



Plantas de *Steinchisma laxum* en condiciones del cultivo del arroz. Este es el caso más reciente de una especie maleza con resistencia a herbicida (Guido Plaza).

Guido Plaza

Departamento de
Agronomía,
Universidad Nacional
de Colombia, Bogotá.
gaplazat@unal.edu.co

Estado actual de malezas resistentes a herbicidas en Colombia

La importancia del cultivo de arroz en Colombia radica en el número de hectáreas sembradas, producción, empleo, entre otras, y desde el punto de vista agronómico por la complejidad de la problemática de malezas, el uso intensivo de herbicidas para su control y la presión de selección a causa del uso. El presente artículo pretende mostrar el estado actual (últimos veinte años) de la resistencia de malezas a herbicidas en Colombia. Hablar de resistencia de malezas a herbicidas en arrozales colombianos es nombrar especies muy comunes como liendrepuerco (*jungle rice*), paja rugosa o falsa caminadora (*wrinklegrass*), pasto azul o Chloris (*radiate fingergrass*), pata de gallina (*goosegrass*), arroz maleza (*weedy rice*), entre otras. Ya para el caso de herbicidas, es comentar mecanismos de acción como inhibidores del fotosistema II (propanil), fotosistema I (paraquat), auxinas sintéticas (quinclorac), ACCasa (fenoxaprop-P-etil, cihalofop-butil), EPSPS (glifosato) y ALS (bispiribac-sodio, imazamox, imazapic), siendo los de mayor frecuencia ALS y EPSPS; tendencias similares a las presentadas a nivel mundial.

El área en uso agrícola en Colombia ha mostrado crecimiento en los últimos cinco años, pasando de 2,8 a 4,6 millones de hectáreas desde 2015 hasta 2019, representando un incremento anual del 16% entre los periodos 2015 y 2018, y de 4% entre el 2018 y 2019; explicado a partir del aumento en los cultivos permanentes (DANE, 2019). Del total de área sembrada en Colombia, el café ocupa el primer lugar con 15,8% y palma de aceite, el segundo lugar con 10,3%; ya el tercero y cuarto lugar se encuentran cultivos semestrales como arroz mecanizado con 10,1% y maíz amarillo con 6,2%. Posteriormente, le siguen cultivos como el plátano con 5,7%, y en sexto lugar, de acuerdo al área sembrada, lo ocupa la caña de azúcar con 5,6% (DANE, 2019).

Para contextualizar muy brevemente, el cultivo del arroz se siembra en cinco zonas productoras, que alcanzan las 500 mil hectáreas aproximadamente, en las cuales el 71,7% de los productores cuentan con áreas menores a 10 has. Con respecto a los rendimientos, estos dependen del sistema de producción, con énfasis en el manejo del agua, por lo cual en lotes con riego alcanzan producciones entre 3,4 a 6,9 t/ha y en secano 3,0 a 4,7 t/ha (DANE y FE-DEARROZ, 2017).

En Colombia, se han reportado pérdidas estimadas por la problemática de malezas entre el 30% y 73% (Cobb y Reade, 2010) y las principales especies a nivel nacional son *Echinochloa colona* (liendre puerco), *Oryza sativa* (arroz maleza o arroz rojo), *Cyperus iria*, *Ischaemum rugosum* (falsa caminadora), *Eleusine indica* (pata de gallina) y *Digitaria bicornis*. A la fecha y de manera oficial, hay cinco especies con reportes de resistencia (Heap, 2021), y una especie que se encuentra en proceso de vinculación a las estadísticas. La especie con más reportes es *Echinochloa colona*, acumulando dismunición en la sensibilidad a herbicidas pertenecientes a familias químicas como amidas, ácido quinolin-carboxílico, pirimidinil(tio)-benzoato y ariloxifenoxipropionato.

Para finales de la década de los años 80 se reporta el primer caso en el país en *E. colona* al herbicida propa-nil (Fischer y col., 1993), y posterior-

Tabla 1. Reportes de resistencia a herbicidas en malezas de cultivos de arroz en Colombia.

