

Ecología, biología reproductiva y conservación de *Picris willkommii* (Schultz Bip.) Nyman (Asteraceae): endemismo protegido integrado en pastos terofíticos del suroeste de la Península Ibérica

F. J. Monteagudo Sánchez-Movellán, I. Butler Sierra* y F. Bastida Milián

Universidad de Huelva. Escuela Politécnica Superior. Departamento de Ciencias Agroforestales.
Campus Universitario La Rábida. E-21819 Palos de la Frontera, Huelva.

Resumen

Los conocimientos actuales sobre *Picris willkommii* y su grado de amenaza, parecen insuficientes para garantizar la persistencia de esta especie endémica del suroeste de la Península Ibérica, con sus poblaciones principales conocidas en España restringidas a pastos terofíticos muy localizados en las proximidades de la localidad de Ayamonte (desembocadura del río Guadiana). Los resultados obtenidos en el presente trabajo revelan a la especie como ruderal muy versátil, colonizadora, bien adaptada y en equilibrio dependiente de la dinámica cíclica de los aprovechamientos agropecuarios seculares de la zona, siendo además de fácil cultivo bajo condiciones controladas. Estos datos podrían resultar de utilidad para el establecimiento de estrategias dirigidas a la conservación y recuperación de la especie, ya que los cambios de uso observados en la zona por abandono de estos sistemas cíclicos de secano, y su rápida urbanización o sustitución por otros sistemas de producción, están suponiendo eliminación sensible de las poblaciones de la especie por la desaparición de los pastos de los que forma parte.

Palabras clave: Flora amenazada, pastoreo, cultivo controlado, Ayamonte, Huelva.

Abstract

Ecology, reproductive biology and conservation of *Picris willkommii* (Schultz Bip.) Nyman (Asteraceae): an endemic, protected species from therophytic grasslands of South-Western Iberian Peninsula

Current knowledge of the biology of *Picris willkommii* and his grade of threat, seem not to be sufficient to ensure long-term persistence of this plant species endemic to the South-Western Iberian Peninsula. In Spain, main populations of the species are narrowly restricted to therophytic grasslands around the town of Ayamonte, by the Guadiana river drainage. Results of the present study indicate that *P. willkommii* behaves as a very versatile, colonizing species in most of the habitats of their natural range, where it appears to be well suited to the cyclic disturbance dynamics imposed by local, traditional land uses, i.e. extensive rain-fed agriculture. Moreover, it is easy to grow under controlled conditions. Results could be helpful for conservation and population recovery purposes, as recent changes in land use, shifting from agricultural traditional systems to urban expansion or alternative agricultural systems, pose at risk *P. willkommii* populations due to habitat loss.

Key words: Threatened flora, grazing, controlled growth, Ayamonte, Huelva.

Introducción y Objetivos:

Picris willkommii (Schultz Bip.) Nyman, Syll. 53 (1854-1855) (*Spitzelia willkommii* Schultz Bip.) es una herbácea anual de la familia de las compuestas, de ciclo

hiemal-vernal, crecimiento inicial en roseta basal y posterior desarrollo de tallos con hojas, alcanzando alturas de (10)20-50(-80) cm (Talavera, 1987b). Sus capítulos están formados por flores amarillas liguladas que dan lugar a aquenios dimórficos, los internos con vilano

* Corresponding author: butler@uhu.es
Received: 30-09-08. Accepted: 09-03-09.

plumoso, los externos sin vilano o con un vilano muy reducido. Cuando maduran, los aquenios internos son dispersados por el viento, mientras que los externos permanecen unidos al capítulo formando una corona característica.

La especie es ruderal, termófila, de clima mediterráneo con sequía atenuada y suelos en general agrícolas, de naturaleza margosa, que son ocupados de forma cíclica por “pastos terofíticos nitrófilos, muy antropizados” (San Miguel, 2001), con *P. willkommii* integrada en la clase fitosociológica *Stellarietea mediae* Tüxen, Lohmeyer & Preising ex von Rochow 1951 (Sánchez Gullón *et al.*, 2004), que caracteriza a este tipo de pastos. Otros han referido su presencia a matorrales secos (Sell, 1989).

Se trata de una especie estenócora, reconocida por todos los autores como endémica del suroeste de la Península Ibérica (ver figura 1). Vive a escasa altitud, en un área muy reducida (Blanca *et al.*, 2000) situada en España en los alrededores de la localidad de Ayamonte (Huelva), con la subpoblación principal de la especie localizada en un cerro en el norte de dicha localidad, donde también coloniza, como hábitat secundario, las

partes altas de los esteros (De Vega Durán *et al.*, 2004). Además, en algunas prospecciones realizadas en otras áreas potenciales españolas, se localizaron poblaciones menores aisladas en Cartaya (Sánchez Gullón *et al.*, 2004) y en Salinas del Duque en el Paraje Natural Marismas de Isla Cristina (Sánchez Gullón, 2003: comunicación personal constatada). También la especie está citada en Portugal, en Castro Marim (Talavera, 1987b, Blanca *et al.*, 2000; De Vega Durán *et al.*, 2004), como endemismo ibérico apenas presente en algunas colinas junto a la desembocadura del Guadiana (Lavinas, 2004).

En la actualidad *P. willkommii* está catalogada como especie amenazada, con niveles de protección y categorías de amenaza determinadas por la legislación sobre conservación vegetal, y por las listas y libros rojos de flora amenazada (ver tabla 1). Ha sido considerada “De interés comunitario que requiere una protección estricta” (Diario Oficial de las Comunidades Europeas, 1992; Boletín Oficial del Estado, 1995 y 2007). Las comunidades en las que se integra, sin embargo, no están contempladas de forma específica entre los diferentes tipos de pastizales y formaciones herbáceas naturales y seminaturales reconocidos como hábitats protegidos en las

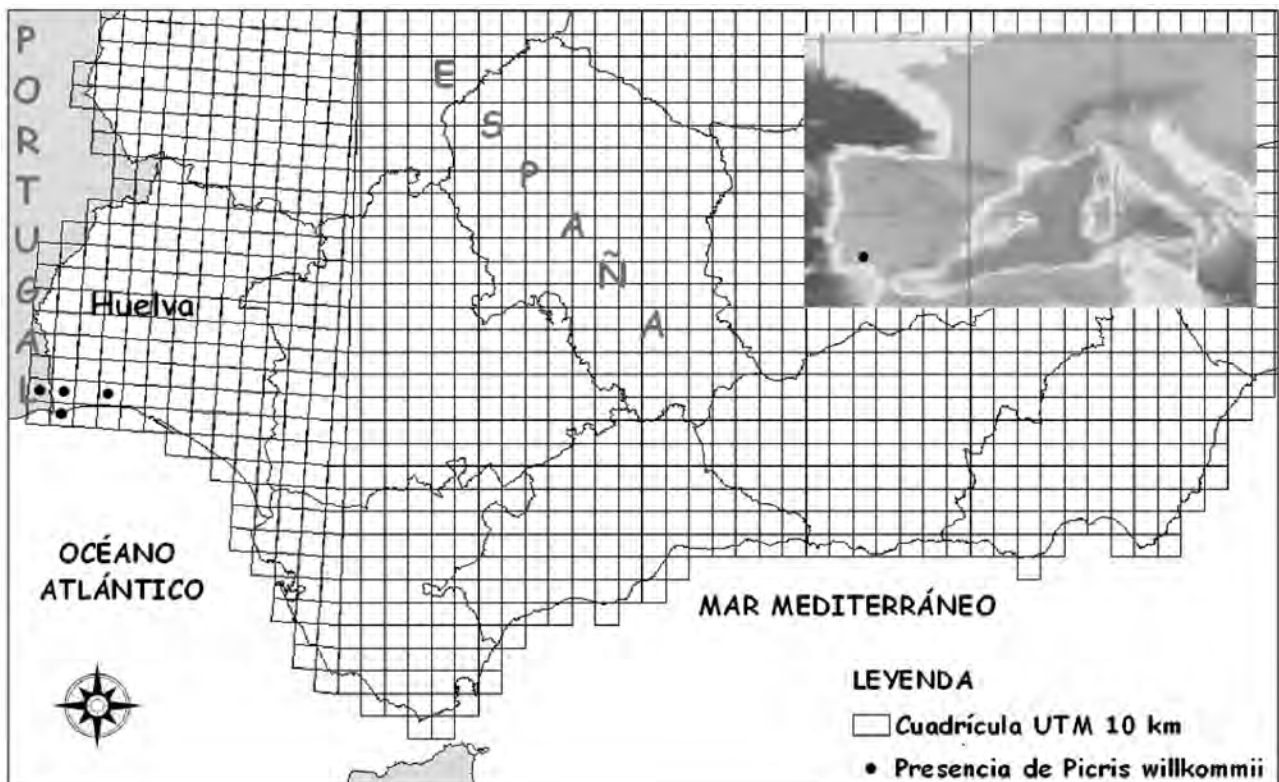


Figura 1. Mapa del área de distribución de *Picris willkommii*.

