

LA IMPORTANCIA DE *LOLIUM RIGIDUM* GAUDIN COMO INFESTANTE DE LOS CEREALES DE INVIERNO EN LA PROVINCIA DE HUESCA

Á. BELLOSTAS*

J. AIBAR*

RESUMEN.—Por medio de una prospección, se ha evaluado la importancia de *Lolium rigidum* Gaudin como infestante de los cereales de invierno en la provincia de Huesca. La superficie infestada se estimó en más de 165.000 ha. A través de un ensayo de competencia se consideraron distintos modelos de predicción de pérdidas, empleando como variables el porcentaje de pérdidas producidas y el número de plantas por m² de la adventicia. El modelo que mejor se ajustó fue de tipo logístico. A partir de los datos de infestación y de la predicción de pérdidas, se estimaron estas en más de 33.000 t de trigo y cebada.

ABSTRACT.—The importance of the invasive activity of the grass weed *Lolium rigidum* Gaudin in the Huesca province winter cereal fields has been evaluated through the present survey. The total land cultivated surface infested by the weed was estimated to be over 165.000 ha. Distinct competition models were assayed to calculate the invasive aggressiveness of *L. rigidum* in cereal fields, using as variable parameters the losses in cereal grain production per Ha. and the number of adventitious individuals perfield square meter. The best fitted model was the logistic type one. From *L. rigidum* invasive aggressiveness data predictions on cereal

* Escuela Universitaria Politécnica de Huesca. Ctra. Zaragoza, km. 67. E-22071 HUESCA.

harvesting losses in the province were calculated to be over 33,000 tonnes of wheat and barley grain per year.

KEY WORDS.—*Lolium rigidum*, wheat, barley, competition, survey, Huesca, Spain.

1. INTRODUCCIÓN

El cultivo de trigo y cebada ocupa un lugar predominante en la agricultura española, con más de 6,3 millones de hectáreas y una producción total que supera los 17,5 millones de toneladas (MAPA, 1988).

En la provincia de Huesca, el total de superficie cultivada de trigo y cebada en 1991 superó las 336.000 ha, de las cuales 279.000 corresponden a cebada y 57.000 a trigo. La producción total se acerca a las 800.000 t, de las cuales 644.000 son de cebada y 152.000 de trigo (DGA, 1992).

La agricultura actual se encuentra en una fase de profundos cambios. La apertura de mercados a nivel mundial (ronda de Uruguay – acuerdos del GATT) y las sucesivas reformas de la política agraria comunitaria provocarán un descenso en los precios de los productos agrarios (no percibido aún por el agricultor en el año 1993 a causa de las devaluaciones de la peseta), por lo que se reducirán las rentas agrarias.

Con el fin de evitar la caída de los beneficios agrarios y dado que se ha de esperar un progresivo descenso de los precios agrícolas, el agricultor debe emplear todas las herramientas que las técnicas de cultivo pongan a su alcance, con el fin de disminuir los costes de producción para mantener la rentabilidad económica de su explotación (COSTA, 1990).

Entre los distintos factores que afectan a la producción de cereales, uno de los más importantes es la presencia de malas hierbas en los cultivos, ya que por esta causa se alcanzan unas pérdidas medias, de acuerdo con estimaciones de la FAO, de un 15%, y se llega a máximos del 25 al 30% en los países menos desarrollados (GARCÍA TORRES y FERNÁNDEZ QUINTANILLA, 1991).

Para poder tener éxito en el control de las malas hierbas, se debe conocer la ecología de sus poblaciones, con lo que se podrá entonces determinar los costes que ocasionan en los cultivos.

Según GARCÍA BAUDIN (1988), en España las principales gramíneas adventicias en el cultivo de cereales de invierno son, según su orden de importancia:

1. Grupo de la avena loca (*Avena fatua* y *Avena sterilis*).
2. Género *Lolium*.
3. Género *Phalaris*.

En Aragón, el grupo de la avena loca genera unas pérdidas de más de 21.500 t (AIBAR, 1990), mientras el género *Phalaris* hasta el momento sólo tiene importancia en el sur de la península.

Para el género *Lolium* (vallico, ballico, luello, duello o margall) en Aragón, y más concretamente para la provincia de Huesca, no se ha realizado ningún estudio específico. Sólo a nivel nacional hallamos trabajos, como el de GARCÍA BAUDIN, que estima en 1982 que la superficie infestada en España suponía un 12,8% de la cultivada. Para Aragón, la superficie total infestada era de 128.000 ha, de las cuales a Huesca correspondían entre 50 y 60.000 ha. Posteriormente LANSAC *et al.* cifran en 1984 la cantidad de hectáreas afectadas para el total nacional en más de 800.000.

Para el conocimiento de la importancia de la especie *L. rigidum* como adventicia de los cereales de invierno en la provincia de Huesca se ha realizado este trabajo, cuyos objetivos son:

- Determinar el total del área infestada por *L. rigidum* en la provincia, estructurando el estudio en municipios y comarcas.
- Evaluar las pérdidas producidas por las infestaciones, a través de la obtención de modelos predictivos para dichas pérdidas.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. Estudio de la importancia de *Lolium rigidum* en la provincia de Huesca

Para el estudio de la importancia del *L. rigidum* como infestante de los cereales de invierno se optó por el método de trabajo de la prospección, frente al método de encuestas usado por GARCÍA BAUDIN (1982) en su estudio sobre el género *Lolium* a nivel nacional.

Las ventajas de la prospección frente a las encuestas son:

- Los datos presentan homogeneidad, al ser obtenidos siempre por la misma persona o grupo de personas con los mismos criterios.
- La prospección permite el estudio a fondo de una zona concreta, constataando distintos aspectos relacionados con el estudio.

Por contra, las encuestas permiten el estudio de grandes extensiones con mínimos costes (AIBAR, 1990).

La prospección que se realizó fue de tipo cuantitativo, basada en la determinación directa de la densidad de plantas de *Lolium rigidum* por metro cuadrado.

El primer paso fue escoger la división de la provincia en las ocho comarcas (Jacetania, Sobrarbe, Ribagorza, Hoya, Somontano, La Litera, Monegros y Bajo Cinca) propuestas por el MAPA (1978). Dentro de cada una, el estudio descendió hasta el nivel de término municipal.

El criterio de decisión sobre el estudio de un municipio determinado fue que al menos se dedicaran 50 ha de superficie a cereal de invierno (trigo y cebada). Los datos municipales de superficies cultivadas son referidos a 1990, según el anuario *Distribución Provincial de Cultivos* (DGA, Departamento de Agricultura y Montes, Dirección General de Producción Agraria, 1992).

