

Resistencia a Herbicidas Cyhalofop y Haloxifop en *Echinochloa crus-galli*: Informe Técnico

Andrés Rampoldi¹; Candela Mena²; Ignacio Dellaferrera³

¹ EEA INTA Concepción del Uruguay – FCA-UCU

²Asesor independiente

³ ICI Agro Litoral UNL-CONICET -FCA

La producción agropecuaria de la Provincia de Entre Ríos presenta problemas de resistencia a glifosato e imidazolinonas en poblaciones de *Echinochloa spp.* o según su nombre común “capines” (Metzler et al. 2018). En las últimas campañas se recibieron denuncias sobre fallas en el control de capines con gramínicidas utilizados en el cultivo de arroz. En la campaña 2019/20 se observaron lotes con problemas para controlar capines (*Echinochloa spp.*) en lotes tratados con herbicida gramínicida Cyhalofop-p-butil de la familia (Ariloxifenoxi-propionato o FOP) selectivo para el cultivo de arroz. Este evento si bien se reporta por primera vez en 2023 (Rampoldi et al. 2023), es de esperar que tienda a aumentar debido a que el cultivo de arroz se rota principalmente con Soja y Maíz, sobre los cuales el uso de herbicidas gramínicidas (Fop y Dim) es frecuente y recurrente. Es importante destacar, que *Echinochloa cruz-galli* fue determinado como resistente tanto a Glifosato como a Imidazolinonas (Tecnología Clearfield) en el año 2018 (Metzler et al. 2018).

Descripción del género –especie

Este género consta de alrededor de 33 especies en todo el mundo (Soreng et al., 2017), mientras que en Argentina están presentes 7 especies (Belgrano et al., 2008). Dentro de este género, *Echinochloa crus-galli* (L.) P. Beauv., conocida comúnmente como “capín arroz” o “pata de gallina”, destaca como una de las malezas más extendidas y perjudiciales tanto a nivel global como en Argentina, junto con *Echinochloa colona* (Leguizamón y Echeverría, 2014 Valverde et al., 2000) y cultivo de arroz (Bhagirath y David, 2009). *E. cruz-galli* se desarrolla en forma de mata, con tallos postrados, ascendentes o erectos desde 10 a 90 cm de altura (Parodi y Burkart, 1964). Se le atribuye al género una alta producción de semillas por planta, pudiendo oscilar entre 3000 y 6000 semillas (Leguizamón y Echeverría, 2014), dependiendo de las condiciones del cultivo, la disponibilidad

de nutrientes y la duración del día (Maun y Barrett, 1986). Mitich (1990) encontró que *Echinochloa crus-galli* puede producir hasta un millón de semillas por planta en condiciones óptimas de crecimiento.

Importancia como malezas

Los relevamientos llevados a cabo en los mapas de REM (AAPRESID) indican que el género *Echinochloa* presenta una gran área de ocupación en Argentina, la cual desde 2019 al 2023 aumentó en el porcentaje de lotes afectados/tratados; en particular, la Provincia de Entre Ríos presenta entre el 70 y 100 % de lotes afectados por *Echinochloa colona* según el último reporte (REM AAPRESID, 2025)

Recientemente se obtuvieron reportes de fallas de control de *E. crus-galli* con gramínicas en zonas arroceras de Entre Ríos. Si bien estas poblaciones provienen de lotes con denuncias de fallas en el control, la problemática podría no estar acotada al sistema arrocero o a zonas de producción arrocera con exclusividad.

El género *Echinochloa* se compone de especies anuales C4 que emergen en la primavera-verano y se reproducen a través de semillas. El género presenta gran diversidad morfológica, lo que dificulta su clasificación. Por otro lado, poseen una alta producción de semillas, corta dormición, gran habilidad competitiva, rápido crecimiento, dispersión de semillas por hidrocoria y resistencia a herbicidas; todo esto, hace que este género de malezas sea un problema en continua expansión en toda la región agrícola Argentina.

