



Situación actual de las resistencias a herbicidas en el cultivo de arroz en España

Uno de los principales problemas del cultivo del arroz en España es el control de malas hierbas. En la actualidad, la mayoría de herbicidas autorizados para este cultivo pertenecen a dos grupos: inhibidores de la ALS (B,2) e inhibidores de la ACCasa (A,1). Dentro de un proyecto de investigación que está siendo realizado por distintos organismos de las diferentes regiones arroceras de España, se han confirmado resistencias a herbicidas en poblaciones de *Echinochloa* spp., *Leptochloa* spp. y *Cyperus difformis*. En este trabajo se presentan de forma general los resultados encontrados hasta el momento por regiones, y de forma más concreta, para el caso de Extremadura.

Maria Dolores Osuna y Ana De Santiago

Área de Protección Vegetal. Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de Extremadura (CICYTEX), Guadajira (Badajoz)

José Maria Quiles

Servicio de Producción Agraria (Junta de Extremadura). Mérida (Badajoz)

José Antonio Palmerín

Servicio de Sanidad Vegetal (Junta de Extremadura). Don Benito (Badajoz)

La superficie de cultivo de arroz en España es de alrededor de 105.000 ha, siendo las principales zonas arroceras Andalucía, Extremadura, Cataluña y Comunidad Valenciana, seguidas por Aragón y Navarra (MAPA, 2021). En los últimos años se ha producido una disminución anual, leve pero continua, de la superficie de cultivo. Esta disminución se debe principalmente a la bajada de rentabilidad del cultivo. Las principales causas de esta bajada son el estancamiento de los precios de este cereal, situación similar a otros sectores agrarios, y un aumento de los costes de producción. Este incremento viene principalmente asociado a un aumento en el uso de los herbicidas, debido a una mayor dificultad en el control de las malas hierbas. La escasez de soluciones fitosanitarias y su concentración principalmente en dos modos de acción (inhibidores de la ALS e inhibidores de la ACCasa, Figura 1) ha incidido notablemente en el agravamiento del problema, ya que está creciendo de forma alarmante la aparición de poblaciones de malas hierbas resistentes a estos grupos de herbicidas. Esta situación implica realizar un uso más adecuado de las soluciones disponibles, utilizando medios de control alternativos como falsas siembras, siembras sobre terreno seco, etc. así como el empleo de herbicidas que se encuadren en grupos con diferentes modos de acción.

Ante este panorama, es de gran importancia conocer la situación actual de las resistencias que nos podemos encontrar en nuestros arrozales, así como realizar un seguimiento de su evolución. Esto nos ayudara a plantear estrategias de control adecuadas. Cada zona arroceras presenta unas características diferenciales en función de tipo de climatología, tipo de suelo, disponibilidad de agua etc, y puede requerir diferentes modos de actuación, pero también nos encontramos medidas que pueden ser aplicables a todas o buena parte de las comarcas arroceras de España. Los problemas ocasionados por las malas hierbas pueden provocar cambios drásticos en los sistemas tradicionales de cultivo. El ejemplo de Extremadura puede ser llamativo; donde, debido a los graves problemas ocasionados por las malas hier-

