

EL BANCO DE SEMILLAS DE MALAS HIERBAS EN CAMPOS DE ESPARCETA (*ONOBRYCHIS VICIIFOLIA* SCOP.) EN COMPARACIÓN CON CEREAL EN MONOCULTIVO

Cirujeda A.^{1*}, Marí A.¹, Aibar J.², León M.¹, Pardo G.¹, Murillo S.³

¹Unidad de Sanidad Vegetal, CITA, Avda. Montañana 930, 50198 Zaragoza.

²EPS, Universidad de Zaragoza, Ctra. de Cuarte km 67, 22071 Huesca.

³Dep. Agricultura, Ganadería y M. Ambiente, Pza. S. P. Nolasco 7, 50071 Zaragoza.

*acirujeda@aragon.es

Resumen: Una de las medidas agroambientales financiadas en Aragón es la siembra de la especie forrajera esparceta (*Onobrychis viciifolia* Scop.). En el presente estudio se ha completado la información obtenida anteriormente sobre la flora arvense emergida con datos sobre el banco de semillas. Para ello, se han recogido muestras de suelo en campos de esparceta en el tercer año y de cereal en monocultivo, se han lavado las muestras en agitación y se han separado las semillas. Se ha encontrado una tendencia a mayor diversidad de semillas en campos de esparceta. Las especies más frecuentes y más abundantes coinciden en ambos cultivos y se observa escasa coincidencia entre la flora emergida y el banco de semillas. Ello posiblemente sea debido a la depredación y a la siega de la esparceta en mayo, lo cual provoca una reducción del banco de semillas de aquellas especies cuyas semillas maduran más tarde.

Palabras clave: *Polygonum* spp., *Amaranthus* spp., depredación de semillas.

Summary: *The weed seed bank in sainfoin fields (Onobrychis viciifolia Scop.) in comparison with cereal monocrop.* One of the agro-environmental schemes financed in the Aragón region is the sowing of the forage crop sainfoin (*Onobrychis viciifolia* Scop.). In this study we have completed the information gathered previously on emerged weed flora with the seed bank data. Soil samples have been taken in sainfoin fields in the third year and in monocrop cereal, samples washed during constant shaking and seeds have been separated. A tendency of higher diversity in seed bank has been found for sainfoin. The most frequent

and abundant species are coincident in both crops and there is little coincidence in the emerged species and the seed bank. This is possibly mainly due to predation and to the sainfoin mowing in May, which provokes a seed bank reduction of the species with a later seed shed.

Keywords: *Polygonum* spp., *Amaranthus* spp., seed predation.

INTRODUCCIÓN

La esparceta (*Onobrychis viciifolia* Scop.) es una leguminosa forrajera plurianual adaptada a zonas frías y relativamente secas en verano. Su cultivo se inició a finales del siglo XVI en Francia y, debido a las numerosas ventajas que ofrece para suelos pobres, en los que otras forrajeras como la alfalfa no prosperan, fue especialmente promocionada en España por el Ministerio de Agricultura a finales de los años 60. En Aragón se cultiva en zonas con altitudes superiores a los 600 m s.n.m. especialmente en las provincias de Teruel y Huesca. En las últimas décadas la superficie se ha visto reducida debido especialmente a la pérdida de ganado ovino. Entre los años 2007 y 2014, una de las medidas agroambientales financiadas en Aragón ha vuelto a promocionar la siembra de este cultivo, esta vez con la finalidad de favorecer la fauna esteparia, en especial facilitando el anidamiento y la reproducción de las aves. En el nuevo plan de desarrollo rural se ha vuelto a incluir esta medida para 2015-2020.

Se ha descrito el efecto del manejo de la esparceta (siega, pastoreo, aprovechamiento mixto) sobre la flora arvense en el Pirineo catalán (Sebastià et al., 2011) pero no existen datos sobre la flora acompañante de este cultivo en Aragón, donde se está financiando esta medida agroambiental. En los trabajos previos (Cirujeda et al., 2013) se ha descrito la flora arvense emergida en estas condiciones. En el presente trabajo se pretende averiguar si el banco de semillas se enriquece después de tres años de cultivo, ya que la siega o el pastoreo reducen posiblemente la abundancia de determinadas especies (Cirujeda et al., 2013).