Dentro del género, las especies *E. colona* y *E. crus-galli* son las de mayor distribución en toda la provincia y región agrícola Argentina.

Resistencias denunciadas

En la actualidad, se reportan resistencias dentro del género *Echinochloa* para las especies *E. colona*, *E. crus-galli*, *E. oryzoide* a los herbicidas Cyhalofop-p-butyl, Glifosato y la familia de las Imidazolinonas (ALS); presentando varios casos de resistencias múltiples. Solo *E. colona* presenta resistencia a Haloxyfop-p-butyl (Heap, 2025).

Sospecha actual

En vista de las sospechas actuales debido a las fallas de control sumado a la importancia de la especie como maleza se plantea como objetivo determinar la sensibilidad real a graminicidas de la especie *E. crus-galli*.

Metodología

Se recolectaron semillas de lotes con cultivo de arroz en la provincia de Entre Ríos, las cuales provenían de plantas que habían sobrevivido al tratamiento herbicida rutinario de campo (Cyhalofop-p-butyl). Las mismas fueron identificadas de cada sitio de recolección, resultando 13 poblaciones.

Estas 13 poblaciones se cultivaron nuevamente y se les aplicó el herbicida Cyhalofop-p-butyl a dosis de marbete. Finalmente, solo 4 poblaciones tuvieron supervivencia de individuos que variaban entre 2 y 35% (Rampoldi et al. 2023). Sobre estas poblaciones supervivientes (tabla 1) se obtuvieron semillas sobre las cuales se realizaron estudios de supervivencia y dosis-respuesta a Cyhalofop-p-butyl, Haloxifop-R-metil y Cletodim.

Tabla 1: poblaciones utilizadas en el ensayo

Poblacion	Especie	Origen	Cultivo
IV	<i>Echinochloa crus-galli</i>	Lucas Sur	Arroz
VII	<i>Echinochloa crus-galli</i>	Moreira	Arroz
XI	<i>Echinochloa crus-galli</i>	Los Conquistadores	Arroz
XII	<i>Echinochloa crus-galli</i>	Villa Elisa	Arroz

Condiciones de crecimiento

Todas las macetas se mantuvieron creciendo en salas de crecimiento con condiciones de temperatura, luz, humedad y fotoperiodo controlados. Los riegos se realizaron para mantener cada maceta o unidad muestral a capacidad de campo en los grupos de plantas aplicados con Haloxifop-R-metil y Cletodim, mientras que los grupos de macetas aplicados con Cyhalofop-p-butyl se mantuvieron en bandejas inundados con entre 3 y 5 cm de agua sobre la superficie de suelo.

Evaluación de supervivencia

Las semillas se limpiaron y luego se plantaron en macetas de 500 cm³. Cuando las plántulas tenían 30 días de crecimiento y un macollo se aplicaron tres tratamientos: Cyhalofop-p-butil, Haloxifop-R-metil y Cletodim a dosis de uso, se utilizaron 3 macetas por herbicida y por población.

Todas las aplicaciones se realizaron con una cámara de aspersion de laboratorio equipada con boquillas de abanico plano Magnojet 8001, calibradas para asperjar 175 L ha⁻¹ a una presión de 275 kPa. Previo a la aplicación (plantas nacidas) y 28 días después de la aplicación (planta sobreviviente) se determinó el número de plantas presentes por maceta. El % de supervivencia se determina como (supervivencia de la planta) / (plantas nacidas) * 100.

La supervivencia de las plantas se evaluó 4 semanas después del tratamiento. Para este ensayo la resistencia herbicida se clasificó en función de umbrales específicos de supervivencia: una supervivencia del 0 al 5 % indica una muestra 'sensible' al herbicida, valores de supervivencia del 6 % al 19 % indican poblaciones de campo con un estado de 'resistencia en desarrollo' y la supervivencia ≥ 20 % es interpretada como 'resistencia' al herbicida; esta clasificación de resistencia de malezas se usa generalmente porque los agricultores a menudo reconocen visualmente la resistencia a un nivel de aproximadamente 20% de supervivencia (escape de control) en el campo. Una resistencia de ≥ 20 % resultaría en el fracaso comercial del herbicida, momento en el cual los agricultores pueden dejar de usar el herbicida o considerar opciones de manejo alternativas (Busi & Beckie, 2021).