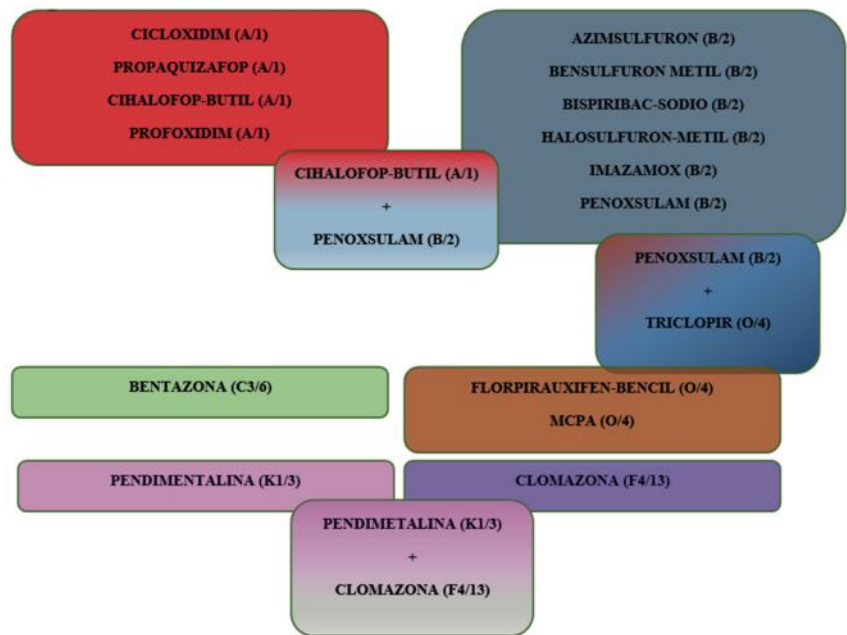


Figura 1. Herbicidas autorizados en la actualidad en el cultivo del arroz en España. (A/1): inhibidores de la ALS; (B/2): inhibidores de la ACCasa; (C3/6): inhibidores