Tabla 1. Niveles de protección y categorías de amenaza asignadas a *Picris willkommii* en la legislación sobre conservación vegetal y en listas y libros rojos de flora amenazada

Documento	Categoría de amenaza
Directiva 92/43/CEE de Hábitats (Diario Oficial de las Comunidades Europeas, 1992).	<i>De interés comunitario que requiere una protección estricta</i>
Real Decreto 1997/1995 por el que se establecen medidas para garantizar la biodiversidad mediante la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres (Boletín Oficial del Estado, 1995).	
Decreto 104/1994 que establece el Catálogo Andaluz de Especies de la Flora Silvestre Amenazada (Boletín Oficial de la Junta de Andalucía, 1994).	Vulnerable VU
Libro Rojo de la Flora Silvestre Amenazada de Andalucía (Blanca et al., 2000), en aplicación de las categorías y criterios de la UICN de 1994.	
Ley 8/2003 de la Flora y Fauna Silvestres de Andalucía (Boletín Oficial de la Junta de Andalucía, 2003).	
Lista Roja de la Flora Vascular Española (Comité Español UICN. Comisión de Flora, 2000), según las categorías y criterios de la UICN de 1994.	Datos insuficientes DD
En aplicación de las categorías y criterios de la UICN de 2001:	
Atlas y Libro Rojo de la Flora Vascular Amenazada de España (Bañares et al., 2004).	<i>En peligro:</i> EN B1ab (i, ii, iii, v)
Lista Roja de la Flora Vascular de Andalucía (Cabezudo et al., 2005).	
Lista Roja 2008 de la Flora Vascular Española (Moreno, 2008).	<i>En peligro crítico</i> CR A3ac
Ley 42/2007, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad (Boletín Oficial del Estado, 2007).	<i>De interés comunitario que requiere una protección estricta</i>

directrices de la Unión Europea (Diario Oficial de las Comunidades Europeas, 1992; European Commission, Habitats Committee, 2007). Algunos autores (Blanca et al., 2000; De Vega Durán et al., 2004) han considerado como medidas para la conservación de esta especie: impedir vertidos, impedir la expansión de Ayamonte hacia el área ocupada por la población, controlar el pastoreo, crear minirreserva vallada en la subpoblación de Ayamonte-cerro, completar el almacenamiento en banco de germoplasma.

En este trabajo se pretende aportar nuevos datos que contribuyan al conocimiento de la distribución, ecología, biología reproductiva y cultivo de *Picris willkommii* en base a estudios realizados en campo y en laboratorio que, además, pudieran resultar de utilidad en la evaluación de riesgos, y en la adopción de medidas *in situ* y *ex situ* para la protección de la especie y de los pastizales en los que se integra.

Material y Métodos:

Trabajos de campo

Para el estudio de la distribución, ecología y estructura de poblaciones de *P. willkommii* se realizaron observaciones directas en campo durante los años 2003 a 2006, en el entorno de 26 puntos georreferenciados con GPS “map 76” Garmin, distribuidos por la localidad de Ayamonte y alrededores. Dichos puntos fueron seleccionados con el criterio de presencia constatada *in situ* de poblaciones o individuos dispersos de la especie. Su cartografía georreferenciada se llevó a cabo mediante el uso del Sistema de Información Geográfica ArcGis 9.0, mapas topográficos (Junta de Andalucía, 2002) y ortofotografías aéreas (Junta de Andalucía, 2005). En cada uno de ellos se tomaron datos sobre la abundancia y estructura poblacional de *P. willkommii*. Al tratarse de

una especie ruderal anual, en la que la densidad de individuos y otros parámetros demográficos varían de manera notable en función de la dinámica de su hábitat y de la climatología del año —especialmente de las precipitaciones—, se optó, para este caso, por definir la abundancia de la especie mediante los niveles de presencia siguientes:

1. *Presencia muy alta a alta*: población de *P. willkommii* monoespecífica a dominante; cobertura aproximada 100-50%.
2. *Presencia media*: *P. willkommii* codominante; cobertura aproximada 50-10%.
3. *Presencia baja a muy baja*: *P. willkommii* dispersa a ocasional; población con cobertura aproximada inferior a 10% a ocasional en el área estudiada.

Estos datos se completaron con el tipo de distribución que presentaban sus poblaciones, reconociendo, para todo el área estudiada, tres modelos bien diferenciados:

1. *Distribución homogénea*: población de cierta extensión con individuos repartidos de manera más o menos uniforme por toda la superficie ocupada.
2. *Distribución en rodales o núcleos*: aglomeraciones de individuos localizadas en enclaves especiales.
3. *Distribución aislada*: manifestaciones esporádicas de individuos.

También en los trabajos de campo realizados en cada uno de los puntos, y como complemento al estudio poblacional de *P. willkommii*, se tomaron datos de caracterización del terreno, caracterización de la vegetación, especies cultivadas observadas en la época del estudio, y asignación del uso (agrícola, forestal o improductivo). Estos datos, en los trabajos posteriores de gabinete, fueron contrastados y complementados con información obtenida de memorias y mapas de cultivos y aprovechamientos (Ministerio de Agricultura, 1978; Junta de Andalucía, 2003), geológico (Instituto Geológico y Minero de España, 1983; Vera, 2004) y de suelos (CSIC, Junta de Andalucía, 1989).

Ensayos en laboratorio

Para el estudio de ciertos aspectos de la biología reproductiva y el cultivo de la especie, los estudios de campo se complementaron con la realización de ensayos de germinación y seguimiento del desarrollo de plantas cultivadas, llevados a cabo en cámara de cultivo

WTB BINDER KBW 240. Los ensayos de germinación se realizaron con una muestra de 200 achenios, que fueron obtenidos de individuos diferentes seleccionados al azar en el área de estudio. La muestra fue distribuida en 2 bloques de 100, uno de achenios sin vilano y el otro de achenios con vilano, con 4 repeticiones por bloque, de 25 achenios por repetición. Todos ellos fueron sembrados en cápsulas de Petri selladas con parafilm y sustrato agar-agar al 2%. No se practicaron tratamientos previos de los achenios, salvo disgregación manual de los externos (sin vilano) separándolos del receptáculo y entre sí.

El seguimiento del desarrollo se realizó en macetas de plástico de 10 cm de diámetro, con sustrato hortícola Klasmann TS3 a base de turba rubia, apropiado para semilleros y cultivo en maceta de planta de temporada, con pH (H₂O) = 5,5-6,5. En cada maceta se plantaron 2 plántulas con el crecimiento iniciado del primer nófilo, con la radícula protegida, a modo de cepellón, por el paralelepípedo que constituía su medio de cultivo (agar-agar). En ambos casos —germinación y desarrollo—, las plantas fueron sometidas a un tratamiento estándar de 12 h de luz intensa con 10 tubos de crecimiento OSRAM L 18 W / 77 FLUORA, temperatura de 24 y 18°C en fase de día y noche respectivamente, ventilación constante en circuito cerrado y aporte continuo de agua por capilaridad.