El total de municipios objeto de estudio fue de 167, que comprenden 300.000 ha.

2.1.1. Determinación del número de estaciones por municipio

Según el total de superficie cultivada en cada municipio y una vez descartados aquellos que no alcanzaban la mínima superficie deseada (50 ha), se eligió, para alcanzar los objetivos propuestos, realizar al menos una visita cada 200 ha en secano y cada 100 ha en regadío, dada su mayor heterogeneidad en cultivos y tamaños de parcelas. Se redondeó el número de observaciones en cada municipio al alza.

En total, el número de estaciones previstas fue de 2.110, divididas en:

- 97 para la Jacetania.
- 42 en la comarca de Sobrarbe.
- 105 para Ribagorza.
- 743 en la Hoya de Huesca.
- 73 en el Somontano.
- 379 en La Litera.
- 306 en Monegros.
- 265 en el Bajo Cinca.

2.1.2. Metodología en cada visita

Una vez establecido el municipio correspondiente, con la ayuda de mapas topográficos 1:50.000 publicados por el Instituto Geográfico Nacional se busca-

ba una vía o vías que recorrieran de manera longitudinal la superficie municipal. A lo largo de estas vías se efectuaban las observaciones con una separación mínima de 500 m en secano y de al menos 250 m en regadío.

Una vez determinado el lugar de la visita, con la ayuda de un aro de 0,25 m² se realizaba un recorrido por el interior de la parcela, efectuando al azar al menos tres lanzamientos del aro y anotando la media de plantas de *Lolium rigidum* observadas o bien la ausencia de estas. Además, se apuntaba el nombre del municipio, la comarca a la que pertenecía, el número de parada que correspondía dentro del municipio, la altitud aproximada sobre el nivel del mar, el cultivo con su estado fenológico según la escala de ZADOCKS *et al.* (1974) y, por último, el régimen de cultivo (secano o regadío).

2.2. Ensayo de competencia

Con el fin de estudiar las relaciones existentes entre el *Lolium rigidum* y el cultivo de cereales de invierno se efectuó en el año 1992 un ensayo de campo, que estaba localizado en el municipio de Huesca (dentro de la comarca de la Hoya), en una parcela en las proximidades de la Escuela Universitaria Politécnica.

Dicha parcela presentaba la característica especial de tener una infestación de *Lolium rigidum* muy heterogénea, pues se encontraban zonas con alta infestación y otras donde el número de plantas por metro cuadrado era mínimo. El experimento se localizó en una parte del interior del cultivo (cebada) que presentaba zonas con ambas características (infestación máxima, 201 p/m²; infestación mínima, 25 p/m²).

El ensayo se dispuso en microparcels de 1,5 m² de superficie (1 m x 1,5 m). Una de estas parcelas se utilizó como testigo, manteniendo nulo el nivel de infestación.

Las labores de preparación del terreno (labor vertical con subsolador y rulo, labor de presiembrá con apero combinado de cultivador y rulo pesado y abonado de fondo a razón de 250 kg/ha de complejo NPK 8-24-8) y la misma siembra se realizaron durante la primera semana de diciembre. La siembra se efectuó con sembradora mecánica, con una dosis de 180 kg/ha de cebada variedad Hatif de Grignon.

El abonado de cobertera se llevó a cabo en el mes de febrero, con una dosis de 200 kg/ha de nitrato amónico 33,5% de N. No se emplearon herbicidas en la parcela de cultivo ni hubo otras adventicias en la misma.

La cosecha de las microparcelas se realizó de forma manual, recolectando la totalidad de las plantas de cebada y de *Lolium rigidum* de forma separada.

Posteriormente, en el laboratorio se realizaron los siguientes recuentos para cada parcela:

- Número de plantas y número de espigas de cebada.
- Número de plantas y número de espigas de *Lolium rigidum*.

A continuación, se tomaron al azar 30 espigas de cada parcela, contando y pesando los granos cosechados, de lo que se obtuvo:

- Peso de los 1.000 granos.
- Número de granos de cebada por m².
- Cosecha en gramos por m².

Con estos datos experimentales se evaluaron, empleando el programa de análisis estadístico NCSS (HINTZE, 1990), los siguientes modelos predictivos de pérdidas, siendo *Y* el porcentaje de pérdidas y *X* la densidad de infestación.

<i>Modelo</i>	<i>Propuesto por:</i>
$Y = aX$	COVARELLI, 1984
$Y = a + b\sqrt{X}$	DEW, 1972
$Y = a + bX + cX^2$	CARLSON <i>et al.</i> , 1985
$Y = aX + bX^2$	HAMMERTON, 1964
$Y = X / [1+(X/a)]$	COUSEN, 1985
$Y = 100 (1-ae^{-bX})$	WILSON y CUSSANS, 1983

3. RESULTADOS

3.1. *Prospección*

La prospección se realizó entre los meses de febrero y mayo del año 1992, una vez conseguida la máxima emergencia de *L. rigidum*. Se alcanzó el 100% del total de las paradas previstas, visitando 2.110 parcelas.

El estudio ha hecho hincapié en la distribución comarcal; así, se poseen datos tanto del total provincial como de cada comarca y de cada municipio en particular.

Con el fin de agrupar los datos de la infestación en plantas/m² se empleó la siguiente escala:

1 = < 1 p/m ²	6 = 25-36 p/m ²
2 = 1-4 p/m ²	7 = 37-48 p/m ²
3 = 5-8 p/m ²	8 = 49-60 p/m ²
4 = 9-12 p/m ²	9 = 61-72 p/m ²
5 = 13-24 p/m ²	10 = > 72 p/m ²

Las figuras 1 a 8 representan los mapas comarcales, en los cuales se muestra la infestación media recogida a nivel municipal.

Una vez agrupados los datos, se determinó el número total de paradas en cada comarca según el grado de infestación, teniendo en cuenta tanto el régimen de cultivo (regadío o secano) como el cultivo implantado en la parcela (Tabla I).