PSII; (F4/13): inhibidores de DOXP; (K1/3): inhibidores ensamblaje de microtúbulos; (O/4): auxinas sintéticas.

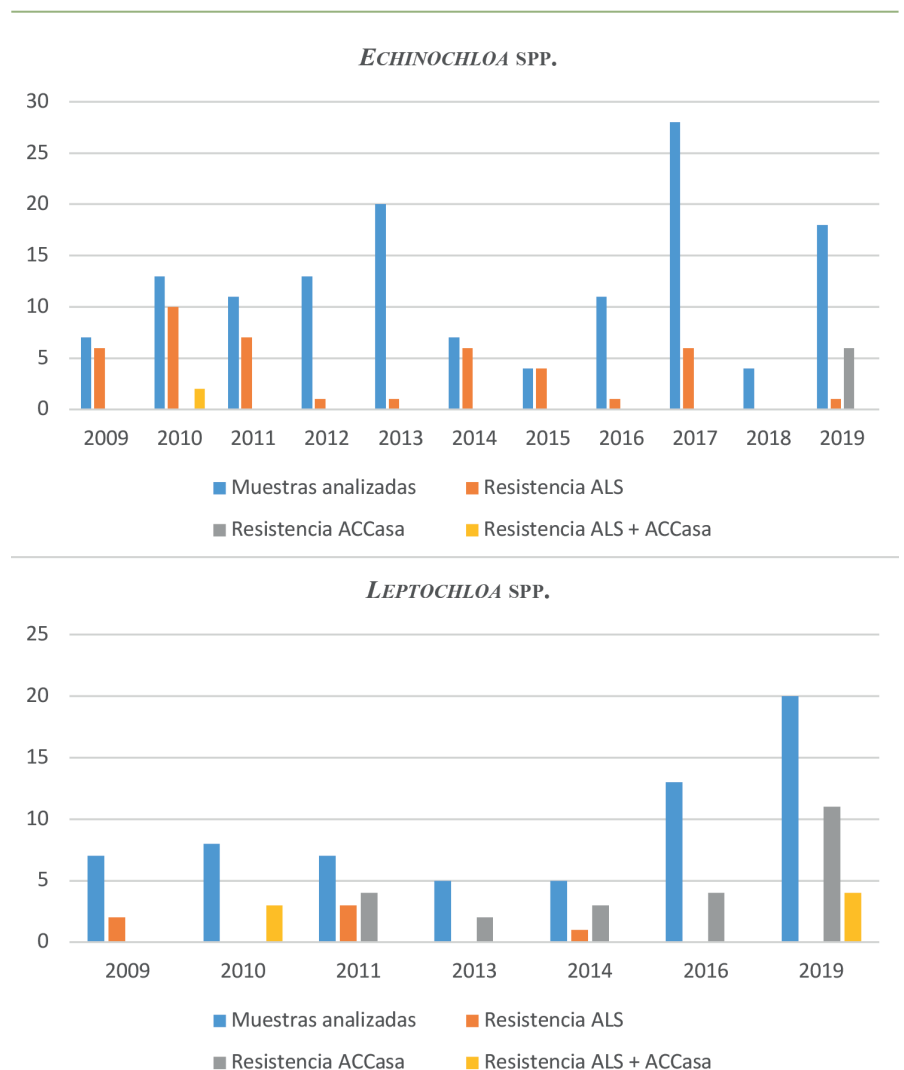
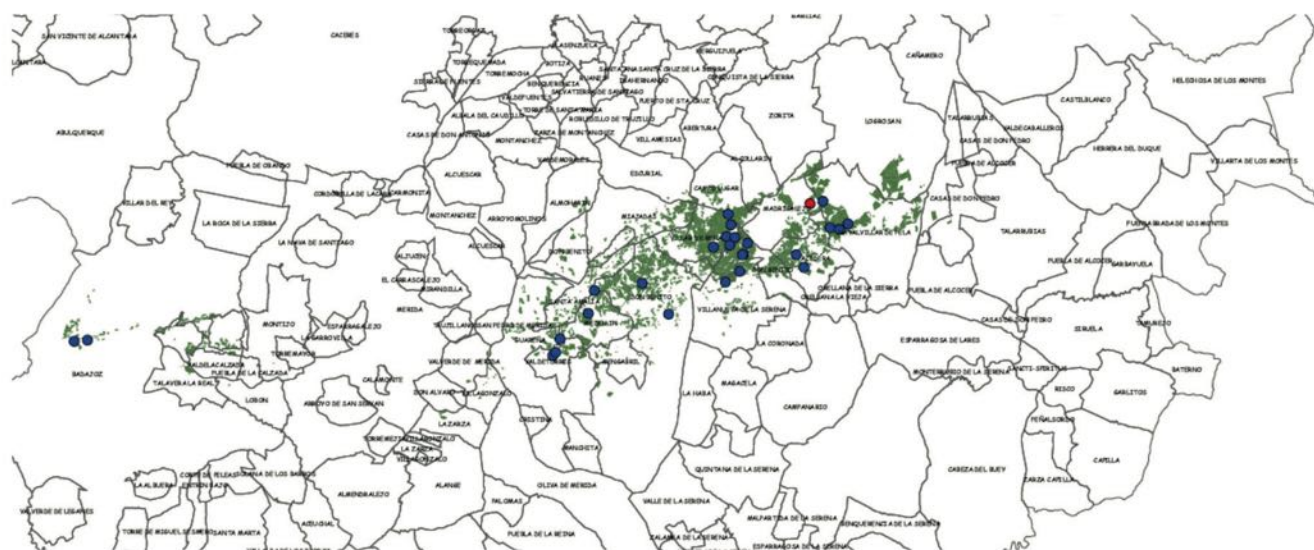