Algunas macetas con planta en pleno desarrollo fueron trasladadas a la intemperie, sin proceso de endurecimiento previo, en época aproximada concordante con el estado fenológico de las poblaciones naturales de la especie. Fueron cultivadas en lugar bien soleado durante la mayor parte del día, con aporte continuo de agua por capilaridad.

También se realizaron algunos ensayos piloto con plántulas trasplantadas a maceta con sustrato natural margoarcilloso, cultivadas en microinvernadero semicerrado, sin regulación automática de luz ni temperatura y con aporte continuo de agua por capilaridad. El riego fue suspendido por completo para algunas de estas macetas con individuos en fases iniciadas de floración-fructificación, llegando a presentar sequía acusada con retracción del sustrato arcilloso.

Por otro lado, en un ensayo piloto previo a los anteriores, se pudieron observar respuestas de algunos ejemplares de la especie con primordios florales en formación que, durante 15 días de la estación invernal (diciembre-enero), persistieron en el interior de la cámara de cultivo descrita desconectada, sin riego, luz, ni calor adicional.

Resultados:

Distribución, ecología y estructura poblacional

En los estudios de campo realizados en torno a los 26 puntos georreferenciados con presencia de *P. willkommii*, se pudieron identificar 4 unidades bien diferenciadas por la naturaleza y uso de los terrenos donde, respectivamente, se encontraron ubicados dichos puntos. A continuación se describen y caracterizan (ver figuras 2, 3 y tablas 2, 3) estas unidades diferenciadas, con las respectivas observaciones relativas a los parámetros poblacionales (nivel de presencia, modelo de distribución) establecidos para la especie:

UNIDAD I:

- Caracterización: Terrenos margo-arcillosos de elevada pedregosidad superficial, lajas de marga principalmente, asentados sobre dolomías, calizas dolomíticas y margas del Secundario (Triásico, Muschelkalk). Son zonas en general agrícolas, con mosaico de frutales de secano (almendro e higuera especialmente; olivo más esporádico), y subpisos o en mosaico con labor intensiva con rotación frecuente de cereal de secano (trigo, cebada y avena) y barbecho semillado (garbanzo, haba y alfalfa) o barbecho erial a pastos.
- Presencia de *P. willkommii*: Muy alta a alta en 8 de 8 puntos con estos tipos de suelos, con distribución homogénea en toda su superficie, o bien por rodales en los enclaves libres de laboreo reciente tales como afloramientos rocosos, cunetas, linderos,

entorno de construcciones o de árboles. La especie puede aparecer como dominante o codominante con otras arvenses nitrófilas, entre las que destaca *Chrysanthemum coronarium* L. y, en una parcela, *Rapistrum rugosum* (L.) All., principales competidores observados, que en suelos más profundos la sustituyen casi por completo. De manera similar sucede en ciertos enclaves rocosos cubiertos de matorral característico (especialmente *Thymra capitata* (L.) Cav.), que también desplaza a la especie. Las poblaciones de *P. willkommii* localizadas en esta unidad pueden ser identificadas como las “poblaciones tipo” de la especie para todo el área de estudio. Desde el punto de vista estructural, estas se caracterizan por presentar talla media de individuos reducida, de 10-30 cm; distribución de los mismos más o menos homogénea en el pasto, aunque la densidad y la presencia son muy variables, de ocasional a dominante, en función del momento del ciclo y de la climatología del año. Además estas poblaciones tipo incluyen, en mayor o menor grado, núcleos con presencia muy alta a alta de la especie, localizados en grietas y rodeando afloramientos rocosos, así como en otros enclaves más o menos libres de laboreo (entorno de árboles, cunetas, etcétera). En esta unidad también merece la pena destacar la presencia de ciertas poblaciones singulares de la especie, como la localizada en las proximidades del punto nº 9 sobre suelo profundo arcilloso, algo humificado en superficie, con aporte de agua dulce subterránea procedente de fugas de tuberías enterradas y colector. Se trata de una población mono-



Figura 2. Sistemas agropastorales que constituyen el hábitat de *Picris willkommii* en Ayamonte (Huelva, España). Izquierda: almendral (*Prunus dulcis*) con golpes y pies dispersos de olivo (*Olea europaea*) y hediondo (*Anagris foetida*). Derecha: pasto terofítico con presencia de *Picris willkommii* y *Chrysanthemum coronarium*.

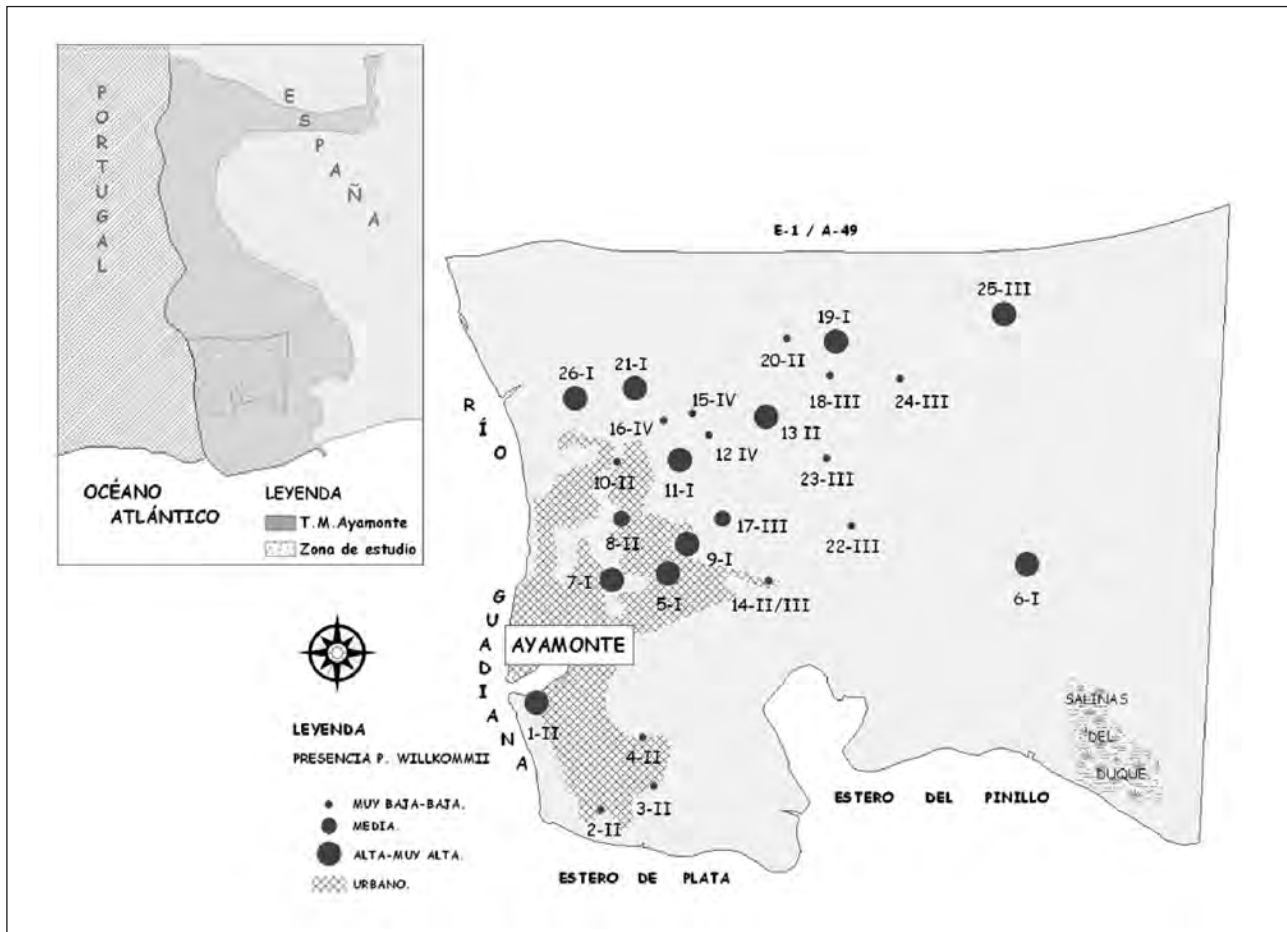


Figura 3. Mapa de localización de los puntos de observación con presencia de *Picris willkommii* en el término municipal de Ayamonte (Huelva, España). Los números romanos situados al lado del nº de orden de cada punto hacen referencia a la unidad (tipo de terreno) en donde se encuentra.

específica de cierta extensión (unos 5 m²) de *P. willkommii* excepcionalmente vigorosa y densa, de 0,8-1 m de altura media, distribución homogénea y presencia muy alta, con cobertura cercana al 100%, compitiendo en mosaico con poblaciones mono-específicas de *Ch. coronarium* de características estructurales similares. Así mismo destacaremos la población observada de *P. willkommii* pionera de fisuras de muros de contención de tierras recién construidos (1 año) con roca caliza, con distribución aislada de individuos, muy bien desarrollados y vigorosos, dominantes y con escasa competencia de otras especies.

UNIDAD II:

- Caracterización: Terrenos con gravas arcillosas rojas del Terciario (Neógeno, Plioceno) y Cuater-

nario, de elevada pedregosidad superficial principalmente con gravas redondeadas de cuarcitas (“garbancillo”), en algunos puntos de observación constituyendo sustrato alóctono procedente de relleno de obras, tal y como sucede en terraplenes de cunetas, cimentaciones, muros de esteros u otros lugares similares. Son zonas en general con uso forestal (alcornoque, pino piñonero, eucalipto, matorral silicícola), o bien agrícola con mosaicos de frutales de secano (a destacar higuera, almendro, olivo) y labor intensiva con barbecho semillado o barbecho erial a pastos.

- Presencia de *P. willkommii*: En estas tierras de cultivo, y en rellenos de obra en general, es baja a muy baja en 6 de 9 puntos con estos tipos de suelos, uno de ellos algo salinizado por contacto con estero (matorral halófito disperso con dominancia de

Tabla 2. Caracterización de los puntos de observación y presencia de *Picris willkommii*

Pto. nº	Nivel de presencia	Referencia vegetación	Unidad
1	A	Espiguillar	II
2	B	Pastizal densidad baja	II
3	MB	Espiguillar - matorral halófito	II
4	MB	Margarital disperso	II
5	A - núcleos	Margarital, hinojo	I
6	A - MA	Margarital, hinojo	I
7	A - núcleos	Margarital	I
8	M	Pastizal - alfalfa dominante	II
9	MA - núcleos	Margarital - pastizal	I
10	B - núcleos	PDº, hinojo, pastizal claro	II
11	A - MA	PDº, pastizal	I
12	MB	FCº, (trigo), avena, margarital	IV
13	M - A - núcleos	FCº, (QS, PP, PD, OS), matorral silicícola	II
14	MB	PD, FC, espiguillar claro	II-III
15	MB	Hinojo, pastizal	IV
16	MB - núcleos	Margarital, hinojo, pastizal claro	IV
17	M - núcleos	Pastizal claro, hinojo	III
18	B - núcleos	PDº, FCº, OSº, pastizal claro	III
19	A	Pastizal claro, hinojo	I
20	MB	Margarital	II
21	MA	PDº, margarital claro	I
22	B - núcleos	Espiguillar, hinojo	III
23	MB	OEº, pastizal claro	III
24	MB - núcleos	Margarital claro	III
25	A - núcleos	Ruderal	III
26	MA	PDº, AFº, espiguillar	I

Niveles de presencia de *P. willkommii*: muy alta (MA) a alta (A): *P. willkommii* dominante; media (M): *P. willkommii* codominante; baja (B) a muy baja (MB): *P. willkommii* ocasional. Unidad (referida al tipo de terreno): I (margocarcilloso), II (garbancillo, rellenos), III (arcillas rojas), IV (arcillas blancas). Símbolos: PP: *Pinus pinea*. QS: *Quercus suber*. OS: *Olea europaea*. PD: *Prunus dulcis*. FC: *Ficus carica*. AF: *Anagyris foetida*. SPº: rodales y pies dispersos de la especie SP. (SP): presencia ocasional de la especie o formación SP. Margarital: pastizal ruderal con predominio de compuestas (*Chrysanthemum coronarium* en general). Espiguillar: ídem con predominio de gramíneas.

Limoniastrum monopetalum (L.) Boiss.). La distribución de estas poblaciones es principalmente por rodales localizados, o individuos más o menos aislados o dispersos, en cimas, márgenes de cultivos, cunetas, terraplenes en muros de esteros, entorno de construcciones y otros enclaves de características similares. En las áreas forestales visitadas no se pudieron encontrar individuos de la especie, salvo un rodal con presencia alta de la misma, que fue localizado en uno de los puntos de muestreo situado al borde de un pinar de piñonero con alcornoque (*Pinus pinea* L., *Quercus suber* L.) y matorral silicícola caracterizado en la zona por la presencia, entre otras especies, de *Ulex australis* Clemente, *Genista hirsuta* Vahl., *G. triacanthos* Brot., *Rhamnus lycioides* subsp. *oleoides* (L.) Jahandiez &

Maire, *Cistus ladanifer* L., *C. monspeliensis* L., *Lavandula stoechas* L. subsp. *stoechas*.

UNIDAD III:

- Caracterización: Terrenos con arcillas rojas del Terciario y Cuaternario, de escasa pedregosidad, y en general usos agrícolas semejantes a los anteriores (frutal de secano con olivo predominante y también almendro e higuera; labor intensiva de cereal de secano con barbecho semillado o erial a pastos).
- Presencia de *P. willkommii*: En general es baja a muy baja en 5 de 7 puntos con estos tipos de suelos, con distribución por rodales localizados, o ejemplares dispersos, o aislados en cunetas, zonas libres de labor y otros enclaves.

Tabla 3. Síntesis de caracterización (geología, uso, presencia de *Picris willkommii*) de unidades

Unidades	Tipos de terrenos	Usos	Presencia <i>P. willkommii</i>
I	Margo-arcillosos sobre dolomías, calizas dolomíticas y margas del Secundario.	Agrícola	Muy alta / Alta
II	Gravas arcillosas rojas del Terciario y Cuaternario de elevada pedregosidad superficial (gravas redondeadas de cuarcitas).	Forestal / Agrícola	Baja / Muy baja
III	Arcillas rojas del Terciario y Cuaternario de escasa pedregosidad.	Agrícola	Baja / Muy baja
IV	Arcillas blancas a blanco-grisáceas asentadas sobre rocas volcánicas (basaltos doleríticos).	Agrícola	Muy baja

UNIDAD IV:

- Caracterización: Terrenos con arcillas blancas a blanco-grisáceas asentados sobre rocas volcánicas (basaltos doleríticos), en general con frutales de secano (almendro, higuera) y labor intensiva de secano con barbecho semillado o erial a pastos.
- Presencia de *P. willkommii*: Muy baja en 3 de 3 puntos con estos tipos de suelos, con distribución localizada en rodales o manifestaciones aisladas en zonas libres de laboreo reciente, destacando su nula o muy escasa presencia (no se encontró ningún ejemplar) en taludes arenosos erosionados formados por afloramiento de la roca madre, con

presencia de especies características de este tipo de suelos pobres y áridos tales como *Fumana thymifolia* (L.) Spach ex Webb e *Hyparrhenia hirta* (L.) Stapf in Oliver.

Todos estos terrenos que abarcan las unidades descritas son de escasa altitud (cotas desde el nivel del mar hasta 70,5 m en Cerrillo de la Mentira) y relieve ondulado, en los que las prácticas de cultivo suelen ser las tradicionales propias de frutales de secano, que requieren pocos cuidados en suelo y vuelo, escasos o nulos abonados y tratamientos fitosanitarios. Hoy, en general, las densidades de estos arbolados son escasas, muchos con no más de 15 pies/ha o reducidos a

Tabla 4. Valores medios de ensayos de cultivo de *Picris willkommii* en laboratorio según la morfología del fruto

Diferencias en desarrollo inicial según tipo de achenios	Sin vilano	Con vilano
Germinación y supervivencia al trasplante (%)		
Germinación a los 7 días	67	36
Germinación a los 21 días	69	88
Supervivencia de plántulas en cápsula de Petri	100	100
Supervivencia de plántulas trasplantadas a maceta (7 días)	95	85
Morfología de plántulas (mm)		
Longitud tallo hipocótilo	5.0	2.0
Ancho cotiledón	2.3	1.0
Longitud cotiledón	7.7	3.7
Morfología de plantas (roseta basal) de 1 mes		
Longitud 1ª hoja (mm)	39	37
Longitud 2ª hoja (mm)	112	88
Longitud 3ª hoja (mm)	173	166
Nº medio de hojas	3.8	2.7

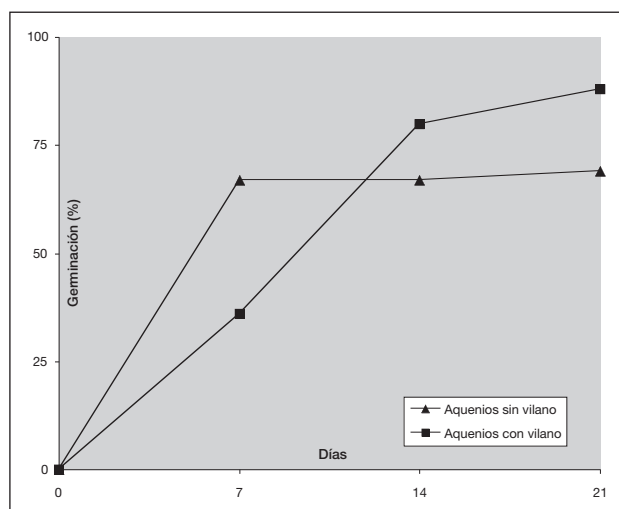


Figura 4. Dinámica temporal de la germinación de las semillas de *Picris willkommii*.

pies dispersos, subsistiendo en un estado general de semiabandono. En los subpisos de estos cultivos leñosos, o formando mosaico con ellos, aún se practican labores de secano cíclicas que, en sus fases de barbecho, son recolonizados por pastos terofíticos con presencia y distribución variable de *P. willkommii*. En ellos se pudo comprobar la resistencia que presenta esta especie al pastoreo intenso con cabras y ovejas, que fueron observadas en varias ocasiones actuando en el área de estudio, con más frecuencia las primeras, persistiendo ejemplares de la especie tras su paso. Esta resistencia a ser consumida por el ganado, fue además confirmada por manifestaciones de un pastor, que nos comunicó que “las cabras no se la comen porque es muy áspera”. No obstante durante el verano de 2005, con sequía excepcional, se encontraron ejemplares recomendados de la especie en una parcela que, en el momento de la observación, estaba siendo pastoreada por cabras.

Estos mismos períodos de sequía excepcional (años 2004 y 2005), también permitieron comprobar algunas estrategias de la especie para garantizar la renovación de sus poblaciones cuando se encuentran sometidas a estrés hídrico prolongado. Las plantas, con tonalidades violáceas intensas en hojas y tallos, presentaron reducción drástica de su talla (muchas no superaban los 5 cm), del tamaño del capítulo y del número de capítulos por individuo, los cuales permanecían semicerrados impidiendo la liberación de los aqueños con vilano.

Desarrollo de plantas cultivadas

En laboratorio se llevaron a cabo estudios sobre la biología reproductiva de *P. willkommii*, que vinieron a complementar algunas de las observaciones hechas en campo. Los resultados, en lo que interesa al presente trabajo, permitieron detectar diferencias sensibles en los patrones de germinación, morfología de plántulas y primeras fases del desarrollo de plantas procedentes de aqueños sin vilano (ASV) y aqueños con vilano (ACV). En ambos casos (ver Tabla 4 y Fig. 4, 5), se mostraron muy elevadas tasas de supervivencia (100%) de plántulas en cápsula de Petri. Sin embargo la velocidad de germinación de ASV, así como los parámetros morfométricos considerados para definir el tamaño de plántulas (longitud y ancho del cotiledón; longitud del tallo hipocótilo), casi duplicaron a los mismos parámetros de velocidad de germinación y tamaño de plántulas de ACV. No obstante, estos ACV mostraron tasas de germinación posterior (21 días) que superaron sensiblemente (19%) a los ASV. Así mismo, durante el primer mes de vida, se detectaron diferencias apreciables en los patrones de crecimiento de las plantas en maceta provenientes de ASV, con número y tamaño de nomófilos en roseta basal mayores que en las provenientes de ACV. No se observaron sin embargo diferencias significativas en las tasas de supervivencia de plántulas nacidas de ASV y ACV trasplantadas y desarrolladas en maceta con sustrato hortícola a base de turba, que en ambos casos fueron próximas al 100%, tanto las mantenidas en cámara de cultivo, como las trasladadas a la intemperie con floración incipiente. Ambos tipos de plántulas mostraron también similares tasas de supervivencia y desarrollo completo, próximas al 100%, cuando fueron trasplantadas a maceta con sustrato natural margoarcilloso y cultivadas en microinvernadero.

En ensayos piloto realizados en laboratorio se pudieron observar algunas respuestas de la planta bajo condiciones adversas. Los individuos sometidos en microinvernadero a condiciones prolongadas de sequía, así como otros sometidos a frío, sequía y oscuridad simultáneas durante 15 días, reaccionaron con respuestas similares a las observadas en campo en períodos áridos (tonalidades violáceas, reducción drástica de talla, tamaño del capítulo, número de capítulos, apertura incompleta de los mismos). Además, en plantas sometidas en microinvernadero y en el exterior a estrés hídrico, se pudo observar que sus últimas partes en morir fueron las terminales, portadoras de flores y frutos en desarrollo, muchos de los cuales fueron

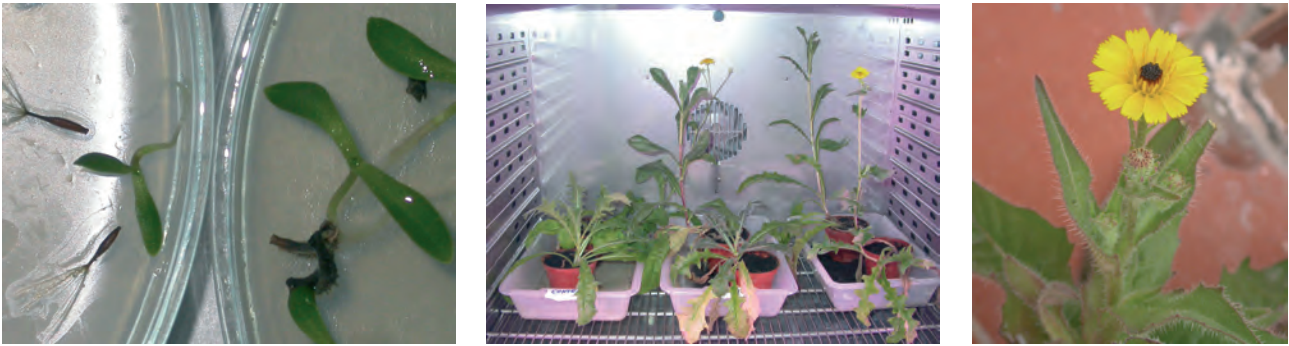


Figura 5. Ensayos de biología reproductiva de *Picris willkommii*. Izquierda: placas de Petri con achenios y plántulas a los 7 días del inicio del ensayo de germinación (izquierda, achenios con vilano; derecha, achenios sin vilano). Centro: plantas cultivadas en cámara de cultivo iniciando el proceso de floración. Derecha: planta cultivada en laboratorio y trasplantada a la intemperie en proceso de floración y fructificación.

capaces de madurar aun cuando el resto de la planta ya estaba seca.

Discusión

Los sistemas rotativos de secano seculares ya descritos, típicos de la zona estudiada, vienen siendo practicados continuamente al menos desde el siglo XVIII hasta nuestros días (Madoz, 1845-1850; González Cruz, 1995; Peña Guerrero, 1995; Ruiz González, 1999), y probablemente con anterioridad teniendo en cuenta su ubicación. Se caracterizan por estar localizados en una zona con clima mediterráneo suavizado por la proximidad de la desembocadura del Guadiana. Los suelos agrícolas dominantes en estos lugares son de mala calidad, removidos y desestructurados, margo-arcillosos, muy pedregosos y compactos, con estructura masiva cuando secos, asfixiante cuando húmedos, no obstante eficientes en la retención superficial de agua atmosférica. Son precisamente en estos suelos en los que, en las fases de barbecho con aprovechamiento a pastos, las poblaciones de *Picris willkommii* parecen haber encontrado su óptimo (poblaciones tipo descritas en la UNIDAD I) en cuanto a estructura, distribución y equilibrio con los factores ecológicos y la dinámica cíclica establecida desde antiguo. En ellos, a diferencia de lo que sucede en otros cercanos de mejor calidad, se ha observado que la especie convive con sus principales competidores en pastizales terofíticos de cobertura y talla generalmente escasas, en los que se igualan crecimiento y desarrollo, incluso de especies que, en condiciones edáficas más favorables, la superan y desplazan. Estas restricciones al crecimiento y desarrollo

impuestas por estos suelos pobres de secano, se ponen de manifiesto especialmente en *Chrysanthemum coronarium*, habiendo observado con claridad en la mayor parte de los puntos localizados con poblaciones típicas de *P. willkommii*, que las dos especies conviven presentando talla reducida (unos 10-30 cm), mayor separación entre individuos (variable, aunque la cobertura no suele superar el 50% en época de floración-fructificación) y capacidad reproductora disminuida (nº de capítulos reducido). De manera similar, la escasez de suelo vuelve a explicar la convivencia, y en muchos casos la dominancia, de *P. willkommii* respecto a sus competidoras en poblaciones de la especie con distribución por núcleos, localizadas en afloramientos rocosos, fisuras de muros, entorno de construcciones y otros enclaves de características similares.

Muy diferente es lo que sucede en suelos agrícolas de mejor calidad, más profundos, menos arcillosos y/o menos pedregosos, colindantes o localizados en zonas próximas a los anteriores. Frecuentemente en la zona estos suelos, en barbecho, se encuentran ocupados por poblaciones densas, vigorosas y casi monoespecíficas de *Ch. coronarium* —y de forma aislada en una parcela observada, de *Rapistrum rugosum*—, en las que sólo en algunas de ellas se pudo localizar en su interior algunos ejemplares aislados o muy dispersos de *P. willkommii*, creciendo ahilados y enredados entre individuos de la especie dominante. Esta situación de competitividad diferenciada de *P. willkommii* y *Ch. coronarium*, resulta congruente con las diferencias mostradas en sus respectivos hábitos, siendo la segunda capaz de alcanzar mayores tallas (hasta 100 cm: Talavera, 1987a) y, sobre todo, estructura más vigorosa, compacta y ramificada. También el ciclo reproductivo de *Ch. coronarium*, con

floración y fructificación de febrero a mayo (noviembre-diciembre) (Talavera, 1987a) y producción en nº de aquenios por capítulo de 201 (Bastida y Menéndez, 2004), muestra ventajas frente al ciclo reproductivo de *P. willkommii*, con floración y fructificación observadas de febrero a junio, y producción en nº de aquenios de 53 (De Vega Durán *et al.*, 2004).

Una posible consecuencia de este factor de competencia diferencial, equilibrada por las particulares restricciones que imponen los suelos agrícolas característicos de la zona, solapada a la singularidad geográfica, climática y antrópica de la misma, es que pudiera constituir una de las causas determinantes de la acusada estenocoria de la especie.

Ciertos caracteres morfológicos de *P. willkommii* desempeñan también funciones eficaces en el éxito de permanencia y renovación de sus poblaciones. La presencia de pelos o acúleos gloquidiados característicos del género (Talavera, 1987b), benefician a esta especie en su competencia frente a otros pastos más palatables para el ganado. También la heterocarpia de *P. willkommii* parece ser determinante en su dinámica poblacional y capacidad colonizadora dentro de su área. Se ha comprobado la rápida dispersión por el viento de sus aquenios internos (con vilano), que se produce casi inmediata a su maduración. Sin embargo, en condiciones prolongadas de aridez (y/o frío en laboratorio), los pocos capítulos maduros tienden a permanecer semicerrados, reteniendo estos aquenios, en lo que podríamos interpretar como un mecanismo de defensa mediante concentración de la escasa semilla producida, que ofrece mayores garantías de que su siembra se produzca en una zona adecuada, ocupada antes por la planta madre.

Asimismo, relativo a estos aquenios internos, las diferencias observadas en laboratorio de sus patrones de germinación y desarrollo (mayor velocidad inicial, retardo y mayor eficacia en la germinación; menor tamaño de plántulas; menor crecimiento inicial de roseta basal) frente a los de los aquenios externos, parecen guardar relación con el tamaño de dichos aquenios, siendo los internos más pequeños, aunque más numerosos que los externos (aquenios internos de 4-4,5 mm atenuados en un pico de 1-2 mm, externos de 5-6 mm con pico de hasta 2 mm o sin pico: Talavera, 1987b; unos 40 aquenios internos y unos 13 externos por capítulo: De Vega Durán *et al.*, 2004). Estos factores actúan en beneficio de la eficacia en el modo de dispersión (anemocoria) común de estos aquenios con vilano; en contrapartida, suponen un sacrificio de resistencia a condiciones adversas en su diseminación natural.

Respecto al conjunto formado por los aquenios externos (sin vilano) envueltos por las brácteas del involucre (Blanca *et al.*, 2000), se ha comprobado que está provisto de fuertes espinas recurvadas, con muy elevada capacidad de sujeción al pelo de animales, tejido o similar. Estas estructuras muestran además una marcada sinaptospermia, fenómeno especialmente frecuente en plantas de clima árido (Font Quer, 1979), permaneciendo fuertemente unidos entre sí y al capítulo seco en la dispersión. Son cualidades del fruto que parecen operar de forma determinante en el comportamiento pionero de la especie (colonizadora de fisuras, terraplenes, cunetas, descampados, etcétera) y, especialmente, en la rápida recolonización cíclica de superficies laboreadas y pastoreadas con cierta frecuencia. Es entonces cuando la acción del ganado debe de desempeñar un papel importante en la separación entre la planta madre y las coronas de aquenios sin vilano, y la posterior dispersión de las mismas por el barbecho sujetas al pelo de los animales (ectozoocoria), de manera análoga a como actúan otras especies mediterráneas (Herrera, 2001). De esta forma, *P. willkommii* muestra una acusada adaptación al pastoreo, con modelos de competitividad, dispersión, estructura y dinámica poblacional dependientes de esta actividad antrópica, hecho que viene a confirmar lo ampliamente descrito para ecosistemas mediterráneos en los que la actividad del ganado contribuye a una mayor biodiversidad de los pastos (Ferrer y Broca, 1999; Herrera, 2001; Montserrat, 2001; San Miguel, 2001, 2003; Robles, 2008).