N.º DE PARADAS EN TRIGO SEGÚN EL GRADO DE INFESTACIÓN

COMARCA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	RÉGIMEN
Jacetania	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	R
	29	5	0	0	0	0	0	0	0	0	S
Sobrarbe	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	R
	11	0	1	0	0	0	0	0	0	0	S
Ribagorza	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	R
	10	3	4	0	0	0	0	0	0	0	S
Hoya	81	9	4	1	4	4	1	1	2	0	R
	22	4	6	2	3	0	0	1	0	2	S
Somontano	19	2	9	6	5	2	0	0	1	2	R
	4	0	1	2	4	0	1	1	0	1	S
Monegros	60	14	4	2	3	1	0	0	0	0	R
	2	1	1	2	8	2	1	1	0	1	S
La Litera	50	22	10	3	5	2	6	0	0	0	R
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	S
Bajo Cinca	32	1	4	2	1	0	0	0	0	0	R
	4	3	1	2	0	0	0	0	0	0	S
TOTAL	252	49	31	14	18	9	7	1	3	2	R
	82	16	14	8	15	2	2	3	0	4	S

Tabla I.

Régimen: R, regadío; S, secano.

N.º DE PARADAS EN CEBADA SEGÚN EL GRADO DE INFESTACIÓN

COMARCA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	RÉGIMEN
Jacetania	2	0	0	0	0	0	0	0	0	R
	51	2	1	0	0	0	0	0	0	S
Sobrarbe	0	0	0	0	0	0	0	0	0	R
	25	1	0	0	1	0	0	0	0	S
Ribagorza	1	0	0	1	0	0	0	0	0	R
	59	15	4	3	1	0	0	0	0	S
Hoya	52	13	9	5	12	4	2	1	1	R
	214	70	62	24	58	26	15	5	3	S
Somontano	13	0	2	0	6	2	0	0	1	R
	43	14	8	7	12	5	1	2	2	S
Monegros	47	10	7	1	5	1	0	1	1	R
	43	15	14	10	11	9	8	4	3	S
La Litera	94	25	24	17	20	6	7	2	1	R
	23	7	11	3	17	7	5	2	1	S
Bajo Cinca	53	6	7	2	5	2	1	0	0	R
	29	15	15	9	25	20	10	6	4	S
TOTAL	262	54	49	26	48	15	10	4	4	R
	487	139	115	56	125	67	39	19	13	S

Tabla I. (cont.)

Régimen: R, regadío; S, secano.

Los resultados obtenidos a través de los datos procedentes de la prospección nos dan a conocer que de las 2.110 parcelas visitadas se encontró algún grado de infestación de *Lolium rigidum* en 1.026, lo que supone un 49,5% de superficie infestada. Si se desglosa esta cifra en secano y regadío, se observa que el porcentaje de infestación en el primero es de un 54% (668 parcelas infestadas de un total de 1.237 visitadas), mientras que en regadío, de un total de 873 parcelas visitadas, el número de infestadas fue 358, lo cual representa un 41% de la superficie total en regadío (Tabla II).

	Parcelas visitadas	Parcelas visitadas	Parcelas visitadas	Parcelas infestadas	Parcelas infestadas	Parcelas infestadas	Media infestación	Área (%) infestada	Área (%) infestada	Área (%) infestada
COMARCA	Regadío	Secano	TOTAL	Regadío	Secano	TOTAL		Regadío	Secano	TOTAL
Jacetania	9	88	97	0	8	8	0	0	9	8
Sobrarbe	2	40	42	0	4	4	1	0	10	10
Ribagorza	5	100	105	2	31	33	2	40	31	31
Hoya	209	534	743	76	298	374	10	36	56	50
Somontano	67	106	173	35	59	94	12	52	55	54
Monegros	161	145	306	54	99	153	12	33	69	50
La Litera	302	77	379	158	54	212	10	52	70	56
Bajo Cinca	118	147	265	33	114	147	13	28	77	55
TOTAL	873	1.237	2.110	358	667	1.025	10	41	54	49

Tabla II. Cálculo del porcentaje de superficie infestada.
Régimen: R, regadío; S, secano.

Para calcular el total de hectáreas infestadas a nivel comarcal se partió del número de hectáreas cultivadas obtenidas de la suma del total correspondiente a cada municipio. Una vez conocido este dato, la superficie cultivada (desglosada en secano y regadío) se multiplicó por el porcentaje de hectáreas infestadas, obteniendo así el número de hectáreas infestadas (Tabla III).

	Superficie cultivada	Superficie infestada	%	Superficie cultivada	Superficie infestada	%	Superficie cultivada	Superficie infestada	%
COMARCA	Regadío (ha)	Regadío (ha)		Secano (ha)	Secano (ha)		TOTAL (ha)	TOTAL (ha)	
Jacetania	1.124	0	0	16.847	1.516	9	17.971	1.516	8
Sobrarbe	193	0	0	6.002	600	10	6.195	600	10
Ribagorza	510	204	40	19.259	5.970	31	19.769	6.174	31
Hoya	19.543	7.003	36	105.140	58.878	56	124.593	65.881	50
Somontano	6.593	3.428	52	22.196	12.208	55	28.789	15.636	54
Monegros	16.721	5.518	33	31.551	21.770	69	48.271	27.288	50
La Litera	32.207	16.880	52	15.259	10.681	70	47.836	27.561	56
Bajo Cinca	14.181	3.970	28	29.544	22.749	77	43.725	26.719	55
PROVINCIA DE HUESCA	91.072	37.343	41	245.798	132.704	54	337.149	165.203	49

Tabla III. Cálculo de la superficie infestada (ha).

En la tabla IV se muestran las infestaciones medias para la provincia de Huesca, desglosadas para secano y regadío.

	Infestación media en seco	Infestación media en regadío	Infestación media TOTAL
COMARCA			
Jacetania	0	0	0
Sobarbe	1	0	1
Ribagorza	2	3	2
Hoya	11	7	10
Somontano	11	14	12
Monegros	19	5	12
La Litera	15	9	10
Bajo Cinca	19	5	13

Tabla IV. Infestaciones medias (plantas/m²).

3.2. Evaluación de los modelos de competencia entre *Lolium rigidum* y cebada

Al aplicarse los distintos modelos predictivos de pérdidas propuestos, se obtuvieron los resultados siguientes:

Modelo	r ²	SCM	F	a	b	c
Y = aX	0,7043	362,57	61,91	0,35	-	-
Y = a+b√-X	-	218,90	60,30	16,73	1,798	-
Y=a+bX+cX ²	-	214,71	41,48	31,57	-0,143	0,0014
Y=aX+bX ²	-	332,58	35,42	0,535	-0,0015	-
Y=X / [1+(X/a)]	-	250,46	101,25	55,15	-	-
Y=100(1-ae ^{-bx})	-	223,86	58,69	0,766	0,0015	-

Tabla V.

X = número de plantas de *Lolium rigidum*.

Y = porcentaje de disminución de rendimientos en la cosecha.

SCM = suma de cuadrados medios.

F = F de Fisher.

a, b, c = parámetros.

