

Respuestas de la vegetación arvense a los tratamientos agrícolas

Ramón M. Masalles (*)

Resumen: Masalles, R. M. *Respuestas de la vegetación arvense a los tratamientos agrícolas. Lazaroa 25: 35-41 (2004).*

Se destaca la importancia económica de las malas hierbas en la agricultura y se comentan las características generales más destacadas de la flora arvense y su dependencia respecto a los factores ambientales, entre los cuales las actividades agrícolas suelen ser decisivas. Se enumeran los efectos que los cambios en la gestión de los cultivos durante las últimas décadas han producido sobre las comunidades arvenses y se razona la oportunidad de llevar a cabo estudios de biología de poblaciones para entender mejor su composición. Finalmente, se comparan las principales características demográficas de *Agrostemma githago* y *Diptotaxis erucoides* que explican el carácter mesícola de la primera y la abundancia de la segunda en cultivos arados periódicamente.

Abstract: Masalles, R. M. *Responses of weed vegetation to agricultural practices. Lazaroa 25: 35-41 (2004).*

This paper deals with the main characteristics of weed flora and their dependence on ecological factors, especially agricultural practices. It also examines the economic implications of weeds in agriculture and explores the effects of changes in culture management over the last few decades on weed communities. Studies of plant population biology help to explain the composition of the weed communities. The comparison of the basic demographic traits between *Agrostemma githago* and *Diptotaxis erucoides* reveals the mesic nature of the former and the ploughing dependence of the second.

FLORA Y VEGETACIÓN ARVENSES

La flora arvense, de los cultivos, depende, con el resto de las plantas del territorio, de las características de clima y suelo, pero particularmente de los tratamientos agrícolas: métodos de recolección (siega, ...); tipo de arado, y periodicidad y momento del laboreo; uso de plaguicidas; periodicidad y tipo de regadío (inundación, aspersión); etc. La mayoría de los tratamientos pueden ser considerados perturbaciones desde un punto de vista ecológico, pero algunos como el riego o la fertilización son más bien una bendición para las plantas.

La flora arvense suele determinar restricciones importantes de la cosecha en muchos de los cultivos. Por esta razón el colectivo ha recibido el nombre de malas hierbas; y también por esta causa una parte de la actividad agrícola se ha orientado, desde los albores de la agricultura, a eliminarlas, antiguamente mediante métodos manuales y más recientemente mediante el uso de productos químicos. Desde mediados del siglo XX se han destinado can-

tidades ingentes de esfuerzos y de dinero a la investigación en el campo de la malherbología con el objetivo principal de desarrollar nuevos métodos de control químico. A finales de los años 40 comienza el uso generalizado de herbicidas más o menos selectivos (principalmente de dicotiledóneas en cultivos de cereales) y en la actualidad, los herbicidas representan prácticamente el 50% del valor de los pesticidas utilizados (un negocio que el año 2000 movió alrededor de 30 billones de euros en todo el mundo) y han generado nuevos problemas ambientales, desde la presencia de residuos en el suelo, con efectos secundarios sobre la red trófica, hasta la aparición y expansión de poblaciones de plantas resistentes a herbicidas (según el ISHRW, 2003, una veintena de especies han sido detectadas en España desde finales de la década de los 80, entre las cuales diversos *Amaranthus* y *Setaria*, además de *Lolium rigidum*, *Chenopodium album*, *Papaver rhoeas*, *Solanum nigrum*, etc.).

Durante siglos, las malas hierbas han soportado no tan sólo los tratamientos generales del cultivo

* Departament de Biologia Vegetal (Botànica). Facultat de Biologia. Universitat de Barcelona. CERBIV. Av. Diagonal 645. 08025-Barcelona. E-mail: rmasalles@ub.edu

sino también todo tipo de intervenciones, tanto mecánicas como químicas, destinadas a eliminarlas. Han sobrevivido, en general, gracias a algunas adaptaciones básicas que no suelen coincidir en una misma especie:

— el ciclo anual de la mala hierba coincide con el de la planta cultivada, y a menudo las semillas o frutos respectivos son muy similares. Se trata, en pocas palabras, de un camuflaje funcional y/o morfológico.

