="checkbox"/> | Declinación <input type="checkbox"/> | Reducción <input type="checkbox"/> | Fluctuación <input type="checkbox"/> |

Amenazas de origen biótico

- | | | | | | | |
|--|--------------------------|--------------------------|--|--------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|
| • Competencia vegetal natural | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Fragmentación <input type="checkbox"/> | Declinación <input type="checkbox"/> | Reducción <input type="checkbox"/> | Fluctuación <input type="checkbox"/> |
| • Competencia vegetal por especies exóticas | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Fragmentación <input type="checkbox"/> | Declinación <input type="checkbox"/> | Reducción <input type="checkbox"/> | Fluctuación <input type="checkbox"/> |
| • Ausencia de agentes polinizadores | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Fragmentación <input type="checkbox"/> | Declinación <input type="checkbox"/> | Reducción <input type="checkbox"/> | Fluctuación <input type="checkbox"/> |
| • Predación (semillas, frutos, flores y hojas) | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Fragmentación <input type="checkbox"/> | Declinación <input type="checkbox"/> | Reducción <input type="checkbox"/> | Fluctuación <input type="checkbox"/> |
| • Parasitismo animal | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Fragmentación <input type="checkbox"/> | Declinación <input type="checkbox"/> | Reducción <input type="checkbox"/> | Fluctuación <input type="checkbox"/> |
| • Parasitismo vegetal | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Fragmentación <input type="checkbox"/> | Declinación <input type="checkbox"/> | Reducción <input type="checkbox"/> | Fluctuación <input type="checkbox"/> |
| • Hibridación | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Fragmentación <input type="checkbox"/> | Declinación <input type="checkbox"/> | Reducción <input type="checkbox"/> | Fluctuación <input type="checkbox"/> |
| • Escasa plasticidad ecológica | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Fragmentación <input type="checkbox"/> | Declinación <input type="checkbox"/> | Reducción <input type="checkbox"/> | Fluctuación <input type="checkbox"/> |
| • Ausencia de vectores de polinización | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Fragmentación <input type="checkbox"/> | Declinación <input type="checkbox"/> | Reducción <input type="checkbox"/> | Fluctuación <input type="checkbox"/> |
| • Ausencia de microambientes espacio-temporales
para la germinación | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Fragmentación <input type="checkbox"/> | Declinación <input type="checkbox"/> | Reducción <input type="checkbox"/> | Fluctuación <input type="checkbox"/> |
| • Pobre estrategia reproductiva (sistemas reproductores
complejos o ausencia de crecimiento clonal) | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Fragmentación <input type="checkbox"/> | Declinación <input type="checkbox"/> | Reducción <input type="checkbox"/> | Fluctuación <input type="checkbox"/> |
| • Enfermedades (por ejemplo, micosis) | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Fragmentación <input type="checkbox"/> | Declinación <input type="checkbox"/> | Reducción <input type="checkbox"/> | Fluctuación <input type="checkbox"/> |



E4

Acciones de conservación existentes en la actualidad

Taxón Población

Equipo de trabajo Fecha: / /

MEDIDAS SOBRE LA POBLACIÓN

Ex situ

- Listados de protección legales
- Educación y divulgación (libros, videos, trípticos, noticias)
- Cultivo y micropropagación
- Almacenamiento en banco de germoplasma
- Otras:

In situ

Efecto (indicar si es a nivel de taxón o población)

- | | | Taxón | Población |
|--|-------|--------------------------|--------------------------|
| • Seguimiento poblacional | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| • Protección física, vallado | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| • Reintroducción, reforzamiento o traslado | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| • Gestión poblacional | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| • Control de plagas y enfermedades | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| • Otras | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

MEDIDAS SOBRE EL HÁBITAT

- | | | | |
|---|-------|--------------------------|--------------------------|
| • Protección (hábitat protegido legalmente, área protegida, microrreserva, parque natural, parque nacional, etc.) | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| • Gestión pasiva | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| • Vigilancia | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| • Reconstrucción de hábitat o microambientes | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| • Otras | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |



E5

Estado de conservación y medidas propuestas

Taxón Población

Equipo de trabajo Fecha: / /

ESTADO DE CONSERVACIÓN (marcar el que corresponda según la escala de valoración propuesta)

Buen estado Aceptable Preocupante Alarmante

MEDIDAS SOBRE LA POBLACIÓN

Ex situ

- Listados de protección legales
- Educación y divulgación
- Cultivo y micropropagación
- Banco de germoplasma
- Otras:

Justificación

.....

.....

.....

.....

.....

In situ

- Seguimiento poblacional (precisar cuántos años y con qué periodo)
- Protección física, vallado
- Reintroducción, reforzamiento, introducción o traslado
- Gestión poblacional
- Control de plagas y enfermedades
- Otras:

Justificación

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

MEDIDAS SOBRE EL HÁBITAT

- Protección (hábitat protegido legalmente, área protegida, microrreserva, parque natural, parque nacional, etc.)
- Gestión pasiva
- Vigilancia
- Reconstrucción de hábitat o microambientes
- Otras:

Justificación

.....

.....

.....

.....

.....

.....

E6 Seguimiento de poblaciones. Año: _____

Taxón: Población:

Fecha: / /

Seguimiento intra-anual: (cuando sea necesario visitar más de una vez la población para obtener una estimación adecuada del número de frutos producido por cada planta)

Fecha	Población	Parcela	Nº individuos	Nº flores	Nº frutos	Observaciones

Datos anuales

Parcela	N.º individuo	Tamaño (cm)		Estado desarrollo			N.º			Observaciones
		Altura	Ø	(P)	(V)	(R)	flores	frutos	semillas	
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Relación frutos/flor (cuando no es posible determinar directamente el número de frutos)

Número de flores marcadas:

Número medio de frutos por flor:

Relación semillas/fruto

Número de frutos muestreados:

Número medio de semillas por fruto:

Banco de semillas del suelo

Tamaño de la muestra:

Número de muestras:

Número de semillas/m²:

% semillas germinables:

Tipo de reproducción vegetativa:

