

Interacción de densidades de siembra y rotaciones de cultivos en agricultura convencional y su efecto sobre la flora arvense y el rendimiento del cereal, 24 años de experimentación

Carlos Lacasta¹, Enrique Estalrich¹, Fernando Cordero¹

¹CSIC. Museo Nacional de Ciencias Naturales. Finca Experimental «La Higuera» 45530 Santa Olalla. Toledo. España
 c.lacasta@mncn.csic.es

Resumen: En un experimento de 24 años (1992-2016) en el que se evalúa la interacción de dos formas tradicionales de control de malas hierbas, rotación de cultivos y densidades de siembra y su efecto sobre la productividad del cereal se ha realizado en los últimos 15 años (2002-2016) un seguimiento de la flora arvense. Los resultados indican que el monocultivo tiene el doble de recubrimiento de malas hierbas que las parcelas sometidas a rotación de cultivos. El efecto del herbicida se ha notado en todas las rotaciones. *Avena sterilis* está relacionada con el monocultivo y la rotación con veza forraje, y *Lolium rigidum*, solo con monocultivo. En el monocultivo hay alternancia en las especies de malas hierbas, pasando algunas de ser importantes a secundarias.

Palabras clave: herbicidas, secano, cereal, veza, girasol.

1. INTRODUCCIÓN

Este trabajo es la continuación del trabajo con el mismo título que se presentó en el XI Congreso de la SEMh (Lacasta, et al., 2007) y otro que se presentó en el VI Congreso de la SEMh (García Muriedas et al., 1997). Ahora el experimento tiene ya 24 años y el seguimiento de la flora arvense 15 años (2002-2016). Se evalúa la interacción de dos formas tradicionales de control de malas hierbas (rotación de cultivos y densidades de siembra) y su efecto sobre la productividad del cereal en las condiciones de secano semiárido.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

El experimento se viene realizando desde la campaña 1992/93 en la Finca Experimental La Higuera de Santa Olalla, Toledo (40°3' N, 4°26' W, 450 m.s.n.m.), perteneciente al Museo Nacional de Ciencias Naturales (CSIC).

El suelo es de textura arcillosa, uniforme, profundo, con una gran capacidad de retención de agua, difícil de trabajar dada su dispar consistencia en los grados extremos de humedad, la velocidad de infiltración es pequeña y los mecanismos de expansión y contracción superan las posibles consecuencias de la suela de labor.

El diseño experimental es en bloques completos al azar con tres repeticiones. Las variables fueron: tres manejos de cultivos: rotación de cebada-veza forraje (C-VF), cebada-girasol (C-GIR) y monocultivo de cebada (C-C) y cuatro manejos de densidad de siembra en el cultivo de cebada: 80 = 80 kg/ha (200 semillas/m²), 80+H = 80 kg/ha (200 semillas/m²) + herbicida, 160 = 160 kg/ha (400 semillas/m²), 240 = 240 kg/ha (600 semillas/m²). Los dos cultivos de las rotaciones se siembran todos los años. Se utilizaron los herbicidas más apropiados cada año. Los cultivares a lo largo del tiempo han variado en función de la presencia o no de la variedad empleada en el

mercado. Las cebadas fueron Nuevede, Reinnete, Volley e Icaria, la veza cv Senda y girasol cv Peredovik se han mantenido constante en el tiempo. La fertilización solo se ha aplicado en el cultivo de la cebada. La fórmula de fertilización química fue 90-45-45, el nitrógeno se hizo en dos aplicaciones iguales, una en presiembra y la otra en pleno ahijamiento.

El muestreo de malas hierbas, se realizó entre los años 2002-2016, en las parcelas de cebada y en el mes de mayo. Como las malas hierbas tienen una distribución agregada, se consideró que la medida que mejor representaría el efecto de las hierbas era la de recubrimiento del suelo, en tanto por ciento, de cada especie dentro de cada parcela y a través de una estimación visual.