Figura 2. Muestras analizadas en los años 2009-2019 de *Echinochloa* spp. y *Leptochloa* spp., así como casos confirmados de resistencia.

Echinochloa spp.



Leptochloa spp.

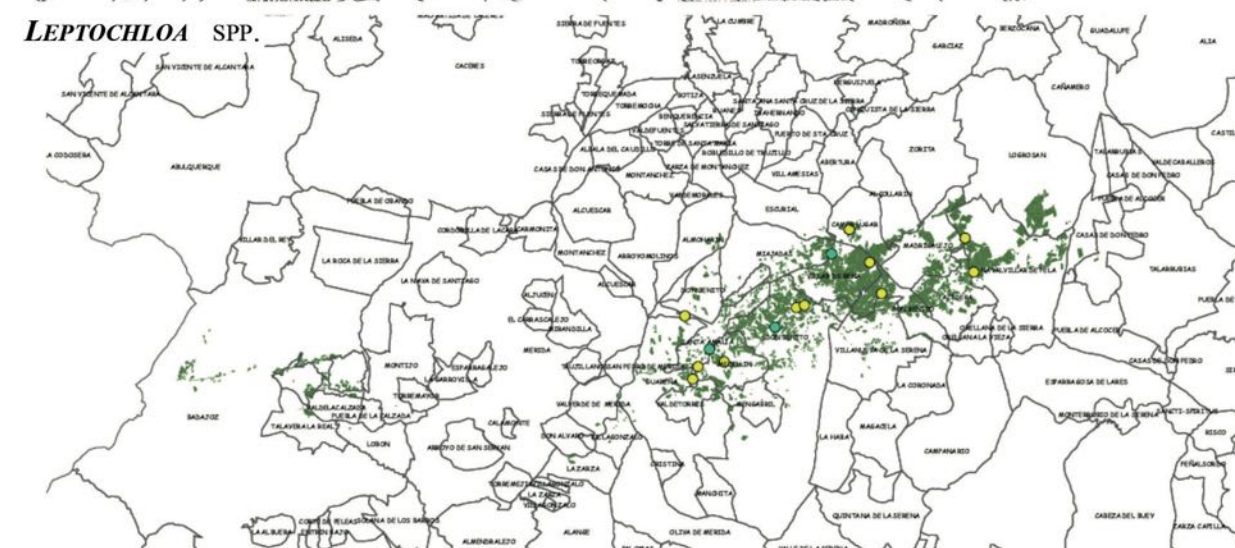


Figura 3. Distribución de especies con resistencia confirmada en la zona arroceras de Extremadura (verde). En la parte superior poblaciones de *Echinochloa* (rojo: resistencia inhibidores ACCasa, azul resistencia inhibidores ALS); en la parte poblaciones de *Leptochloa* (amarillo: resistencia inhibidores ACCasa, verde: resistencia inhibidores ALS).

bas, se pasó un gran porcentaje de la superficie de siembra en inundación a siembra en terreno seco. Pero estos cambios en los métodos de cultivo no son definitivos, la reiteración en los mismos sistemas de explotación provoca al final unos problemas similares.

Situación de las resistencias en España

A nivel mundial se han confirmado 164 casos de resistencia en malas hierbas de arroz, siendo *Echinochloa* spp. la especie con más casos de resistencia descritos (Heap, 2021). Durante los años 2019-2021 se ha

venido desarrollando un proyecto titulado *Detección, distribución y monitoreo de poblaciones resistentes a herbicidas en malas hierbas de arroz en España*, financiado por INIA, coordinado por CICYTEX, y donde participan Centros de Investigación/ Universidades y otros organismos oficiales de las distintas zonas arroceras: Universidad de Sevilla, Universitat Politècnica de València, IRTA, INTIA, CITA, Servicio de Sanidad Vegetal-Junta Extremadura y Servicio de Sanidad Vegetal del DARP- Generalitat de Catalunya.

En este proyecto se recogieron semillas de las *Echinochloa* spp., *Leptochloa* spp. y *Cyperus difformis* en

las diferentes regiones arroceras en España, y se realizaron ensayos para confirmar la posible resistencia a herbicidas autorizados actualmente en el cultivo del arroz, principalmente inhibidores de la ALS e inhibidores de la ACCasa. También se han estudiado el/los mecanismo/s responsable/s de dicha/s resistencia/s. Los resultados encontrados hasta el momento se resumen en la Tabla 1.

Situación de las resistencias en Extremadura

Como ha quedado reflejado en la Tabla 1, en Extremadura nos encon-



BALIZA[®]

Acaba con los pulgones



Tu mejor aliado

afrasa.es

Use los productos fitosanitarios de manera segura. Lea siempre la etiqueta y la información sobre el producto antes de usarlo

tramos un gravísimo problema en el control de las especies de malas hierbas en los arrozales, ya que se han confirmado resistencias en las malas hierbas más abundantes en la región. En Extremadura se hizo un estudio complementario al especificado anteriormente, incluyendo muestras de 2009 a 2019. En la Figura 2 se resumen las resistencias encontradas por año y por especie para *Echinochloa* spp. y *Leptochloa* spp.

Como podemos ver en la Figura 2, para *Echinochloa* spp. las principales resistencias se han encontrado para herbicidas inhibidores de la ALS, incrementándose en el último año (2019) las resistencias encontradas a herbicidas inhibidores de la ACCasa. Se han encontrado un par de casos donde en una misma población existe resistencia a herbicidas inhibidores de la ALS y de la ACCasa. El principal mecanismo encontrado es una mutación en el gen de la ALS/ACCasa, aunque ya existen casos de resistencia debidas a metabolismo del herbicida. Por especies, se han encontrado más resistencias para el grupo de *E. oryzicola*/*E. oryzoides*.