— en otros casos, las malas hierbas cierran su ciclo vital en muy poco tiempo, de manera que

cuando llegan los tratamientos mecánicos ya han fructificado (y el propio tratamiento puede favorecer su diseminación).

— cuando existen bulbos y, en general, tallos subterráneos, el paso del arado puede favorecer su multiplicación más que su eliminación.

— las plantas reptantes suelen ser resistentes al pisoteo frecuente que se da en los huertos y en muchos cultivos intensivos.

La Tabla 1 resume éstas y otras características propias de las plantas arvenses a partir de las propuestas de BAKER (1974), todavía plenamente vigentes.

Tabla 1
Características de la mala hierba ideal (BAKER, 1974; ligeramente modificado)

1. Requerimientos germinativos que se cumplen en diversos ambientes
2. Germinación discontinua (controlada internamente) y longevidad elevada de las semillas
3. Crecimiento rápido hasta alcanzar el estadio de floración
4. Producción prácticamente continua de semillas mientras lo permitan las condiciones de crecimiento
5. Autocompatibilidad pero no autogamia completa o apomixis
6. Polinización cruzada, si se da, a cargo de animales no especializados o del viento
7. Producción de semillas (fertilidad) muy elevada en condiciones ambientales favorables
8. Producción de algunas semillas dentro de una gama muy amplia de condiciones ambientales; tolerancia y plasticidad
9. Adaptaciones a la diseminación tanto a distancias cortas como a grandes distancias
10. En el caso de plantas perennes, reproducción vegetativa vigorosa o regeneración a partir de fragmentos
11. En el caso de plantas perennes, fragilidad para que no puedan ser arrancadas del suelo fácilmente (y enteras)
12. Capacidad de competir con las demás especies mediante diversos mecanismos (roseta basal, crecimiento muy rápido, producción de sustancias alelopáticas, etc.)

Las 8.000-10.000 especies de todo el mundo que se comportan como malas hierbas tienen en común una gran capacidad para colonizar ambientes intervenidos periódicamente y, sobre todo, productivos (aprovechan los aportes del agricultor que, en muchos casos, colabora también en su diseminación). Como en otros estadios iniciales de la sucesión, las plantas arvenses son en su mayoría eurioicas, adaptadas a condiciones cambiantes (en el espacio y en el tiempo) y capaces de evolucionar rápidamente. Esta adaptabilidad se manifiesta, sobre todo, en sus estrategias reproductivas.

Conviene indicar que una primera clasificación de las plantas arvenses según su capacidad de colonizar diversos tipos de cultivos permite distinguir las plantas especialistas de las polivalentes. La separación no presupone que las unas sean más mo-

lestas que las otras, ni más abundantes, ni tienen más capacidad de perseverar en un cultivo determinado, sino que pueden colonizar pocos (o muchos) cultivos.

Las plantas especialistas están estrechamente adaptadas, a lo largo de milenios, a un tipo de cultivo determinado. Es un sistema perfecto mientras se mantengan las condiciones ambientales, pero letal si las condiciones cambian tan bruscamente que los mecanismos de adaptación de la especie no pueden seguir el ritmo. Es el caso de *Agrostemma githago* y otras plantas de las mieses; y de *Camelina sativa* subsp. *dentata*, *Silene cretica* y *Lolium remotum* en los campos de lino; la desaparición (a veces simplemente una larga interrupción) del cultivo o la práctica del cernido de las semillas conduce irremediablemente a su extinción.

