

MALAS HIERBAS DE CULTIVOS DE REGADÍO DEL  
SUROESTE DE CASTILLA Y LEÓN. PROPUESTA  
DE UN NUEVO ÍNDICE MALHERBOLÓGICO  
*Study of weeds growing in irrigated crops in the  
south-west of Castilla and León (Spain). Proposal  
of a new weed index*

Juan Manuel VELASCO & Enrique RICO

*Departamento de Botánica, Facultad de Biología, Universidad de Salamanca.  
37007 Salamanca, España. erico@usal.es*

BIBLID [0211 - 9714 (2001) 20, 43-71]

Fecha de aceptación del artículo: 18-12-2000

RESUMEN: En este trabajo se estudia la flora arvense de los cultivos de regadío de las provincias de Salamanca y Zamora, con el fin de averiguar cuáles son las malas hierbas más frecuentes y abundantes que infestan estas tierras, así como su distribución por los cultivos prospectados (alfalfa, girasol, maíz, patata, remolacha y otros 16 cultivos menores) y en las vegas fluviales visitadas (Águeda y Tormes en Salamanca, y Duero y el sistema fluvial Esla-Órbigo-Tera en Zamora), además de una zona de regadío por agua subterránea (Peñaranda de Bracamonte en Salamanca). Igualmente, se propone un nuevo método de cuantificación de la infestación de las malas hierbas, mediante una escala decimal de índices de riesgo de nocividad (IRN) de 0 a 100, que se representa gráficamente mediante un «cubo de riesgos de nocividad». Dicho índice es una síntesis de tres parámetros malherbológicos: la frecuencia relativa de presencia (FRP), el índice máximo de cobertura (IMC) y, un nuevo parámetro, la frecuencia de alta cobertura (FAC).

Se ha analizado la flora arvense de 412 campos prospectados, compuesta por 331 táxones, con los cuales se establecen tres grupos de especies según su potencial de nocividad, con arreglo al IRN, para el conjunto de la región estudiada. Se han encontrado 17 especies que presentan un elevado riesgo de nocividad en el conjunto

de los cultivos y de las zonas agrícolas; de las cuales las cinco especies de mayor riesgo de nocividad son: *Chenopodium album* L., *Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv., *Solanum physalifolium* var. *nitidibaccatum* (Bitter) Edmons, *Amaranthus powellii* S. Watson y *Digitaria sanguinalis* (L.) Scop., las cuales aparecen en todos los cultivos y en todas las áreas agrícolas.

*Palabras clave:* Castilla y León, malas hierbas, cultivos de regadío, índice malherbológico.

ABSTRACT: Weeds growing in irrigated crops in Salamanca and Zamora provinces (CW Spain) have been studied to the aim of getting an assessment on which of them are more abundant and frequently found. The distribution of weeds in the different types of crops (lucerne, sunflower, corn, potato, sugar beet and other sixteen less important crops) that have been here surveyed has been also studied, as well as their incidence in the rich fluvial lowlands (Águeda and Tormes in Salamanca, Duero and Esla-Órbigo-Tera in Zamora) and in an area irrigated by subterranean water (Peñaranda de Bracamonte in Salamanca).

A new method to quantify weed infestation is proposed. It consist of a decimal scale of indexes of risks of weed harmfulness (IRN) ranging from 0 to 100, which is graphically represented by a «cube of risks of weed harmfulness». This index comprises three weed parameters: relative frequency of incidence (FRP), maximum covering index (IMC) and one new parameter, frequency of high covering (FAC).

Four hundred and twelve fields have been studied, where 331 taxa have been found. Three groups of species have been established in relation to their harmfulness potentiality and also according to their IRN. High risk of harmfulness has been found in 17 species considerin the whole of the crops and areas surveyed, from which 5 represent the highest risk of harmfulness and have been found in all types of crop and agricultural areas: *Chenopodium album* L., *Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv., *Solanum physalifolium* var. *nitidibaccatum* (Bitter) Edmons, *Amaranthus powellii* S. Watson and *Digitaria sanguinalis* (L.) Scop.

*Keywords:* Castilla & León, weeds, irrigated crops, weed index.

## INTRODUCCIÓN

Es bien conocido que las plantas extrañas a un cultivo provocan considerables pérdidas de biomasa útil en los mismos. La estimación de estas pérdidas ha de tener presente una serie de factores malherbológicos, botánicos y agrícolas. Así, la cuantificación de la influencia de las malas hierbas sobre los cultivos, para poder apreciar las posibles pérdidas, es un empeño que ha dado origen a una multitud de métodos para plasmar la infestación de esa plaga que denominamos maleza.

Los estudios básicos sobre las malas hierbas de cultivos de regadío, preliminares a los métodos de lucha, son escasos en lo que se refiere a Castilla y León. Sólo en los catálogos florísticos generales sobre determinadas comarcas se reseñan esas especies, constatando su presencia, pero sin analizar su abundancia, preferencias por cultivos, fenología, etc. Así mismo, LADERO & *al.* (1983) hacen referencia a las comunidades de cultivos de regadío en el conjunto de comunidades nitrófilas salmantinas. De forma más específica VILLARIAS (1985 a y b) estudia la presencia de malas hierbas en cultivos de remolacha azucarera de la cuenca del Duero, y algo similar realizan VIRUEGA & PUJADAS (1993), para el mismo cultivo y en las provincias de Salamanca, Valladolid y Zamora. A nivel nacional, se han realizado diversos estudios que incluyen cultivos de regadío, entre ellos destacamos los de CONTRERAS (1978), ZARAGOZA & SANZ (1978), PUJADAS (1986), HIDALGO (1988), CONSOLA & RECASENS (1989), SAAVEDRA & *al.* (1989), CARRETERO (1989), FRAGA & *al.* (1993).

En estudios anteriores se han utilizado diversas formas para la cuantificación de la presencia de malas hierbas en cultivos, basadas en el uso de diferentes términos malherbológicos, los cuales se concretan en una serie de índices o coeficientes, como por ejemplo: el índice de infestación media (Im) (SAAVEDRA & *al.*, *l. c.*; HIDALGO & *al.*, 1990), el índice de dominancia (ID) (CONSOLA & RECASENS, *l. c.*), el índice de difusión (ID) (SGATTONI & *al.*, 1989), el índice parcial de nocividad (IPN) (BOUHACHE & *al.*, 1994), el índice de impacto agrícola (IA) (VIRUEGA & PUJADAS, *l. c.*) o el índice de abundancia-dominancia (AD) (LE BOURGEOIS & GUILLERM, 1995); de ellos se derivan muchas veces una serie de grados cualitativos. Todos estos índices o coeficientes se basan en la frecuencia de presencia y/o en la abundancia-dominancia, ésta se determina a partir de la cobertura o de la densidad.

La cobertura da una idea de la biomasa aérea producida por las malas hierbas (GAUDET & KEDDY, 1988; TRAORÉ & MAILLET, 1992), y se considera un indicador de la competencia, y por tanto del riesgo de nocividad, ejercida por una determinada especie sobre el cultivo.

LE BOURGEOIS & GUILLERM (*l. c.*), encuentran una buena correlación entre la frecuencia y la abundancia de las especies y, a partir de ella, establecen la importancia agronómica de las especies. Debido a que existen especies que presentan una baja frecuencia y una elevada abundancia, las cuales pueden ser unas infestantes potencialmente nocivas, y otras que son muy frecuentes y poco abundantes, lo cual nos indica su escaso riesgo de nocividad; proponemos un nuevo índice malherbológico, denominado índice de riesgo de nocividad (IRN) (VELASCO, 1995), que intenta cuantificar –mediante la combinación de tres parámetros: frecuencia, abundancia y frecuencia de alta cobertura (parámetro nuevo)– la presencia de las malas hierbas en los cultivos, en cuanto al potencial competitivo de las mismas, y, por tanto, determinar la importancia agronómica de las especies arvenses. En este trabajo mostramos los resultados de su aplicación práctica a los cultivos de regadío del suroeste de Castilla y León (España).

## MATERIAL Y MÉTODOS

Las zonas estudiadas están situadas en el oeste de España. Son áreas de regadío del SW de la cuenca hidrográfica del Duero, y pertenecen a las provincias de Salamanca y Zamora, encontrándose entre los 5º 11' y los 5º 35' de longitud oeste y los 40º 32' y los 42º 05' de latitud norte (Figura 1). En las zonas agrícolas la precipitación oscila entre los 388 y los 612 mm anuales. Todas las estaciones, siguiendo las clasificaciones de RIVAS-MARTÍNEZ (1987), quedan incluidas en la Región Mediterránea, y, dentro de ésta, en el piso bioclimático Supramediterráneo, a excepción de la zona más suroccidental –la del Águeda– que participa del Mesomediterráneo superior. En lo referente al encuadre fitogeográfico, en la provincia corológica Carpetano-Ibérico-Leonesa quedan incluidas la zona regable de Peñaranda y las vegas del Águeda y Tormes, esta última en el contacto con la provincia Castellano-Maestrazgo-Manchega. La del Duero se encuentra en el SW de dicha provincia Castellano-Maestrazgo-Manchega, mientras que la del Esla participa de las dos provincias corológicas mencionadas. Las cinco zonas agrícolas se asientan, principalmente, sobre suelos de tipo Entisols (Xerofluvents) y en menor medida sobre Alfisols e Inceptisols. Además, al tratarse de cultivos de regadío, la humedad edáfica en todas áreas es muy similar.

Los cultivos estudiados se han elegido sobre la base de criterios de importancia económica y de extensión de cultivo. En ellos se realizaron, entre 1990 y 1993, 412 prospecciones, una por campo y elegidas al azar, según el reparto por cultivos y zonas agrícolas que se muestran en la Tabla 1. Los principales cultivos prospectados fueron: alfalfa (*Medicago sativa* L. subsp. *sativa*), girasol (*Helianthus annuus* L.), maíz (*Zea mays* L.), patatas (*Solanum tuberosum* L.) y remolacha de siembra primaveral (*Beta vulgaris* L. subsp. *vulgaris*). Los 74 campos de cultivos minoritarios («C. Minor.») se refieren a 16 cultivos de regadío menos frecuentes y extensos que los anteriores, entre los que destacan los de judías (*Phaseolus vulgaris* L.) (25%) y los de cereales (16%).

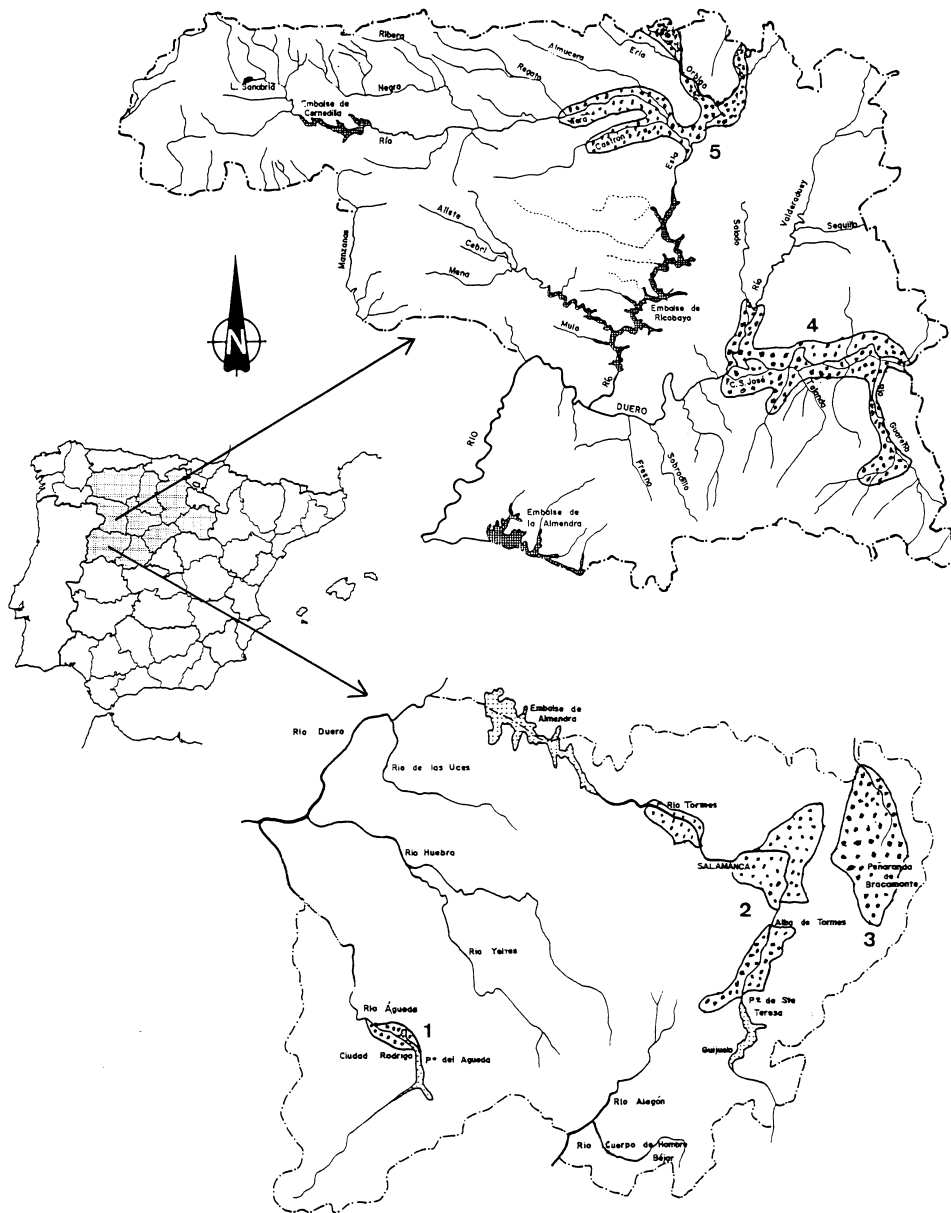


FIGURA 1. Situación de la comunidad de Castilla y León en España y de las zonas agrícolas estudiadas en las provincias de Salamanca (abajo) y Zamora (arriba).

ÁREAS AGRÍCOLAS						
CULTIVOS	Águeda (156)	Tormes (200)	Peñaranda (89)	Duero (154)	Esla (232)	TOTAL
Alfalfa (222)	12	11	3	16	22	64
Girasol (94)	0	16	5	18	4	43
Maíz (157)	13	25	0	26	26	90
Patata (111)	10	20	4	5	5	50
Remolacha (169)	2	25	4	30	30	91
C. Minor. (208)	19	16	3	25	25	74
TOTAL	56	113	19	112	112	412

TABLA 1. Número de campos prospectados por cultivos y zonas agrícolas. Entre paréntesis, número de especies de cada cultivo o área agrícola.

En esos campos se llevó a efecto un muestreo con la finalidad de elaborar un catálogo florístico completo de las especies arvenses, y cuantificar la presencia de malas hierbas por cultivos y áreas agrícolas. Se utilizó como sistema de registro una «ficha de campo malherbológica» a modo de inventario, en la que se anotaban, entre otros datos, la estima combinada de abundancia y cobertura, obteniéndose la cantidad de especie, empleando la terminología y la escala de seis índices (+, 1, 2, 3, 4, 5) de BRAUN-BLANQUET (1979).

En todos los campos indicados se realizó el muestreo florístico siguiendo el denominado «tour au champ» (MALLET, 1981), en parcelas de 900 m<sup>2</sup> (30 m x 30 m), que eran la mayoría; excepcionalmente algunas tenían 400 m<sup>2</sup> (20 m x 20 m), cuando los campos de cultivo eran pequeños.

El estudio de la diversidad de los diferentes cultivos y áreas agrícolas se ha realizado mediante el uso de la frecuencia relativa de presencia (FRP) de cada especie, la cual ha servido para establecer cinco clases de frecuencia distribuidas según se muestra en la Tabla 2.

ÍNDICE DE CLASE	CLASES DE FRP	GRADOS DE FRECUENCIA
I	Fr < 5	FMB
II	5Fr < 10	FB
III	10 Fr < 25	FM
IV	25 Fr < 50	FA
V	Fr 50	FMA

TABLA 2. Clases de frecuencia relativa de presencia (**FRP**) en campos prospectados. Grados de frecuencia: **FM**: Frecuencia muy baja; **FB**: Frecuencia baja; **FM**: Frecuencia media; **FA**: Frecuencia alta; **FMA**: Frecuencia muy alta.

Para la cuantificación de la flora arvense, se propone un método basado en un nuevo índice que denominamos «índice de riesgo de nocividad» (IRN). Este índice es una síntesis de tres parámetros malherbológicos, dos de ellos usados por otros autores, la frecuencia relativa de presencia (FRP) y el índice máximo de cobertura (IMC); y el tercero, nuevo en este tipo de estudios, que denominamos frecuencia de alta cobertura (FAC), que proporciona información sobre la frecuencia de las especies de malas hierbas que presentan una alta cobertura, por lo que nos permite relacionar la frecuencia y la abundancia.

La frecuencia relativa de presencia (FRP) se ha dividido en cinco clases de frecuencia relativa que se exponen en la Tabla 2. Hemos tomado como umbral mínimo de riesgo de nocividad preocupante, frecuencias relativas iguales o superiores al 10% (corresponden a presencias en más de 40 campos prospectados), es decir, las clases III, IV y V.

El índice máximo de cobertura (IMC) cuantifica la abundancia máxima que alcanza una especie en cualquiera de los cultivos. Se han tomado como referencia los cinco índices mayores de cobertura-abundancia de la escala de BRAUN-BLANQUET (*l. c.*). Hemos considerado que una especie tiene un alto riesgo de nocividad, y por ello se incluiría entre las principales infestantes, cuando posee un IMC de un valor de 2 como mínimo.

La frecuencia de alta cobertura (FAC) informa de la frecuencia de las especies con una «alta cobertura», entendiendo por tal los valores del índice de cobertura-abundancia iguales o superiores a 2 en la escala de BRAUN-BLANQUET (*l. c.*). Se decide incluir el grado de índice 2 por creer que indica un riesgo de nocividad potencial razonable, puesto que BRAUN-BLANQUET (*l. c.*) le asigna el siguiente significado: «individuos numerosos, muy numerosos o no, pero cuyo grado de cobertura oscila entre un 10 y un 25 por ciento».

El cálculo de este parámetro malherbológico se realiza según la fórmula siguiente:

$$FAC = [ N(AC)_i / N_i ] \times 100$$

**FAC:** Frecuencia relativa (en %) con que una especie presenta alta cobertura-abundancia.

**N (AC):** Número de presencias en las que la especie **i** presenta alta cobert.-abund. (índices 2-5).

**N:** Número de presencias totales de la especie **i**.

Las FAC obtenidas se han agrupado en tres clases con arreglo al criterio de reparto de amplitudes de clase que aparecen en la Tabla 3. Este parámetro representa de forma bastante fidedigna la posible nocividad de las malas hierbas, a través de la competencia, puesto que la FAC nos señala qué especies aparecen frecuentemente con una abundancia al menos preocupante. Además, las medias siempre enmascaran los datos extremos, y en este caso es muy importante destacar,

precisamente, la frecuencia de esos datos extremos en la franja de las abundancias altas.