Los resultados de producción fueron sometidos al análisis de la varianza, las diferencias entre tratamientos fueron separadas por medio del test de Tukey a un nivel de probabilidad de $P < 0,05$.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A excepción del 2002, todos los demás años los rendimientos de la cebada en rotación han sido superiores con diferencias significativas al monocultivo (Fig. 1). Los dos últimos años, 2015 y 2016, el rendimiento de la cebada en rotación con veza ha tenido un comportamiento similar al monocultivo, por el aumento de *Avena sterilis*. El recubrimiento total de Mh en el experimento ha sido importante y superior al 30% los años 2003, 2004, 2010, 2011, 2013 y 2014 (Fig 2 y tabla 1), los años con menor recubrimiento de hierba han sido 2009 y 2012 este último, fue el año más seco de los últimos 69 años. Se observa que los años secos (1995, 1999, 2005 y 2012) inciden negativamente en los rendimientos de cebada, otros años es el efecto del monocultivo, de las malas hierbas o simplemente mala distribución de las precipitaciones como los años 1993, 2001, 2014, 2015 y 2016 (Fig. 1).

El efecto del herbicida (80+H) se ha notado en todas las rotaciones, dando un recubrimiento menor en relación a las otras densidades de la misma rotación (Tabla 2). Con respecto a las densidades de siembra, no hay gran diferencia en el número de especies por tratamiento. En el manejo de monocultivo de cebada el recubrimiento de hierba es muy superior a los encontrados en el cultivo de cebada en rotación con otro cultivo. El manejo que mejor controla las malas hierbas, en el cultivo de cebada, es cuando se rota con girasol, teniendo estas una presencia prácticamente testimonial.

La densidad de siembra influye en los rendimientos de cebada en función de la rotación (Fig. 3). En la rotación con girasol la densidad baja (80) tienen un menor rendimiento de un 13% con respecto a la densidad de 240 kg/ha, pero cuando se utiliza herbicida en la densidad baja (80+H) la diferencia solo es del 6% en los datos medios, y con diferencias significativas un año a favor del tratamiento 80+H (93-94) y otro año a la densidad más alta de 240 kg/ha de siembra (95-96). En la rotación con veza forraje la pérdida de rendimientos es de un 24% en la densidad de 80 kg/ha cuando se compara con las densidades más altas, y se debe un 10% al número de plantas por m², este valor se obtiene al comparar la densidad de 80+H con la de 160 y 240 kg/ha y un 13% por la competencia de la hierba, que se obtiene de comparar los tratamientos de densidad 80+H y 80. En monocultivo, en el tratamiento con herbicida (80+H) es donde se obtiene mayor rendimiento, dando un rendimiento medio superior del 29 % con respecto al tratamiento de 80 kg/ha, de un 10% en relación al tratamiento de 160 kg/ha y de un 6% con respecto al tratamiento de 240 kg/ha y solo hay cuatro años con diferencias significativas, por tanto, la disminución de rendimiento, más de un 50%, entre este manejo y el de la cebada en rotación, se debe principalmente al mal control de hierba en este manejo, a pesar del tratamiento de herbicida.

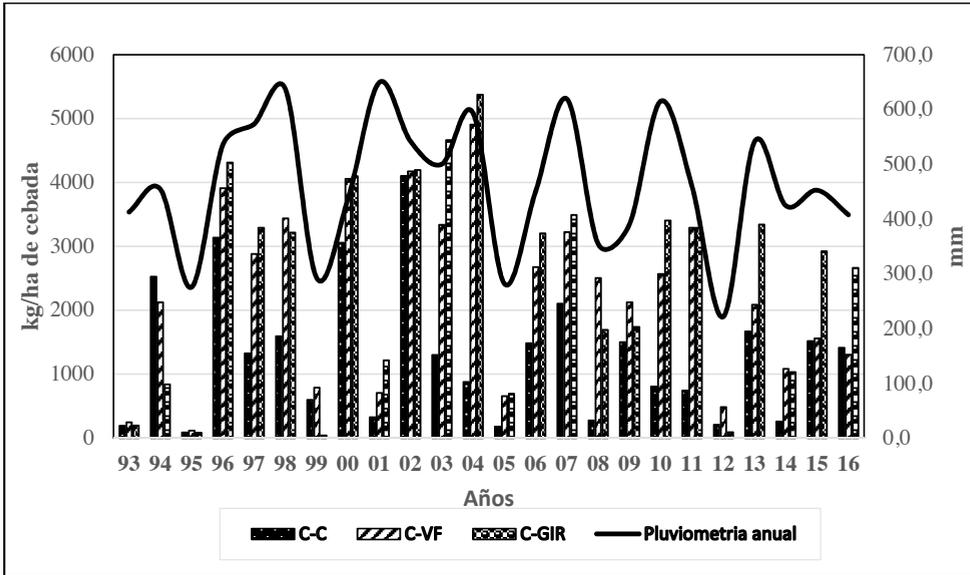


Figura 1. Evolución de los rendimientos de cebada en el experimento y de la pluviometría a lo largo de los 24 años.

