

Ensayo del Grupo de Trabajo de Biología y Agroecología de la SEMh: emergencia y desarrollo de *Avena sterilis*, *Centaurea diluta*, *Chrysanthemum segetum*, *Lolium rigidum* y *Ridolfia segetum*

Aritz Royo-Esnaola¹✉, María Concepción Escorial², Ana Isabel Marí³, Fernando Cordero⁴, Manuel Vargas⁵, Milagros Saavedra⁶, Juan Antonio Lezáun⁷, José Antonio Paramio⁸, Carlos Sousa⁹, Jordi Izquierdo¹⁰, José Luis Fernández¹¹, Joel Torra¹, José María Urbano⁹

¹Dpt d'Hortofruticultura, Botànica i Jardineria, ETSEA, Agrotecnio, Universitat de Lleida, Alcalde Rovira Roure 191, 25198, Lleida

²Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA), Depto. Protección Vegetal, Lab. Malherbología, Ctra. La Coruña km 7,5, Madrid.

³Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria (CITA), Avda. Montañana 930, 50059, Zaragoza.

⁴Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), Finca Experimental La Higuera, Santa Olalla, Toledo

⁵Field Trial Services Agroconsulting, P.I. Platino s/n, Edif. Delios p. 1, mod. 22, 41909, Salteras, Sevilla.

⁶Protección de Cultivos, IFAPA Alameda del Obispo, Avda. Menéndez Pidal s/n, 14080, Córdoba

⁷INTIA, Edif. Peritos, Avda. Serapio Huici 22, 31610, Pamplona, Navarra

⁸AIMCRA, c/ Villabáñez 201, 47012, Valladolid

⁹Depto. Ciencias Agroforestales, Universidad de Sevilla, Ctra. De Utrera km 1, 41013, Sevilla

¹⁰Dpt. Enginyeria Agroalimentària i Biotecnologia, Universitat Politècnica de Catalunya, Esteve Terradas 8, 08860, Castelfel·l de la Roca, Barcelona

¹¹ADAMA Agriculture España SA, Méndez Álvaro 20, 5ª planta, 28045, Madrid

✉ aritz@hbj.udl.cat

Resumen: En este trabajo presentamos los primeros resultados de emergencia de cinco especies malas hierbas preocupantes en España: *Avena sterilis* L., *Centaurea diluta* Ait., *Chrysanthemum segetum* L., *Lolium rigidum* G. y *Ridolfia segetum* L. Se sembraron semillas de estas especies en 13 localidades diferentes distribuidas por toda España. Para cada especie se utilizaron 100 semillas y hubo cuatro repeticiones. La siembra se realizó tras remover el suelo de 0 a 2 cm de profundidad, salvo en *A. sterilis* (de 0 a 10 cm), en marcos de plantación divididos en seis celdas, uno de testigo, de 0,25 x 0,25 m². Se realizaron muestreos de emergencia en intervalos de entre 2 y 7 días. Los resultados muestran que las especies más precoces fueron *C. diluta* y *L. rigidum*, seguidas por *A. sterilis*. Estas tres especies fueron también las que presentaron mayores porcentajes de emergencia.

Palabras clave: malas hierbas preocupantes, semillas, días después de la siembra, grados hidrotérmicos.

1. INTRODUCCIÓN

El estudio de la emergencia y el crecimiento de las malas hierbas es fundamental para entender la dinámica de poblaciones de las malas hierbas (Forcella et al., 2000) y establecer programas de manejo integrado, principalmente en lo referido a momentos de aplicación de métodos de control (químico o mecánico) (González-Andújar et al., 2016a). El conocimiento de los momentos adecuados para una intervención puede servir para optimizar el control (González-Andújar et al., 2016b), aumentando la efectividad del manejo, a la vez que, en algunos casos, puede prolongar en cierta medida la vida útil de determinados herbicidas al retrasar la aparición de resistencias (Rey-Caballero et al., 2017).