Las plantas polivalentes son cada vez más numerosas entre la flora arvense; su estrategia no va en el sentido de especializarse en un tipo concreto de cultivo, sino que se especializan en no ser especialistas. De esta forma pueden colonizar nuevos tipos de cultivos y entrar fácilmente en espacios abiertos (frecuentes en agricultura) compitiendo eficazmente con la planta cultivada. Es el caso, en nuestra flora, de diversas especies del género *Conyza*.

La profunda transformación de las prácticas agrícolas a lo largo del siglo XX, incluido el uso de herbicidas, después de siglos de tratamientos agrícolas relativamente homogéneos, no tan sólo se deja sentir en un aumento de las cosechas sino que ha determinado también un cambio, en ocasiones muy acentuado, de la flora asociada a los cultivos. Este cambio ha venido reforzado por la introducción de numerosas plantas alóctonas que han conseguido entrar a formar parte de nuestras comunidades arvenses. A modo de ejemplo, la tabla 2 presenta la flora alóctona de origen americano de los cultivos de Cataluña.

Desde una perspectiva fitocenológica, las consecuencias principales son:

a) una disminución de la biodiversidad y cambios en la distribución de la flora propia de los cultivos, que conducen en ocasiones a la dominancia de una o pocas especies (a causa de monocultivo, herbicidas, resistencias) y en otros casos hasta la desaparición de ciertas especies. Como reacción, en algunos países se han creado «reservas» de flora arvense (que permiten mostrar, además, la metodología utilizada en la agricultura tradicional).

b) tendencia hacia el predominio de plantas de gran amplitud ecológica (que hemos denominado polivalentes), capaces de vivir en distintos tipos de cultivos.

c) uniformización creciente y aleatoriedad en la composición de las comunidades, lo que a menudo conlleva complejos problemas de tipificación. Las comunidades arvenses suelen ser altamente irregulares e inestables a consecuencia de la irregularidad de los tratamientos; esta heterogeneidad es particularmente evidente cuando año tras año se suceden en una misma parcela cultivos distintos que exigen tratamientos diferentes, de manera que una parcela suele tener las plantas que le corresponden por el cultivo actual y además las que ha «heredado» del cultivo precedente. En este sentido, la agricultura basada

en rotaciones (cada vez más en desuso), favorece el mantenimiento de la diversidad espacial y limita la excesiva dominancia de unas pocas especies.

d) aparición de nuevas comunidades debidas a cambios en los tratamientos agrícolas y, más raramente, a la introducción de plantas alóctonas.

LA BIOLOGÍA DE POBLACIONES Y LA INTERPRETACIÓN DE LA VEGETACIÓN ARVENSE

Una de las manifestaciones más claras de los cambios sufridos por las comunidades arvenses es la introducción de nuevas especies en una comunidad, o la disminución (que puede llevar a la desaparición) o incremento de los efectivos de especies ya existentes. Solemos asociar la presencia de una determinada planta arvense a las prácticas agrícolas de la parcela (tipo, intensidad, periodicidad) pero esta interpretación, en general acertada, no siempre permite explicar el porqué de su presencia, o el número de individuos de la población o sus pautas de ocupación del espacio. Hace falta algo más que intuición para razonar científicamente la persistencia o la desaparición de una determinada especie en un ambiente o comunidad concretos, o bien valorar los factores, sean intrínsecos o ambientales, que determinan su éxito o su fracaso (MASALLES, SANS & PINO, 1998). Estas explicaciones son uno de los objetivos de los estudios de biología de poblaciones vegetales, que tienen en la demografía una de sus bazas principales y que permiten comprender, por ejemplo, la composición de las comunidades arvenses. La investigación en biología de poblaciones vegetales exige una labor más intensiva que extensiva y, aunque su sistema de trabajo tenga pocos puntos de contacto con el método sigmatista, no puede prescindir de los conocimientos que proporciona la fitocenología. El marco de referencia ya no son las comunidades sino las poblaciones vegetales y, partiendo de esta premisa, el éxito o el fracaso de una determinada especie se traduce en un aumento o una disminución de los efectivos de sus poblaciones. Desde un punto de vista metodológico, las investigaciones de este tipo se basan en el análisis detallado de un número muy elevado de individuos durante períodos de tiempo relativamente largos.