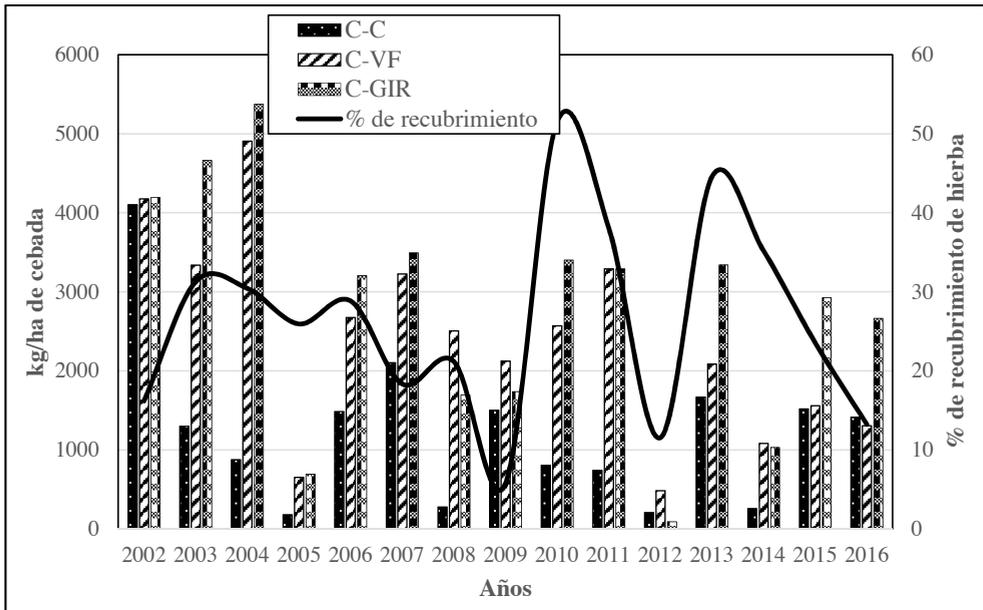


Figura 2. Evolución de los rendimientos de cebada en el experimento y de las malas hierbas a lo largo de los 15 años.

Tabla 1. Recubrimiento del suelo por malas hierbas en tanto por ciento en diferentes tratamientos

Años	Monocultivo de cebada				Rotación cebada-veza forraje				Rotación cebada-girasol			
	80+H	80	160	240	80+H	80	160	240	80+H	80	160	240
01-02	25	32	14	16	8	27	17	13	8	5	3	6
02-03	46	82	66	58	7	21	22	19	9	12	5	5
03-04	49	66	63	71	15	21	28	22	4	10	8	8
04-05	13	66	56	70	11	25	22	19	6	13	6	4
05-06	28	54	43	42	16	67	38	34	2	4	7	9
06-07	31	43	51	46	2	9	6	9	4	8	7	4
07-08	45	50	42	50	9	12	17	12	5	4	4	4
08-09	3	21	21	17	3	3	0	0	0	0	0	1
09-10	27	65	43	46	39	52	35	10	31	38	25	27
10-11	55	79	89	81	14	31	22	23	6	16	9	17
11-12	27	31	13	10	1	40	10	2	1	2	1	1
12-13	33	86	54	56	18	32	23	35	27	49	39	19
13-14	67	96	80	72	14	20	4	9	8	18	9	5
14-15	21	59	49	32	10	45	29	11	3	10	8	6
15-16	3	31	29	16	3	26	26	16	1	3	3	2
Nº especies	46	47	50	49	45	50	45	44	45	48	49	45
Media	38	57	48	46	11	29	20	16	8	13	9	8
%	100	150	126	121	29	76	53	42	21	34	24	21

Nota: El sombreado de la celda indica el tratamiento que ha sido más afectado por la casuística de ese año y donde los rendimientos han disminuido. En la mayoría de los casos hay una coincidencia entre disminución de cosecha y presencia de malas hierbas. Hay dos casos en que a pesar de tener un recubrimiento cercano al 40%, no ha ido acompañado por una disminución de cosecha (celdas con sombreado negro y número en blanco).

