

**LA DIVERSIDAD VEGETAL ARVENSE EN CEREALES DE INVIERNO
REFLEJA EL NIVEL DE INTENSIDAD DE LA AGRICULTURA**

A. Cirujeda¹, J. Aibar² y C. Zaragoza¹

¹Unidad de Sanidad Vegetal, CITA, Avda. Montañana 930, 50059 Zaragoza, Spain (acirujeda@aragon.es, carza@aragon.es) ²EPS .Universidad de Zaragoza, Ctra. de Cuarte, Km 67, 22071 Huesca, Spain. (jaibar@unizar.es)

Resumen: El objetivo de este trabajo fue relacionar diferentes factores ambientales y agronómicos con la flora de malas hierbas en campos de cereal de invierno. Se ha elegido Aragón como zona de estudio ya que es una región con una notable diversidad paisajística, geográfica y de prácticas agronómicas. Entre 2005 y 2007 se prospectaron 138 campos en 10 zonas diferentes de Aragón (Nordeste de España), se identificó y se anotó la abundancia de todas las especies encontradas. Se calculó el número de especies y el índice de diversidad de Shannon y se realizó un análisis multivariante relacionando los diferentes parámetros con la composición florística. El análisis canónico de correspondencias mostró que las áreas de muestreo fueron las variables que más explicaron la distribución de la vegetación. La posibilidad de regar y la altitud fueron las siguientes variables explicatorias más relevantes. Como se esperaba, el número de especies y el índice de diversidad de Shannon fueron mayores para las áreas con baja intensidad de manejo localizadas en mayor altitud. Se concluye que la vegetación arvense es un indicador de la intensidad de manejo de los campos de cereal de invierno y, por tanto, de sostenibilidad.

Palabras clave: malas hierbas, flora arvense, biodiversidad, prácticas agronómicas, análisis canónico de correspondencia.

INTRODUCCIÓN

La intensificación que se ha producido en las últimas décadas en los cultivos de cereal no es homogénea, ya que todavía se encuentran zonas en Europa, en las que se practica la rotación tradicional de año y vez y en las que se usan pocos fitosanitarios. Se ha elegido Aragón como zona de estudio ya que es una región con una notable diversidad paisajística, geográfica y de prácticas agronómicas. Dada la importancia que tiene la biodiversidad vegetal de los sistemas de cultivo (CLERGE *et al.*, 2005), el objetivo del presente trabajo fue relacionar la intensidad del manejo de los cultivos y factores ambientales con la composición florística y diversidad vegetal.

MATERIAL Y MÉTODOS

Durante la primavera de 2005 a 2007 se prospectaron 138 campos de cereal de invierno en 10 zonas diferentes de Aragón desde el punto de vista geográfico y de intensidad de manejo de los campos. Los campos se escogieron al azar en las principales zonas cerealícolas aragonesas (Tabla 1), 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 secano, evidencias si había habido aplicación de herbicidas. En gabinete se determinaron más parámetros: superficie del campo, clasificación climática, índice de aridez y los ambientes fitoclimáticos (VILLAR y SESÉ, 2000). Con estos datos se realizó 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. El análisis multivariante se realizó empleando Canoco 4.5. para Windows (TER BRAAK AND SMILAUER, 2002).

Tabla 1. Descripción de las áreas prospectadas y de sus características.

Zona	Nº muestras	Campos regados	Rotación tradicional	Herbicidas y fertilizantes	Altitud
1. Hoya Hu.	15	10	No	Sí	377-627
2. Loarre	13	0	No	Sí	488-847
3. Hoya alta	14	0	No	Sí	484-740
4. Jacetania	20	1	No	Sí	609-1068
5. Gállego	12	12	No	Sí	238-284
6. Ebro	12	9	No	Sí	166-340
7. B.Aragón	14	5	Sí	No	157-531
8. Teruel N.	11	1	Sí	No	800-1047
9. Somontano	14	0	No	Sí	350-593
10. Teruel C.	14	0	Sí	No	790-1390

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La zona de muestreo 10 fue la zona con mayor riqueza, abundancia y diversidad seguida de las zonas 7, 8 y 9 pero que no llegan a ser estadísticamente diferentes con otras zonas (Tabla 2). Los campos muestreados en la zona 4 muestran valores inferiores estando situados a elevada altitud (similar a las zonas 8 y 10), pero sometidos a un manejo más intensivo, el cual probablemente afecte más los parámetros estudiados que la altitud por si sola. Las zonas 5 y 6, ambas con la mayoría de campos en regadío y

agricultura intensiva, fueron las que tuvieron valores más bajos de riqueza, abundancia y diversidad. El índice de equidad no fue diferente entre zonas, lo que indica que ninguna de ellas tendía a ser dominada por unas pocas especies.

Tabla 2. Riqueza (número de especies por parcela), infestación (abundancia total), diversidad (índice Shannon H') y equidad (índice Shannon E) en cada zona de muestreo. Número de especies y abundancia total fue transformado según \sqrt{x} , la equidad fue transformada según $(x)^2$. Valores en paréntesis indican las medias transformadas correspondientes a cada uno de los valores retransformados.