El cálculo de las pérdidas producidas por las infestaciones se estimó con las producciones obtenidas en 1991 y el modelo de predicción de pérdidas que

mejor se aproximaba entre los evaluados. Se optó por la aplicación del modelo de predicción de pérdidas logístico siguiente:

$$Y = X / [1+(X/a)]$$

A través de este modelo se calcularon los porcentajes de pérdidas producidas por la infestación de *Lolium rigidum*, porcentajes que multiplicados por el rendimiento de cada comarca, según la clase de cultivo, dieron como resultado las pérdidas en kg de cereal causadas por esta adventicia en la provincia de Huesca (Tabla VI).

PÉRDIDAS EN TRIGO EN SECANO (KG)

	Superficie infestada	Rendimiento (kg/ha)	% de pérdidas	Pérdidas (kg)
COMARCA				
Jacetania	577	2.515	0	0
Sobrarbe	266	2.600	1,31	9.060
Ribagorza	844	2.200	2,57	47.720
Hoya	4.061	2.800	12,22	1.389.512
Somontano	694	2.500	12,22	212.017
Monegros	4.343	800	18,84	654.577
La Litera	1.042	900	15,72	147.422
Bajo Cinca	1.879	900	18,84	318.603
TOTAL	13.706			2.778.911

Tabla VI.

4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1. Importancia de *L. rigidum* como infestante en los campos de trigo y cebada

La única especie del género *Lolium* que se encontró como infestante en los campos de trigo y cebada de la provincia de Huesca fue *Lolium rigidum* Gaudin, lo que confirmó la hipótesis de trabajo.

Las cifras globales de hectáreas infestadas en la provincia de Huesca son 170.000 ha (el 49,9% de la superficie total dedicada al cultivo de cereales de

PÉRDIDAS EN TRIGO EN REGADÍO (KG)

	Superficie infestada	Rendimiento (kg/ha)	% de pérdidas	Pérdidas (kg)
COMARCA				
Jacetania	0	3.400	0	0
Sobrarbe	0	3.400	0	0
Ribagorza	28	3.400	3,79	3.608
Hoya	1.830	3.600	8,28	545.486
Somontano	1.109	3.400	14,88	561.065
Monegros	2.239	3.300	6,11	451.450
La Litera	4.937	3.500	10,31	1.781.516
Bajo Cinca	803	3.500	6,11	161.909
TOTAL	10.946			3.505.035

PÉRDIDAS EN CEBADA EN SECANO (KG)

	Superficie infestada	Rendimiento (kg/ha)	% de pérdidas	Pérdidas (kg)
COMARCA				
Jacetania	939	2.515	0	0
Sobrarbe	336	2.800	0,982	9.239
Ribagorza	5.126	1.900	1,93	187.970
Hoya	54.816	2.600	9,17	13.069.231
Somontano	10.885	1.600	9,17	1.597.047
Monegros	17.426	800	14,13	1.969.835
La Litera	9.639	1.000	11,79	1.136.438
Bajo Cinca	20.870	800	14,13	2.359.145
TOTAL	120.037			20.328.905

Tabla VI. (cont.)

PÉRDIDAS EN CEBADA EN REGADÍO (KG)

	Superficie infestada	Rendimiento (kg/ha)	% de pérdidas	Pérdidas (kg)
COMARCA				
Jacetania	0	3.600	0	0
Sobrarbe	0	3.700	0	0
Ribagorza	175	3.600	2,84	17.892
Hoya	5.171	3.700	6,21	1.188.141
Somontano	2.319	3.600	11,1	926.672
Monegros	3.279	3.500	4,58	525.624
La Litera	11.862	3.700	7,73	3.392.651
Bajo Cinca	3.167	3.500	4,58	507.670
TOTAL	25.973			6.558.649

Tabla VI. (cont.)

invierno). Esta cifra es más de 2,5 veces superior a la indicada por GARCÍA BAUDIN (1982), quien concede a Huesca un intervalo de infestación del 10-19% de superficie infestada (50-60.000 ha); sin embargo, este autor realizó ese trabajo a través de encuestas (6 para la provincia de Huesca). También es diferente el criterio de consideración de infestación, ya que en la prospección realizada en nuestro trabajo se considera una hectárea infestada cuando presenta, al menos, una planta/m².

La media de la infestación a nivel provincial fue de 10 plantas/m² y resultó superior en secano que en regadío (12 y 7 respectivamente).

El hecho de que la prospección se llevara a cabo a partir de la segunda semana de febrero, consiguiendo así la máxima emergencia de *Lolium rigidum*, puede haber provocado que algunas superficies hayan recibido tratamientos herbicidas (en España se tratan entre 500 y 600.000 ha), lo que implicaría que la abundancia en plantas de esta mala hierba esté ligeramente infravalorada.

4.1.1. Distribución comarcal de la infestación

La distribución comarcal de la infestación es muy desigual en la provincia de Huesca, en correspondencia con la desigualdad física que existe entre ellas:

—*Jacetania*. El porcentaje total de superficie infestada es del 8%, seis veces inferior a la media provincial. Esto puede ser debido a la altura media de las parcelas estudiadas en la comarca (738 m s.n.m.). La media de plantas por metro cuadrado es inferior a 1. Hay que destacar la inexistencia de hectáreas infestadas en regadío, si bien el número de estas en la comarca es bajo.

—*Sobrarbe*. La infestación media es de 1 planta/m², con un 9,5% del total de la superficie cultivada. Este porcentaje se ve totalmente influenciado por la infestación en secano. Los dos únicos municipios que presentan infestación en la comarca son Abizanda (22 plantas/m²) y Aínsa (1 planta/m²).

—*Ribagorza*. El área infestada media es del 31%, pero con una intensidad media muy baja (2 plantas/m²), lo que representa 1/5 de la media provincial. El porcentaje de infestación en regadío es superior al del secano, fenómeno que únicamente se da en esta comarca. Este dato no puede tomarse como elemento diferenciador debido a la escasa superficie regable cultivada en Ribagorza (510 ha). La máxima infestación se registra en los municipios de Castigaleu y Monesma y Cajigar, con una intensidad media de 5 y 7 plantas/m² respectivamente.