MATERIAL Y MÉTODOS

Se han escogido parcelas en el municipio de Calamocha (Teruel) en el que se encuentra especialmente representado el cultivo de la esparceta. En esta zona el cultivo se suele mantener tres años. Por ello se escogieron cada año 5-7 parcelas en el tercer y último año de cultivo para compararlas con parcelas de cereal en monocultivo. La visita al campo se llevó a cabo en el mes de mayo de los años 2012 y 2013, en plena floración de la esparceta en su tercer año de establecimiento y en espigado del cereal y se han procesado los datos de 13 campos de esparceta y 10

de cereal. Las muestras de suelo se tomaron en seis puntos recorriendo las parcelas en forma de cruz descartando piedras grandes y restos vegetales evidentes. Se muestrearon 7,5 cm de profundidad, lo cual supuso un importante esfuerzo, ya que el suelo en los campos de esparceta, no labrados y pisoteados en 3 años está muy compactado y a menudo se trataba de parcelas muy pedregosas. El suelo de las parcelas de cereal, labradas anualmente con arado de vertedera, fue notablemente más esponjoso.

El suelo fue guardado en bolsas de plástico a 4 °C hasta su procesado. Posteriormente se llenaron dos cilindros de 0,5 litros cada uno con una malla de luz de 0,6 mm y se lavó el suelo utilizando un elutriador de fabricación propia (grupo de Malherbología y Ecología Vegetal de la Universitat de Lleida). Una vez limpio de suelo después de una hora y media de lavado, se recogió el resto y se eliminaron las piedras restantes mediante sucesivos cribados manuales. Posteriormente se juntaron las semillas de aspectos similares y se fotografiaron a través de una lupa (lupa Olympus SZX7 de 0,8-5,6X y cámara Optika 4083.12LT). Se contabilizó el número de semillas de cada especie encontrada y se identificaron utilizando las claves de Hanf (1983), Holm-Nielsen (1998) y Viggiani (1990). De todas las parcelas muestreadas se disponía de los datos sobre la flora emergida en el mismo momento (Cirujeda et al., 2013).

El cálculo del índice de Shannon se utilizó según: $H' = -\sum_{i=1}^S p_i \cdot \ln p_i$, donde S es el número de especies en cada muestra (riqueza), $p_i = N_i/N$, N_i es el número de semillas de la especie i y N el número total de semillas en cada muestra (Magurran, 1987). Se comprobó la distribución normal de los datos y la homogeneidad de distribución de la varianza. Primero se analizaron los datos para cada año por separado y al observarse las mismas tendencias en ambos años, se presentan los resultados para el conjunto de ambos. La separación de medias se realizó con el test de Student-Newman-Keuls utilizando SAS versión 9.1.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La mayoría de especies estaban en floración en el momento de la toma de muestras, sin producir todavía semillas ese año, por lo que los propágulos que se esperaba encontrar en mayor número eran de especies de ciclo muy corto como *Veronica* spp., *Stellaria media* (L.) Vill. o de las especies presentes en las parcelas diseminadas en el verano u otoño anteriores.

Se ha encontrado un sorprendentemente elevado número total de semillas correspondiendo a especies diferentes: 41 en cereal y 57 en esparceta. Este primer resultado muestra un incremento de la riqueza total

encontrada en los campos de esparceta comparado con los de cereal de 1,4, lo que es algo inferior a los resultados descritos sobre la flora emergida en dichos campos en los que la proporción fue de 1,9 y 2,8 según el año de muestreo (Cirujeda et al., 2013). De las especies identificadas, 29 sólo se encontraron en muestras procedentes de campos de esparceta. Las más frecuentes fueron *Anthemis* sp. y *Alyssum* sp. (31% de las muestras) y *Medicago* sp. (20%). Por otro lado, 13 especies fueron exclusivas de los campos de cereal en monocultivo, encontrándose dos especies (*Setaria* spp. y *Cardaria draba* (L.) Desv.) en el 20% de los campos muestreados pero el resto de especies singulares sólo en un 10% de las muestras. Estos resultados demuestran que existen especies adaptadas a los diferentes cultivos y sus manejos, incluyendo la ausencia de laboreo durante 3 años en la esparceta y el laboreo con vertedera anual en los campos de cereal.

El número medio de las semillas totales encontradas, así como la riqueza específica tendieron a ser más elevados para los campos de esparceta que para los de cereal (Tabla 1).

Tabla 1. Número de especies identificadas a partir de los análisis del banco de semillas y número total de semillas encontradas por litro de suelo. Diferentes letras corresponden a diferencias significativas según el test de separación de medias Student-Newman-Keuls con $P < 0,05$.

