

Nuevo ensayo del grupo de “Biología y Agroecología de las Malas hierbas (BAMh)”: modelos de emergencia para malas hierbas de verano

New trial of the group “Weed Biology and Agroecology (BAMh)”: emergence models for summer weeds

Carlos Sousa-Ortega^{1,2}, Aritz Royo-Esnal³, María Concepción Escorial⁴, Iñigo Loureiro⁴, Juan Antonio Lezáun⁵, Jordi Izquierdo Figarola⁶, Nuria López-Martínez¹, José María Osca⁷, Ana Isabel Marí León⁸, Isabel Calha⁹, Lourdes Chamorro-Lorenzo¹⁰ & María Arias-Martín^{4,*}

¹ Departamento de Agronomía, Universidad de Sevilla, Sevilla, España

² Crop protection, Syngenta, Jealott's Hill, United Kingdom

³ Departament de Ciència i Enginyeria Forestal i Agrícola, Agrotecnio-CERCA Centre, Universitat de Lleida, Lleida, España

⁴ Departamento de Protección Vegetal, Centro Nacional Instituto de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA, CSIC), Madrid, España

⁵ Instituto Navarro de Tecnologías e Infraestructuras Agroalimentarias (INTIA), Villava (Navarra), España

⁶ Departament d'Enginyeria Agroalimentària i Biotecnologia, Universitat Politècnica de Catalunya, Castelldefels (Barcelona), España

⁷ Departamento de Producción Vegetal, Universitat Politècnica de València, Valencia, España

⁸ Departamento de Sistemas Agrícolas, Forestales y Medio Ambiente. Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón (CITA), Zaragoza, España

⁹ Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária (INIAV), Oeiras, Portugal

¹⁰ Departament de Biologia, Ecologia i Ciències Ambientals, Universitat de Barcelona (UB), Institut de Recerca de la Biodiversitat (IRBio-UB), Barcelona, España

(*E-mail: arias.maria@inia.csic.es)

<https://doi.org/10.19084/rca.35128>

Recibido/received: 2024.01.15

Aceptado/accepted: 2024.02.28

RESUMEN

El grupo de Biología y Agroecología de las Malas Hierbas (BAMh) de la Sociedad Española de Malherbología (SEMh) está actualmente integrado por 15 personas que trabajan en 4 universidades; Universitat de Lleida (UdL), Universitat Politècnica de València (UPV), Universidad de Sevilla (US) y Universitat Politècnica de Catalunya (UPC) y en 5 centros de investigación de España y Portugal: el Centro de Investigación y Tecnología Agraria de Aragón (CITA), el CN Instituto Nacional de Investigaciones y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA-CSIC), el Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de Extremadura (CICYTEX), el Instituto Andaluz de Investigación y Formación Agraria, Pesquera, Alimentaria y de la Producción Ecológica (IFAPA), el Instituto Navarro de Tecnologías e Infraestructuras Agroalimentaria (INTIA) y el Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária (INIAV). Se ha planteado un nuevo ensayo (2023-2025) para validar en la Península Ibérica los modelos de emergencia desarrollados en Italia para las malas hierbas *Chenopodium album* L., *Sorghum halepense* L., *Abutilon theophrasti* Medik., *Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv., *Digitaria sanguinalis* (L.) Scop. y *Amaranthus retroflexus* L. Las semillas recogidas en 2023 se sembraron a mediados de otoño en parcelas experimentales de Aragón, Barcelona, Sevilla, Córdoba, Lleida, Madrid, Valencia, Navarra y Oeiras (Portugal). Se evaluará la emergencia y se obtendrá en condiciones controladas, la temperatura base, óptima, techo y el potencial hídrico base de las especies cuya germinación no se ajuste al modelo. La recalibración de estos modelos para la Península Iberica contribuirá a conseguir un adecuado manejo integrado de las malas hierbas en cultivos de verano.

Palabras clave: *Chenopodium album*, *Sorghum halepense*, *Abutilon theophrasti*, *Echinochloa crus-galli*, *Digitaria sanguinalis*, *Amaranthus retroflexus*

ABSTRACT

The Weed Biology and Agroecology group (BAMh) of the Spanish Society of Weed Science (SEMh) is currently composed of 15 people working in 4 universities; Universitat de Lleida (UdL), Universitat Politècnica de València (UPV), Universidad de Sevilla (US) and Universitat Politècnica de Catalunya (UPC) and in 5 research centers in Spain and Portugal: Centro de Investigación y Tecnología Agraria de Aragón (CITA), CN Instituto Nacional de Investigaciones y

Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA-CSIC), Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de Extremadura (CICYTEX), Instituto Andaluz de Investigación y Formación Agraria, Pesquera, Alimentaria y de la Producción Ecológica (IFAPA), Instituto Navarro de Tecnologías e Infraestructuras Agroalimentaria (INTIA) and Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária (INIAV). This group has initiated a new trial (2023-2025) to validate for the Iberian Peninsula the emergence models developed in Italy for the weeds *Chenopodium album* L., *Sorghum halepense* L., *Abutilon theophrasti* Medik, *Digitaria sanguinalis* (L.) Scop. and *Amaranthus retroflexus* L. The seeds collected by the groups at their locations will be sown in mid-autumn in experimental plots in Aragón, Barcelona, Sevilla, Córdoba, Lleida, Madrid, Valencia, Navarra and Oeiras (Portugal). The emergence will be evaluated and the base, optimum and ceiling temperatures and the base water potential will be obtained under controlled conditions for the germination of those species that do not fit the model. The recalibration and optimization of these models for their application in the Iberian Peninsula will contribute to achieve an integrated management of weeds in summer crops.

Keywords: *Chenopodium album*, *Sorghum halepense*, *Abutilon theophrasti*, *Echinochloa crus-galli*, *Digitaria sanguinalis*, *Amaranthus retroflexus*.

INTRODUCCIÓN

El grupo de trabajo de Biología y Agroecología de Malas Hierbas (BAMh) es un grupo dentro de la Sociedad Española de Malherbología que lleva activo desde 2016. Desde su inicio ha publicado tres trabajos centrados en la modelización de la emergencia de diferentes especies de malas hierbas que afectan a cultivos de invierno, *Lolium rigidum* Gaud., *Avena sterilis* L. y *Centaurea diluta* Aiton (Sousa-Ortega *et al.*, 2020a, b, c). Actualmente el grupo BAMh ha iniciado un nuevo ensayo con el objetivo de evaluar la emergencia de malas hierbas de verano en campos experimentales de la Península Ibérica.

La gestión integrada de las malas hierbas, un componente básico de Gestión Integrada de Plagas, tiene como objetivo desarrollar sistemas eficaces de control de malas hierbas. Los Principios Generales de la Gestión Integrada de Plagas establecen la necesidad de conocer el nivel de infestación de las malas hierbas, lo que implica esperar hasta que las estas hayan emergido, hacer su seguimiento para evaluar su densidad y competitividad, predecir la pérdida de rendimiento del cultivo y decidir si es necesaria la aplicación de medidas de control. El conocimiento de los patrones de emergencia de las malas hierbas facilitará la aplicación de aquellas prácticas de gestión más eficientes al definir mejor los tiempos y/o las necesidades de intervención, desempeñando un papel fundamental en la programación de medidas de gestión y, permitiendo en algunos casos, sustituir el control sistemático antes de su emergencia.

Los modelos predictivos de emergencia de malas hierbas pueden estimar en un momento del ciclo de cultivo el porcentaje de plántulas emergidas, así como la dinámica de emergencia. No existe un método universal para crear estos modelos, ya que factores como las condiciones climáticas o las prácticas agronómicas tienen una gran influencia. Un enfoque comúnmente utilizado es el concepto de tiempo hidrotérmico basado en que las semillas necesitan un determinado tiempo hidrotermal para germinar. El tiempo hidrotermal se acumula en función de la comparación entre las condiciones diarias del suelo (temperatura y agua) y los umbrales biológicos específicos para la germinación de las semillas (temperatura de base y potencial hídrico) (Alvarado & Bradford, 2002).

Se ha desarrollado un modelo de tiempo hidrotérmico para simular la emergencia de diferentes especies de malas hierbas de verano en campos situados al noreste de Italia (Masin *et al.*, 2012, 2014; Šoštarčić *et al.*, 2021). El objetivo de este nuevo trabajo es validar en la Península Ibérica estos modelos de emergencia para alguna de las especies más problemáticas del cultivo de maíz en esta zona (*Chenopodium album* L., *Sorghum halepense* L., *Abutilon theophrasti* Medik., *Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv., *Digitaria sanguinalis* (L.) Scop. y *Amaranthus retroflexus* L.).

PROTOCOLO DEL NUEVO ENSAYO DEL GRUPO BAMH

En el verano de 2023 se procedió a la recogida de las poblaciones de las especies que se van a emplear en el estudio (Tabla 1) por parte de cada grupo participante en su zona. En el caso de *C. album*, debido a que las semillas no estaban maduras se recogieron en otoño. Cada población está compuesta por las semillas maduras de entre 25 y 50 plantas, según disponibilidad. Las semillas se mantuvieron a T^a ambiente en bolsas de papel hasta su siembra.