El grupo de Biología y Agroecología de Malas hierbas (BAMh) de la SEMh se creó con el fin de estudiar los aspectos biológicos de las malas hierbas y poder encontrar, en cada especie, características biológicas que puedan ser de utilidad de cara a su control. En verano de 2016 se coordinaron varios grupos de investigación (universidades, centros de investigación y empresas)

para establecer un experimento común cuyo objetivo era estudiar la emergencia y el crecimiento de cinco especies de malas hierbas (*Avena sterilis*, *Centaurea diluta*, *Chrysanthemum segetum*, *Lolium rigidum* y *Ridolfia segetum*). Las especies se seleccionaron según su importancia como malas hierbas en los cultivos de España.

En esta comunicación se presentan datos preliminares de la emergencia de estas cinco especies seleccionadas.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

Las semillas de las cinco especies seleccionadas fueron recogidas en julio de 2016, procedentes cada una de ellas de una sola población: Cubells – Lleida (*A. sterilis*), Sevilla (*C. diluta*), Sevilla (*C. segetum*), Solsona – Lleida (*L. rigidum*) y Sevilla (*R. segetum*). Las semillas, una vez secadas a temperatura ambiente durante una semana, se almacenaron a 4°C.

En septiembre de 2016 las semillas se distribuyeron entre los 11 grupos participantes: Asociación de Investigación para la Mejora del Cultivo de la Remolacha Azucarera (AIMCRA) de Valladolid, Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria (CITA) de Zaragoza, Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) en Toledo, Field Trial Services Agroconsulting (FTS) en Sevilla, ADAMA en Sevilla, Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera (IFAPA) de Córdoba, Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA) en Madrid, Instituto Navarro de Tecnologías e Infraestructuras Agroalimentarias (INTIA) de Pamplona, Universidad de Sevilla, Universitat de Lleida y la Universitat Politècnica de Catalunya en Barcelona. Cada grupo sembró, entre octubre y noviembre de 2016, 100 semillas de cada especie en marcos de madera de 0,75 m × 0,50 m divididos en seis celdas de 0,25 m × 0,25 m (una celda por especie y un testigo, Fig. 1). La siembra se realizó distribuyendo a azar las semillas en las celdas correspondientes y realizando una remoción del suelo hasta una profundidad de dos cm (10 cm en el caso de *A. sterilis*). Se instalaron cuatro marcos (cuatro repeticiones)



Figura 1. Marcos de madera divididos en seis celdas (una por especie + testigo) con cuatro repeticiones en Valladolid (izquierda) y en Madrid (derecha).

directamente en el suelo y se realizaron muestreos periódicos del número de emergencias cada 2-7 días. Los marcos se cubrieron con una malla para evitar la depredación de las semillas.

En cada localidad se colocó un datalogger para registrar la temperatura y la humedad del suelo a dos cm de profundidad, datos que se utilizarán en un futuro para el desarrollo de modelos predictivos de emergencia y crecimiento. En el presente trabajo se presentan de modo preliminar los datos de emergencia en función del tiempo en número de días.

Los datos de porcentajes de emergencia se analizaron mediante ANOVA, tomando como único factor la localidad para cada especie, y posterior test de LSD (Least Significant Differences).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Lolium rigidum, *A. sterilis* y *C. diluta*, fueron las especies que presentaron mayores porcentajes de emergencia (Tabla 1). La emergencia de *L. rigidum* superó el 50 % en siete localidades, mientras que en tres de ellas (Sevilla FTS, Navarra y Toledo) este porcentaje fue de un 31-37 %. En *A. sterilis* solo se superó el 50% de emergencia en Zaragoza, en el resto de las localidades la emergencia osciló entre un 20-40%, salvo en Toledo y Sevilla ETSIA, que no alcanzó el 10%. En *C. diluta* también se superó el 50% de emergencia en dos localidades (Valladolid y Sevilla Jardín), en el resto de localidades los resultados fueron variables entre 16 y 49%, y de nuevo en Toledo no superó el 10% de emergencia. La emergencia de *R. segetum* fue menor que en las especies anteriores y bastante variable, entre 4 y 29%. *C. segetum* fue la especie que menor porcentaje de emergencia presentó, alcanzando emergencias del 26% y del 15% en Sevilla Jardín y Sevilla ETSIA, respectivamente en el resto de localidades no superó el 10% y no emergió en Toledo (Tabla 1). A pesar de las diferencias entre las localidades, se pueden intuir tendencias en cada especie de acuerdo a la dormición innata de cada una de ellas, que muy probablemente esté acrecentada o mitigada debido a las condiciones ambientales de las diferentes localidades. El hecho de que en todas las localidades se haya sembrado la misma población para cada especie enfatiza el efecto localidad sobre estas malas hierbas.