ÍNDICE DE CLASE	CLASES DE FAC (%)
I'	Fr ≤ 10
II'	10 < Fr 25
III'	Fr > 25

TABLA 3. Índices y clases de frecuencia de alta cobertura-abundancia (**FAC**).

El riesgo de nocividad, cuantificado sobre los tres parámetros anteriores, se sintetiza en un índice de riesgo de nocividad (IRN), con el que se configura una escala decimal de 0 a 100, la cual se muestra gráficamente en un «cubo de riesgos de nocividad» (Figura 2). Dicho índice se calcula por intersección de los tres parámetros en el «cubo de riesgos de nocividad». A estos índices se les asigna unos grados de riesgo de nocividad cualitativos según una serie de clases que se muestran en la Tabla 4.

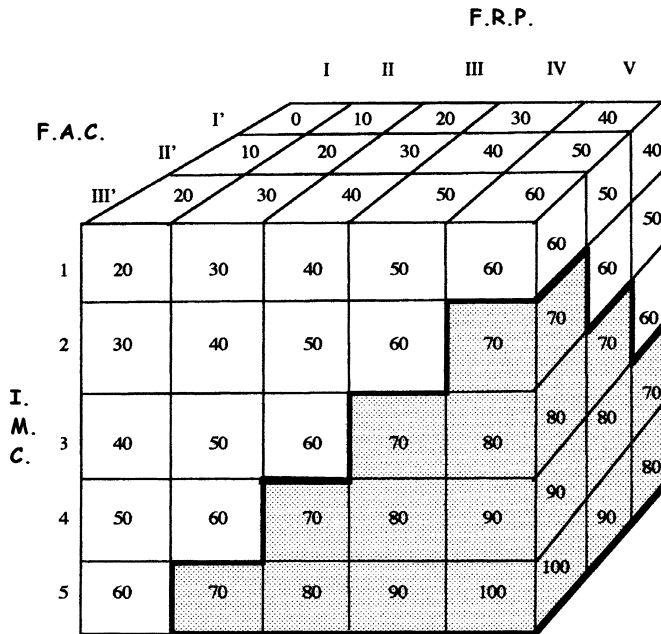


FIGURA 2. «Cubo de riesgos de nocividad» elaborado a partir de los índices de riesgo de nocividad (**IRN**) según la escala decimal diseñada con valores de 0 a 100. Se delimita la zona de índices de riesgo de nocividad elevado y muy elevado. **FRP**: Frecuencia relativa de presencia; **FAC**: Frecuencia de alta cobertura-abundancia; **IMC**: Índice máximo de cobertura.



Hemos tomado como criterio para seleccionar a las malas hierbas con mayor impacto agronómico, la obtención de un IRN igual o superior a 70 en la escala decimal propuesta, lo que supone un grado de riesgo de nocividad elevado o muy elevado (Tabla 4). Ese valor del índice nos informa de que una mala hierba al menos ha de presentarse en un 5% de los campos de cultivo, pero con el más alto índice máximo de cobertura y con más de un 25% de frecuencia de alta cobertura; o que al menos se encuentre en el 50% de las tierras de labor con un índice máximo de cobertura igual o superior a 2 y una frecuencia de alta cobertura de más del 25%.

IRN	GRADOS DE RIESGO DE NOCIVIDAD
1-20	Riesgo de nocividad MUY DÉBIL
30-40	Riesgo de nocividad DÉBIL
50-6	Riesgo de nocividad MEDIANO
70-80	Riesgo de nocividad ELEVADO
90-100	Riesgo de nocividad MUY ELEVADO

TABLA 4. Correspondencia entre los índices de riesgo de nocividad (**IRN**) y los grados asignados.

Por otro lado, se comparan nuestros resultados con los que se obtendrían con índices similares –basados en la cuantificación de la abundancia-dominancia, a través de la cobertura– como el índice parcial de nocividad (IPN) (BOUHACHE & *al.*, *l. c.*).

La semejanza entre cultivos y zonas agrícolas se ha determinado a través del índice de similitud de SÖRENSEN (1948).

La nomenclatura empleada para las especies es la de *Flora Europaea* (TUTIN & *al.*, 1964-80), Med-Checklist (GREUTER & *al.*, 1984-89), *Flora iberica* (CASTROVIEJO & *al.*, 1986-99) o trabajos específicos para algunas especies. No se indican los autores de los nombres de especies salvo cuando no aparecen en las obras generales mencionadas.

Los pliegos testigos de las especies observadas en los campos muestreados (al menos uno por cada especie) se encuentran depositados en el herbario SALA (herbario de la Universidad de Salamanca).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El catálogo de las malas hierbas anotadas a lo largo de la realización de este trabajo incluye un total de 344 táxones y el listado completo del mismo ha sido publicado en VELASCO & RICO (2000).

### 1. DIVERSIDAD EN CULTIVOS

El número medio de especies encontrado en cada uno de los cultivos, incluidos los cultivos minoritarios considerados en bloque, se exponen en la Tabla 5. Puede apreciarse que el cultivo que mayor diversidad presenta es la alfalfa, tal vez por ser un cultivo plurianual en el que suelen prosperar bien las especies vivaces, a pesar de que las especies anuales están sometidas a cortes periódicos lo que influye en su capacidad reproductora. El segundo cultivo con una flora arvense más diversa resulta ser la remolacha. Los cultivos con menor número de especies infestantes son el girasol y la patata con casi la mitad de especies que la alfalfa.

En cultivos de regadío de Andalucía (valle del Guadalquivir), SAAVEDRA (1987) obtuvo diversidades superiores en remolacha. En el girasol también se obtiene una diferencia apreciable a favor de los girasoles andaluces, con mayor número medio de malas hierbas; sin embargo, en el maíz los resultados son muy similares entre ambas zonas españolas.

CULTIVOS	FMB	FB	FM	FA/FMA	Total	Media
Alfalfa	192	16	14	0	222	20,4
Girasol	70	8	10	6	94	12,3
Maíz	117	19	13	8	157	14,1
Patata	83	13	9	6	111	12,4
Remolacha	126	20	13	10	169	15,5
C. Minor.	182	14	11	1	208	14,7
Total de especies	261	28	29	13	331	

TABLA 5. Diversidad de especies por cultivos según clases de frecuencia. Se muestran también el total y la media de especies según cultivos.

Computando el número total de especies por cultivos, se aprecia claramente que la alfalfa es el cultivo con mayor diversidad malherbológica, seguido de los cultivos minoritarios en conjunto. El cultivo de menor diversidad, en regadío, es el girasol con 94 especies.

Tomando los resultados de la diversidad por clases de frecuencia (se han unido las clases de frecuencia alta y frecuencia muy alta en el análisis por cultivos), vemos que en la banda de especies de frecuencia muy baja, la alfalfa es el cultivo que mayor número de éstas presenta, seguida de los cultivos minoritarios y de la remolacha. Sin embargo, en las bandas de la alta frecuencia (FM y FA/FMA), consideradas conjuntamente, son la remolacha y el maíz los cultivos que presentan mayor diversidad de especies infestantes.

## 2. DIVERSIDAD EN ÁREAS DE CULTIVO

En las áreas de cultivo, el reparto de especies según las clases de frecuencia, se muestra en la Tabla 6.

ÁREAS CULTIVADAS	FMB	FB	FM	FA/FMA	Total
Águeda	126	17	12	1	156
Tormes	163	20	9	8	200
Peñaranda	74	8	7	0	89
Duero	110	19	14	11	154
Esla	187	21	18	6	232
Total de especies	261	28	29	13	331

TABLA 6. Diversidad de especies por áreas de cultivo según clases de frecuencia y total de especies por cada área.

La vega del conjunto fluvial Esla-Órbigo-Tera contiene un número de especies mucho más elevado que la del Duero y que la del Tormes, a pesar de haberse realizado casi el mismo número de prospecciones (sólo una más en la vega del Tormes que en las del Esla y Duero) en las tres vegas más importantes. Esto puede ser debido a uno o varios de los siguientes factores: menor tratamiento fitosanitario con herbicidas, mayor heterogeneidad de suelos, confluencia de dos provincias corológicas en la zona, ser tres vegas fluviales con peculiaridades algo diferentes entre ellas, o la ubicación en una gran zona de regadío, pues se extiende además, de forma amplia, por la provincia de León, y que tiene una mayor antigüedad en sustentar cultivos de regadío.

Ahora bien, la mayor cantidad de especies tiene una escasa presencia, pues las especies de frecuencia muy baja suponen el 80% de las existentes en los cultivos de esa vega. En esta misma clase de frecuencia, el área de Peñaranda de Braçamonte contiene porcentualmente el mayor número de especies, con un 83% de las mismas con escasa presencia; y la que menor número de especies de presencia mínima contiene es la vega del Duero aunque todavía con un 71%. En la banda de la alta frecuencia (clases FM y FA/FMA) destacan las vegas del Duero y del Esla, quedando en tercer lugar la vega del Tormes.

La vega del Águeda, a pesar de su reducida extensión, presenta más especies arvenses que la extensa vega del Duero. Este resultado tiene su explicación en las pequeñas tierras de cultivo de la vega del Águeda, que son menos tratadas con escaradas mecánicas o químicas y por su situación geográfica (menor altitud y más occidental que la vega del Duero) lo que le proporciona un cierto grado de oceanidad, con mayor pluviosidad y temperaturas más benignas, y permite la presencia de algunas especies que faltan en otras vegas.