Especie	Herbicida	FR	Variable	Bibliografía
<i>Ischaemum rugosum</i>	Bispiribac-sodio	2 a 42	Peso seco	(Plaza y Hernandez, 2014)
<i>Echinochloa colona</i>	Penoxsulam	2.363 a 38.385	Peso fresco	(Carranza y Plaza, 2015)
<i>Eleusine indica</i>	Glifosato	6 a 61	Peso fresco	(Ramírez y col., 2019)
<i>Eleusine indica</i>	Glifosato	13,3	Peso seco	(Plaza y col., 2021)
	Paraquat	3,3	Peso seco	
	Glifosato	9,8	Sobrevivencia	
	Paraquat	7,2	Sobrevivencia	
<i>Oryza sativa</i>	Imazamox + imazapir	122,1	Peso seco	(Velasquez y col., 2019)
		61,4	Control (sobrevivencia)	
<i>Chloris radiata</i>	Glifosato	4,9	Peso fresco	(Hoyos y col., 2021)
		5,1	Peso seco	
		9,7	Sobrevivencia	
	Imazamox	35	Peso seco	
		35	Sobrevivencia	
<i>Steinchisma laxum</i>	Glifosato	3 a 4	Peso seco	Plaza y col. (datos sin publicar)
		6 a 5	Sobrevivencia	

mente se detecta en la misma especie resistencia a quinclorac (Valverde y Itoh, 2001), y resistencia para fenoxaprop-P-etil en *I. rugosum* en el 2000 (Heap, 2021). Ya en los últimos años la situación se ha incrementado tanto en especies como ingredientes activos.

Siguiendo la línea del tiempo, para 2009, en trabajo realizado en arrozales de la zona Llanos Orientales, se reporta resistencia de *I. rugosum* al herbicida bispiribac-sodio, donde el 65% de las accesiones evaluadas presentaron factores de resistencia (FR) superior a dos veces la dosis recomendada (Tabla 1), incluyendo muestras provenientes de sistemas de rotación arroz-barbecho o arroz-arroz, arroz con soja/plátano/pastos, donde los lotes con mayor rotación de cultivos presentaron los FR más bajos o incluso poblaciones susceptibles (Plaza y Hernandez, 2014).

Para el año 2015, por interés de colegas y comentarios de bajo nivel de control con herbicidas inhibidores de la ALS, se evaluaron quince accesiones de liendre puerco (*E. colona*), encontrando resistencia a penoxsulam en el 100% de las muestras con muy altos FR (Tabla 1), 60% a imazamox y 93% a bispiribac-sodio,

evidenciando la resistencia cruzada para esta especie (Carranza y Plaza, 2015). Posteriormente, en 2016, se continuaron los trabajos, confirmando la resistencia múltiple con bispiribac-sodio (91% de los lotes evaluados), cihalofop-butil (48%) y quinclorac (43%) (Zabala y col., 2019).

Para este mismo año se realizan investigaciones en lotes de rotación maíz-arroz-algodón en la zona Centro del país, reportando el segundo caso de resistencia en *Eleusine indica* al herbicida glifosato y el primero en el cultivo del arroz (Ramírez y col., 2019). Posteriormente, se confirma la resistencia múltiple con inhibidores del fotosistema I (paraquat) (Plaza y col., 2021), herbicidas utilizados para la quema química antes del establecimiento del cultivo de arroz.

El arroz maleza, con-específica del arroz cultivo y segunda maleza en importancia, no se escapa de la problemática de resistencia reportada mundialmente. En trabajos realizados en 2018 en búsqueda de la respuesta diferencial de genotipos y morfotipos de esta especie, se observó que el morfotipo con gluma de color pajizo y aristado presenta resistencia a la mezcla formulada de imidazolinonas

(imazamox + imazapir) (Tabla 1), requiriendo hasta veinte veces la dosis comercial para controlar (hasta un 50%) la población (Velasquez y col., 2019).

Para 2018 se inician estudios en una especie emergente del cultivo del arroz de la zona central, *Chloris radiata*, debido a un incremento en la distribución y densidad de esta especie, atribuible a posibles fallos en el control con glifosato, confirmando la resistencia a este ingrediente activo con FR de 5 para peso fresco y seco (Hoyos y col., 2019), y resistencia múltiple a imazamox (FR>35) (Hoyos y col., 2021). Estudios preliminares evidencian que la disminución en la translocación del herbicida podrían hacer parte del mecanismo de resistencia de esta especie (Hoyos y col., 2019).

Finalmente, en 2020, se inicia la investigación en *Steinichisma laxum* (datos sin publicar), maleza que al igual que *C. radiata* es emergente en el cultivo, adquiriendo gran impor-

tancia en los últimos años en lotes arroceros de la zona central. En este estudio de caso, se confirma la resistencia a glifosato con valores bajos de factores de resistencia (Tabla 1). Este ingrediente activo se utiliza en aplicaciones pre-siembra (quema química) o en pos-emergencia temprana e igualmente se utiliza para la eliminación de malezas en los bordes de los lotes, melgas y los canales de riego, sitios de entrada de semilla de las plantas al interior de los lotes de cultivo. Últimamente se tiene información de problemática similar en la zona Llanos Orientales en arrozales de los departamentos de Meta y Casanare.