Pero los estudios de biología de poblaciones necesitan conocer cuales son los factores ecológicos que de modo más directo afectan a las poblaciones

Tabla 2

Flora alóctona de origen americano en los cultivos de Cataluña (Masalles, Sans & Pino 1996). AR, arrozales; L, cultivos leñosos, H, cultivos herbáceos; S, de secano; R, de regadío; en **negrita**, muy abundante; en redonda, abundante; en *cursiva*, poco abundante; el paréntesis indica distribución muy restringida. 1.^a refer = primera herborización en localidad catalana o año de publicación [y española, si es distinta, entre corchetes] de cada uno de los taxones.

Taxones	Formas vitales	Tipos agronómicos	1. ^a referencia
Fam. <i>Amaranthaceae</i>			
<i>Amaranthus albus</i> L.	Th	LS, HR	1864 [1841]
<i>Amaranthus blitoides</i> S. Watson	Th	HR, LR, LS, HS	1912
<i>Amaranthus deflexus</i> L.	Ch	HR	1864 [1802]
<i>Amaranthus hybridus</i> L.	Th	HR, LR	1880 [1861]
<i>Amaranthus retroflexus</i> L.	Th	HS, HR, LS, LR	1847 [1841]
Fam. <i>Asteraceae</i>			
<i>Aster squamatus</i> (Spreng.) Hieron.	Th(NP)	LR, HR	1912
<i>Bidens subalternans</i> DC.	Th	LS, HR	1935
<i>Conyza bonariensis</i> (L.) Cronq.	Th	HR, L	1864 [1840]
<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronq.	Th	HR, LR, LS	1846 [1787]
<i>Conyza sumatrensis</i> (Retz.) E. Walker	Th	LS, HR	1904 [1840]
<i>Eclipta prostrata</i> (L.) L.	Th	(AR)	1893
<i>Galinsoga parviflora</i> Cav.	Th	(HR)	1969
<i>Tagetes minuta</i> L.	Th	LS	1926 [1865]
<i>Xanthium echinatum</i> Murray subsp. <i>italicum</i> (Moret.) O. Bolòs et J. Vigo	Th	LS, HS, HR	1912 [1887]
<i>Xanthium spinosum</i> L.	Th	HS, HR	1846 [1784]
Fam. <i>Convolvulaceae</i>			
<i>Cuscuta campestris</i> Yuncker	Th par	HR	195?
Fam. <i>Euphorbiaceae</i>			
<i>Euphorbia nutans</i> Lag.	Th	HR	1850?
<i>Euphorbia prostrata</i> Ait.	Th	HR, LR, LS	1912
Fam. <i>Lythraceae</i>			
<i>Ammannia coccinea</i> Rottb.	Th	(AR)	1950
<i>Ammannia robusta</i> Heer et Regel	Th	(AR)	1951
Fam. <i>Najadaceae</i>			
<i>Najas gracillima</i> (A.Br. ex Eng.) Magnus	Th	(AR)	1982
Fam. <i>Oxalidaceae</i>			
<i>Oxalis latifolia</i> Kunth	G	HR, LS	1902
<i>Oxalis debilis</i> Humb., Bonpl. et Kunth subsp. <i>corymbosa</i> (DC.) O. Bolòs et J. Vigo	G	HR, LS	1926 [1865]
Fam. <i>Poaceae</i>			
<i>Bromus catharticus</i> Vahl	H	LR, HR	1912
<i>Panicum capillare</i> L.	Th	(HR, LR)	1920 [1871]
<i>Panicum dichotomiflorum</i> Michx.	Th	(LR)	1984 [1982]
<i>Paspalum dilatatum</i> Poiret in Lam.	H	LR, HR	1907
<i>Paspalum distichum</i> L.	G	LR,HR, (AR)	1908
Fam. <i>Scrophulariaceae</i>			
<i>Lindernia dubia</i> (L.) Pennell	Th	(AR)	1955 [1906]
Fam. <i>Solanaceae</i>			
<i>Datura stramonium</i> L.	Th	HS, LS, HR	1846 [1785]