### 3. SIMILITUD DE LA FLORA ARVENSE POR CULTIVOS Y ZONAS

Para averiguar la semejanza, y por lo tanto las diferencias, entre unos cultivos y otros y entre unas áreas y otras, se ha acudido a buscar estas semejanzas en la presencia de las especies mediante el índice de similitud de SÖRENSEN (*l. c.*).

Como puede apreciarse en la Tabla 7, la similitud más acentuada se produce entre las comunidades arvenses de los cultivos de remolacha y maíz y entre el maíz y «cultivos minoritarios», aunque en este caso son muchos los cultivos y muy diferentes como para considerarlo un valor relevante. Es de destacar también, la semejanza entre las comunidades de flora arvense que se establecen en patatas y en girasol, así como entre la de la remolacha y la de los cultivos minoritarios.

La menor similitud se produce entre los cultivos de alfalfa y los otros cuatro cultivos fundamentales, sobre todo con los de patata y con los de girasol. Puede interpretarse este fenómeno como consecuencia de ser la alfalfa un cultivo plurianual que permite la instalación de especies vivaces; además, al estar presente durante todo el año en la tierra de cultivo pueden prosperar en él malas hierbas otoñales y primaverales.

	Al.	Gi.	Ma.	Pa.	Re.	C.M.
Alfalfa	1					
Girasol	0,44	1				
Maíz	0,58	0,62	1			
Patata	0,43	0,68	0,63	1		
Remolacha	0,57	0,64	0,72	0,63	1	
C. Minor.	0,64	0,54	0,71	0,57	0,68	1

TABLA 7. Similitudes entre cultivos según el índice de Sørensen para el total de especies presentes.

Si comparamos ahora las áreas de cultivo entre sí (Tabla 8), hallamos que la mayor similitud o afinidad se encuentra entre la vega del Tormes y la del Esla. Coherentemente, las menores similitudes se aprecian en todas las correlaciones del área de Peñaranda (no es una vega) con las 4 vegas fluviales, si exceptuamos la que se establece entre las vegas del Águeda y la del Esla (menor del 40%), tal vez por su mayor separación geográfica, lo que motiva una climatología más diferente y su pertenencia a sectores fitogeográficos distintos.

	Ag.	To.	Pe.	Du.	Es.
Águeda	1				
Tormes	0,60	1			
Peñaranda	0,50	0,54	1		
Duero	0,58	0,62	0,52	1	
Esla	0,34	0,67	0,48	0,62	1

TABLA 8. Similitud entre áreas de cultivo según el índice de Sörensen para el total de especies.

Si consideramos solamente a las especies más frecuentes (frecuencia absoluta de presencia 20 = 5%) en lugar de usar el total de especies, para calcular el índice de similitud entre cultivos y entre áreas cultivadas, nos encontramos con los resultados de las tablas 9 y 10 respectivamente.

	Al.	Gi.	Ma.	Pa.	Re.	C.M.
Alfalfa	1					
Girasol	0,89	1				
Maíz	0,97	0,91	1			
Patata	0,89	0,88	0,92	1		
Remolacha	0,96	0,91	0,99	0,93	1	
C. Minor.	0,97	0,90	1	0,92	0,99	1

TABLA 9. Similitud entre cultivos según el índice de Sörensen para especies frecuentes.

Puede comprobarse que las similitudes aumentan significativamente entre los cultivos cuando se comparan teniendo en cuenta sólo a las especies con una elevada frecuencia (frecuencia absoluta de presencia 20), eliminando aquellas especies más o menos esporádicas o con escaso poder de infestación, reduciendo el análisis al reparto de 70 especies frecuentes entre los cultivos elegidos. Así pues, las diferencias entre los cultivos se establecen fundamentalmente por las especies poco frecuentes, siendo las frecuentes más o menos comunes a todos los cultivos.

	Ag.	To.	Pe.	Du.	Es.
Águeda	1				
Tormes	0,94	1			
Peñaranda	0,84	0,88	1		
Duero	0,93	0,98	0,86	1	
Esla	0,95	0,97	0,85	0,98	1

TABLA 10. Similitud entre áreas según el índice de Sörensen para especies frecuentes.

Un resultado parecido se obtiene para las zonas agrícolas, es decir, que las malas hierbas más problemáticas vienen a ser casi las mismas en todas las zonas cultivables mediante regadío.

#### 4. PRINCIPALES INFESTANTES EN LOS CAMPOS PROSPECTADOS

El IRN se aplicó a las 331 especies o subespecies encontradas y los resultados obtenidos para las 42 más frecuentes (frecuencia relativa igual o superior al 10%) se muestran en la Tabla 11. Las malas hierbas se encuentran ordenadas, en primer lugar, por el IRN; y en segundo término por la FAC. En esta tabla, aparte de los 3 parámetros que permiten obtener el IRN, se incluye el IPN para la comparación entre ambos índices.

Así pues, ateniéndonos al IRN obtenemos que hay 21 especies de malas hierbas que tienen un índice igual o superior a 70. A éstas las podemos calificar como muy infestantes o decir que presentan un elevado riesgo de nocividad. Las otras 21 malas hierbas de la Tabla 11, que presentan un IRN inferior a 70, podríamos calificarlas de simplemente infestantes o decir que presentan un riesgo de nocividad mediano.

ESPECIES	FRP	FAC	IMC	IRN	IPN
1.- <i>Echinochloa crus-galli</i>	71,6	59,3 (III')	5	100	2.306
2.- <i>Cbenopodium album</i>	79,1	47,2 (III')	5	100	1.516
3.- <i>Solanum physalifolium</i>	53,6	46,6 (III')	5	100	1.573
4.- <i>Amaranthus powellii</i>	37,6	52,2 (III')	5	90	1.786
5.- <i>Portulaca oleracea</i>	54,8	45,1 (III')	4	90	1.392
6.- <i>Digitaria sanguinalis</i>	41,5	40,9 (III')	5	90	1.390
7.- <i>Solanum nigrum</i>	50,7	39,2 (III')	4	90	1.176
8.- <i>Amaranthus retroflexus</i>	37,4	35,7 (III')	5	90	1.328
9.- <i>Amaranthus hybridus</i>	17,2	47,8 (III')	5	80	1.593
10.- <i>Galinsoga parviflora</i>	10,9	46,6 (III')	5	80	998
11.- <i>Trifolium repens</i>	11,2	39,1 (III')	5	80	1.442
12.- <i>Datura stramonium</i>	28,6	38,1 (III')	4	80	1.284
13.- <i>Stellaria media</i>	15,0	37,1 (III')	5	80	1.571
14.- <i>Poa annua</i>	24,5	50,5 (III')	4	70	1.808
15.- <i>Taraxacum</i> gr. <i>officinale</i>	10,7	29,5 (III')	4	70	564
16.- <i>Plantago lanceolata</i>	14,1	29,3 (III')	4	70	1.049
17.- <i>Eragrostis ciliaris</i>	15,8	29,2 (III')	4	70	1.029
18.- <i>Rumex obtusifolius</i>	17,5	26,4 (III')	4	70	996
19.- <i>Polygonum lapathifolium</i>	22,8	24,4 (II')	5	70	867
20.- <i>Capsella bursa-pastoris</i>	29,8	19,5 (II')	4	70	840
21.- <i>Polygonum aviculare</i>	39,1	16,7 (II')	4	70	752
22.- <i>Eragrostis virescens</i>	10,9	33,3 (III')	3	60	1.129
23.- <i>Xanthium italicum</i>	14,5	25,0 (II')	4	60	816
24.- <i>Cynodon dactylon</i>	20,1	22,8 (II')	4	60	860
25.- <i>Lolium perenne</i>	15,5	20,0 (II')	4	60	1.022
26.- <i>Picris echioides</i>	11,2	13,1 (II')	4	60	623
27.- <i>Amaranthus albus</i>	12,4	11,8 (II')	4	60	553
28.- <i>Xanthium spinosum</i>	33,0	11,7 (II')	3	60	569
29.- <i>Sonchus oleraceus</i>	45,4	10,7 (II')	3	60	466
30.- <i>Setaria verticillata</i>	14,8	19,6 (II')	3	50	707
31.- <i>Plantago major</i>	13,8	17,5 (II')	3	50	704
32.- <i>Rapbanus raphanistrum</i>	10,0	17,1 (II')	3	50	572
33.- <i>Sinapis arvensis</i>	12,6	15,4 (II')	3	50	628
34.- <i>Conyza albida</i>	13,3	12,7 (II')	3	50	535
35.- <i>Convolvulus arvensis</i>	21,6	10,1 (II')	3	50	501
36.- <i>Lactuca serriola</i>	11,9	10,0 (I')	3	40	478
37.- <i>Rumex crispus</i>	10,7	9,1 (I')	3	40	471
38.- <i>Cirsium arvense</i>	12,4	7,8 (I')	3	40	445
39.- <i>Senecio vulgaris</i>	15,5	1,5 (I')	3	40	229
40.- <i>Chondrilla juncea</i>	10,0	9,7 (I')	2	30	419
41.- <i>Lupinus angustifolius</i>	10,0	4,8 (I')	2	30	274
42.- <i>Malva neglecta</i>	23,8	1,1 (I')	2	30	238

TABLA 11. Especies más infestantes o de mayor riesgo de nocividad a nivel regional. **FRP**: Frecuencia relativa de presencia; **FAC**: Frecuencia de alta cobertura-abundancia; **IMC**: Índice máximo de cobertura; **IRN**: Índice de riesgo de nocividad; **IPN**: Índice parcial de nocividad (BOUHACHE & *al.*, 1994).