—*Hoya*. Es la comarca con mayor superficie dedicada al cultivo de trigo y cebada (125.000 ha), por lo que le corresponde el mayor número de paradas, 743, lo que representa más de 1/3 del total. La infestación media es de 10 plantas/m², valor igual al de la media provincial. La superficie total infestada es de 65.800 ha, de las cuales 58.800 corresponden al secano y 7.000 son regadío. Las infestaciones mínimas se dan al norte de la comarca (en los municipios de Bierge, Nueno, Casbas, Arguis y las Peñas de Riglos) y en la zona de regadío en torno a Grañén (Tramaced, Marcén, Almuniente,...) debido a la rotación de cultivos en regadío. Las máximas infestaciones se registran en los municipios donde se realiza el monocultivo de cereal año tras año sin prácticamente ninguna utilización de barbecho (Almudévar, Loporzano, Lupiñén-Ortilla y Vicién). Este último es el municipio con mayor intensidad de infestación en toda la provincia de Huesca (50 plantas/m²).

—*Somontano*. Esta comarca tiene una superficie cultivada de 28.800 ha y presenta un 54% de infestación total (15.600 ha). Si se dividen según su régimen de cultivo, se observa que hay 3.500 ha infestadas en regadío (52% del total de la superficie destinada a regadío) y 12.100 ha en secano (55% del total de secano). Se comprueba que el porcentaje de secano es alto, superior a la media provincial, debido sin duda al monocultivo de cereal. La cantidad de plantas/m² es 12, superior a la media provincial. La parte sur de la comarca (Bergal, Ilche, Castejón del Puente y Monzón) presenta la máxima infestación, con valores entre 16, 18 y 22 plantas/m².

Fig. 1. Jacetania.

Municipios:

1. Panticosa
2. Yésero
3. Sallent de Gállego
4. Biescas
5. Betés
6. Sabiñánigo
7. Canfranc
8. Jaca
9. Caldearenas
10. Borau
11. Jasa
12. Aragüés del Puerto
13. Santa Cilia de Jaca
14. Santa Cruz de Jaca
15. Puente la Reina
16. Bailo
17. Canal de Berdún
18. Ansó
19. Valle de Hecho

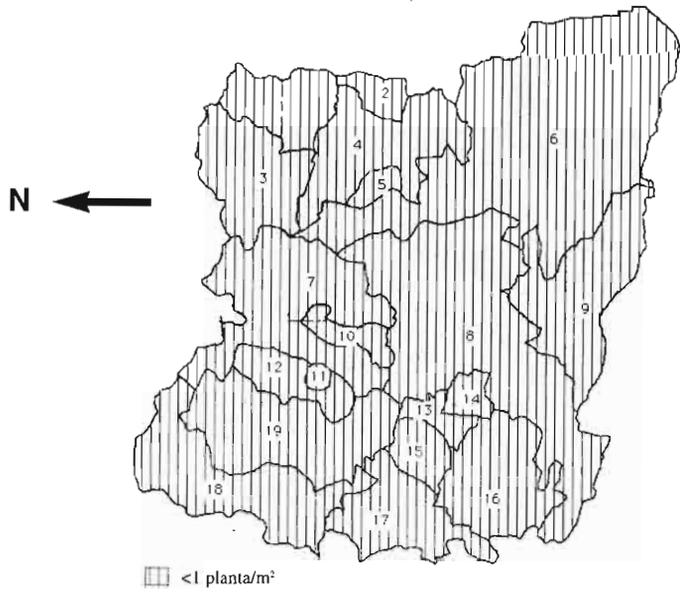


Fig. 2. Sobrarbe.

Municipios:

1. Rodellar
2. Boltaña
3. Fiscal
4. Broto
5. Torla
6. Fanlo
7. Aínsa
8. Bârcabo
9. Labuerda
10. Bielsa
11. Abizanda
12. Palo
13. La Fueva
14. Pueyo de Aragón
15. Laspuña
16. Tella
17. Plan
18. Sin
19. San Juan de Plan
20. Seira
21. Belleder
22. Foradada de Toscar
23. Valle de Bardají
24. Bisaurri
25. Sahún
26. Chía
27. Benasque

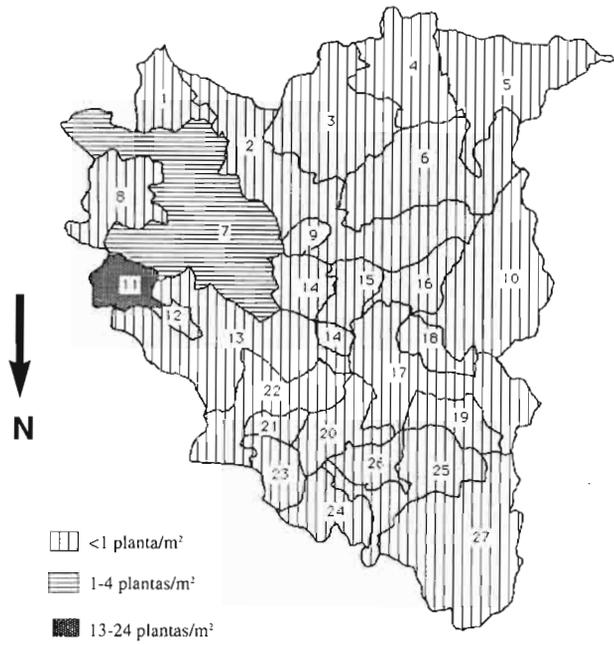


Fig. 3. Ribagorza.

Municipios:

1. Montanuy
2. Laspaúles
3. Bonansa
4. Valle de Lierp
5. Torre la Ribera
6. Veracruz
7. Sopeira
8. Isibena
9. Arén
10. Santa Liestra y San Quílez
11. Perarrúa
12. Graus
13. Capella
14. Lascuarre
15. Castigaleu
16. Monesma y Cajigar
17. Secastilla
18. La Puebla de Castro
19. Olvena
20. Tolva
21. Puente de Montañana
22. Viacamp y Litera
23. Benabarre

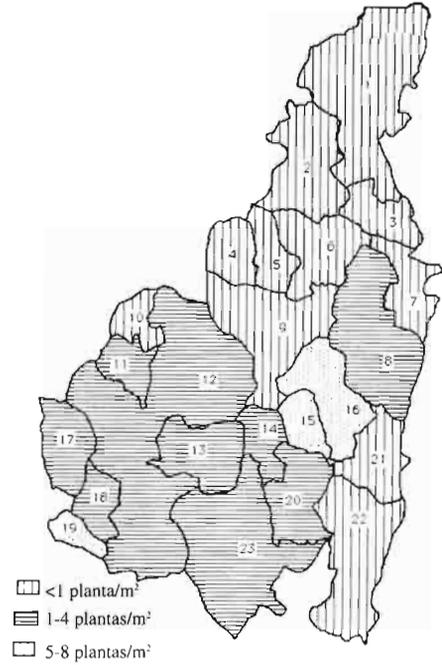


Fig. 4. Somontano.