estudiadas, así como su variación a lo largo del año, y no siempre es posible disponer de datos suficientes y fiables. Esta dificultad prácticamente desaparece cuando se estudian poblaciones de plantas arvenses, de ciclos vitales relativamente cortos (los estudios de especies perennes son mucho más complejos) y que ocupan ambientes en los cuales el principal factor ecológico son los tratamientos agrícolas (laboreo, recolección, abonado, riego, tratamientos fitosanitarios, etc.) que soportan.

La mayoría de los cambios que presenta una comunidad arvense pueden ser explicados, en consecuencia, por el comportamiento de las especies integrantes, que puede sintetizarse en sus atributos biológicos. Conviene recordar, además, que estos cambios han afectado de forma negativa a muchas de las plantas que anteriormente habíamos denominado especialistas, mientras que las polivalentes han experimentado a menudo una expansión de su área y han conseguido colonizar de manera progresiva nuevos tipos de cultivo. Algunas de las malas hierbas especialistas como la negrilla (*Agrostemma githago*), el azulejo (*Centaurea cyanus*) o el galio de tres flores (*Galium tricornutum*), típicamente mesícolas, han visto reducida su área de distribución y su abundancia hasta el extremo de merecer planes especiales de protección en algunos países europeos (la flora mesícola posiblemente sea el grupo de plantas más amenazado en muchos países; la negrilla, en concreto, ha pasado de enemigo público número uno a planta extinguida o en peligro de extinción en buena parte de la Unión Europea). El diagnóstico es, en todos los casos, el mismo, una combinación del incremento en el uso de herbicidas

y fertilizantes, el desarrollo de variedades de cereal altamente competitivas, la destrucción de los refugios situados en los márgenes del cultivo, cambios en el uso tradicional (rotaciones, etc.) de las parcelas, la conversión de cultivos marginales en pastos o arboledas, etc. (ANON., 1998).

DOS ESPECIES ARVENSES CON ESTRATEGIAS CONTRAPUESTAS

Seguidamente compararemos el comportamiento de dos especies arvenses que viven en diferentes tipos de cultivo mediante el análisis de algunos de sus atributos demográficos para constatar que presentan estrategias de supervivencia muy distintas. Se trata de *Agrostemma githago*, la negrilla de nuestras mieses, y de *Diploaxis erucoides*, frecuente en los cultivos mediterráneos tanto de secano como de regadío. En las tablas 3 y 4 se resumen algunas de sus características biológicas y se indica de qué modo repercuten sobre la supervivencia de sus poblaciones.

En el caso de *Agrostemma*, su estrategia de imitación del cereal le permitió colonizar las mieses de todo el mundo, en ocasiones con densidades muy elevadas de individuos. Esta estrategia se basa, principalmente, en las siguientes características:

- a) producción de semillas sin dormición innata, viables solamente unos pocos años, que a bajas temperaturas germinan rápidamente y todas a la vez;
- b) una altura similar a la del cereal cultivado, lo que le permite una integración perfecta en el cultivo;

Tabla 3
Repercusiones de algunas de las características biológicas de *Agrostemma githago* L.
sobre el mantenimiento de sus poblaciones

Características biológicas	Principales repercusiones
Semillas sin dormición innata y con germinación sincrónica.	Pueden germinar en otoño, con el cereal, pero sólo originan una cohorte por año.
Viabilidad de las semillas muy limitada.	Pocas reservas en el banco de semillas del suelo.
Altura de la planta parecida a la del cereal y maduración al unísono.	Durante la siega se cosecha el cereal junto con las plantas de la negrilla.
Cápsulas maduras que no se abren durante la siega.	Las semillas se separan de la planta mediante el mismo proceso que las del cereal, durante la trilladura.
Semillas de dimensiones y peso similares a las del cereal.	No pueden ser separadas de la cosecha por métodos tradicionales, de forma que son sembradas conjuntamente el otoño siguiente.