Si sobre esas 42 especies se aplica el IPN con el criterio de BOUHACHE & *al.* (*l. c.*: 125), de considerar como nocivas las que tienen un valor del IPN > 480, resultan 34 especies nocivas, que incluyen las 21 obtenidas según el criterio del IRN que proponemos.

Puede apreciarse además, en la Tabla 11, la no existencia de una correlación en muchas especies entre el IRN y el IPN, ni entre la FAC y el IPN, al existir malas hierbas con una menor FAC que otras y presentar un mayor IPN. Esto nos indica que el IPN y parámetros similares dan más valor a las presencias de malas hierbas de bajo índice de abundancia, en tanto que la FAC permite apreciar mejor las malas hierbas muy abundantes que pudieran considerarse preocupantes. No obstante, se observa en líneas generales, como sería lógico esperar, una menor FAC al ir disminuyendo el IPN.

Existen, además, otras 35 especies (Tabla 12) que presentan un IMC alto (3, 4 ó 5), pero frecuencias relativas de presencia inferiores al 10%, no llegando en ningún caso a un IRN de 70. Por ello, podríamos calificarlas como especies de riesgo de nocividad localizado.



ESPECIES	FRP	FAC	IMC
1.- <i>Spergula arvensis</i>	8,9	8,1 (I')	4
2.- <i>Datura ferox</i>	8,5	17,1 (II')	4
3.- <i>Equisetum ramosissimum</i>	8,3	35,3 (III')	4
4.- <i>Setaria pumila</i>	8,0	33,3 (III')	4
5.- <i>Chenopodium opulifolium</i>	7,3	16,6 (II')	3
6.- <i>Chamaemelum mixtum</i>	7,0	17,2 (II')	4
7.- <i>Atriplex prostrata</i>	7,0	17,2 (II')	3
8.- <i>Papaver rhoeas</i>	6,5	29,6 (III')	4
9.- <i>Anthemis cotula</i>	6,5	14,8 (II')	3
10.- <i>Eragrostis minor</i>	6,3	11,5 (II')	3
11.- <i>Helianthus annuus</i>	6,3	15,4 (II')	3
12.- <i>Holcus lanatus</i>	6,3	30,7 (III')	3
13.- <i>Paspalum distichum</i>	4,8	30 (III')	4
14.- <i>Hordeum murinum</i>	4,6	15,7 (II')	4
15.- <i>Dactylis glomerata</i>	4,3	22,2 (II')	3
16.- <i>Daucus carota</i>	3,6	6,6 (I')	3
17.- <i>Ornithopus compressus</i>	3,2	15,4 (II')	3
18.- <i>Festuca arundinacea</i>	2,9	16,6 (II')	4
19.- <i>Panicum capillare</i>	2,9	41,6 (III')	3
20.- <i>Verbascum pulverulentum</i>	2,7	9,1 (I')	3
21.- <i>Ranunculus muricatus</i>	2,4	10 (I')	3
22.- <i>Phragmites australis</i>	1,9	62,5 (III')	4
23.- <i>Tribulus terrestris</i>	1,9	37,5 (III')	4
24.- <i>Veronica hederifolia</i>	1,9	37,5 (III')	3
25.- <i>Elymus repens</i>	1,5	16,6 (II')	4
26.- <i>Cerastium glomeratum</i>	1,5	16,6 (II')	3
27.- <i>Secale cereale</i>	1,5	16,6 (II')	3
28.- <i>Sorghum halepense</i>	1,5	16,6 (II')	3
29.- <i>Cyperus longus</i>	1,2	80 (III')	5
30.- <i>Bidens aurea</i>	1,2	20 (II')	4
31.- <i>Lamium purpureum</i>	1,2	20 (II')	3
32.- <i>Elymus pungens</i>	1,0	25 (II')	3
33.- <i>Lolium multiflorum</i>	1,0	25 (II')	3
34.- <i>Aphanes arvensis</i>	0,7	33,3 (III')	3
35.- <i>Calystegia sepium</i>	0,2	100 (III')	5

TABLA 12. Malas hierbas con un riesgo de nocividad local por su baja o muy baja frecuencia de presencia. **FRP**: Frecuencia relativa de presencia; **FAC**: Frecuencia de alta cobertura-abundancia; **IMC**: Índice máximo de cobertura.

Así pues, el grupo que resulta de sumar los dos bloques de especies anteriores, y que asciende a 77 especies (42 + 35) incluiría las de mayor impacto agrícola sobre los cultivos. Estas especies representan el 22,4% de todas las malas hierbas encontradas en los campos prospectados. Ahora bien, las 42 más frecuentes, suponen el 12,2% del total de las arvenses, mientras que las 21 malas hierbas de mayor IRN representan sólo el 6,1% del total de especies.

Comparando nuestros resultados con los de otros autores que han estudiado cultivos de regadíos, vemos que VIRUEGA & PUJADAS (*l. c.*), obtienen un 14% de especies nocivas o excepcionalmente nocivas en cultivos de remolacha de Zamora, Salamanca y Valladolid.

CARRETERO (*l. c.*), en cultivos herbáceos de regadío valenciano encuentra una serie de especies, como principales malas hierbas, que coinciden en número de 16 con nuestra selección de 42 especies. En ambos casos, los listados de las principales malas hierbas se han realizado usando el criterio de la frecuencia relativa de presencia igual o superior al 10%.

SAAVEDRA (*l. c.*), en cultivos de regadío del valle del Guadalquivir, utilizando el índice de infestación media (con dos componentes: abundancia y frecuencia relativa), obtiene que el 17,3% de las especies arvenses encontradas son las que presentan una infestación preocupante (después de efectuados los cálculos pertinentes para poder compararlos con nuestros resultados).

En Marruecos, BOUHACHE & *al.*, (*l. c.*), obtienen para tres tipos de cultivos (remolacha azucarera, cereales y leguminosas alimenticias) y empleando dos parámetros malherbológicos (frecuencia relativa y abundancia), una proporción de especies que plantean problemas del 18,4%.

SCHROEDER & *al.* (1993), en un estudio realizado en 26 países europeos sobre los 10 cultivos mayoritarios (tanto de regadío como de secano) de estos países, elaboran un listado de las 20 malas hierbas principales en Europa, elegidas sobre la base de su frecuencia y abundancia. De esas 20 especies arvenses, 10 aparecen en la relación de las 42 especies de malas hierbas de la Tabla 11. Esta coincidencia en sólo el 50% se explicaría porque los autores mencionados han tenido en cuenta cultivos muy diferentes a los estudiados por nosotros como los cereales de invierno, las viñas o las huertas no regadas, por ejemplo.

##### 5. INFESTANTES PRINCIPALES POR CULTIVOS

En este análisis, así como en el que se realiza para zonas agrícolas, hemos creído conveniente destacar sólo tres grupos de especies arvenses teniendo en cuenta el índice de riesgo nocividad (IRN). Igualmente, y debido a la disminución numérica que supone el tratar datos concretos de cultivos o zonas agrícolas y su repercusión en los parámetros de frecuencias, parece conveniente aumentar, respecto del análisis global, el umbral mínimo en la escala decimal de nocividad, para considerar que una especie presenta un elevado riesgo de nocividad. En este caso los grados de riesgo de nocividad quedan como sigue: riesgo de nocividad elevado para un IRN80, correspondiendo a las especies que podríamos calificar de muy nocivas; riesgo de nocividad mediano con un 70IRN50, que correspondería a las especies calificadas de simplemente nocivas; y riesgo de nocividad débil con un IRN = 40, que correspondería a las especies potencialmente nocivas. Las demás especies, con un IRN igual o inferior a 30 se han descartado por su riesgo de nocividad muy débil.

Así, en los cultivos de **alfalfa** encontramos las siguientes malas hierbas según los tres grados de riesgo de nocividad propuestos:

GRUPO I: ESPECIES MUY NOCIVAS

<i>Rumex obtusifolius</i>	<i>Plantago lanceolata</i>
<i>Echinochloa crus-galli</i>	<i>Poa annua</i>
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	<i>Digitaria sanguinalis</i>
<i>Taraxacum</i> gr. <i>officinale</i>	<i>Polygonum aviculare</i>
<i>Picris echioides</i>	<i>Trifolium repens</i>
<i>Stellaria media</i>	<i>Chenopodium album</i>
<i>Amaranthus powellii</i>	

GRUPO II: ESPECIES NOCIVAS

<i>Verbascum pulverulentum</i>	<i>Plantago major</i> subsp. <i>intermedia</i>
<i>Conyza albida</i> Willd. ex Spreng.	<i>Holcus lanatus</i>
<i>Portulaca oleracea</i>	<i>Dactylis glomerata</i>
<i>Hordeum murinum</i>	<i>Lactuca serriola</i>
<i>Galinsoga parviflora</i>	<i>Solanum physalifolium</i> var. <i>nitidibaccatum</i>
<i>Setaria pumila</i>	(Bitter) Edmons
<i>Lolium perenne</i>	<i>Amaranthus retroflexus</i>
<i>Daucus carota</i>	<i>Rumex crispus</i>

GRUPO III: ESPECIES POTENCIALMENTE NOCIVAS

<i>Lamium purpureum</i>	<i>Cyperus longus</i>
<i>Lolium multiflorum</i>	<i>Raphanus raphanistrum</i>
<i>Amaranthus hybridus</i>	<i>Anthemis cotula</i>
<i>Festuca arundinacea</i>	<i>Sonchus oleraceus</i>
<i>Polygonum lapathifolium</i>	<i>Cynodon dactylon</i>
<i>Papaver rhoeas</i>	

En el cultivo del **girasol**, hay que destacar las especies siguientes:

GRUPO I: ESPECIES MUY NOCIVAS

<i>Chenopodium album</i> *	<i>Portulaca oleracea</i> *
<i>Datura stramonium</i>	<i>Solanum physalifolium</i> var. <i>nitidibaccatum</i>
<i>Echinochloa crus-galli</i> *	<i>Amaranthus retroflexus</i>
<i>Digitaria sanguinalis</i> *	

GRUPO II: ESPECIES NOCIVAS

<i>Amaranthus powellii</i>	<i>Amaranthus hybridus</i>
<i>Xanthium italicum</i>	<i>Xanthium spinosum</i>
<i>Cynodon dactylon</i>	<i>Solanum nigrum</i> *
<i>Convolvulus arvensis</i> *	<i>Tribulus terrestris</i>
<i>Amaranthus albus</i>	<i>Sinapis arvensis</i>
<i>Datura ferox</i>	<i>Chamaemelum mixtum</i>

## GRUPO III: ESPECIES POTENCIALMENTE NOCIVAS

<i>Spergula arvensis</i>	<i>Equisetum ramosissimum</i> *
<i>Setaria verticillata</i>	<i>Sonchus oleraceus</i> *
<i>Polygonum lapathifolium</i>	

En el girasol de regadío de Andalucía, SAAVEDRA & *al.* (*l. c.*), encuentran 8 de estas especies relacionadas anteriormente (indicadas con un \*), como principales infestantes.