	Riqueza específica	Nº total de semillas (media)*	Nº total de semillas (media)	Índice de Shannon*	Índice de Shannon
Cereal monocultivo	8 a	201 a	202 a	1,11 a	1,11 a
Esparceta tercer año	10 a	226 a	239 a	1,18 a	1,34 a

*excluyendo semillas de *O. viciifolia*.

Cabe destacar que en el 92% de los campos de esparceta se encontraron semillas de esparceta y sólo en un 10% de los campos de cereal siendo la densidad media encontrada de las semillas de esta especie de $13 \pm 3,0$ y de $0,1 \pm 0,1$ semillas por litro de suelo analizado, respectivamente. La presencia de una sola semilla de esparceta en las muestras de campos de cereal puede incluso ser debida a una contaminación de las muestras y no parece que haya habido flujo de semillas de esparceta por alguna causa biológica o física.

Es llamativo que las especies más representadas, tanto en frecuencia como en abundancia, fueran *Polygonum* y *Amaranthus* spp. en ambos cultivos (Tabla 2). Una posible explicación es que la siega o pastoreo que se produce en la esparceta junto con la flora arvense a principios de junio posiblemente provoque una menor generación de semillas de especies que terminan su ciclo más tarde (en cosecha del cereal). Este hecho

explicaría la percepción de los agricultores de que el cultivo de la esparceta "limpia" el campo de especies nocivas para el cereal (Cirujeda et al., 2013). De este modo posiblemente se vean favorecidas semillas de especies de ciclo más tardío como *Amaranthus* spp. o especies que puedan rebrotar después del aprovechamiento del cultivo como gramíneas, siempre y cuando sean capaces de generar semillas después de la siega. Además, posiblemente *Amaranthus* spp. y *Polygonum* spp. sean perdurables en el tiempo y no especialmente apetecibles para los principales depredadores de semillas de la zona.

Las especies cuya abundancia figura en el tercer y cuarto orden fueron poco representativas, como lo muestra su elevado error estándar (Tabla 2). Todas ellas son especies muy comunes en la zona y en los cultivos muestreados, exceptuando *Heliotropium europaeum* (L.), algo menos frecuente.

El índice de diversidad de Shannon no mostró diferencias significativas entre cultivos (Tabla 1) si bien fue algo mayor para las parcelas de esparceta, incluyendo las semillas de esparceta. Los valores fueron generalmente bajos debido a la dominancia de las semillas de *Polygonum* y *Amaranthus* spp. en ambos cultivos.

Tabla 2. Densidad de semillas (semillas litro de suelo⁻¹) de las especies más abundantes y más frecuentes encontradas en los campos de cereal en monocultivo y en los de esparceta de tercer año (media ± error estándar).

Densidad	Especie más abundante	2ª especie más abundante	3ª especie más abundante	4ª especie más abundante
Cereal monocultivo	85 ± 26,5	62 ± 18,6	11 ± 10,9	8 ± 5,3
	<i>Polygonum</i> spp.	<i>Amaranthus</i> spp.	<i>Heliotropium europaeum</i>	Dicotiledónea no identificada
Esparceta tercer año	99 ± 16,0	55 ± 25,0	18 ± 15,9	13 ± 3,0
	<i>Polygonum</i> spp.	<i>Amaranthus</i> spp.	<i>Anthemis</i> sp.	<i>O. viciifolia</i>
Porcentaje (%)	Especie más frecuente	2ª especie más frecuente	3ª especie más frecuente	4ª especie más frecuente
Cereal monocultivo	100	90	70	40
	<i>Polygonum</i> spp.	<i>Amaranthus</i> spp.	<i>Veronica</i> spp.	<i>Lolium rigidum</i> , <i>Heliotropium europaeum</i> , <i>Fumaria</i> spp.
Esparceta tercer año	100	100	46	39
	<i>Polygonum</i> spp.	<i>Amaranthus</i> spp., <i>O. viciifolia</i> , <i>Veronica</i> spp.	<i>Portulaca oleracea</i> ; <i>Lolium rigidum</i>	<i>Lamium amplexicaule</i>