Tabla 4
Repercusiones de algunas de las características biológicas de *Diploaxis erucoides* (L).
DC. sobre el mantenimiento de sus poblaciones

Características biológicas	Principales repercusiones
Período prereproductivo corto, de 2 a 5 meses.	Asegura la fructificación (cierre del ciclo vital) entre dos laboreos sucesivos.
Plasticidad fenotípica. Producción sostenida de flores y frutos mientras dura la vida de la planta.	Longevidad y capacidad reproductiva variables. Mientras el clima o el laboreo no lo impidan, seguirá produciendo semillas (hasta más de 11.000 por planta).
Germinación rápida con las primeras lluvias.	La germinación precoz evita la competencia de otras plantas en espacios abiertos.
Esfuerzo reproductivo elevado (del 40%)	La planta invierte mucho en reproducción (salvo las plantas pequeñas) para asegurar la renovación de las poblaciones.
Banco de semillas permanente	Asegura la persistencia de la especie cuando clima adverso y laboreo eliminan la población (compensa las posibles fluctuaciones poblacionales)

c) maduración de las semillas en el momento de la siega pero cápsulas que no se abren sino que retienen las semillas para que cereal y negrilla sean recolectados conjuntamente. Puesto que las semillas tienen el mismo tamaño y peso que las del cereal, no pueden ser separadas por los métodos tradicionales y son sembradas de nuevo, mezcladas con las del cereal, el otoño siguiente.

Estas adaptaciones han funcionado perfectamente hasta que se generalizó el uso de herbicidas y la siembra del cereal comenzó a llevarse a cabo con semillas purificadas, lo que dió pie a una disminución progresiva de sus poblaciones y a su desaparición en amplias zonas. Ha contribuido a ello una fertilidad relativamente baja (de 375-800[1000] semillas por individuo en un cultivo de trigo de Suiza según JÄGGLI, 1992), como sucede en buena parte de la flora arvense mesícola. Actualmente algunas cultivares de *Agrostemma githago* (Ocean Pearl, Milas, Purple Queen, etc.) han desplazado a la negrilla hacia un nuevo ambiente, el de los jardines, en el que se utiliza para parterres de anuales y como flor cortada.

En una situación opuesta se halla *Diploaxis erucoides*, que ha incrementado ligeramente a lo largo del siglo XX su área de distribución en toda la cuenca mediterránea y, muy especialmente, se ha convertido en una especie dominante en numerosos cultivos leñosos de secano. Su ciclo vital es el típico de una anual de invierno, es decir, con semillas que germinan en otoño y plántulas que pasan el invierno en estado de roseta. A finales de invierno el tallo se estira

y ramifica en diversos racimos de flores que solamente producen silicuas bien formadas previa polinización por insectos (SANS & BONET, 1993). Una vez diseminadas las semillas (proceso que tiene lugar de forma progresiva, como la maduración de las flores), avanzada la primavera, muere. Nuevas cohortes aparecen con las lluvias primaverales, pero su ciclo vital es más corto porque mueren entre julio y agosto.