En los cultivos de **maíz**, los tres grupos de malas hierbas establecidos contienen las siguientes especies:

## GRUPO I: ESPECIES MUY NOCIVAS

<i>Chenopodium album</i> *	<i>Portulaca oleracea</i> *
<i>Solanum nigrum</i> *	<i>Solanum phytolifolium</i> var. <i>nitidibaccatum</i>
<i>Amaranthus retroflexus</i> *	<i>Echinochloa crus-galli</i> *
<i>Amaranthus powellii</i>	<i>Datura stramonium</i>
<i>Polygonum lapathifolium</i>	

## GRUPO II: ESPECIES NOCIVAS

<i>Digitaria sanguinalis</i> *	<i>Phragmites australis</i>
<i>Xanthium italicum</i>	<i>Cynodon dactylon</i>
<i>Rumex obtusifolius</i>	<i>Stellaria media</i>
<i>Convolvulus arvensis</i> *	<i>Galinsoga parviflora</i>
<i>Xanthium spinosum</i>	<i>Eragrostis virescens</i>
<i>Amaranthus hybridus</i>	<i>Cyperus longus</i> *
<i>Equisetum ramosissimum</i> *	<i>Atriplex prostrata</i>

## GRUPO III: ESPECIES POTENCIALMENTE NOCIVAS

<i>Ranunculus muricatus</i>	<i>Paspalum distichum</i> L.*
<i>Anthemis cotula</i>	<i>Datura ferox</i>
<i>Sonchus oleraceus</i> *	<i>Lolium perenne</i>
<i>Setaria verticillata</i>	<i>Cirsium arvense</i>
<i>Polygonum aviculare</i> *	<i>Taraxacum</i> gr. <i>officinale</i>
<i>Chondrilla juncea</i>	<i>Poa annua</i>

En el maíz de Andalucía, SAAVEDRA & *al.* (*l. c.*), encuentran 11 de las especies relacionadas más arriba (indicadas con un \*), como principales infestantes.

En los terrenos con cultivos de **patata**, los tres grupos diferenciados contienen como malas hierbas las siguientes:

## GRUPO I: ESPECIES MUY NOCIVAS

<i>Chenopodium album</i>	<i>Amaranthus powellii</i>
<i>Solanum nigrum</i>	<i>Solanum phytolifolium</i> var. <i>nitidibaccatum</i>
<i>Echinochloa crus-galli</i>	<i>Digitaria sanguinalis</i>
<i>Portulaca oleracea</i>	<i>Datura stramonium</i>

GRUPO II: ESPECIES NOCIVAS

<i>Amaranthus retroflexus</i>	<i>Cynodon dactylon</i>
<i>Polygonum lapathifolium</i>	<i>Amaranthus hybridus</i>
<i>Galinsoga parviflora</i>	<i>Xanthium spinosum</i>
<i>Eragrostis cilianensis</i>	<i>Eragrostis virescens</i>
<i>Poa annua</i>	<i>Setaria verticillata.</i>
<i>Paspalum distichum</i>	<i>Calystegia sepium</i>
<i>Elymus repens</i>	<i>Polygonum aviculare</i>
<i>Equisetum ramosissimum</i>	<i>Convolvulus arvensis</i>
<i>Helianthus annuus</i>	

GRUPO III: ESPECIES POTENCIALMENTE NOCIVAS

<i>Chondrilla juncea</i>	<i>Eragrostis minor</i>
<i>Raphanus raphanistrum</i>	<i>Datura ferox</i>
<i>Sonchus oleraceus</i>	<i>Lolium perenne</i>
<i>Malva neglecta</i>	<i>Amaranthus albus</i>

En los campos de **remolacha**, se encuentran las siguientes malas hierbas:

GRUPO I: ESPECIES MUY NOCIVAS

<i>Chenopodium album</i> +#*	<i>Amaranthus retroflexus</i> +#*
<i>Solanum nigrum</i> +#*	<i>Solanum physalifolium</i> var. <i>nitidibaccatum</i> +
<i>Echinochloa crus-galli</i> +#	<i>Datura stramonium</i>
<i>Eragrostis cilianensis</i>	<i>Digitaria sanguinalis</i>

GRUPO II: ESPECIES NOCIVAS

<i>Amaranthus powellii</i> +	<i>Setaria verticillata</i>
<i>Sonchus oleraceus</i> *	<i>Polygonum aviculare</i> +#*
<i>Spergula arvensis</i>	<i>Stellaria media</i>
<i>Portulaca oleracea</i> *	<i>Xanthium italicum</i>
<i>Sinapis arvensis</i> +#	<i>Bidens aurea</i>
<i>Capsella bursa-pastoris</i> #	<i>Poa annua</i>
<i>Polygonum lapathifolium</i>	<i>Equisetum ramosissimum</i>
<i>Amaranthus albus</i> +	<i>Amaranthus hybridus</i> +#
<i>Setaria pumila</i>	<i>Plantago major</i> subsp. <i>intermedia</i>
<i>Galinsoga parviflora</i>	

GRUPO III: ESPECIES POTENCIALMENTE NOCIVAS

<i>Cyperus longus</i>	<i>Sorghum halepense</i>
<i>Chenopodium opulifolium</i> *	<i>Datura ferox</i>
<i>Panicum capillare</i>	<i>Helianthus annuus</i>
<i>Xanthium spinosum</i> +	<i>Convolvulus arvensis</i> +*
<i>Cynodon dactylon</i>	<i>Lupinus angustifolius</i>
<i>Eragrostis minor</i>	<i>Atriplex prostrata</i>

En los cultivos de remolacha castellanos (Salamanca, Valladolid y Zamora), VIRUEGA & PUJADAS (*l. c.*) encuentran 12 de estas especies (indicadas con un +) como nocivas o excepcionalmente nocivas; mientras que de las citadas por VILLARÍAS (1985 a) como «con problemas» para las provincias de Salamanca y Zamora, 8 (indicadas con un #) coinciden con las obtenidas por nosotros.

Por otro lado, SAAVEDRA & *al.* (*l. c.*) en cultivos andaluces de remolacha observaron como muy infestantes 8 especies (indicadas con un \*), de las encontradas por nosotros en el mismo cultivo.

En el grupo de los **cultivos minoritarios**, en el que predominan los campos de **judía** (25%) y los de **cereales** (16%), aparecen como especies a tener en cuenta:

#### GRUPO I: ESPECIES MUY NOCIVAS

<i>Chenopodium album</i>	<i>Echinochloa crus-galli</i>
<i>Amaranthus hybridus</i>	<i>Amaranthus powellii</i>
<i>Poa annua</i>	<i>Solanum nigrum</i>
<i>Digitaria sanguinalis</i>	<i>Solanum physalifolium</i> var. <i>nitidibaccatum</i>
<i>Rumex obtusifolius</i>	<i>Lolium perenne</i>

#### GRUPO II: ESPECIES NOCIVAS

<i>Polygonum lapathifolium</i>	<i>Amaranthus retroflexus</i>
<i>Portulaca oleracea</i>	<i>Lactuca serriola</i>
<i>Sonchus oleraceus</i>	<i>Veronica hederifolia</i>
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	<i>Polygonum aviculare</i>
<i>Xanthium spinosum</i>	<i>Plantago lanceolata</i>
<i>Sinapis arvensis</i>	<i>Eragrostis virescens</i>
<i>Galinsoga parviflora</i>	<i>Raphanus raphanistrum</i>
<i>Stellaria media</i>	<i>Datura stramonium</i>
<i>Eragrostis cilianensis</i>	<i>Papaver rhoeas</i>
<i>Festuca arundinacea</i>	

#### GRUPO III: ESPECIES POTENCIALMENTE NOCIVAS

<i>Panicum capillare</i>	<i>Aphanes arvensis</i>
<i>Elymus pungens</i>	<i>Cerastium glomeratum</i>
<i>Ornithopus compressus</i>	<i>Chamaemelum mixtum</i>
<i>Holcus lanatus</i>	<i>Chenopodium opulifolium</i>
<i>Secale cereale</i>	

#### 6. PRINCIPALES INFESTANTES POR ZONAS AGRÍCOLAS

Considerando los índices de riesgo de novicidad diferenciados con los mismos criterios que para los cultivos, podemos destacar en cada zona tres grupos de especies con nocividad diferenciada.