Tabla 1 - Especies utilizadas en el estudio del grupo BAMh

Especie	Código EPP0
<i>Chenopodium album</i>	CHEAL
<i>Sorghum halepense</i>	SORHA
<i>Echinochloa crus-galli</i>	ECHCG
<i>Amaranthus retroflexus</i>	AMARE
<i>Abutilon theophrasti</i>	ABUTH
<i>Digitaria sanguinalis</i>	DIGSA

El diseño experimental planteado es de bloques al azar con 7 tratamientos con 4 repeticiones. Cada bloque está compuesto de 7 celdas (parcela elemental) de 0,25 m x 0,25 m (Figura 1).

El estudio se está realizando en parcelas de experimentación en cada localidad. En aquellas parcelas en las que era necesario se procedió a su solarizado. La siembra se realizó en otoño de 2023 para eliminar de forma natural las semillas que son capaces de germinar justo después de la maduración y las plántulas que mueran por las bajas temperaturas de invierno. En cada celda se sembraron 300 semillas de una de las especies y una celda se dejó como testigo sin sembrar. La distribución de las semillas en cada celda se hizo al azar en los bloques, separando en todos los casos *C. album* de *D. sanguinalis* para evitar posibles problemas de alelopatía. Este diseño experimental se repitió en cada localidad. Para la siembra se extrajeron los primeros 2 cm de suelo, se mezclaron con las semillas de las malas hierbas y se devolvieron a la celda correspondiente (Figura 2).

Antes de la época de la siembra del cultivo en la siguiente campaña (a partir de marzo de 2024), se realizará una remoción de los 2 primeros cm para eliminar hierbas y emular las condiciones de campo, incluyendo el testigo. La remoción será el punto de partida del ensayo y se medirá semanalmente la emergencia hasta que no haya germinaciones durante un mes. La fecha de siembra y remoción será variable en función de la localidad. Ya se están tomando datos de las emergencias desde la siembra hasta la remoción. El riego será a demanda, evitando que el suelo se seque.

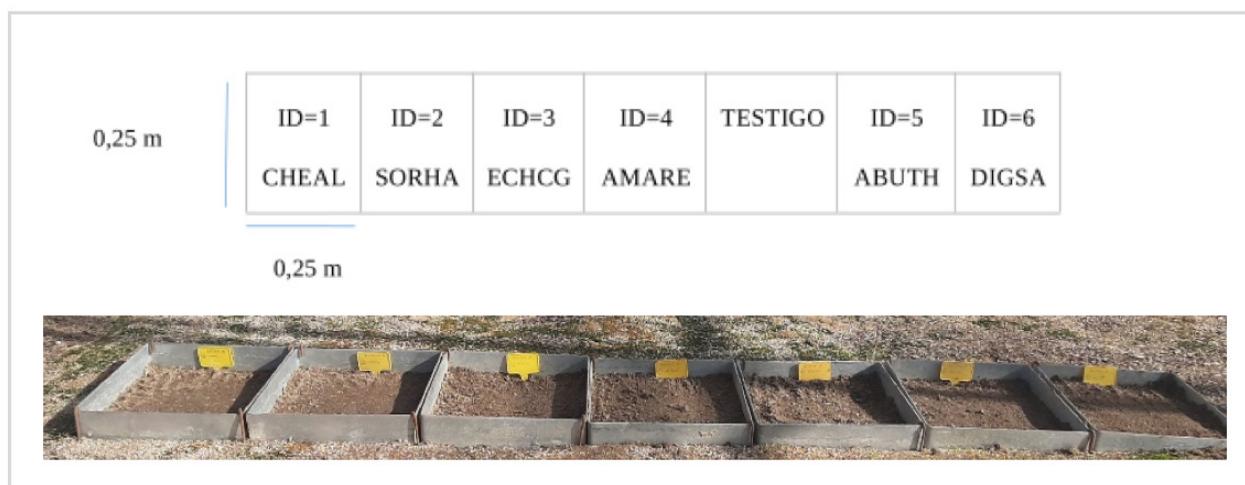


Figura 1 - Diseño experimental del bloque con las 7 celdas. El código ID se refiere al número de la celda y los 5 dígitos en mayúscula se refieren al código EPP0 de la especie a sembrar.



Figura 2 - Siembra de las semillas en una parcela experimental.