Municipios:

1. Abiego
2. Alquézar
3. Colungo
4. Naval
5. Adahuesca
6. Santa María de Dulcis
7. Salas Altas
8. Hoz-Costeán
9. El Grado
10. Azlor
11. Lascellas-Ponzano
12. Azara
13. Pozán de Vero
14. Salas Bajas
15. Laluega
16. Peraltilla
17. Barbastro
18. La Perdiguera
19. Berbegal
20. Ilche
21. Castejón del Puente
22. Fonz
23. Monzón

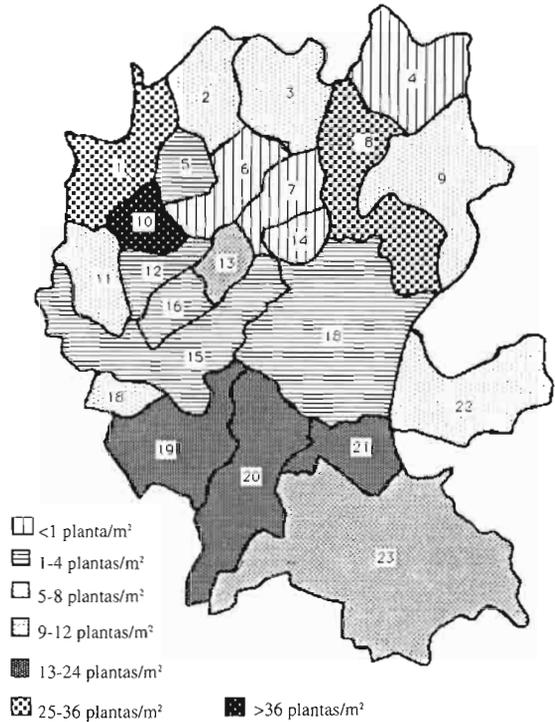


Fig. 5. Monegros.

Municipios:

1. Villanueva de Sigena
2. Sena
3. Castejón de Monegros
4. Sariñena
5. Lanaja
6. Alcubierre
7. Castelflorite
8. Capdesaso
9. Lalueza
10. Poleñino
11. Peralta de Alcofea
12. Alberuela de Tubo

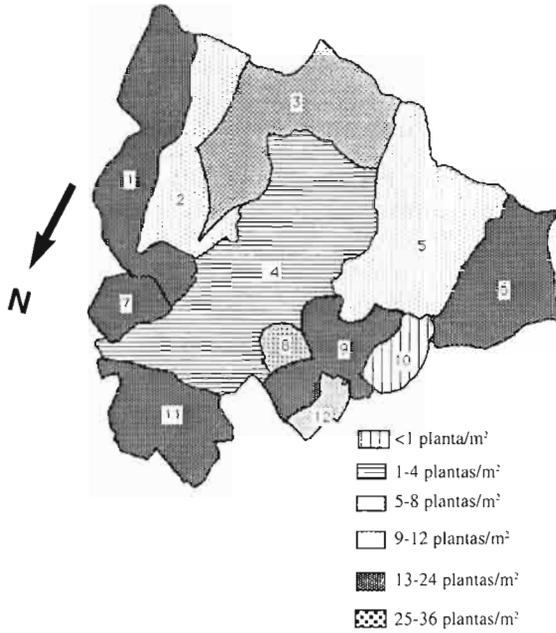


Fig. 6. Hoya.

Municipios:

- | | |
|---|---|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Bierge 2. Casbas de Huesca 3. Angüés 4. Blecua-Torres 5. Antillón 6. Pertusa 7. Torres de Alcanadre 8. Salillas 9. Huerto 10. Loporzano 11. Ibieca 12. Siétamo 13. Alcalá del Obispo 14. Argavieso 15. Novales 16. Sesa 17. Tramaced 18. Marcén 19. Grañén 20. Nueno 21. Igríes 22. Huesca 23. Quicena 24. Tierz 25. Monflorite-Lascasas 26. Albero Alto 27. Albero Bajo 28. Piracés 29. Arguis 30. La Sotonera 31. Banastás 32. Chimillas (Juntas, 34) 33. Alerre | <ol style="list-style-type: none"> 35. Almodévar 36. Vicién 37. Sangarrén 38. Barbués 39. Tardienta 40. Torres de Barbués 41. Almuniente 42. Torralba de Aragón 43. Senés de Alcubierre 44. Robres 45. Las Peñas de Riglos |
|---|---|

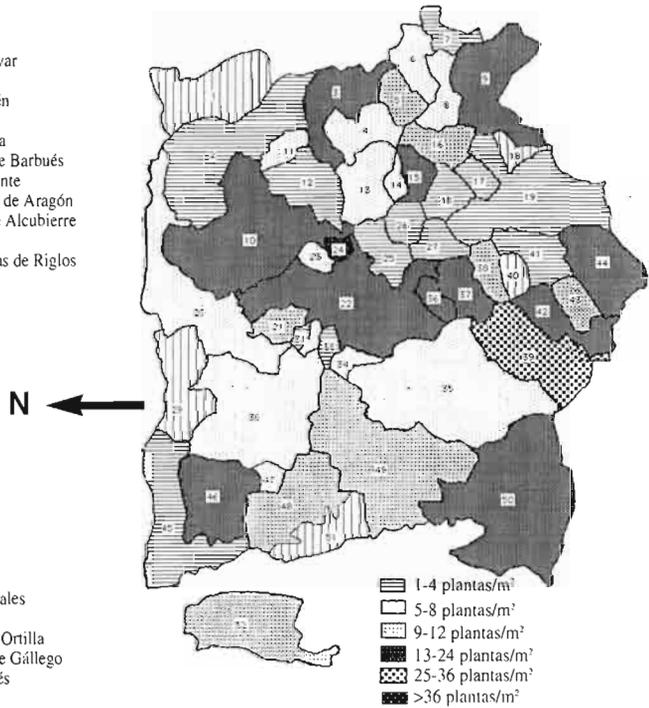


Fig. 7. La Litera.