Las poblaciones de malezas clasificadas como resistentes y susceptibles se sometieron luego a pruebas de dosis-respuesta.

Dosis respuesta

Para comparar la sensibilidad de las distintas poblaciones se aplicaron dosis crecientes de Cyhalofop-p-butil, Haloxifop-R-metil y Cletodim 0X, ¼ X, ½ X, X, 2X, 4X y 8 X, siendo X la dosis recomendada para cada herbicida. Todas las aplicaciones se realizaron con una cámara de asperjado de laboratorio equipada con pastillas de abanico plano Teejet 8001, calibradas para asperjar 175 L ha⁻¹ a una presión de 275 kPa.

Por maceta se determinó el peso fresco 28 días post aplicación. Estos pesos fueron expresados como porcentaje del testigo sin tratar. Los datos por especie y población fueron ajustados a un modelo logístico representado por una función logística de 3 parámetros (Ritz et al., 2015), donde GR_{50} es la dosis que produce la respuesta media entre el límite superior d , y el límite inferior c . El parámetro b marca la inflexión alrededor de “e” (Knezevic, et al; 2007, Ritz, et al; 2005).

Para cada población se determinó la dosis de herbicida que inhibe el crecimiento en un 50% respecto al control sin tratar (GR_{50}). Se evaluaron las diferencias de sensibilidad mediante el factor de resistencia (FR) que se determinó como: GR_{50} (resistente)/ GR_{50} (sensible).

Resultados

Ensayo 1 screening

La población IV tuvo supervivencia menor al 5% en todas las evaluaciones herbicidas por tanto puede ser considerada sensible a estos, la población XI solo presenta una resistencia en desarrollo ante la aplicación de cyhalofop mientras que permanece sensible a haloxifop como también a cletodim, y por ultimo las poblaciones VII y XII pueden considerarse resistentes a cyhalofop y haloxifop además de presentar una resistencia en desarrollo a cletodim (tabla 2).

Tabla 2: Porcentaje de supervivencia de 4 poblaciones de *Echinochloa crus-galli* a los herbicidas Cyhalofop-p-butil, Haloxifop-R-metil y Cletodim.

Población	Sup Cyalofofop		Sup Haloxifop		Sup Cletodim	
IV	3,5+/-0,71	A	2,5+/-0,71	A	1+/-1,41	A
VII	42,5+/-3,54	C	37,5+/-3,54	B	18+/-4,24	B
XI	7,0+/-1,41	A	3,0+/-2,83	A	0,0+/-0,00	A
XII	37,5+/-3,54	B	21,0+/-0,5	b	17,5+/-3,54	B

Ensayo 2 evaluación de dosis respuesta

Evaluación de Cyhalofop

Post aplicación de cyhalofop, Todas las poblaciones evaluadas como sospechosas de resistencia comparadas con la población sensible muestran diferencias significativas entre sus respectivas GR50, agrupándose en dos grupos según su factor de resistencia: resistencia moderada (población XI) y resistencias altas (poblaciones VII y XII) (tabla 2, figura 1)

Tabla 3: parámetros de regresión y factor de resistencia calculado para 4 poblaciones de *Echinochloa crus-galli* post aplicación de Cyhalofop

Población	GR ₅₀		Factor de resistencia	Std. Error	p-value
IV	369,21	137,32	1,00		
VII	5475,00	2240,57	14,83	0,0372	< 0,0001
XI	1012,73	461,39	2,74	0,2144	0,0042
XII	12249,77	6961,89	33,18	0,0204	< 0,0001