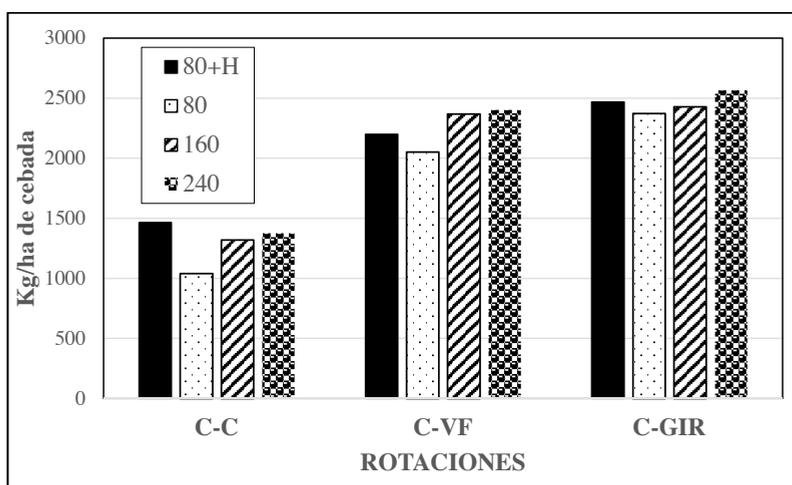


Figura 3. Medias de rendimiento de 24 años de cebada en diferentes rotaciones con diferentes densidades de siembra de cebada en kg/ha.

Las dos especies más importantes en el experimento han sido *Avena sterilis* L. y *Lolium rigidum* Gaudin (Figs. 4 y 5). La presencia de *Avena sterilis* en la rotación C-GIR es testimonial mientras en los otros dos tratamientos su presencia es importante afectando a los rendimientos en las densidades bajas de siembra. González Ponce et al. (1991), encontraron que cuando aumentaba las densidades de siembra, disminuía significativamente el crecimiento y la producción de semillas. *Lolium* es importante en monocultivo. Es natural que encuentre mejores condiciones para su expansión en cultivos pertenecientes a la misma familia con características similares en cuanto a ciclo y necesidades; siendo ésta una razón que pueda justificar su mayor presencia en parcelas con monocultivo de cebada (Dorado et al., 1997).

En la figura 6, se aprecia en el tratamiento de monocultivo de cebada, la rotación de hierbas en el tiempo. Las hierbas importantes entre 2002 a 2007 fueron: *Galium tricornutum*, *Torilis nodosa* y *Scandix pecten-veneris*, es a partir de 2008 donde *Lolium rigidum*, empieza a ser importante y a partir de 2010 *Avena sterilis*, desplazando a *Galium*, *Torilis* y *Scandix*.

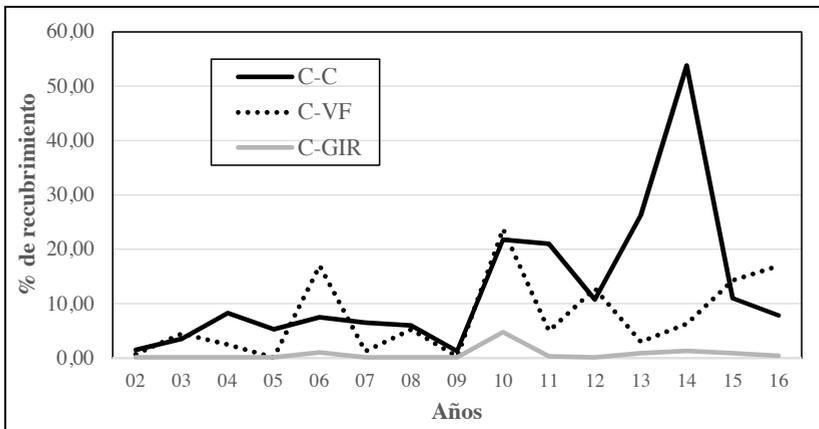


Figura 4. Evolución de *Avena sterilis* L. a lo largo de los 15 años en monocultivo de cebada (C-C) y en las rotaciones cebada-veza forraje (C-VF) y cebada girasol (C-GIR).

