

## FACTORES QUE INFLUYEN EN LA BIODIVERSIDAD DE LA FLORA ARVENSE DE LOS CEREALES

A Cirujeda, C Zaragoza, \*J Aibar

Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria (CITA), Avda. Montañana 930; 50059 Zaragoza, [acirujeda@aragon.es](mailto:acirujeda@aragon.es), \*\*Escuela Politécnica Superior de Huesca, Carretera de Cuarte s/n, 22071 Huesca

### RESUMEN

Entre los años 2005 y 2007 se han inventariado 148 campos de cereal en las provincias de Zaragoza, Huesca y Teruel, registrando la abundancia de cada una de las especies arvenses encontradas. Se han identificado 191 especies, perteneciendo sobre todo a las familias de las compuestas, gramíneas, crucíferas y leguminosas. El 85% de las especies fueron dicotiledóneas, aunque se encontró al menos una especie gramínea en el 93% de los campos. Dominaron las especies anuales (74% de las identificadas), pero en el 88% de los campos se encontró al menos una especie no anual. *Papaver rhoeas* fue la especie más frecuente (67% de los campos) y una de las más abundantes. *Lolium rigidum* fue la segunda más frecuente (58% de los campos), seguida por *Avena sterilis* ssp. *ludoviciana* (55% de los campos). En la mayoría de los campos las infestaciones fueron bajas e inferiores a una planta por m<sup>2</sup>. Destaca que el 83% de las especies se encontró en menos del 10% de los campos, indicando una proporción importante de especies consideradas poco frecuentes. Los factores que mejor explicaron la distribución de las especies fueron la altitud y la provincia en la que se encontraba el campo. El manejo agronómico (regadío o secano y uso de herbicida) y la altitud del campo afectaron al índice de diversidad de Shannon, el número de especies presentes y la abundancia, que fueron máximos en las altitudes más elevadas correspondientes a técnicas de manejo más extensivas, y menores en las zonas bajas y con agricultura intensiva.

**Palabras clave:** distribución especies arvenses, malas hierbas, biodiversidad.

### INTRODUCCIÓN

La prospección más reciente en cereal de invierno en Aragón data de 1976, en la que se describió la flora en 12 campos en regadío y 8 en secano, relacionando la flora con datos climáticos y edáficos muy detallados (Zaragoza-Larios y Maillet, 1980). La intensificación que se ha producido desde entonces y la aplicación de las Políticas Agrarias Comunitarias probablemente hayan causado un cambio en las malas hierbas o flora arvense encontrada en los campos. En algunos países europeos se ha observado un declive en la frecuencia y abundancia de ciertas especies (Andreasen *et al.*, 1996) en Dinamarca, Sutcliff y Kay (2000) en Inglaterra, si bien otros autores han encontrado resultados más positivos (Andreasen y Stryhn, 2007), comparando la flora en 1987-89 con la de 2007).

La diversidad vegetal es importante, ya que es el sustrato herbáceo que sustenta la diversidad animal. Diversos autores han relacionado la reducción de pájaros granívoros y de invertebrados con la disminución general de diversidad de especies de malas hierbas (Marshall *et al.* 2003).

Los objetivos del presente trabajo han sido conocer mejor la flora arvense de los campos de cereal de Aragón y de estudiar su relación con diversos factores climáticos, geográficos y de manejo de los cultivos. Se pretende avanzar en el conocimiento de las especies que podemos encontrar independientemente de dichos factores y, de forma contraria, la flora que está relacionada con los mismos, tanto para su mejor manejo como para conocer el estado de la biodiversidad de la flora arvense en Aragón.

## MATERIAL Y MÉTODOS.

### Ensayos de campo.

Los campos fueron visitados en espigado del cultivo, correspondiendo a los meses de abril a junio. Se estudiaron 68, 25 y 56 campos en 2005, 2006 y 2007, respectivamente. Los campos se escogieron al azar en las principales zonas cerealícolas aragonesas, se recorrieron en zig-zag entre dos personas y se anotó la abundancia de cada una de ellas siguiendo la escala CEB (Marnotte, 1984). Se anotaron también las coordenadas del campo y la altitud con GPS, el tipo de cultivo, el porcentaje de cobertura del cultivo, regadío o seco, evidencias si había habido aplicación de herbicidas. En gabinete se determinaron más parámetros: superficie del campo (Sigpac <http://sigpac.es/fega/visor>), clasificación climática, índice de aridez (<http://portal.aragob.es/>) y los ambientes fitoclimáticos (Villar y Sesé, 2000).