Tal como se puede observar en las figuras 1-5, cada especie presenta un patrón de emergencia diferente en función del número de días transcurridos desde la siembra. En general *C. diluta* y *L. rigidum* presentaron alto porcentaje de emergencia, con un pico temprano, hasta los 45 días aproximadamente, que luego se prolongó durante el invierno en la mayoría de las localidades (Figs. 1 y 2). En el caso de *A. sterilis*, la emergencia fue más tardía que en las dos especies anteriores (Fig. 3). Esto se puede deber a que sus umbrales de temperatura para poder germinar (y emerger) sean diferentes. En Sevilla FTS y Sevilla Dos Hermanas la emergencia se adelantó en comparación al resto de localidades (Fig. 3), aunque la siembra fue también más tardía (principios de noviembre en Sevilla *vs* mediados de octubre en el resto). Para *R. segetum* se observaron emergencias bastante tardías en general, aunque en algunas localidades (Lleida, Sevilla Dos Hermanas, Sevilla ETSIA) fue escalonada a lo largo de todo el otoño y el invierno. Finalmente, los resultados obtenidos para *C. segetum* fueron poco concluyentes, puesto que la emergencia fue muy baja en la mayoría de las localidades, y en las dos únicas en las que el porcentaje podría permitir un análisis más exhaustivo, los resultados fueron muy dispares, adelantándose en Sevilla Jardín y retrasándose en Sevilla ETSIA.

Tabla 1. Porcentajes de emergencia totales (+SE) ocurridos en cada una de las localidades donde se sembraron las especies. Diferentes letras indican diferencias significativas entre localidades para cada una de las especies

	<i>A. sterilis</i>	<i>C. diluta</i>	<i>L. rigidum</i>	<i>R. segetum</i>	<i>C. segetum</i>
Barcelona	-	17,8 ± 3,4 de	-	23,0 ± 2,8 ab	3,8 ± 1,4 ce
Córdoba	9,5 ± 1,7 de	40,8 ± 4,7 bc	56,4 ± 7,6 b	8,3 ± 1,4de	0,0 ± 0,0 e
Lleida	40,5 ± 5,7 b	35,3 ± 8,2 bc	55,5 ± 2,5 b	17,3 ± 2,1 bc	3,5 ± 0,9 ce
Madrid	35,3 ± 4,5 bcd	46,8 ± 1,9 abc	64,0 ± 6,3 b	28,8 ± 2,4 a	7,5 ± 1,5 c
Navarra	30,8 ± 1,1 bc	-	31,3 ± 3,7 c	-	-
Sevilla FTS	20,5 ± 3,9 d	16,2 ± 4,5 de	37,8 ± 5,6 c	7,8 ± 2,1 de	4,5 ± 0,9 ce
Sevilla Jardín	23,3 ± 2,6 cd	53,5 ± 8,3 ab	58,8 ± 2,1 b	10,5 ± 1,8 de	25,8 ± 3,0 a
Sevilla 2H	25,8 ± 5,5 cd	49,5 ± 6,7 abc	81,5 ± 2,7 a	5,5 ± 1,7 e	3,3 ± 0,5 ce
Sevilla ETSIA	8,5 ± 1,3 e	33,0 ± 8,1 cd	59,0 ± 4,8 b	11,8 ± 1,0 cd	14,8 ± 1,8 b
Toledo	9,5 ± 1,8 de	7,8 ± 1,7 e	36,3 ± 7,5 c	7,8 ± 0,25 de	0,0 ± 0,0 e
Valladolid	40,0 ± 2,9 b	63,0 ± 11,4 a	64,0 ± 1,6 b	4,3 ± 0,9 e	0,8 ± 0,5 e
Zaragoza	62,5 ± 6,3 a	49,8 ± 6,2 abc	91,0 ± 7,7 a	13,5 ± 3,4 cd	7,0 ± 3,1 c