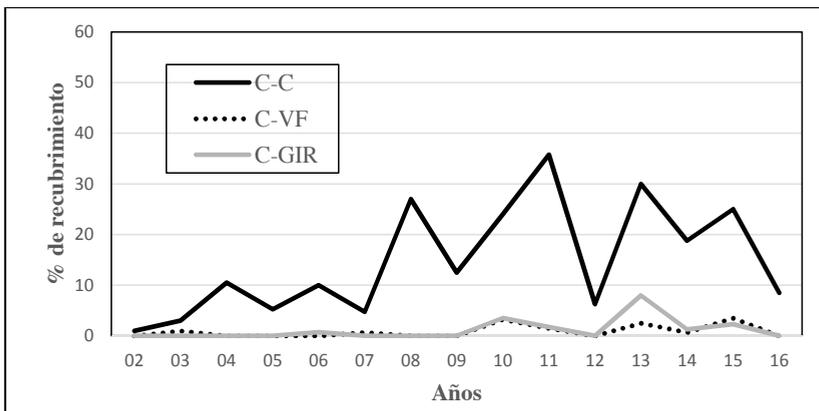


Figura 5. Evolución de *Lolium rigidum* Gaudin a lo largo de 15 años, donde se observa que solo en el monocultivo de cebada es una hierba importante.

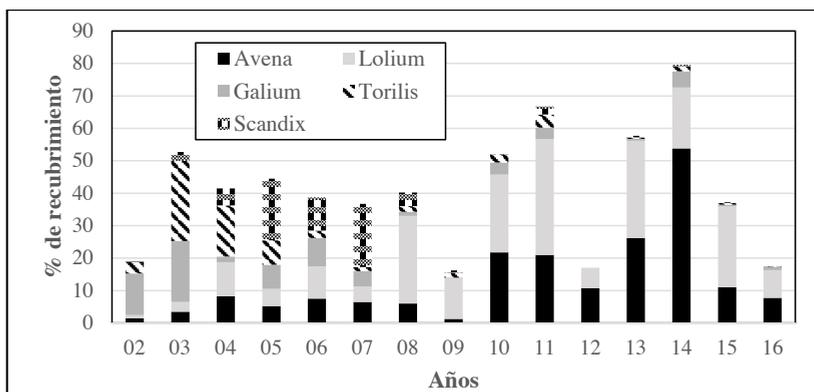


Figura 6. Evolución de las 5 hierbas más importantes en el monocultivo de cebada. Donde se aprecia que hay 4 años (2002, 2009, 2012 y 2016) con infestaciones de Mh inferiores a 20%.

4. AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Servicio de Investigación de la Consejería de Agricultura de la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha por la financiación de los experimentos de larga duración que se realizan en la finca experimental La Higuera, así como a José María Gómez Camacho y a José Ramón Vadillo, por su dedicación a los trabajos experimentales de campo.

5. REFERENCIAS

- Dorado J, del Monte JP and López-Fando C (1997). Efectos de la rotación de cultivos y los sistemas de laboreo sobre la flora arvense en ambiente semiárido. VI Congreso de la SEMh, 41-46.
- García Muriedas G, Estalrich E, Lacasta C and Meco R (1997). Efecto de las rotaciones de cultivos herbáceos de secano sobre las poblaciones de adventicias. VI Congreso de la SEMh, 33-36.
- González Ponce R, Salas ML, Herce A, Lacasta C and Molina F (1991). Competencia diferencial de dos variedades de cebada a diversas dosis de siembra con *Avena sterilis* ssp. macrocarpa Mo. II Congreso de la SEMh, 92-96.
- Lacasta C, Estalrich E, Meco R and Benítez M (2007). Interacción de diferentes escardas y fertilizaciones sobre el control de la flora arvense y el rendimiento del cereal. XI Congreso de la SEMh, 197-202.

Interaction of seed densities and crop rotations in conventional agriculture and its effect on weeds and cereal yield, 24 years of experimentation

Summary: In a 24 years experiment (1992-2016) in which we evaluated the interaction of two traditional forms of weed control, crop rotation and seed densities and their effect on cereal productivity, in the last 15 years (2002-2016) a monitoring of the weeds. The results indicate that monoculture has twice as much weed overlay as plots subject to crop rotation. The effect of the herbicide has been noted at all rotations. *Avena sterilis* is related to monoculture and rotation forage vetch and *Lolium rigidum* only with monoculture. In monoculture there is alternation in weed species, going from being important to secondary.

Keywords: herbicides, dryland, cereal, vetch, sunflower.