Municipios:

1. Estada
2. Estadilla
3. Peralta de Calasanz
4. Azanuy-Alins
5. Almunia de San Juan
6. San Esteban de Litera
7. Alcampell
8. Baells
9. Estopiñán del Castillo
10. Camporrells
11. Baldellou
12. Castellonroy
13. Albelda
14. Tamarite de Litera
15. Altorricón
16. Binéfar

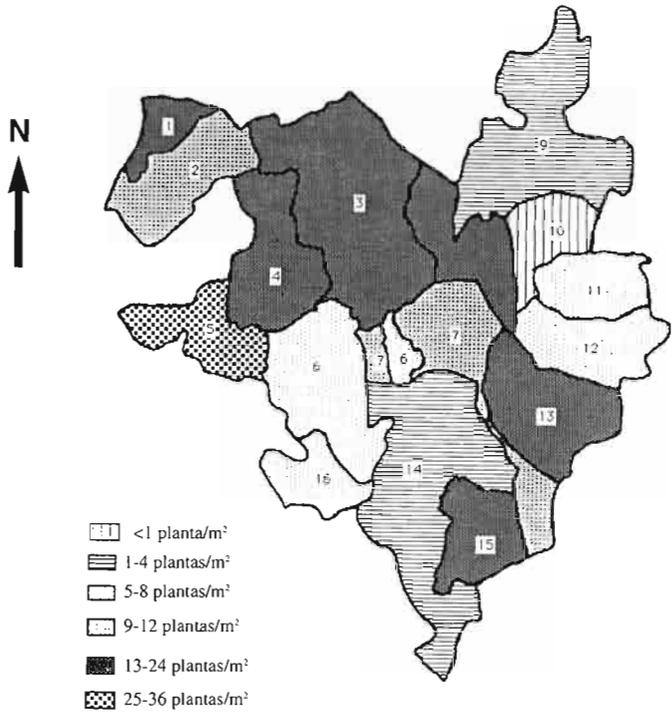
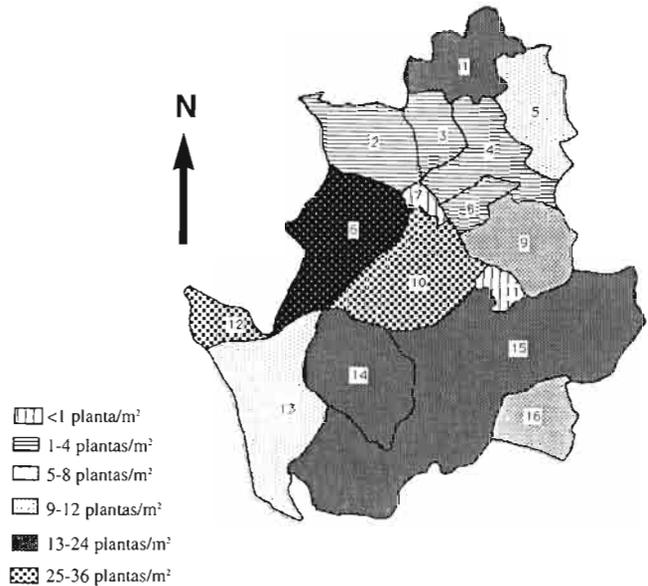


Fig. 8. Bajo Cinca.

Municipios:

1. Binaced
2. Alcolea de Cinca
3. Albalate de Cinca
4. Belver
5. Esplús
6. Ontiñena
7. Chalamera
8. Osso
9. Zaidín
10. Ballobar
11. Velilla de Cinca
12. Valfarta
13. Peñalba
14. Candasnos
15. Fraga
16. Torre de Cinca



—*Monegros*. La infestación media en esta comarca es 10 plantas/m². El porcentaje de superficie infestada es del 50%, irregularmente repartida entre secano y regadío. En secano, el porcentaje de superficie infestada es del 69%, debido sin duda al escaso o nulo control químico practicado en esta comarca, ya que no se compensaría con el escaso rendimiento de los cultivos. Por contra, el porcentaje infestado en regadío baja hasta el 33%, debido al control químico efectuado en la zona y a las rotaciones con otros cultivos más rentables (girasol, maíz, alfalfa, etc.). Cabe destacar también el caso del pequeño municipio de Poleñino, con infestación nula debido a las rotaciones de cultivo.

—*La Litera*. Esta comarca posee una infestación en regadío del 52% (16.880 ha infestadas de un total de 32.200 cultivadas). La intensidad de infestación en regadío es mayor que la media provincial, 9 a 7 respectivamente. Los municipios más afectados son Almunia de San Juan, Altorricón, Albelda, Pueyo de Santa Cruz y San Miguel de Cinca. En secano el porcentaje es del 70% y se centra en los municipios de Azanuy-Alins, Peralta de Calasanz y San Esteban de Litera. El porcentaje total de infestación es del 56%, el más alto entre todas las comarcas de la provincia. La intensidad media es de 10 plantas/m².

—*Bajo Cinca*. En esta comarca hay una gran diferencia entre el cultivo en secano y el regadío. Se da el mínimo porcentaje de superficie infestada en regadío, con un 28%, y el máximo en secano, con un 77%. La media es del 55%, lo cual representa 6,5 puntos por encima de la media. La intensidad de infestación es de 13 plantas/m², la máxima observada. Hay pues dos zonas claramente distintas: la zona sur (secano), donde los municipios de Fraga, Candanos, Ontiñena, Peñalba y Ballobar presentan una gran infestación tanto en superficie afectada como en intensidad, y el resto de la comarca, regadío principalmente, con infestaciones menores (Alcolea de Cinca, Albalate de Cinca, Osso de Cinca y Zaidín).

4.1.2. Evaluación de los modelos predictivos de pérdidas

Se ha optado por modelos sencillos que relacionasen el número de plantas de la adventicia y el porcentaje de pérdidas causadas en el cultivo.

—*Modelo $Y = aX$* . Desde el punto de vista matemático es correcto en el inicio, ya que pasa por el origen de coordenadas y su pendiente es positiva. Sin embargo, es creciente hasta infinito y se alcanzaría el 100% de pérdidas con un valor $X = 285$; por ello, desde el punto de vista biológico la recta da una buena explicación de pérdidas sólo en el tramo inicial, posteriormente las sobrevalorara.

—*Modelo* $Y = a + b \sqrt{X}$. Esta curva tiene su punto de corte con el eje Y en 16,73 y es siempre creciente aunque con menor pendiente que el modelo anterior. Por estos motivos no es adecuada desde el punto de vista matemático. Biológicamente, en el inicio se sobrevaloran las pérdidas, ya que para infestaciones nulas ya habría pérdidas. El tramo central de la curva es el que mejor se ajusta a las pérdidas reales.

—*Modelo* $Y = a + bX + cX^2$. Esta curva presenta el mejor ajuste desde el punto de vista estadístico, con una SCM = 214,71; sin embargo, no es adecuada matemáticamente (no pasa por el origen, tiene un mínimo alrededor de $X = 40$ y crece a partir de allí) ni biológicamente, ya que al comienzo se sobrevaloran las pérdidas, a continuación hay un descenso (algo imposible desde el punto de vista real) y posteriormente se infravaloran las pérdidas para infestaciones altas.