### Análisis de los datos.

Se ha realizado un análisis canónico de correspondencia utilizando Canoco 4.5. para Windows. Las variables ambientales se fueron añadiendo comprobando una a una su significación mediante el test de permutaciones de Monte-Carlo. El proceso de selección se paró cuando la primera variable dejó de ser significativa a  $P = 0.05$ .

Se calculó el índice de diversidad de Shannon  $H' = -\sum p_i \ln p_i$  (Moreno, 2001) y el índice Shannon de equidad siguiendo  $E = H'(\ln N)^{-1}$  (Magurran, 1988). Para cumplir la normalidad de los datos y la homogeneidad de la varianza algunos datos requirieron las transformaciones  $\sqrt{x}$  o  $(x)^3$ , según el caso. Se realizó un análisis de varianza y una separación de medias según el test de Student-Newman-Keuls.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

### Estudio de la flora.

Se identificaron 191 especies en 148 campos (1,29 especies/campo). Esta proporción es similar a la encontrada en otros países del sur de Europa o norte de África: Taleb y Maillat (1994) encontraron 1,44 especies/campo en Marruecos en un área en la que se usaban poco los herbicidas; Damanakis (1983) encontró 1,20 especies/campo en una

prospección a lo largo de Grecia. No obstante, es menor a la encontrada por Tanji (2000) en el norte de Marruecos (2,26 especies/campo). En el Norte de Europa esta proporción es generalmente inferior: 0,76 especies/campo en Finlandia (Salonen et al., 2001), 0,93 especies/campo en Dinamarca (Andreasen y Stryhn, 2008), o 0,46 especies/campo en Inglaterra (Sutcliffe y Kay, 2000).

Las familias con mayor número de especies fueron: compuestas, gramíneas, crucíferas y leguminosas con 19, 14, 13 y 7% del número de especies totales. En la Tabla 1 se observa como la mayoría de especies identificadas fueron dicotiledóneas anuales.

Sólo cuatro especies fueron encontradas en más de la mitad de los campos (Tabla 2) mientras que 159 especies estuvieron presentes en menos del 10% de los campos. Estos datos demuestran una elevada diversidad. En general, las infestaciones fueron bajas y sólo el 7% de las anotaciones reflejaban densidades específicas superiores a una planta por m<sup>2</sup>.

Generalmente, las especies más frecuentes también fueron las más abundantes con la excepción de *Hypocoum procumbens* y *Descurania sofia*, especies que no fueron muy frecuentes pero cuando se encontraban tenían elevada abundancia. Las especies más frecuentes fueron *Papaver rhoeas*, *Lolium rigidum* y *Avena ludoviciana*. Las especies que le siguen son especies menos competitivas, ya que son de emergencia primaveral y no suelen tener mayor importancia en el cereal.

### Relación de la flora con los factores ambientales estudiados

Las variables más importantes para explicar la composición florística fueron la provincia (relacionada con la altitud), la posibilidad de realizar riegos, el número de especies por campo, las áreas climáticas y la altitud. En la Figura 1 se observa como el primer eje estuvo más correlacionado con la variable explicativa de la altitud (-0,7130). Las especies *P. argemone*, *C. orientalis*, *S. conidea*, *V. pyramidata*, *Ranunculus arvensis*, *A. aestivalis*, *Galium aparine* y *V. agrestis* fueron las más relacionadas con altitudes elevadas. *Veronica persica*, *Matricaria chamomila*, *Herniaria hirsuta*, *S. pecten-veneris* y *Filago pyramidata* fueron las más relacionadas con altitudes bajas (Figura 1). Otras especies fueron indiferentes a la altitud: *Anacyclus clavatus*, *P. rhoeas* y *Cerastium glomeratum*. El número de especies encontradas en un campo estuvo también muy correlacionado con el primer eje (-0,6204). Por ejemplo, *Alyssum* spp., *V. agrestis*, *P. argemone*, *Glaucium corniculatum*, *Alopecurus myosuroides*, *Erucastrum nasturtiifolium*, *Silene conoidea*, *Conryngia orientalis* y *Ranunculus arvensis* se encontraron únicamente en campos con más de 11 especies. Por lo contrario, *Equisetum arvense*, *Xanthium strumarium*, *Phragmites australis*, *Hordeum murinum*, *Malva sylvestris*, *Avena fatua*, *Rumex crispus*, *A. sterilis ludoviciana* y *Fumaria* sp. se encontraron en campos con el menor número de especies.