Consideraciones finales

La resistencia a plaguicidas es una problemática en expansión de la producción agrícola en general, en el cual hay que incluir insecticidas, fungicidas y herbicidas.

En Colombia, la situación de resistencia a herbicidas está presente

tanto en cultivos permanentes (frutales, café) como en transitorios (maíz y arroz principalmente), donde los arrozales recogen la mayor problemática debido al uso permanente del control químico -mayor presión de selección-, método ampliamente utilizado a nivel nacional debido a la eficacia, economía y rapidez del control, y adicionalmente la baja frecuencia de uso de otras alternativas de control.

A la problemática nacional le falta ampliar el conocimiento de la situación en campo (distribución de los casos comentados, algunos otros no reportados), al igual que estudiar situaciones que recojan comentarios de operarios, técnicos agrícolas, ingenieros agrónomos, extensionistas y propietarios, atribuidos a posibles casos de resistencia, dilucidando bajos niveles de control por otras causas, o debido a evolución hacia la resistencia.

Bibliografía

- Carranza, N., Plaza, G.** 2015. Resistencia de *Echinochloa colona* a penoxsulam y otros herbicidas inhibidores de la acetolactato sintetasa (ALS) en campos de arroz (*Oryza sativa*) de Colombia. En Asacim (Ed.), XXII Congreso Latinoamericano de Malezas (ALAM) y I Congreso Argentino de Malezas (ASACIM).
- Cobb, A. H., Reade, J. P. H.** 2010. Herbicides and Plant Physiology. Wiley-Blackwell. <https://doi.org/10.1002/9781444327793>
- DANE - Departamento Administrativo Nacional de Estadística.** 2019. Encuesta Nacional Agropecuaria. <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/agropecuaria/encuesta-nacional-agropecuaria-ena>
- DANE, FEDEARROZ.** 2017. 4° Censo Nacional Arroceros Año 2016. Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) y Federación Nacional de Arroceros (FEDEARROZ). Bogotá, Colombia.
- Fischer, A. J., Granados, E., Trujillo, D.** 1993. Propanil resistance in populations of junglerice (*Echinochloa colona*) in Colombia rice fields. Weed Science, 41(2), 201–206. <https://doi.org/10.1017/S0043174500076062>
- Heap, I.** 2021. The International Herbicide-Resistant Weed Database. <http://www.weedscience.org>
- Hoyos, V., Mora, A. D., Plaza, G., De Prado, R.** 2019. First report of *Chloris radiata* glyphosate resistance in Colombia. En Proceedings of the Sustainable Integrated Weed Management and Herbicide Tolerant Varieties, Thessaloniki, Greece, 4–6 July 2019; EWRS Working Groups: Salónica, Greece.
- Hoyos, V., Plaza, G., Vázquez-García, J.G., Palma-Bautista, C., Rojano-Delgado, A.M., De Prado, R.** 2021. Confirmation of multiple resistant *Chloris radiata* population, harvested in Colombian rice fields. Agronomy, 11(3), 496; <https://doi.org/10.3390/agronomy11030496>
- Plaza, G., Hernandez, F.** 2014. Effect of zone and crops rotation on *Ischaemum rugosum* and resistance to bispyribac-sodium in Ariari, Colombia. Planta Daninha, 32(3), 591–599. <https://doi.org/10.1590/S0100-83582014000300015>
- Plaza, G., Hoyos, V., Vázquez-García, J. G., Alcántara-de la Cruz, R., De Prado, R.** 2021. First Case of Multiple Resistance to EPSPS and PSI in *Eleusine indica* (L.) Gaertn. Collected in Rice and Herbicide-Resistant Crops in Colombia. Agronomy, 11(1), 96. <https://doi.org/10.3390/agronomy11010096>
- Ramírez, J., Hoyos, V., Plaza, G.** 2019. Glyphosate-resistant goosegrass confirmed in Tolima, Colombia. Resistance 2019.
- Valverde, B., Itoh, K.** 2001. World rice and herbicide resistance. In S. B. Powles & D. L. Shaner (Eds.), Herbicide resistance and world grains (1st Editio, p. 55). CRC Press.
- Velasquez, J. C., Hoyos, V., Plaza, G., Avila, L. A.** 2019. Sensibilidad de genotipos de arroz maleza colombiano (*Oryza sativa* L.) a la mezcla formulada de imazamox + imazapyr. XXIV Congreso Latinoamericano de Malezas, 1–3. San José, Costa Rica
- Zabala, D., Carranza, N., Darghan, A., Plaza, G.** 2019. Spatial distribution of multiple herbicide resistance in *Echinochloa colona* (L.) Link. Chilean Journal of Agricultural Research, 79(4), 576–585. <https://doi.org/10.4067/S0718-58392019000400576>