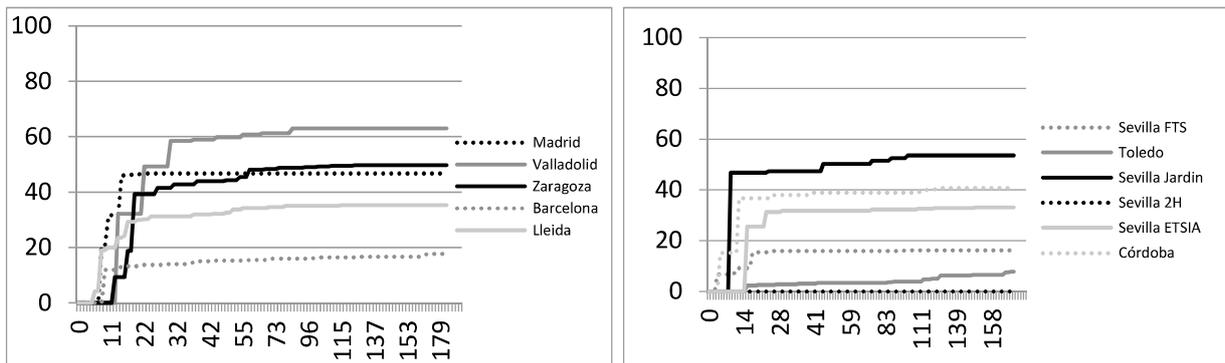


Figura 1. Ritmos de emergencia acumulada (en porcentaje) de *C. diluta* en las localidades de la mitad norte (izquierda) y en la mitad sur de España (derecha). En el eje de abscisas se refleja el tiempo en número de días desde el momento de siembra en cada una de las localidades.

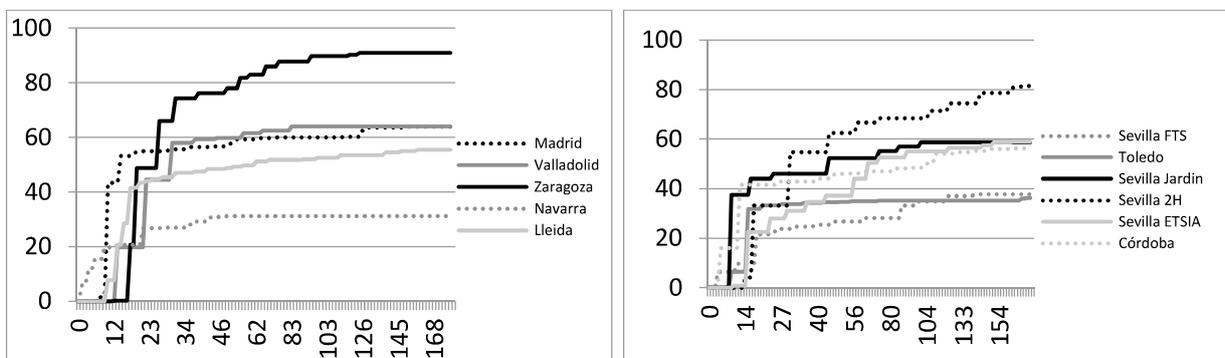


Figura 2. Ritmos de emergencia acumulada (en porcentaje) de *L. rigidum* en las localidades de la mitad norte (izquierda) y en la mitad sur de España (derecha). En el eje de abscisas se refleja el tiempo en número de días desde el momento de siembra en cada una de las localidades.