En el caso de *Leptochloa* spp. el mayor número de poblaciones resistentes se ha encontrado para herbicidas inhibidores de la ACCasa, encontrándose siete casos donde en una misma población existe resistencia a herbicidas inhibidores de la ALS y de la ACCasa. Por especies, se han encontrado más resistencias en *L. fascicularis*. Como en el caso de *Echinochloa*, el principal mecanismo encontrado es una mutación en el gen de la ALS/ACCasa.

En la Figura 3 se muestra la distribución de estas poblaciones confirmadas resistentes en la región arrocera de Extremadura.

Medidas a tomar para evitar la aparición de resistencias

En resumen, es de gran importan-

Tabla 1. Resumen de resistencias confirmadas en las distintas zonas arroceras y principal mecanismo implicado en dicha resistencia.

Región	Mala hierba	Herbicida	Mecanismo/s responsable/s
Andalucía	<i>Echinochloa</i> spp. <i>Cyperus difformis</i>	Inhibidores ALS Inhibidores ALS	Sitio de acción/Metabolismo Sitio de acción
Aragón	<i>Echinochloa</i> spp. <i>Cyperus difformis</i>	Inhibidores ALS Inhibidores ALS	Sitio de acción Sitio de acción
Cataluña	<i>Echinochloa</i> spp.	Inhibidores ALS/ACCasa	Sitio de acción
Comunidad Valenciana	<i>Echinochloa</i> spp. <i>Cyperus difformis</i> <i>Leptochloa</i> spp.	Inhibidores ALS Inhibidores ALS Inhibidores ACCasa	Sitio de acción Sitio de acción Sitio de acción
Extremadura	<i>Echinochloa</i> spp. <i>Cyperus difformis</i> <i>Leptochloa</i> spp.	Inhibidores ALS/ACCasa Inhibidores ALS Inhibidores ALS/ACCasa	Sitio de acción/Metabolismo Sitio de acción Sitio de acción
Navarra	<i>Echinochloa</i> spp.	Inhibidores ALS	Sitio de acción

PRÁCTICAS CULTURALES	USO DE HERBICIDAS
<ul style="list-style-type: none">• Empleo de semilla certificada• Control de las malas hierbas no afectadas por el herbicida en la parcela mediante control manual• Evitar la dispersión de las malas hierbas resistentes mediante la limpieza de equipos, cosechadoras y resto de aperos empleados• Rotación de cultivos cuando sea posible• Mantener nivel de agua adecuado	<ul style="list-style-type: none">• Utilizar herbicidas cuando sean necesarios, a la dosis aconsejada y en los momentos adecuados• Evitar el uso de herbicidas con el mismo modo de acción repetidamente dentro de la misma campaña o en campañas sucesivas• Cambios en los sistemas de cultivo, como siembra en seco, que rompa la dinámica de las malas hierbas (estos cambios deben alternarse para aumentar su efectividad)• Mantener registros históricos de los herbicidas utilizados dentro de cada parcela, así como vigilar la eficacia de los tratamientos, cerciorándose si los fallos que se producen son debidos a factores relacionados con el tratamiento o son el inicio de aparición de resistencias

Figura 4. Recomendaciones para evitar la aparición de resistencias.

cia conocer la situación de las resistencias que podemos encontrar en nuestros arrozales y un seguimiento de su evolución nos ayudará a decidir qué métodos fitosanitarios, culturales o de cultivo debemos seguir. Entre las recomendaciones a seguir, citamos las principales, agrupándolas en las relacionadas con distintas prácticas culturales y aquellas relacionadas con el uso de herbicidas (Figura 4).

Agradecimientos

Este trabajo ha sido apoyado por el

proyecto INA RTA2017-00098, el proyecto IB18105 (Junta de Extremadura) y por los proyectos MIPEx y AGROS (CCESAGROS01), fondos FEDER. Agradecemos al sector del arroz de las distintas zonas arroceras de España (agricultores, técnicos, asociaciones, empresas de fitosanitarios, investigadores, etc.) por la colaboración en la realización de este proyecto.

Bibliografía

Heap, I. (2021) The International Herbicide-Resistant Weed Database. Online. Tuesday, February 9, 2021. Available www.weeds-science.org

Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (2021). <https://www.mapa.gob.es/>