Zona de muestreo	Riqueza	Abundancia	Diversidad	Equidad
1	2.84 (8.1) b	3.28 (10.8) hi	1.86 p	0.66 (0.81) x
2	3.02 (9.1) b	3.27 (10.7) hi	2.09 p	0.85 (0.92) x
3	2.91 (8.5) b	3.06 (9.4) hi	1.97 p	0.73 (0.85) x
4	2.99 (8.9) b	3.25 (10.6) hi	2.03 p	0.82 (0.91) x
5	2.77 (7.7) b	2.96 (8.7) i	1.96 p	0.85 (0.92) x
6	2.83 (8.0) b	3.12 (9.7) hi	1.93 p	0.79 (0.89) x
7	3.44 (11.8) b	4.04 (16.3) h	2.27 p	0.73 (0.85) x
8	3.71 (13.8) b	4.20 (17.6) h	2.46 op	0.77 (0.88) x
9	3.70 (13.7) b	4.05 (16.4) h	2.50 op	0.85 (0.92) x
10	4.66 (21.7) a	5.14 (26.4) g	2.96 o	0.83 (0.91) x

* En cada columna letras distintas indican valores significativamente diferentes ($p < 0,05$)

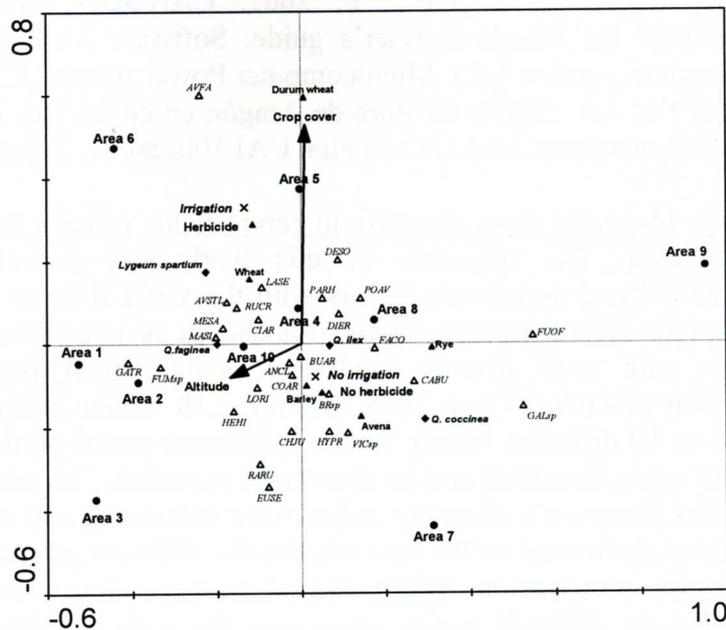


Figura 1. Gráfico representando los resultados del análisis canónico de correspondencia (CCA) con selección gradual utilizando todas las variables explicativas. Se muestran las especies presentes en 10% o más de los campos prospectados. El primer eje (c) explica 17.2% de la variación total; el primer y segundo eje juntos (x+y) explican el 29.2% (CIRUJEDA *et al.*, 2009).

El análisis multivariante muestra que las variables más relacionadas con la distribución de la vegetación fueron la zona (área), el riego, la altitud y el grado de

cobertura del cultivo. La altitud está relacionada a su vez con la intensidad de manejo que generalmente disminuye con creciente altitud. En la Figura 1 se observa como algunas especies están relacionadas con diferentes zonas, con el riego o secano y con las otras variables estudiadas

BIBLIOGRAFÍA

- CIRUJEDA A., AIBAR J., ZARAGOZA C. 2009. The weed composition in cereal fields reflects the agricultural intensity level in Aragón (Spain). 3rd EWRS Workshop on Weeds and Biodiversity. Lleida (Spain).52-53.
- CLERGUE B., AMIAUD B., PERVANÇON F., LASERRE F., PLANTUREUX S. 2005. Biodiversity: function and assessment in agricultural areas: A review. *Agronomy Sustainable Development*, 25, 1-15.
- MAGURRAN, A.E. 1988. *Ecological Diversity and its Measurements*. Princetown University Press, Princetown, USA.
- MARNOTTE, P. 1984. Influence des facteurs agroécologiques sur le développement des mauvaises herbes en climat tropical humide. In: *Proceedings 7^{ème} Colloque International Ecologie, Biologie et Systematique des Mauvaises Herbes*, Paris, France, 183-188.
- MORENO, C. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. MandT - Manuales y Tesis SEA, vol. 1. CYTED, ORCYT-UNESCO, Sociedad Entomológica Aragonesa (SEA), Zaragoza, Spain.
- TER BRAAK, C.J.F., SMILAUER, P. 2002. CANOCO reference manual and CanoDraw for Windows User's guide: Software for canonical Community Ordination (version 4.5.). Microcomputer Power, Ithaca, USA.
- VILLAR, L., SESÉ, J.A. (2000) La flora de Aragón en cifras. En: *La Flora de Aragón* (ed. P Montserrat), 10-11. Colección CAI 100, 80/51, Zaragoza, Spain.

Summary: The weed flora diversity in cereal fields reflects the agricultural intensity level. The objective of this work was to relate different environmental and agronomic factors with the weed flora in winter cereal fields. Aragón (North-Eastern Spain) was chosen as a case-study because is a region with very diverse landscape, geographical parameters and agronomical practices. From 2005 to 2007, 138 winter cereal fields were surveyed in 10 different survey areas of different cereal producing regions and weeds were identified and its abundance recorded. The number of weed species and Shannon's diversity index were calculated and a multivariate analysis was performed on the data relating the different parameters with the weed species composition. The canonical correspondence analysis (CCA) showed that the different survey areas were the main variables responsible of explaining vegetation distribution. The possibility of irrigation and altitude were the next most relevant explanatory variables. As expected, the number of weed species and the Shannon index were higher for the areas with low inputs in agriculture, which are located at higher altitude. It can be concluded that the vegetation is an indicator for the intensity of management of the winter cereal fields and therefore of sustainability.

Key words: weeds, biodiversity, agronomical practices, canonical correspondence analysis.