¿Cómo puede explicarse su éxito, tratándose de una especie que vive en cultivos con laboreos relativamente frecuentes, es decir, cuyos individuos son eliminados repetidamente por el paso del arado? Pues existen muchas razones (SANS, 1991):

a) el arado no tan sólo elimina los individuos de *Diploaxis*, sino también del resto de especies y genera espacios abiertos a la colonización, con poca competencia; *Diploaxis* es capaz de germinar con las primeras lluvias y presenta una mortalidad muy baja durante el período vegetativo que va aumentando gradualmente a partir del inicio del período reproductivo.

b) todos los individuos supervivientes alcanzan el estado adulto entre 2 y 5 meses tras la emergencia. Los que germinan en otoño presentan el período vegetativo más largo, mientras que las plantas que aparecen en primavera echan flores antes de la llegada del verano, de tal manera que su período vegetativo es mucho más corto. La planta muere tras el período reproductivo.

c) Como en muchas de las especies vegetales, la fecundidad (semillas / individuo) depende del ta-

maño de la planta adulta, que a su vez depende del momento de emergencia (las plantas autumnales, con un período vegetativo más largo, alcanzan dimensiones mayores que las de primavera, que florecen en tan sólo dos meses); las cohortes de otoño producen entre 11.272 y 4.415 semillas por planta, mientras que las de primavera oscilan entre 4.284 semillas para las emergidas en abril y las 550 para las nacidas en junio; las nacidas en julio no llegan a fructificar. El esfuerzo reproductivo (relación entre la biomasa de las estructuras reproductivas y la de las vegetativas) ronda el 40% en plantas de tamaño mediano a grande (y es menor en plantas pequeñas)

En resumen, las diversas plantas arvenses sobreviven y forman poblaciones estables en aquellos cultivos para los cuales sus atributos biológicos les permiten una mejor adaptación a las prácticas agrí-

colas, con frecuencia cambiantes en una parcela determinada año tras año. Debido a su escasa plasticidad, *Agrostemma githago* y, en general, las plantas especialistas forman parte del grupo de malas hierbas peor preparadas para enfrentarse a tratamientos agronómicos nuevos o diferentes de los habituales; cuando el cambio se produce o, simplemente, se da una discontinuidad en el cultivo, las poblaciones se reducen hasta su desaparición en casos extremos. En cambio, *Diplotaxis eruroides* tiene la capacidad de adaptar la duración de su ciclo vital y su capacidad reproductora según sean las condiciones ambientales. Incluso en las condiciones más duras, cuando el laboreo es tan frecuente o cuando se producen sequías o heladas que provocan la mortalidad de toda la población, la persistencia de la especie queda asegurada por el banco de semillas permanente.

BIBLIOGRAFÍA

- Anon. —1998— UK Biodiversity Group Tranche 2 Action Plans Volume I: Vertebrates and vascular plants — HMSO, London.
- Baker, H. G. —1974— The evolution of weeds — *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 5: 1-24.
- ISHRW — 2003— The International Survey of Herbicide Resistant Weeds Online, Internet.
- Jäggli, B. —1992— Samenproduktion sechs ausgewählter Unkrautarten auf verschiedenen Ackerstandorten — *Ber. Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel.* 58: 86-100. Zurich.
- Masalles, R. M., Sans, F. X. & Pino, J. —1996— Flora alóctona de origen americano en los cultivos de Cataluña — *An. Jard. Bot. Madrid* 54: 436-442.
- Masalles, R. M., Sans, F. X. & Pino, J. —1998— Característiques demogràfiques de dues espècies arvenses pròpies de tipus de cultiu diferents — *Acta Bot. Barc.* 45: 345-362.
- Radosevich, S., Holt, J. & Ghersa, C. —1997— *Weed Ecology. Implications for Management* — John Wiley & Sons. New York.
- Sans, F. X. —1991— Estudi sobre la dinàmica de poblacions de la flora arvense en conreus arboris de secà a la comarca de les Garrigues — Tesis doctoral. Universitat de Barcelona.
- Sans, F. X. & Bonet, A. —1993— Producción de frutos y semillas en *Diplotaxis eruroides* (L.) DC. sometida a diferentes tratamientos de polinización — *Collect. Bot.* 22: 49-54.