Durante los conteos, se eliminarán las plántulas nacidas a excepción de tres de cada repetición, que se dejarán sin eliminar en el pico de emergencia. De estas plántulas se anotará su fenología mediante la escala BBCH (Meier, 2001) hasta alcanzar las 10 hojas verdaderas, considerando ese estadio como el límite para la aplicación eficaz de medidas de control. Se procurará alterar el suelo lo mínimo posible así como evitar que queden restos de plántulas que puedan rebrotar. Con anterioridad al conteo, se realizará una fotografía a cada marco durante al menos el tiempo de anotaciones de la fenología. Estas fotografías podrán ser utilizadas para buscar una relación entre el número de píxeles y número de plántulas y para relacionar el crecimiento con la escala BBCH.

VALIDACIÓN DE LOS MODELOS ELABORADOS

Adicionalmente, en la Universidad de Lleida, se validarán los modelos utilizando los datos del primer año. En aquellos casos en los que los modelos no hayan obtenido buenos resultados, se estimarán los parámetros biológicos. Para ello, se recogerá de nuevo semilla de las especies evaluadas entre agosto y septiembre de 2024. Se sembrarán 50 semillas de cada especie en placas Petri (3 repeticiones) y se evaluará su rango de emergencia con diferentes temperaturas en condiciones controladas de cámara de cultivo. Una vez establecida la temperatura óptima, se pondrán a germinar a distintos potenciales hídricos. Los parámetros biológicos se utilizarán para recalibrar los modelos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarado, V. & Bradford, K.J. (2002) - A hydrothermal time model explains the cardinal temperatures for seed germination. *Plant Cell & Environment*, vol. 25, n. 8, p. 1061-1069. <https://doi.org/10.1046/j.1365-3040.2002.00894.x>
- Masin, R.; Loddo, D.; Benvenuti, S.; Otto, S. & Zanin, G. (2012) - Modeling Weed Emergence in Italian Maize Fields. *Weed Science*, vol. 60, n. 2, p. 254-259. <https://doi.org/10.1614/WS-D-11-00124.1>
- Masin, R.; Loddo, D.; Gasparini, V.; Otto, S & Zanin G. (2014) - Evaluation of Weed Emergence Model AlertInf for Maize in Soybean. *Weed Science*, vol. 62, n. 2, p. 360-369. <https://doi.org/10.1614/WS-D-13-00112.1>
- Meier, U. (2001) - *Growth stages of mono-and dicotyledonous plants – BBCH Monograph*. Julius Kühn-Institute [cit. 2024.01.07]. <https://www.julius-kuehn.de/publikationsreihen-des-jki/bbch-skala>
- Šoštarčić, V.; Masin, R.; Loddo, D.; Brijačak, E. & Šćepanović, M. (2021) - Germination Parameters of Selected Summer Weeds: Transferring of the AlertInf Model to Other Geographical Regions. *Agronomy*, vol. 11, n. 2, art. 292. <https://doi.org/10.3390/agronomy11020292>
- Sousa-Ortega, C.; Chamber, E.; Urbano, J.M.; Izquierdo, J.; Loureiro, I.; Marí, A.I.; Cordero, F.; Vargas, M.; Saavedra, M.; Lezaun, J.A.; Paramio, J.A.; Fernández, J.L.; Torra, J. & Royo-Esnal, A. (2020a) - Should emergence models for *Lolium rigidum* be changed throughout climatic conditions? The case of Spain. *Crop Protection*, vol. 128, art. 105012. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2019.105012>
- Sousa-Ortega, C.; Royo-Esnal, A.; DiTommaso, A.; Izquierdo, J.; Loureiro, I.; Marí, A.I.; Cordero, F.; Vargas, M.; Saavedra, M.; Paramio, J.A.; Fernández, J.L.; Torra, J. & Urbano, J.M. (2020b) - Modeling the emergence of North African knapweed (*Centaurea diluta*), an increasingly troublesome weed in Spain. *Weed Science*, vol. 68, n. 3, p. 268-277. <https://doi.org/10.1017/wsc.2020.22>
- Sousa-Ortega, C.; Royo-Esnal, A.; Loureiro, I.; Marí, A.I.; Cordero, F.; Saavedra, M.; Paramio, J.A.; Fernández, J.L.; Torra, J. & Urbano, J.M. (2020c) - Modelling the Emergence of Winter Wild Oat (*Avena sterilis* ssp. *ludoviciana*) Under Semi-arid Conditions. *Weed Science*, vol. 69, n. 3, p. 341–352. <https://doi.org/10.1017/wsc.2021.10>