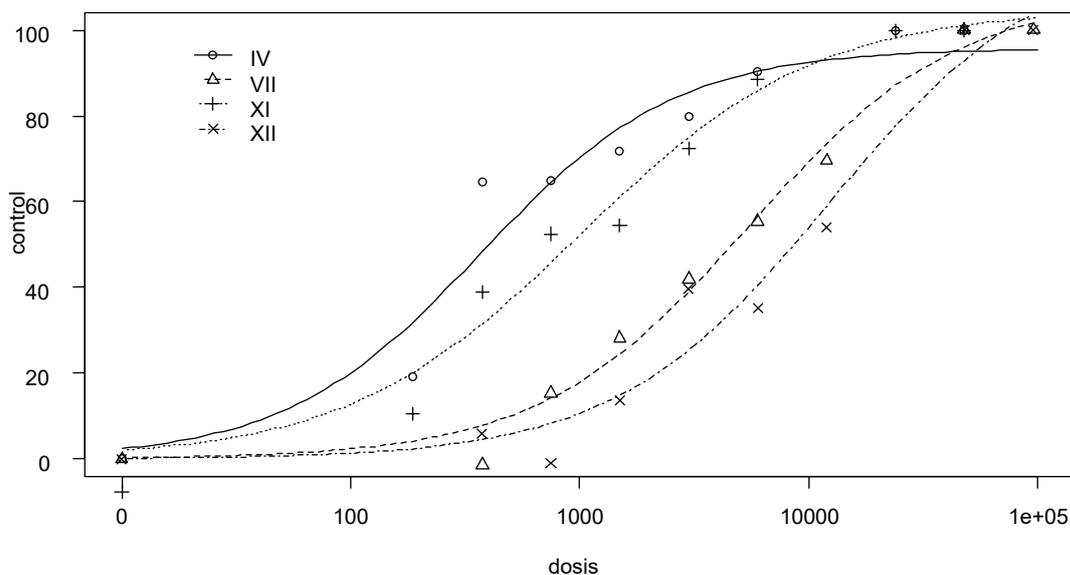


Figura 1: curvas de dosis-respuesta de 4 poblaciones de *Echinochloa crus-galli* post aplicación de Cyhalofop

Evaluación de Haloxifop

Post aplicación de Haloxifop la población XI presenta una resistencia moderada y finalmente las poblaciones VII y XII presentan un elevado factor de resistencia (tabla 4, figura 2).

Tabla 4: parámetros de regresión y factor de resistencia calculado para 4 poblaciones de *Echinochloa crus-galli* post aplicación de haloxifop

	GR ₅₀		Factor de resistencia	Std. Error	p-value
IV	25,18	4,98	1,00		
VII	485,05	300,98	19,26	0,033	< 0,0001
XI	102,30	20,56	4,06	0,069	< 0,0001
XII	449,69	223,64	17,86	0,029	< 0,0001