De los estudios de campo merece también la pena hacer referencia a las observaciones realizadas sobre la población monoespecífica de *P. willkommii*, de talla y cobertura excepcionales, descrita en el punto nº 9 (UNIDAD I). No presentaba síntomas de pastoreo, pudiendo comprobarse en ella la dificultad de separación natural de los aquenios externos entre sí, estos del capítulo, y el capítulo de la planta madre. Esta situación se mantuvo durante gran parte del año, dificultando la llegada de semilla al suelo y, por tanto, la renovación y consolidación de la población por barocoria. Al año siguiente (febrero de 2005), se comprobó en esta población que el reclutamiento de la especie había sido prácticamente nulo en su interior, tan sólo localizándose algunos nuevos individuos de *P. willkommii* creciendo dispersos, en estado de roseta basal bien desarrollada y con tallo incipiente, y abundancia de otras arvenses que la estaban sustituyendo (no se pudo continuar el seguimiento de la población por haber sido sustituida definitivamente por construcciones).

De los ensayos de laboratorio complementarios también se pudieron conocer ciertas pautas orientativas para

el cultivo de *P. willkommii* bajo condiciones controladas. La especie presentó elevados porcentajes de germinación, rápida y con elevadas tasas de supervivencia, así como elevada tasa de supervivencia de individuos trasplantados a maceta, crecimiento vigoroso y desarrollo completo de los mismos, tanto en cámara de cultivo como en intemperie. Además se pudo comprobar el elevado grado de tolerancia y adaptación de la especie a variaciones de las condiciones atmosféricas y del sustrato, incluso bajo condiciones de estrés. De estos resultados podemos concluir que los problemas de persistencia de poblaciones de *P. willkommii* no parecen ser consecuencia de dificultades inherentes a la germinación, crecimiento y desarrollo de la planta, y que su cultivo resulta sencillo bajo condiciones controladas.

Para finalizar este apartado indicaremos a continuación las que, a la vista de los resultados obtenidos, consideramos como las principales amenazas para la persistencia de las poblaciones naturales de la especie, que podemos resumir en las siguientes:

- 1) Eliminación del hábitat descrito de *P. willkommii* por su plena coincidencia con el área de expansión urbana de la localidad de Ayamonte.
- 2) Abandono de los sistemas agropecuarios extensivos seculares en la zona y sustitución de los mismos por cultivos intensivos (naranja y nectarina frecuentes en la zona), o cambio de uso a forestal de bosque o matorral, o cualquier otra modificación que implique ruptura de la dinámica cíclica que ha venido caracterizando a dichos cultivos de secano tradicionales.
- 3) Ausencia de valores añadidos generalizados (ornamentales, alimenticios, culturales u otros) de la especie y de su hábitat (ruderal), que pudieran facilitar la aplicación de medidas de protección conjuntas.

La situación actual de merma acelerada de las poblaciones de la especie por estas razones, sumado a que la zona constituye su único hábitat principal conocido, parecen reforzar la necesidad urgente de establecer las medidas legales oportunas que garanticen la protección de estas poblaciones de *Picris willkommii* y de los pastos terofíticos nitrófilos muy antropizados que constituyen su hábitat, así como de poner en práctica ciertas medidas (aplicación de políticas agrarias adecuadas a la conservación de la especie; divulgación integrada de sus valores vinculados al de otros valores ecológicos, paisajísticos y culturales de la zona; creación de banco de germoplasma y reservas *in situ* de la especie cultivada, y otras medidas complementarias), unidas al diseño y

desarrollo de estrategias y planes que establezcan las garantías suficientes para su conservación.

Conclusiones

- 1) *P. willkommii* es una especie ruderal con marcado comportamiento oportunista, observada como arvense, viaria, fisurícola, freatófita y nitrófila, mostrando también cierta tolerancia a la salinidad, siendo especie pionera en muchos casos.
- 2) Este comportamiento le permite mantener individuos o poblaciones “de repuesto” en numerosos enclaves próximos a zonas en fases del aprovechamiento incompatibles con su presencia, y su posterior recolonización en las fases del ciclo compatibles.
- 3) Las estrategias de dispersión (sinaptospermia, zoorcoria, anemocoria, barocoria) se muestran eficaces y bien adaptadas a la agricultura de secano combinada con la ganadería tradicionales en la zona, pareciendo ser una planta poco palatable al ganado cabrío y ovino, que se beneficia del pastoreo por eliminación selectiva de competencia y por ser este un importante vector de dispersión, en especial de la corona formada por los achenios externos.
- 4) Sin embargo en condiciones especiales, cuando la población se hace monoespecífica y se cierra en exceso, parece tener dificultades en su renovación natural por barocoria frente a otras competidoras, por la persistencia de dicha sinaptospermia y sujeción del capítulo a la planta madre.
- 5) La especie se muestra como arvense eficiente en fases de barbecho erial a pastos de la rotación, con poblaciones tipo de la misma presentes en suelos agrícolas en general margo-arcillosos, muy pedregosos y compactos, que actúan como principal factor limitante equiparando su crecimiento y desarrollo con los de otras competidoras más agresivas en medios edáficos más favorables.
- 6) La biología de *P. willkommii*, unida a la singularidad climática y edáfica de la zona, en combinación con sus aprovechamientos agropecuarios seculares, todo en su conjunto parece constituir un sistema particular determinante en el delicado equilibrio dinámico que mantienen las poblaciones de la especie, que además pudiera explicar, al menos en parte, su acusada estenocoria.
- 7) *P. willkommii* se enrarece notablemente, o no ha sido observada, en zonas de secano con ruderales más

competitivas en condiciones edáficas favorables; en cultivos intensivos; en bosques y matorrales con o sin arbolado; en zonas con sustrato muy arenoso.

- 8) El cultivo de *P. willkommii* mediante siembra bajo condiciones controladas, resulta sencillo y poco exigente, siendo fácil la recolección y manipulación de achenios, con altos porcentajes de germinación, de supervivencia de plántula, y de planta trasplantada a maceta y desarrollada en laboratorio y a la intemperie, mostrando además elevada tolerancia y grado de adaptación a condiciones diversas, incluso a situaciones de estrés; todo ello referido a plantas nacidas de sus dos tipos de achenios, que, no obstante, mostraron diferencias apreciables en sus patrones respectivos de germinación y primeras fases de desarrollo, que pudieran tener repercusiones en su diseminación natural.

Agradecimientos

A F. Pérez Ortiz por su colaboración en la localización de zonas con presencia de *Picris willkommii* en Ayamonte, y a J. Peña Ramos por su colaboración en el mantenimiento de las condiciones de cultivo de la planta en laboratorio.