En la vega del río **Águeda**, encontramos:

GRUPO I: ESPECIES MUY NOCIVAS

<i>Echinochloa crus-galli</i>	<i>Chenopodium album</i>
<i>Amaranthus powellii</i>	<i>Portulaca oleracea</i>
<i>Galinsoga parviflora</i>	<i>Digitaria sanguinalis</i>
<i>Polygonum lapathifolium</i>	<i>Rumex obtusifolius</i>
<i>Amaranthus hybridus</i>	<i>Stellaria media</i>
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	<i>Solanum physalifolium</i> var. <i>nitidibaccatum</i>
<i>Amaranthus retroflexus</i>	<i>Trifolium repens</i>
<i>Lolium perenne</i>	<i>Setaria pumilla</i>

GRUPO II: ESPECIES NOCIVAS

<i>Eragrostis virescens</i> C. Presl.	<i>Convolvulus arvensis</i>
<i>Festuca arundinacea</i>	<i>Anthemis cotula</i>
<i>Solanum nigrum</i>	<i>Plantago lanceolata</i>
<i>Cynodon dactylon</i>	<i>Poa annua</i>
<i>Datura stramonium</i>	<i>Paspalum distichum</i>
<i>Lamium purpureum</i>	<i>Calystegia sepium</i>

GRUPO III: ESPECIES POTENCIALMENTE NOCIVAS

<i>Xanthium spinosum</i>	<i>Setaria verticillata</i>
<i>Holcus lannatus</i>	<i>Chenopodium opulifolium</i>
<i>Verbascum pulverulentum</i>	<i>Raphanus raphanistrum</i>
<i>Cerastium glomeratum</i>	<i>Conyza albida</i>
<i>Lolium multiflorum</i>	

En la vega del río **Tormes**, aparecen en los tres grupos las siguientes:

GRUPO I: ESPECIES MUY NOCIVAS

<i>Amaranthus powellii</i>	<i>Chenopodium album</i>
<i>Solanum nigrum</i>	<i>Solanum physalifolium</i> var. <i>nitidibaccatum</i>
<i>Digitaria sanguinalis</i>	<i>Echinochloa crus-galli</i>
<i>Portulaca oleracea</i>	<i>Amaranthus hybridus</i>

GRUPO II: ESPECIES NOCIVAS

<i>Polygonum aviculare</i>	<i>Polygonum lapathifolium</i>
<i>Datura stramonium</i>	<i>Cynodon dactylon</i>
<i>Poa annua</i>	<i>Chamaemelum mixtum</i>
<i>Equisetum ramosissimum</i>	<i>Datura ferox</i>
<i>Rumex obtusifolius</i>	<i>Helianthus annuus</i>
<i>Eragrostis virescens</i>	<i>Raphanus raphanistrum</i>
<i>Spergula arvensis</i>	<i>Xanthium spinosum</i>
<i>Holcus lanatus</i>	<i>Chenopodium opulifolium</i>
<i>Hordeum murinum</i>	

## GRUPO III: ESPECIES POTENCIALMENTE NOCIVAS

<i>Trifolium repens</i>	<i>Plantago major</i> subsp. <i>intermedia</i>
<i>Elymus repens</i>	<i>Elymus pungens</i>
<i>Stellaria media</i>	<i>Setaria verticillata</i>
<i>Antibemis cotula</i>	<i>Papaver rhoeas</i>
<i>Amaranthus retroflexus</i>	<i>Sonchus oleraceus</i>

En la zona agrícola de **Peñaranda de Bracamonte**, las malas hierbas a destacar son:

## GRUPO I: ESPECIES MUY NOCIVAS

<i>Chenopodium album</i>	<i>Amaranthus powellii</i>
<i>Solanum physalifolium</i> var. <i>nitidibaccatum</i>	

## GRUPO II: ESPECIES NOCIVAS

<i>Amaranthus albus</i>	<i>Convolvulus arvensis</i>
<i>Xanthium spinosum</i>	<i>Chondrilla juncea</i>
<i>Portulaca oleracea</i>	<i>Solanum nigrum</i>
<i>Echinochloa crus-galli</i>	<i>Digitaria sanguinalis</i>
<i>Poa annua</i>	<i>Cynodon dactylon</i>
<i>Stellaria media</i>	<i>Plantago lanceolata</i>
<i>Veronica hederifolia</i>	

## GRUPO III: ESPECIES POTENCIALMENTE NOCIVAS

<i>Papaver rhoeas</i>
-----------------------

En la vega del río **Duero** encontramos:

## GRUPO I: ESPECIES MUY NOCIVAS

<i>Chenopodium album</i>	<i>Amaranthus powellii</i>
<i>Portulaca oleracea</i>	<i>Solanum physalifolium</i> var. <i>nitidibaccatum</i>
<i>Echinochloa crus-galli</i>	<i>Datura stramonium</i>
<i>Digitaria sanguinalis</i>	<i>Amaranthus retroflexus</i>

## GRUPO II: ESPECIES NOCIVAS

<i>Tribulus terrestris</i>	<i>Sonchus oleraceus</i>
<i>Xanthium italicum</i>	<i>Eragrostis ciliaris</i>
<i>Setaria verticillata</i>	<i>Cynodon dactylon</i>
<i>Solanum nigrum</i>	<i>Equisetum ramosissimum</i>
<i>Rumex obtusifolius</i>	<i>Poa annua</i>
<i>Conyza albida</i>	<i>Phragmites australis</i>
<i>Cyperus longus</i>	<i>Amaranthus hybridus</i>
<i>Xanthium spinosum</i>	<i>Datura ferox</i>
<i>Sinapis arvensis</i>	<i>Plantago major</i> subsp. <i>intermedia</i>
<i>Amaranthus albus</i>	<i>Eragrostis virescens</i>
<i>Polygonum aviculare</i>	



GRUPO III: ESPECIES POTENCIALMENTE NOCIVAS

<i>Capsella bursa-pastoris</i>	<i>Taraxacum</i> gr. <i>officinale</i>
<i>Anthemis cotula</i>	<i>Rumex crispus</i>
<i>Sorghum halepense</i>	<i>Bidens aurea</i>
<i>Picris echioides</i>	

En las vegas del sistema fluvial **Esla-Órbigo-Tera**, aparecen las siguientes especies arvenses:

GRUPO I: ESPECIES MUY NOCIVAS

<i>Chenopodium album</i>	<i>Amaranthus retroflexus</i>
<i>Solanum nigrum</i>	<i>Solanum physalifolium</i> var. <i>nitidibaccatum</i>
<i>Echinochloa crus-galli</i>	<i>Capsella bursa-pastoris</i>
<i>Datura stramonium</i>	<i>Poa annua</i>
<i>Digitaria sanguinalis</i>	<i>Lolium perenne</i>
<i>Galinsoga parviflora</i>	

GRUPO II: ESPECIES NOCIVAS

<i>Polygonum aviculare</i>	<i>Portulaca oleracea</i>
<i>Stellaria media</i>	<i>Eragrostis cilianensis</i>
<i>Raphanus raphanistrum</i>	<i>Plantago lanceolata</i>
<i>Sonchus oleraceus</i>	<i>Taraxacum</i> gr. <i>officinale</i>
<i>Equisetum ramosissimum</i>	<i>Plantago major</i> subsp. <i>intermedia</i>
<i>Rumex obtusifolium</i>	<i>Amaranthus hybridus</i>
<i>Amaranthus powellii</i>	<i>Sinapis arvensis</i>
<i>Trifolium repens</i>	<i>Convolvulus arvensis</i>
<i>Ornithopus compressus</i>	<i>Xanthium spinosum</i>
<i>Dactylis glomerata</i>	<i>Panicum capillare</i>
<i>Coryza albida</i>	<i>Polygonum lapathifolium</i>
<i>Atriplex prostrata</i>	<i>Cirsium arvense</i>
<i>Lactuca serriola</i>	<i>Setaria pumila</i>
<i>Picris echioides</i>	<i>Papaver rhoas</i>

GRUPO III: ESPECIES POTENCIALMENTE NOCIVAS

<i>Cynodon dactylon</i>	<i>Chondrilla juncea</i>
<i>Malva neglecta</i>	<i>Daucus carota</i>
<i>Chamaemelum mixtum</i>	<i>Eragrostis minor</i>
<i>Xanthium italicum</i>	<i>Holcus lanatus</i>
<i>Setaria verticillata</i>	<i>Senecio vulgaris</i>
<i>Aphanes arvensis</i>	

Si contabilizamos las especies que componen los grupos de las muy nocivas, en este análisis particular de infestantes por cultivos y por zonas agrícolas, vemos que son 22 las malas hierbas muy nocivas en el caso de los cultivos y 19 malas hierbas en el caso de las zonas agrícolas.

Como era lógico esperar, esas especies están incluidas entre las especies arvenses muy nocivas, nocivas o localmente nocivas obtenidas en el análisis general (Tablas 11 y 12). Ahora bien, comparando las arvenses muy nocivas de los cultivos y de las zonas agrícolas, se obtiene una selección de 17 especies de malas hierbas que son comunes a ambos colectivos, y que pueden ser las más preocupantes en estos cultivos y en estas zonas agrícolas salmantinas y zamoranas. La relación de estas malas hierbas se muestra a continuación:

<i>Chenopodium album</i>	<i>Portulaca oleracea</i>
<i>Echinochloa crus-galli</i>	<i>Digitaria sanguinalis</i>
<i>Solanum nigrum</i>	<i>Solanum physalifolium</i> var. <i>nitidibaccatum</i>
<i>Amaranthus powellii</i>	<i>Amaranthus retroflexus</i>
<i>Amaranthus hybridus</i>	<i>Datura stramonium</i>
<i>Polygonum lapathifolium</i>	<i>Poa annua</i>
<i>Rumex obtusifolius</i>	<i>Lolium perenne</i>
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	<i>Stellaria media</i>
<i>Trifolium repens</i>	

De estas malas hierbas, solamente *Chenopodium album* aparece como muy nociva en todos los cultivos y en todas las zonas agrícolas. Ampliándose a 4 especies más si consideramos las muy nocivas que infestan al menos 5 cultivos de los 6 estudiados y al mismo tiempo 4 zonas agrícolas de las 5 analizadas. Esas especies son: *Echinochloa crus-galli*, *Amaranthus powellii*, *Digitaria sanguinalis* y *Solanum physalifolium* var. *nitidibaccatum*.