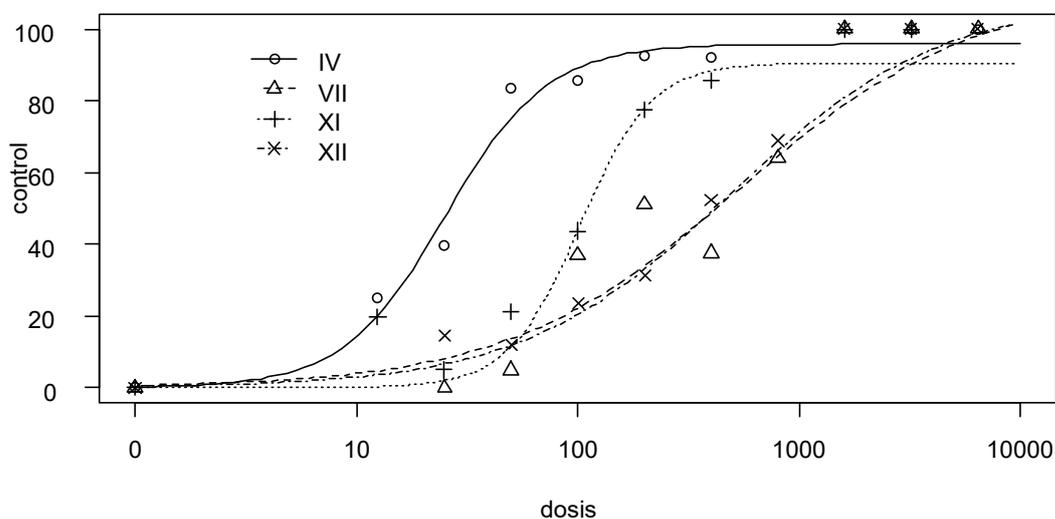


Figura 2: curvas de dosis-respuesta de 4 poblaciones de *Echinochloa crus-galli* post aplicación de haloxifop

Evaluación de Cletodim

Post aplicación de cletodim solo la población XI difiere significativamente en su GR₅₀ del patrón sensible, mientras que el resto de las poblaciones no difieren significativamente del patrón sensible (tabla 5, figura 3).

Tabla 5: parámetros de regresión y factor de resistencia calculado para 4 poblaciones de *Echinochloa crus-galli* post aplicación de cletodim

	GR ₅₀		Factor de resistencia	Std. Error	p-value
IV	167,124	92,15	1,00		
VII	280,773	113,08	1,68	0,40644	0,3224
XI	1125,96	2333,47	6,74	0,31831	0,0091
XII	162,058	99,82	0,97	0,85258	0,9708

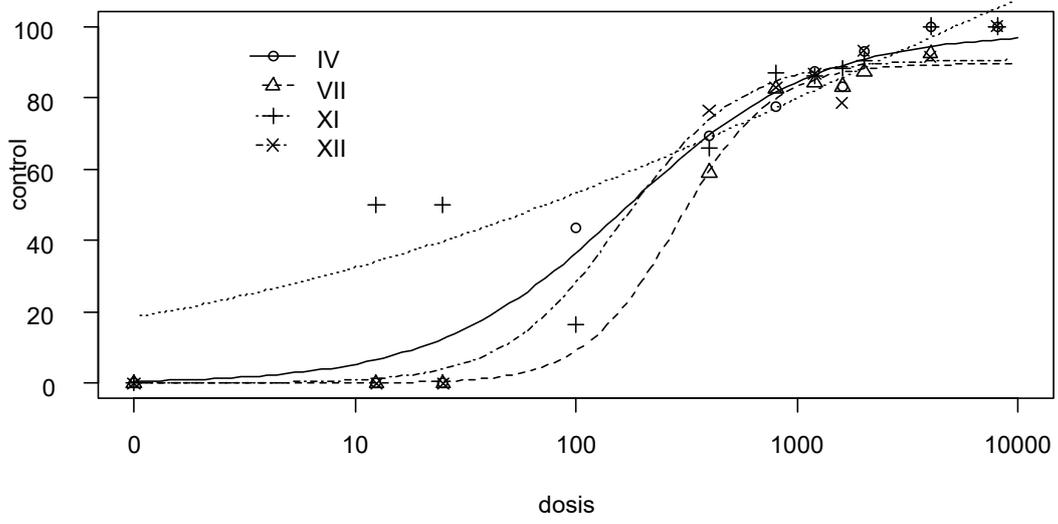


Figura 3: curvas de dosis-respuesta de 4 poblaciones de *Echinochloa crus-galli* post aplicación de cletodim

Imágenes



Biotipo VII – Haloxifop



Biotipo XII – Haloxifop



Biotipo XII – Cyhalofop



Biotipo VII – Cyhalofop

Consideraciones finales:

Considerando las evaluaciones de supervivencia a campo (Rampoldi, 2023) como así también la evaluación de supervivencia de las progenies de dichas poblaciones y las diferencias encontradas en dosis respuesta comparadas con una población patrón, puede considerarse a las poblaciones VII y XII como resistentes a los herbicidas Cyhalofop-p-butil, Haloxifop-R-metil

Bibliografía

Belgrano, M. J., Morrone, Osvaldo., & Zuloaga, F. O. (2008). *Catálogo de las plantas vasculares del Cono Sur: (Argentina, Sur de Brasil, Chile, Paraguay y Uruguay)*. Missouri Botanical Garden Press. <https://catalog.hathitrust.org/Record/005967787>

Bhagirath S. C. Y David E. J. (2009). Seed Germination Ecology of Junglerice (*Echinochloa colona*): A Major Weed of Rice. *Weed Science*: May 2009, Vol. 57, No. 3, pp. 235-240.