Referencias bibliográficas

- BASTIDA F., MENÉNDEZ J., 2004. Germination requirements and dispersal timing in two heterocarpic weedy Asteraceae. *Communications in Applied Biological Sciences* 69: 67-76.
- BLANCA G., CABEZUDO B., HERNÁNDEZ-BERMEJO J.E., HERRERA C.M., MUÑOZ J., VALDÉS B., 2000. Libro Rojo de la Flora Silvestre Amenazada de Andalucía. Tomo II: Especies Vulnerables. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía. Sevilla.
- BOLETÍN OFICIAL DEL ESTADO, 1995. Real Decreto 1997/1995 por el que se establecen medidas para garantizar la biodiversidad mediante la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres. BOE núm 310, 28/12/1995.
- BOLETÍN OFICIAL DEL ESTADO, 2007. Ley 42/2007, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad. BOE núm 299, 14/12/2007.
- BOLETÍN OFICIAL DE LA JUNTA DE ANDALUCÍA, 2003. Ley 8/2003 de la Flora y Fauna Silvestres de Andalucía. BOJA núm 218, 12/11/2003.
- BOLETÍN OFICIAL DE LA JUNTA DE ANDALUCÍA, 1994. Decreto 104/1994 que establece el Catálogo Andaluz de Especies de la Flora Silvestre Amenazada. BOJA núm 107, 14/07/1994.
- CABEZUDO B., TALAVERA S., BLANCA G., SALAZAR C., CUETO M., VALDÉS B., HERNÁNDEZ BERMEJO J.E., HERRERA C.M., RODRÍGUEZ HIRALDO C., NAVAS D., 2005. Lista Roja de la Flora Vascular de Andalucía. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía. Sevilla.
- COMITÉ ESPAÑOL UICN, COMISIÓN DE FLORA, 2000. Lista Roja de la Flora Vascular Española. *Rev. Conservación Vegetal* 6, noviembre 2000 (número especial): 1-39.
- CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS, JUNTA DE ANDALUCÍA, 1989. Mapa de suelos de Andalucía. E. 1:400.000. C.S.I.C. - I.A.R.A. Sevilla.
- DE VEGA DURÁN C., ORTIZ-HERRERA M.A., SANCHEZ GULLÓN E., TALAVERA S., 2004. *Picris willkommii* (Sch. Bip.) Nyman. En: Atlas y Libro Rojo de la Flora Vascular Amenazada de España. (Bañares A., Blanca G., Güemes J., Moreno J.C., Ortiz S., eds.). Dirección General de Conservación de la Naturaleza. Ministerio de Medio Ambiente. Madrid. pp. 806-807.
- DIARIO OFICIAL DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS, 1992. Directiva 92/43/CEE relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres. DOCE núm. L 206, 22/07/1992.
- EUROPEAN COMMISSION, HABITATS COMMITTEE, 2007. Interpretation manual of European Union habitats – EUR 27 [en línea]. Disponible en http://ec.europa.eu/environment/nature/legislation/habitatsdirective/docs/2007_07_im.pdf [Consulta: 5 septiembre 2008].
- FERRER C., BROCA A., 1999. El binomio agricultura-ganadería en los ecosistemas mediterráneos. Pastoreo frente a “desierto verde”. XXXIX Reunión Científica de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos, Almería, 1999. pp. 309-334.
- FONT QUER P., 1979. Diccionario de Botánica. Ed. Labor. Madrid.
- GONZÁLEZ CRUZ D., 1995. La tierra y los hombres en la Huelva del Antiguo Régimen. En: El Tiempo y las fuentes de su memoria. Historia Moderna y Contemporánea de la provincia de Huelva. Tomos I-IV. (Rey de las Peñas R., coord.). Diputación Provincial de Huelva. Huelva. Tomo III.
- HERRERA C.M., 2001. Dispersión de semillas por animales en el Mediterráneo: ecología y evolución. En: Ecosistemas mediterráneos: análisis funcional. (Zamora R., Pugnaire F.I., eds.). Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Sociedad Española de Ecología Terrestre. Madrid. pp: 125-152.

- INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA, 1983. Mapa geológico de España. E. 1:50.000. Hoja 998 08-41, Ayamonte. Servicio de Publicaciones. Ministerio de Industria y Energía. Madrid.
- JUNTA DE ANDALUCÍA, CONSEJERÍA DE AGRICULTURA Y PESCA, 2003. Mapa de cultivos y aprovechamientos de Andalucía. Provincia de Huelva. Junta de Andalucía. Sevilla.
- JUNTA DE ANDALUCÍA, INSTITUTO DE CARTOGRAFÍA DE ANDALUCÍA, 2002. Mapa topográfico de Andalucía 1:10.000. Mosaico raster. Provincia de Huelva: hojas 99823 y 99824. Junta de Andalucía. Sevilla.
- JUNTA DE ANDALUCÍA, INSTITUTO DE CARTOGRAFÍA DE ANDALUCÍA, 2005. Ortofotografía digital en color. Provincia de Huelva: nº 99823 y 99824. Junta de Andalucía. Sevilla.
- LAVINAS C., 2004. Reserva Natural do Sapal de Castro Marim e Vila Real de Santo António, uma contribuição para sua gestão. Instituto da Conservação da Natureza. Centro de Zonas Húmidas.
- MADOZ P., 1845-1850. Diccionario Geográfico-Estadístico-Histórico de España y sus posesiones de Ultramar. 16 tomos. Establecimiento tipográfico de P. Madoz y L. Sagasti. Madrid. En: Pascual Madoz. Diccionario geográfico – estadístico – histórico de Andalucía. Huelva. (Sánchez Zurro D., 1988). Ámbito / Editoriales Andaluzas Unidas. Valladolid.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA, 1978. Mapa de cultivos y aprovechamientos. E. 1:50.000. Hoja 998 08-41, Ayamonte. Servicio de Publicaciones Agrarias. Ministerio de Agricultura. Madrid.
- MONTERRAT P., 2001. Importancia gestora y social del pastoralismo. Arch. Zootec. 50: 491-499.
- MORENO J.C.(coord.), 2008. Lista Roja 2008 de la Flora Vascular Española. Dirección General de Medio Natural y Política Forestal. Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino, y Sociedad Española de Biología de la Conservación de Plantas. Madrid.
- PEÑA GUERRERO M^aA., 1995. La provincia de Huelva en los siglos XIX y XX. En: El Tiempo y las fuentes de su memoria. Historia Moderna y Contemporánea de la provincia de Huelva. Tomos I-IV. (Rey de las Peñas R., coord.). Diputación Provincial de Huelva. Huelva. Tomo IV.
- ROBLES A.B., 2008. “En el conjunto de las sierras béticas”: pastos, producción y cambio global. XLVII Reunión Científica de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos, Córdoba, 2008. pp. 31-51.
- RUIZ GONZÁLEZ J. E., 1999. Huelva, según las relaciones enviadas por los párrocos al Geógrafo Real Tomás López en el siglo XVIII. Diputación Provincial de Huelva. Huelva.
- SAN MIGUEL AYANZ A., 2001. Pastos naturales españoles. Caracterización, aprovechamiento y posibilidades de mejora. Fundación Conde del Valle de Salazar, Eds. Mundi-Prensa. Madrid.
- SAN MIGUEL A., 2003. Gestión silvopastoral y conservación de especies y espacios protegidos. Ponencia XLIII Reunión Científica de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos, Granada, 2003 [en línea]. Disponible en <http://www.montes.upm.es/Dptos/DptoSilvopascicultura/SanMiguel/pdfs/publicaciones/Gest%20silvopast%20y%20conserv%20de%20especies%20y%20espacios%202003.pdf> [Consulta: 1 septiembre 2008].
- SÁNCHEZ GULLÓN E., BASTIDA F., BUTLER I., MONTEAGUDO F.J., 2004. *Picris willkommii* (Schultz Bip.) Nyman (*Asteraceae*) novedad corológica para la comarca natural de la campiña de Huelva (Andalucía, España). Acta Botánica Malacitana 29: 299-300.
- SELL P.D., 1989. *Picris* L. En: Flora Europaea Vol 4: *Plantaginaceae* to *Compositae* (and *Rubiaceae*). (Tutin T.G., Heywood V.H., Burges N.A., Moore D.M., Valentine D.H., Walters S.M., Weeb D. A., eds). Cambridge University Press. pp. 315-317.
- TALAVERA S., 1987a. *Chrysanthemum* L., Sp. Pl. 887 (1753) [Gen. Pl., ed. 5: 379, 1754]. En: Flora Vascular de Andalucía Occidental. (Valdés B., Talavera S., Fernández Galiano E., eds.). Ketres Edit. Barcelona. Vol 3, pp. 64-65.
- TALAVERA S., 1987b. *Picris* L., Sp. Pl. 792 (1753) [Gen. Pl., ed. 5: 347, 1754]. En: Flora Vascular de Andalucía Occidental. (Valdés B., Talavera S., Fernández Galiano E., eds.). Ketres Edit. Barcelona. Vol 3, pp. 122-124.
- VERA J.A. (ed.), 2004. Geología de España. Sociedad Geológica de España. Instituto Geológico y Minero de España. Madrid.