Se ha observado escasa coincidencia entre las especies más representadas en la flora emergida (la mayoría de las cuales este año no habían

producido sus semillas) (Cirujeda et al., 2013) y las encontradas en el banco de semillas. Sí coincide en alguna parcela la abundante presencia de *Polygonum aviculare* L. y *Polygonum convolvulus* L. en la parte aérea y también en el banco de semillas, así como *Alyssum* spp., *Veronica* spp. en otros casos. Posiblemente esto sea debido a varias razones. Por un lado, la siega del cultivo y de la flora acompañante, como se ha comentado, posiblemente provoque una reducción del banco de semillas de las especies emergidas. Por otro lado, los abundantes restos de hormigas encontrados en todas las muestras hacen sospechar que se produzca abundante depredación. Por ello, es razonable pensar que se hayan encontrado escasos restos de semillas de gramíneas, abundantes en algunos campos (*Lolium rigidum* Gaud., *Bromus* spp.) (Cirujeda et al., 2013), debido a que en la fecha de muestreo se haya producido una abundante retirada de las semillas más apetecibles para estos insectos generadas en el verano anterior, entre las cuales se encuentran las gramíneas (Barraibar et al., 2011).

También hay que tener en cuenta que puede haber especies cuyas semillas no perduren largos períodos en el suelo, por lo que si la lluvia de semillas del año no se ha producido, sea difícil encontrar semillas de años anteriores. También la dispersión por el viento, por ejemplo de la especie compuesta (*Anacyclus clavatus* (Desf.) Pers.), muy presente en los inventarios o por la ingesta por aves (*Eryngium campestre* L.) pueden haber contribuido a la escasa coincidencia entre los inventarios de las plantas emergidas y el banco de semillas. En otros casos el motivo puede haber sido que alguna especie no estuviese ni siquiera presente en el momento de realizar la visita a la parcela (*Amaranthus* spp.), ya que su período de emergencia es posterior a la fecha de muestreo.

El estudio del banco de semillas tiene asociados inconvenientes como la dificultad de muestrear una fracción representativa del campo con un número de muestras manejable, por lo que puede haber especies que no se logren detectar. Tampoco es fácil encontrar especies cuyas semillas todavía no hayan sido generadas y cuyas semillas de años anteriores hayan desaparecido por predación o pudrición. Por otro lado, la descripción de la flora emergida realizada en mayo favorece la detección de especies de floración vistosa y elevado porte en detrimento de especies de ciclo corto en estado de senescencia en mayo, dificultando también detectar especies de ciclo estival que puedan desarrollarse después de la siega o pastoreo de la esparceta como *Amaranthus* spp. Por ello, ambos muestreos son complementarios y en ambos casos se confirma detectar una tendencia de mayor diversidad en parcelas de esparceta que en campos de cereal así como una reducción de especies dañinas para el cereal que se han encontrado en cantidades insignificantes en el bando de semillas de la esparceta como *P. rhoeas* o *L. rigidum*.

AGRADECIMIENTOS

Este estudio se ha financiado mediante el proyecto AGL2010-22084-C02-02 del Ministerio de Ciencia e Innovación. Agradecemos a los conductores y a Rosario Gurucharri del Dep. de Agricultura, Ganadería y Medio Ambiente su amable disposición y colaboración. Agradecemos al grupo de Malherbología i Ecología Vegetal de la Universitat de Lleida facilitarnos el uso del equipo de lavado de semillas (elutriador). Gracias a M. Mas y A.M.C. Verdú por su ayuda en la identificación de las semillas.

BIBLIOGRAFÍA

- BARAIBAR B, CARRIÓN E, RECASENS J & WESTERMAN PR (2011) Unravelling the process of weed seed predation: Developing options for better weed control. *Biological Control* 56, 85-90.
- CIRUJEDA A, MARÍ A, MURILLO S & AIBAR J (2013) La flora arvense en el cultivo de la esparceta (*Onobrychis viciifolia* L.) aumenta la biodiversidad vegetal. *XIV Congreso de la Sociedad Española de Malherbología*, Valencia, 31-35.
- HANF M (1983) *The arable weeds of Europe with their seedlings and seeds*. BASF, Ludwigshafen, Alemania. 494 pp.
- HOLM-NIELSEN C (1998) *Frø fra det dyrkede land*. 258 plantearter. Forskningscenter Flakkebjerg, Dinamarca. 178 pp.
- MAGURRAN AE (1987) *Ecological diversity and its measurement*. Princeton University Press, New Jersey, USA.
- SEBASTIÀ M, PALERO N & DE BELLO F (2011) Changes in management modify agro-diversity in sainfoin swards in the Eastern Pyrenees. *Agronomy for Sustainable Development* 341, 533-540.
- VIGGIANI P (1990) *Erbe spontanee e infestanti: technique di riconoscimento*. Dicotiledoni. Bayer, Milano, Italia. 271 pp.