En la Tabla 3 se observa como diferentes variables ambientales tuvieron una influencia significativa sobre los parámetros estudiados. En la provincia de Teruel, zona con la altitud media más elevada (1000m ± 325,5m), comparada con Huesca (608m±167,2m) y Zaragoza (315m ± 168,4m), las técnicas de cultivo son más extensivas y se ha encontrado un mayor número de especies, de abundancia total y de diversidad. Como es de esperar, técnicas más intensivas como el riego y el uso de herbicidas repercutieron en un menor valor de los tres índices. En cuanto a la altitud es de destacar que no se

observa un gradiente decreciente continuo en los parámetros calculados con altitud decreciente, sino que los valores en la franja de 618 a 861m fueron tan bajos como en las zonas más bajas correspondientes a la depresión del Ebro. Esto es debido a que en aquella zona los rendimientos del cereal en secano (Somontano, Hoya de Huesca) son elevados y el cultivo se intensifica (monocultivo, herbicidas, fertilización química, etc.).

## CONCLUSIONES

En conjunto se ha encontrado una elevada diversidad de especies en Aragón. No obstante, algunas especies como *P. rhoeas*, *F. parviflora*, *L. rigidum*, *C. arvensis*, *A. sterilis ludoviciana* y *V. sativa* fueron independientes a los factores analizados, mostrando su buena adaptación a diversas situaciones climáticas y de prácticas de cultivo. La composición florística cambió dependiendo de la provincia, o sea de los parámetros geográficos y climáticos y de las técnicas de cultivo. En general, en Teruel la composición florística fue la más diferenciada a las demás y con los índices de diversidad mayores. A pesar de la dificultad de describir las composiciones florísticas con factores externos, la altitud y la posibilidad de realizar riegos fueron los factores más relacionados con la misma.

En las zonas en las que el cultivo se realiza de forma más intensiva, sea en secano o en regadío, los índices de diversidad fueron menores. Si los elevados precios del cereal provocan una mayor intensificación del cultivo, probablemente cambiará la flora en las zonas con todavía elevada diversidad.

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a María León Navarro, Gabriel Pardo Sanclemente y Soledad Nuñez Pazmiño por su colaboración en campo y laboratorio. También agradecemos a Jesús Julio Camarero su ayuda con la estadística.

## BIBLIOGRAFÍA

- Andreasen, C., Stryhn, H., Streibig, J.C., 1996. Decline of the flora in Danish arable fields. *J. Appl. Ecol.* 33, 619-626.
- Andreasen, C., Stryhn, H., 2008. Increasing weed flora in Danish arable fields and its importance for biodiversity. *Weed Res.* 48, 1-9
- Damanakis, M., 1983. Weed species in wheat fields of Greece – 1982, 1983 survey. *Zizaniology* 1, 85-90.
- Magurran, A.E., 1988. *Ecological Diversity and its Measurements*. Princetown University Press, Princetown.
- Marnotte, P. 1984. Influence des facteurs agroécologiques sur le développement des mauvaises herbes en climat tropical humide. 7<sup>ème</sup> Coll. Int. Ecol.Biol. et Syst. Des mauvaises herbes. Paris. France. 183-189.
- Marshall, e.J.P., Brown, V.K., Boatman, N.D., Lutman, P.J.W., Squire, G.R., Ward, L.K. 2003. The role of weeds in supporting biological diversity within crop fields. *Weed Research* 43, 77-89.