## CONCLUSIONES

En cuanto a la diversidad de especies por cultivos, el de alfalfa es el que presenta un número de especies más elevado, pero la mayoría suelen ser poco abundantes, es decir poco infestantes. Al contrario, los de remolacha y maíz, con muchas menos especies presentes, tienen un elevado número de las más infestantes. De las cinco zonas agrícolas estudiadas, la vega del Esla-Tera-Órbigo es la que manifiesta una mayor diversidad en su maleza, superando significativamente a la del Tormes y Duero.

La mayor similitud entre las floras arvenses de los cultivos, considerando el total de especies, se produce entre las comunidades arvenses de los cultivos de remolacha y maíz. La menor similitud se detecta entre la alfalfa y los cuatro cultivos principales. Entre las zonas de cultivo la mayor semejanza se aprecia entre las comunidades arvenses de las vegas del Tormes y el Esla.

El estudio de las malas hierbas de los cultivos requiere de una cuantificación de las mismas lo más precisa posible. Con el método que se ha propuesto basado en el

índice de riesgo de nocividad (IRN) se pretende obtener más información y de mayor valor agronómico, sobre la presencia de malas hierbas, que con otros métodos anteriores.

La incorporación de un tercer parámetro malherbológico como la frecuencia de alta cobertura (FAC), en la cuantificación de la maleza, en nuestra opinión nos aproxima más a la definición de lo que se ha dado en llamar infestación grave o fuerte impacto agrícola, al relacionar simultáneamente la abundancia de malas hierbas y la frecuencia de esa abundancia, lo que permite destacar las situaciones graves de invasión de malas hierbas en cultivos concretos, áreas agrícolas delimitadas o zonas generales de cultivo.

La comparación hecha con uno de los parámetros usados, el IPN, basado en la abundancia-dominancia media, refleja que el criterio propuesto en el índice de riesgo de nocividad (IRN) es más restrictivo en la selección de las malas hierbas que pudieran considerarse como muy nocivas o con elevado riesgo de nocividad para el cultivo. Ello, ha de permitir fijar la atención en una serie de especies concretas, contra las que habrá que usar los métodos de lucha agrícola, químicos o biológicos posibles y adecuados, en aras de erradicar las infestaciones de malas hierbas o mantenerlas bajo mínimos en los cultivos agrícolas.

#### AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido subvencionado parcialmente dentro del proyecto 0705/1990 de la Junta de Castilla y León (España).

## BIBLIOGRAFÍA

- BOUHACHE, M., C. BOULET & A. CHOUGRANI (1994): Aspects florístico-agronomiques des mauvaises herbes de la région du Loukkos (Maroc). *Weed Research*, 34: 119-26.
- BRAUN-BLANQUET, J. (1979): *Fitosociología. Bases para el estudio de las comunidades vegetales*. Ed. H. Blume. 820 pp. Madrid.
- CARRETERO, J. L. (1989): Las malas hierbas de la Comunidad Valenciana (España). In: *Proceedings 4<sup>o</sup> EWRS Mediterranean Symposium*, 2: 99-112. Valencia.
- CASTROVIEJO, S. & al. (eds.) (1986-1999): *Flora iberica. Plantas vasculares de la Península Ibérica e islas Baleares*. Vols. 1-8. Ed. Real Jardín Botánico, CSIC. Madrid.
- CONSOLA, J. & J. RECASENS (1989): Valoración florística y biológica de las malas hierbas de los cultivos de cebolla (*Allium cepa* L.) de la comarca del Urgell (Cataluña occidental). In: *Proceedings 4<sup>o</sup> EWRS Mediterranean Symposium*, 2: 62-8. Valencia.
- CONTRERAS, A. J. (1978): Distribución de las malas hierbas de la remolacha azucarera en la provincia de Cádiz. In: *I Simposium Mediterráneo de Herbicidas*, 2: 335-360. Madrid.
- FRAGA, M. I., E. SAHUQUILLO & J. C. BALEATO (1993): Evolución de la flora arvense en cultivos de maíz de Galicia a lo largo del desarrollo del cultivo. In: *Actas Congreso 1993 de la Soc. Esp. de Malherbología*, 54-56. Lugo.
- GAUDET, C. L. & P. A. KEDDY (1988): A comparative approach to predicting competitive ability from plant traits. *Nature*, 334: 242-243.
- GREUTER, W., H. M. BURDET & G. LONG (eds.) (1984-1989): *Med-Checklist*. Vols. 1, 3, 4. Conservatoire et Jardin Botaniques de la Ville de Genève. Genève.
- HIDALGO, B. (1988): *Estudio cuantitativo de las comunidades arvenses (malas hierbas) en los cultivos de secano de la campiña de Córdoba*. Memoria doctoral. Facultad de Ciencias. Sección Biológicas. 221 pp. Universidad de Córdoba. Córdoba.
- HIDALGO, B., M. SAAVEDRA & L. GARCÍA-TORRES (1990): Weed flora of dryland crops in the Córdoba region (Spain). *Weed Research*, 30: 309-18.
- LADERO, M., F. NAVARRO & C. J. VALLE (1983): Comunidades nitrófilas salmantinas. *Studia Botanica*, 2: 7-67.
- LE BOURGEOIS, T. & J. L. GUILLERM (1995): Etendue de distribution et degré d'infestation des adventices dans la rotation cotonnière au Nord-Cameroun. *Weed Research*, 35: 89-98.
- MAILLET, J. (1981): *Evolution de la flore adventice dans le Montpellierais sous la pression des techniques culturales*. Thèse de III cycle. 200 pp. Université des Sciences et Techniques du Languedoc. Montpellier.
- PUJADAS, A. (1986): *Flora arvense y ruderal de la provincia de Córdoba*. Memoria doctoral. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos. 629 pp. Universidad de Córdoba, Córdoba.
- RIVAS-MARTÍNEZ, S. (1987): *Memoria del mapa de series de vegetación de España*. Ed. ICONA, Madrid.
- SAAVEDRA, M. (1987): *Comunidades de flora arvense (malas hierbas) en el valle del Guadalquivir*. Memoria doctoral. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos. 207 pp. Universidad de Córdoba. Córdoba.
- SAAVEDRA, M., L. GARCÍA-TORRES, J. E. HERNÁNDEZ BERMEJO & B. HIDALGO (1989): Weed flora in the Middle Valley of the Guadalquivir, Spain. *Weed Research*, 29: 167-179.

- SCHROEDER, D., H. MUELLER-SCHAERER & C. A. S. STINSON (1993): A European weed survey in 10 major crop systems to identify targets for biological control. *Weed Research*, 33: 449-458.
- SGATTONI, P., V. TICCHIATI, F. AROSIO, P. VILLANI & C. MALLEGNI (1989): Distribution and importance of the main rice weeds in Italy: results from a 1988 technical survey. *In: Proceedings 4<sup>th</sup> EWRS Mediterranean Symposium*, 2: 301-11. Valencia.
- SÖRENSEN, T. (1948): A method of establishing groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity of species content and its application to analysis of the vegetation on danish commons. *K. Danske Vidensk. Selskab biolog.*, 5 (4): 1-34.
- TRAORÉ, H. & J. MAILLET (1992): Flore adventice des cultures céréalières annuelles du Burkina Faso. *Weed Research*, 32: 279-293.
- TUTIN, T. G., HEYWOOD, V. H., BURGESS, N. A. *et al.* (eds.) (1964-1980): *Flora Europaea*. Vols. 1-5. Cambridge University Press, Cambridge.
- VELASCO, J. M. (1995): *Análisis de la flora arvense de cultivos de regadío del sudoeste de Castilla y León (Salamanca y Zamora)*. Memoria doctoral. Fac. de Biología. 343 pp. Universidad de Salamanca.
- VELASCO, J. M. & E. RICO (2000): Análisis de la flora de cultivos de regadío en el sudoeste de Castilla y León. *Anales Jard. Bot. Madrid*, 58 (1): 133-144.
- VILLARIAS, J. L. (1985a): Problemática de las malas hierbas en el valle del Duero. *In: Primeras jornadas internacionales de estudios remolacheros. La escarda química*, 10-21. Valladolid.
- (1985b): Malas hierbas difíciles de combatir en el cultivo de remolacha azucarera. *In: Primeras jornadas internacionales de estudios remolacheros. La escarda química*, 62-71. Valladolid.
- VIRUEGA, J. R. & A. PUJADAS (1993): Importancia agronómica de la flora arvense en el cultivo de la remolacha azucarera (*Beta vulgaris* L. subsp. *vulgaris*) de siembra primaveral. *In: Actas Congreso 1993 de la Soc. Esp. de Malherbología*, 50-53, Lugo.
- ZARAGOZA, C. & T. SANZ (1978): Flora adventicia de los cultivos de alfalfa y maíz en el valle medio del Ebro. *ITEA*, 31: 49-60.