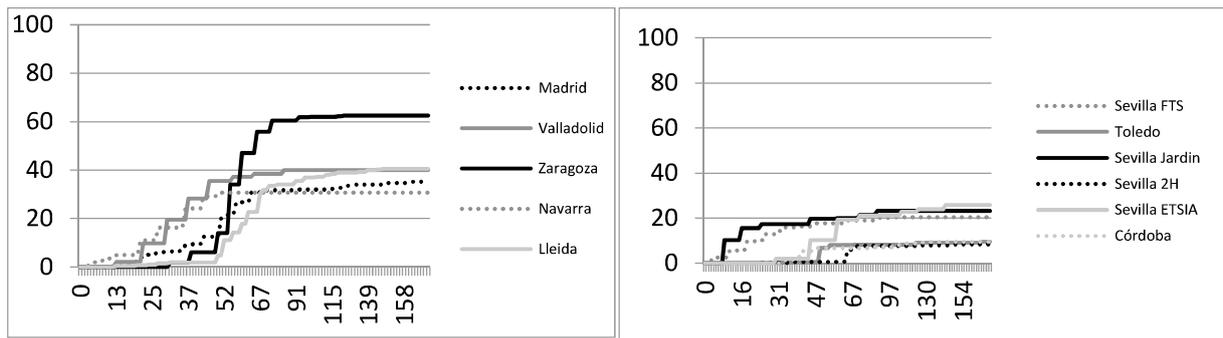


Figura 3. Ritmos de emergencia acumulada (en porcentaje) de *A. sterilis* en las localidades de la mitad norte (izquierda) y en la mitad sur de España (derecha). En el eje de abscisas se refleja el tiempo en número de días desde el momento de siembra en cada una de las localidades.

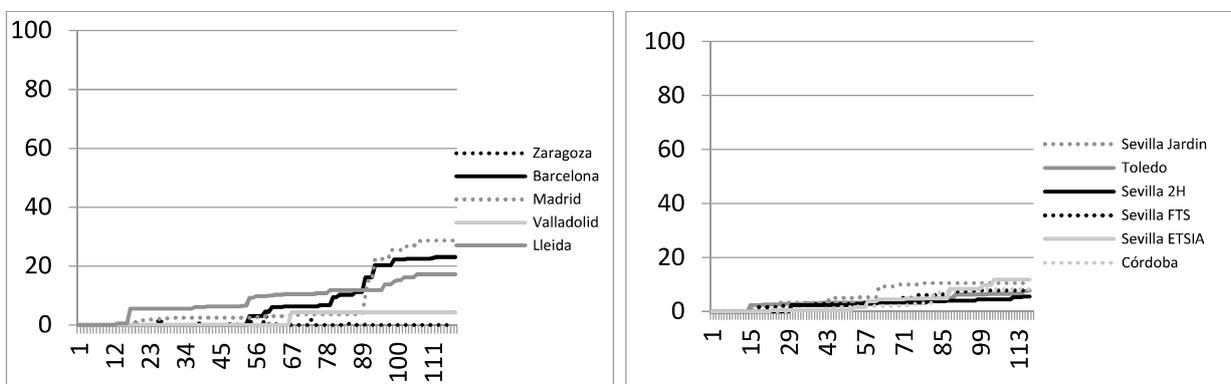


Figura 4. Ritmos de emergencia acumulada (en porcentaje) de *R. segetum* en las localidades de la mitad norte (izquierda) y en la mitad sur de España (derecha). En el eje de abscisas se refleja el tiempo en número de días desde el momento de siembra en cada una de las localidades.

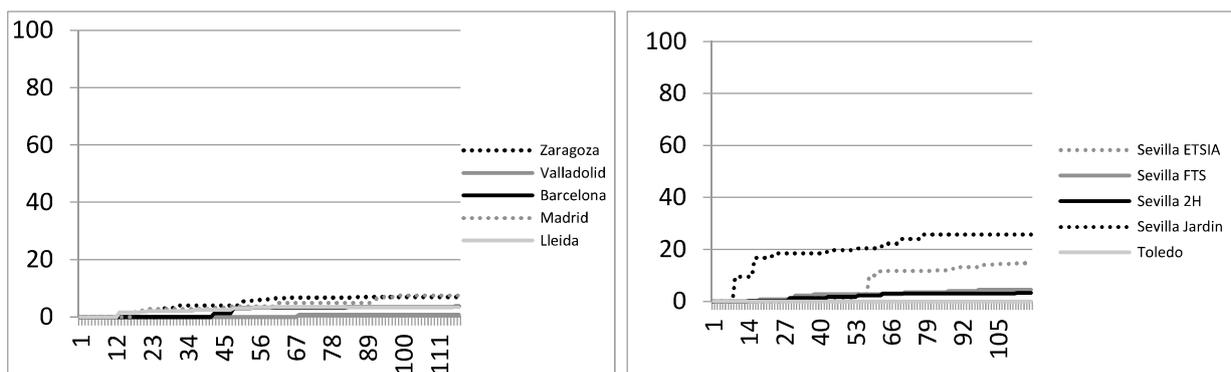


Figura 5. Ritmos de emergencia acumulada (en porcentaje) de *C. segetum* en las localidades de la mitad norte (izquierda) y en la mitad sur de España (derecha). En el eje de abscisas se refleja el tiempo en número de días desde el momento de siembra en cada una de las localidades.