—*Modelo* $Y = aX + bX^2$. El modelo evaluado presenta un peor ajuste, SCM = 332,58. Esta curva pasa por el origen y es creciente hasta alcanzar el máximo situado en un punto cercano a $X = 200$. Decece posteriormente, por lo que a partir de ese punto deja de ajustarse a la realidad.

— *Modelo* $Y = 100 (1 - ae^{-bx})$. Este modelo presenta un buen ajuste, con una SCM = 223,86, la menor de los evaluados. Con él se sobrevaloran las pérdidas con bajas infestaciones, ya que el punto de corte con el eje Y es $Y = 23,4$. La curva presenta asíntota en el punto $Y = 100$, con lo cual se ajusta a la realidad biológica al no superar en ningún caso el 100% de pérdidas. La zona central de la curva se correspondería con la mejor explicación para el fenómeno de la competencia.

—*Modelo* $Y = X / [1 + (X/a)]$. Modelo logístico, que presenta una SCM = 250,46 y la F más alta (101,25). Esta curva se ajusta bien desde el punto de vista matemático ya que pasa por el origen de coordenadas y crece de forma rápida hasta $X = 200$, a partir del cual su crecimiento disminuye. Es asíntótica para $Y = 55,15$, por lo que a altísimas infestaciones infravaloraría las pérdidas. Esta curva se ajusta perfectamente para infestaciones menores de 500 plantas/m². Por estos motivos fue el modelo elegido para calcular las pérdidas ocasionadas por la competencia de *L. rigidum*. Es preciso, no obstante, contrastar los datos obtenidos a partir de este modelo en más lugares y durante más años para poder realizar una correcta extrapolación de los resultados a otras situaciones.

Las pérdidas totales (en toneladas de grano) debidas a infestaciones por *Lolium rigidum*, aplicando el modelo anterior, se han estimado en:

	<i>Secano</i>	<i>Regadío</i>	<i>Totales</i>
<i>Cebada</i>	20.328	6.558	26.886
<i>Trigo</i>	2.778	3.505	6.283

Las pérdidas para el trigo han sido multiplicadas por 1,33 respecto a las calculadas para la cebada, ya que es un cultivo que posee un menor poder de ahijamiento y de competencia frente a las malas hierbas y porque, tal y como afirman SKORDA y EFTHIMINDIS (1989), la competencia de *L. rigidum* se ve afectada por el tipo de cultivo.

El total de pérdidas estimadas se acerca a las 33.000 t de grano. Tomando un precio medio de mercado para el año 1993 de 21 pts./kg para la cebada y 24 pts./kg para el trigo, las pérdidas por competencia directa del *Lolium rigidum* sobre los cultivos de trigo y cebada superarían los 700.000.000 de pesetas.

Estas pérdidas suponen alrededor del 4% de la producción provincial, porcentaje comparable al descrito por MONAGHAN (1979) del 12% de descenso del rendimiento potencial del cultivo.

5. AGRADECIMIENTOS

A la Diputación Provincial de Huesca, a través del Instituto de Estudios Altoaragoneses, por su colaboración económica para la realización de este trabajo. Asimismo, debemos agradecer la ayuda de Miguel Ángel Fraile en la realización del ensayo de campo y la de todas las personas que colaboraron en la prospección.

6. BIBLIOGRAFÍA

- AIBAR, J. 1990. *Biología y control de la avena loca (Avena fatua L. y Avena sterilis subsp. ludoviciana (Dur.) Nym.) en Aragón*. INIA, «Colección Tesis Doctorales», n.º 94, Madrid, 206 pp.
- CARLSON, H. L.; HILL, J. E. 1985. Wild Oat (*Avena fatua*) competition with Spring Wheat. Plant Density Effets. *Wheat Sci.*, 33 (2): 176-181.
- COSTA, J. 1990. Agricultura Sostenible. *El Campo*, 117: 5-9.
- COUSENS, R. 1985. A simple model relating yield loss to weed density. *Ann. Appl. Biol.*, 107: 239-252.

- COVARELLI, G. 1984. Competition between *Chenopodium album* and sunflower. *3rd Symposium on Weed problems in the Mediterranean Area*, pp. 117-120.
- DEW, D. A. 1972. An index of Competition for estimating Crop loss due to weeds. *Can. J. Plant. Sci.*, 52: 921-927.
- DGA. 1992. *Distribución comarcal de cultivos en el año 1990*. Departamento de Agricultura y Montes, Dirección General de Producción Agraria, pp. 1-210.
- GARCÍA BAUDIN, J. M. 1982. Importancia de los «vallicos» en los cereales de invierno españoles. *Boletín del Servicio de Plagas*, 8: 179-184.
- GARCÍA BAUDIN, J. M. 1988. *Gramíneas adventicias en los cereales de invierno españoles*. Phytoma España, fasc. 2, 55 pp.
- GARCÍA TORRES, L.; FERNÁNDEZ QUINTANILLA, C. 1991. *Fundamentos sobre malas hierbas y herbicidas*. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, 348 pp.
- HAMMERTON, J. L. 1964. Aspects of weed competition in kale. *7th British Weed Control Conference*, pp. 389-396.
- LANSAC, A. R.; HUTTER, J. M.; GARCÍA BAUDIN, J. M. 1984. Contribution à l'étude des espèces adventices du genre *Lolium* en España. *7ème Colloque International sur l'Écologie, la Biologie et la Systématique des mauvaises herbes*, pp. 229-234.
- MAPA. 1988. *Anuario de Estadística Agraria 1988*. Secretaría General Técnica del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid, 660 pp.
- MAPA, 1978. *Comarcalización Agraria de España*. 2.ª ed. Secretaría General Técnica del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid.
- MONAGHAN, M. N. 1980. The biology and control of *Lolium rigidum* as a weed of wheat. *Weed Research*, 20: 117-121.
- SKORDA, E. A.; EFTHIMINDIS, P. 1989. Effect of wheat seed rate on *Lolium rigidum* competition. *Proc. Brig. Crop. Prot. Conf. Weeds*, 1: 339-404.
- WILSON, B. J. & CUSSANS, G. W. 1983. The effect of weeds on yield and quality of winter cereals in the UK. *10th. International Congress of Plant Protection*, p. 121.
- ZADOKCS, J. C.; CHANG, T. T.; KONZAK, C. F. 1974. A decimal code for the growth stages of cereals. *Weed Res.*, 14: 415-421.