Busi, R., & Beckie, H. J. (2021). Are herbicide mixtures unaffected by resistance? A case study with *Lolium rigidum*. *Weed Research*, 61(2), 92-99. <https://doi.org/10.1111/wre.12453>

Heap, I. M. (2025). The International Survey of Herbicide Resistant Weeds. weedsociety.org

Knezevic, S. Z., Streibig, J. C., & Ritz, C. (2007). Utilizing R Software Package for Dose-Response Studies: The Concept and Data Analysis. *Weed Technology*, 21(3), 840-848. <https://doi.org/10.1614/WT-06-161.1>

Leguizamón E. S. y Echeverría R. L. (2014). Manejo de malezas problema. Vol IV: *Digitaria sanguinalis* (L.) Scop. y otras gramíneas anuales (2014). Edi. REM – AAPRESID. 40 p

Maun M.A. and Barrett S. C. H. (1986). The biology of Canadian weeds. 77. *Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv. *Canadian Journal of Plant Science* 66, 739–759.

Metzler, M. Rampoldi, A. y Dellaferrera, I. (2018). **Alerta roja:** Se confirmó la resistencia a glifosato y ALS de la maleza *Echinochloa crus-galli* “Capín arroz” en Entre Ríos. Aapresid - Asociación Argentina de Productores en Siembra Directa - Argentina. <https://www.aapresid.org.ar/img/bandera%20aapre.png>

Mitich, L. W. (1990). Intriguing world of weeds: barnyardgrass. *Weed Technology* 4, 918–920.

Parodi L. R. Y Burkart A. (1964). Las malezas invasoras de los cultivos (1964). En: Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería. pp 214.

Rampoldi A., Rodriguez H., Rampoldi I., Mena C. Y Raffo E. (2023). Evaluación de la pérdida de sensibilidad de *Echinochloa spp.* A un graminicida selectivo para el cultivo de arroz. IV Congreso Argentino de Malezas (ASACIM). 14 y 15 de Septiembre del 2023, Mar del Plata, Buenos Aires, Argentina. En línea. <https://www.malezas2023.com.ar/circulares/actas2023.pdf> Libro de actas del congreso, p 262-263.

REM AAPRESID (2025) Red de manejo de plagas, AAPRESID. En línea. Disponible en <https://aapresid.org.ar/rem/>. 20 de febrero de 2025.

Ritz, C., Baty, F., Streibig, J. C., & Gerhard, D. (2015). Dose-Response Analysis Using R. *PLOS ONE*, 10(12), e0146021. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0146021>

Ritz, C., & Streibig, J. C. (2005). Bioassay analysis using R. *Journal of Statistical Software*, 12(5), 1-22.

Soreng, R. J., Peterson, P. M., Romaschenko, K., Davidse, G., Teisher, J. K., Clark, L. G., Barberá, P., Gillespie, L. J., & Zuloaga, F. O. (2017). A worldwide phylogenetic classification of the Poaceae (Gramineae) II: An update and a comparison of two 2015 classifications: Phylogenetic classification of the grasses II. *Journal of Systematics and Evolution*, 55(4), 259-290. <https://doi.org/10.1111/jse.12262>

Valverde B. E.; Riches C. R.; Caseley J. C. (2000). Prevención y manejo de malezas resistentes a herbicidas en arroz: experiencias en América Central con *Echinochloa colona* (2000). Ed. Cámara de Insumos Agropecuarios. 136p.