Los resultados de porcentajes de emergencia presentados reflejan las diferentes condiciones ambientales en las que emergieron las cinco especies. A pesar de ello, los patrones de emergencia se parecen en la gran mayoría de las localidades, pero es necesario contrastar estos patrones una vez normalizados con los grados térmicos (TT), hidrotérmicos (HTT) o, en su caso, fotohidrotérmicos (PhHTT), para poder desarrollar en cada especie un modelo de emergencia que

pueda ser aplicado en futuras herramientas (aplicaciones, *softwares*...) para la predicción de su emergencia.

El desarrollo de modelos de emergencia en aquellas especies en las que no se han desarrollado, o la validación de modelos ya desarrollados, como en *L. rigidum* (Izquierdo et al., 2011) parece bastante plausible. La única excepción sería *C. segetum*, cuya emergencia fue inferior al 10% en la mayoría de las localidades y, por tanto, puede dificultar o directamente impedir con estos datos el desarrollo de un modelo de emergencia razonablemente fiable.

Todos los datos de emergencia de estas cinco especies se pueden consultar en la página: <http://www.adamacatedra.es/investigacion/>.

4. AGRADECIMIENTOS

Este proyecto ha sido financiado por la Cátedra Adama de la Universidad de Sevilla y por la Sociedad Española de Malherbología. Así mismo, queremos agradecer a todas las personas que de una manera u otra han participado en la toma de datos de las diferentes localidades.

5. REFERENCIAS

- Forcella F, Benech-Arnold RL, Sánchez R and Ghera CM (2000). Modeling seedling emergence. *Field Crops Research*, 67, 123-129.
- González-Andújar JL, Francisco-Fernández M, Cao R, Reyes M, Urbano JM, Forcella F and Bastida F (2016a). A comparative study between nonlinear regression and nonparametric approaches for modeling *Phalaris paradoxa* seedling emergence. *Weed Research*, 56, 367-376.
- González-Andújar JL, Chantre GR, Morvillo C, Blanco AM and Forcella F (2016b). Predicting field weed emergence with empirical models and soft computing techniques. *Weed Research*, 56, 415-423.
- Izquierdo J, Bastida F, Lezaun JA, Sánchez del Arco MJ and González-Andújar JL (2013). Development and evaluation of a model for predicting *Lolium rigidum* emergence in winter cereal crops in the Mediterranean area. *Weed Research*, 53, 269-278.
- Rey-Caballero J, Royo-Esnal A, Recasens J, González I and Torra J (2017). Management options for multiple-resistant corn poppy (*Papaver rhoeas*) in Spain. *Weed Science*, 65, 295-304.

Biology and Agroecology Group of the Spanish Weed Science Society (SEMh): emergence and growth of *Avena sterilis*, *Centaurea diluta*, *Chrysanthemum segetum*, *Lolium rigidum* and *Ridolfia segetum*

Summary: In the present work the results of the emergence of five worrying weed species in Spain are presented: *Avena sterilis*, *Centaurea diluta*, *Chrysanthemum segetum*, *Lolium rigidum* and *Ridolfia segetum*. Seeds of each species were sown in 13 locations distributed throughout Spain. For each species 100 seeds were sown disturbing the soil down to 2 cm (10 cm for *A. sterilis*) in planting marks divided in six 0.25 × 0.25 m² cells, with four replications. Samplings were performed every 2-7 days. The results show that *C. diluta* and *L. rigidum*, followed by *A. sterilis*, were the first emerging species. These three species were also those which showed higher emergence percentages.

Keywords: important weeds, seeds, days after sowing, hydrothermal time.