- Moreno, C., 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T - Manuales y Tesis SEA, vol. 1, CYTED, ORCYT-UNESCO, Sociedad Entomológica Aragonesa (SEA) (Eds.), Zaragoza, Spain.
- Salonen, J., Hyvönen, T., Jalli, H., 2001. Weed flora in organically grown spring cereals in Finland. *Agriculture and Food Science in Finland* 231-242.
- Sutcliffe, O.L., Kay, Q.O.N., 2000. Changes in the arable flora of central southern England since the 1960s. *Biol. Conserv.* 93, 1-8.
- Taleb, A. and Maillet, J., 1994. Mauvaises herbes des céréales de la Chaouia (Maroc). I. Aspect floristique. *Weed Res.* 34, 345-352.
- Tanji, A., 2000. Mauvaises herbes du blé et de l'orge dans le périmètre du Tadla. *Al Awamia* 102, 49-57.
- Villar L., Sesé, J.A., 2000. La flora de Aragón en cifras. In: Montserrat, P. (Ed.), *La Flora de Aragón*. Colección CAI 100, 80/51, Zaragoza, Spain, pp.10-11.
- Zaragoza-Larios, C., Maillet, J., 1980. Etude de la vegetation adventice de la province de Zaragoza (Espagne). In: *Proceedings of the VI Colloque International sur l'Ecologie, la Biologie et la Systematique des Mauvaises Herbes*. COLUMA-EWRS, Montpellier, Vol. 1: 233-240.

## TABLAS Y FIGURAS

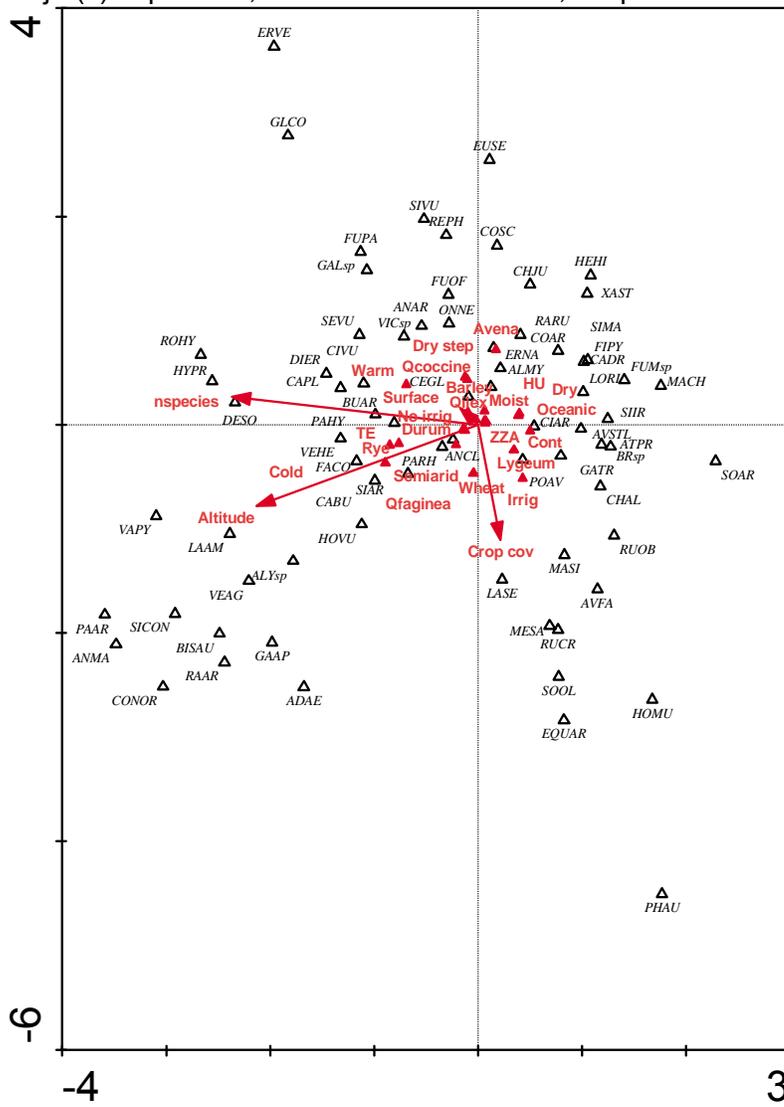
**Tabla 1.** Número y porcentaje (en paréntesis) de especies en los diferentes grupos encontrados en la prospección.

	Especies dicotiledóneas	Especies monocotiledóneas	Pteridófitas	Total
Anuales	119 (62)	21 (11)	0	140 (73)
Bianuales o perennes	43 (23)	7 (4)	1 (0,5)	51 (27,5)
Total	162 (85)	28 (15)	1 (0,5)	191

**Tabla 2.** Especies con frecuencias mayores al 10% y con valores de abundancia según la escala CEB. En paréntesis, número de orden de cada especie.

Especie	Abreviación	Frecuencia (%) (nº de orden)	Abundancia media cuando presente (nº de orden)
<i>Papaver rhoeas</i>	PARH	67 (1)	1.4 (4)
<i>Lolium rigidum</i>	LORI	58 (2)	1.8 (1)
<i>Avena ludoviciana</i>	AVSTL	55 (3)	1.6 (2)
<i>Convolvulus arvensis</i>	COAR	50 (4)	1.1 (6)
<i>Fumaria</i> spp.	FUMsp	40 (5)	1.4 (4)
<i>Polygonum aviculare</i>	POAV	33 (6)	1.1 (7)
<i>Galium</i> spp.	GALsp	32 (6)	1.3 (5)
<i>Cirsium arvense</i>	CIAR	27 (7)	1.1 (7)
<i>Bromus</i> spp.	BROsp	24 (8)	1.1 (7)
<i>Lactuca serriola</i>	LASE	22 (9)	1.1 (7)
<i>Anacyclus clavatus</i>	ANCL	21 (10)	1.3 (5)
<i>Chondrilla juncea</i>	CHJU	21 (10)	1.4 (4)
<i>Rapistrum rugosum</i>	RARU	21 (10)	1.0 (8)
<i>Rumex</i> spp.	RUMsp	21 (10)	1.3 (8)
<i>Buglossoides arvense</i>	BUAR	20 (11)	1.0 (8)
<i>Euphorbia serrata</i>	EUSE	20 (11)	1.1 (7)
<i>Vicia</i> sp.	VICsp	20 (11)	1.2 (6)
<i>Fallopia convolvulus</i>	FACO	19 (12)	1.2 (6)
<i>Medicago sativa</i>	MESA	17 (13)	1.2 (6)
<i>Hypocoum procumbens</i>	HYPR	16 (14)	1.8 (1)
<i>Avena fatua</i>	AVFA	13 (15)	1.4 (4)
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	CABU	13 (15)	1.4 (4)
<i>Diplotaxis eruroides</i>	DIER	13 (15)	1.2 (6)
<i>Malva sylvestris</i>	MASY	12 (16)	1.1 (7)
<i>Descurania sofia</i>	DESO	11 (17)	1.5 (3)
<i>Herniaria hirsuta</i>	HEHI	11 (17)	1.1 (7)
<i>Chenopodium album</i>	CHAL	11 (17)	1.1 (7)
<i>Matricaria chamomilla</i>	MACH	10 (18)	1.1 (7)

Figura 1. Representación del análisis canónico de correspondencias (CCA). Sólo se muestran las variables significativas y las 73 especies más bien relacionadas. El primer eje (x) explica 16,8% de la variación total, los primeros dos ejes (x+y) el 28,3%.



**Tabla 3.** Riqueza (número de especies por parcela). Abundancia total y diversidad (índice Shannon  $H'$ ) para algunas de las variables utilizadas. Número de especies y abundancia total fueron transformados  $\sqrt{x}$ . Equidad fue transformado según  $(x)^3$ . Diferentes letras corresponden a diferencias significativas según el test Student-Newman-Keuls.

	Número de especies	Abundancia total	Índice diversidad Shannon $H'$
Provincia			
Teruel	16.4 a	19.8 a	2.7 a
Huesca	9.7 b	11.8 b	2.1 b
Zaragoza	9.3 b	11.8 b	2.1 b
Riego			
Sí	7.2 b	9.2 b	1.9 b
No	11.8 a	14.8 a	2.3 a
Herbicida			
Sí	7.8 b	9.2 b	1.9 b
No	12.7 a	16.4 a	2.4 a
Cultivo			
Centeno	23.3 a	26.3 a	3.1 a
Cebada	11.3 b	14.3 b	2.3 b
Trigo duro	10.2 b	13.9 b	2.1 b
Trigo	8.2 b	9.7 b	2.0 b
Avena	7.5 b	7.5 b	2.0 b
Altitud			
156 – 287 m	8.0 c	10.2 b	1.9 c
288 – 463 m	10.2 bc	13.0 ab	2.2 bc
464 – 618 m	12.3 ab	14.6 ab	2.4 ab
619 – 860 m	8.2 c	10.3 b	1.9 c
861 – 1390 m	14.1 a	17.8 a	2.5 a