

## RESISTENCIA EN CAPINES, UNA NUEVA REALIDAD

C. Marchesi<sup>1</sup>, N. Saldain<sup>2</sup>

**PALABRAS CLAVE:** *Echinochloa crus-galli*, imidazolinonas, quinclorac.

### INTRODUCCIÓN

La evolución de una población de malezas resistentes a herbicidas es la respuesta natural de la presión de selección inducida por el manejo de los cultivos en la agricultura moderna, predicha tempranamente por Harper en 1956. Un manejo efectivo que apunta a enlentecer la evolución del problema o a reducir su incidencia, debe apuntar a dos objetivos; 1) reducir la presión de selección diversificando técnicas de control y 2) reducir la producción y dispersión de material resistente (polen, semillas, etc.) (Norsworthy *et al.*, 2012). Los primeros casos de resistencia fueron reportados en América del Norte, en las décadas del 50 y 70; hoy hay 495 casos reportados, 107 en gramíneas, de los cuales 45 son en *Echinochloa crus-galli* (ECHCG), y de éstos, 80% provienen de sistemas con arroz y a ocho modos de acción (MOA) diferentes (Heap, 2018). En Arkansas, el estado con mayor área arrocera de USA, la resistencia en capín es ampliamente distribuida y está en constante aumento, a pesar de contar con varios MOA, y realizar rotación con soja en el 68% del área arrocera. Según el último relevamiento del año 2016, hay resistencia de ECHCG a propanil en un 50% de las colectas evaluadas, a quinclorac en 23%, a imidazolinonas un 13%, a cyhalofop un 3% y hay casos de resistencia múltiple entre estos MOA (Rouse *et al.*, 2018). En Brasil, importante productor de arroz y con sistemas de producción de alta intensidad, el primer caso de resistencia en ECHCG fue reportado en el año 2000, al herbicida quinclorac. Luego, se dio un importante incremento en el uso de inhibidores de la ALS, que fue agravado por la introducción de las imidazolinonas bajo el sistema Clearfield®. En 2010, se reportó la resistencia múltiple entre quinclorac e inhibidores de la ALS (Andres, Theisen, Concenco, & Galon, 2013) y en 2014 ya se confirmó ECHCG con resistencia múltiple que involucra un tercer MOA, sumándose al quinclorac, y penoxsulam (inhibidor de ALS), el cyhalofop, un inhibidor de ACCasa, también conocido como graminicida (Eberhardt, Oliveira Neto, Noldin, & Vanti, 2016). En Argentina, si bien se cuenta con bibliografía académica, existen reportes técnicos que evidencian hoy una alta infestación de ECHCG resistente a inhibidores de la ALS en un porcentaje muy importante del área. Estas realidades no tan lejanas a nuestro país y sistemas de cultivo, deberían ser tomadas en cuenta para aprender lo que no se debería hacer. Por otro lado, hay que valorar más algunas características que habían ayudado a mantener una baja incidencia en este problema en Uruguay, como el sistema de certificación de semilla, el área importante de rotaciones con pasturas, la baja incidencia de arroz rojo y área bajo cultivo Clearfield® y la disponibilidad de varios MOA. Sin embargo, la intensificación viene en aumento y junto con ella la evolución de tipos de capines resistentes. El objetivo de este trabajo es informar los casos confirmados de resistencia en ECHCG a los herbicidas en el país.

### MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizaron colectas georreferenciadas de semilla de ECHCG en chacras con distintos manejos y de distintas zonas arroceras, incluyendo situaciones en que se sospechaban problemas de resistencia. Dichas colectas fueron realizadas a partir del 2006 en la zona este, y desde 2013 en las zonas centro y norte. Los biotipos fueron evaluados con distintos herbicidas (MOA), siguiendo las pautas internacionales (HRAC), en condiciones semi controladas. La reducción en el crecimiento de los biotipos se expresa mediante curvas de respuesta a dosis creciente de herbicidas, y mediante un cociente entre la dosis que limita el crecimiento en un 50% de los tipos evaluados en relación con un testigo susceptible, denominado factor de resistencia (FR,  $GR_{50} X/GR_{50} S$ ). El diseño experimental utilizado fue de bloques al azar con cuatro repeticiones, repitiéndose todo el ensayo dos veces. Las dosis de los herbicidas utilizados incluyeron un testigo, 0 X, así como 0,125; 0,25; 0,50; 1, 2, 4, y 8 veces la dosis de etiqueta. La inundación se instaló de dos a tres días post aplicación, y se cosecharon las

<sup>1</sup> PhD, INIA. Programa Nacional de Investigación en Producción de Arroz. [cmarchesi@inia.org.uy](mailto:cmarchesi@inia.org.uy)

<sup>2</sup> MSc, INIA. Programa Nacional de Investigación en Producción de Arroz. [nsaldain@inia.org.uy](mailto:nsaldain@inia.org.uy)

plantas luego de 21 días de crecimiento, determinándose el peso seco por maceta. Los datos se analizaron estadísticamente mediante el paquete drc del programa R.

## RESULTADOS

En la figura 1 se muestra un resumen de los biotipos colectados en cada zona arroceras, y el resultado de las primeras evaluaciones de resistencia concretadas. La mayoría de los biotipos evaluados (30 de 35) mostraron algún nivel de resistencia a quinclorac, (auxina sintética, grupo O), uno de los herbicidas más utilizados históricamente en arroz. Por otro lado, se detectaron algunos tipos resistentes al propanil (inhibidor de la fotosíntesis en PSII, grupo C) en el este, a imidazolinonas (inhibidor de la ALS, grupo B) en todas las zonas (Cuadro 1) y a penoxsulam (grupo B) en el centro y norte.

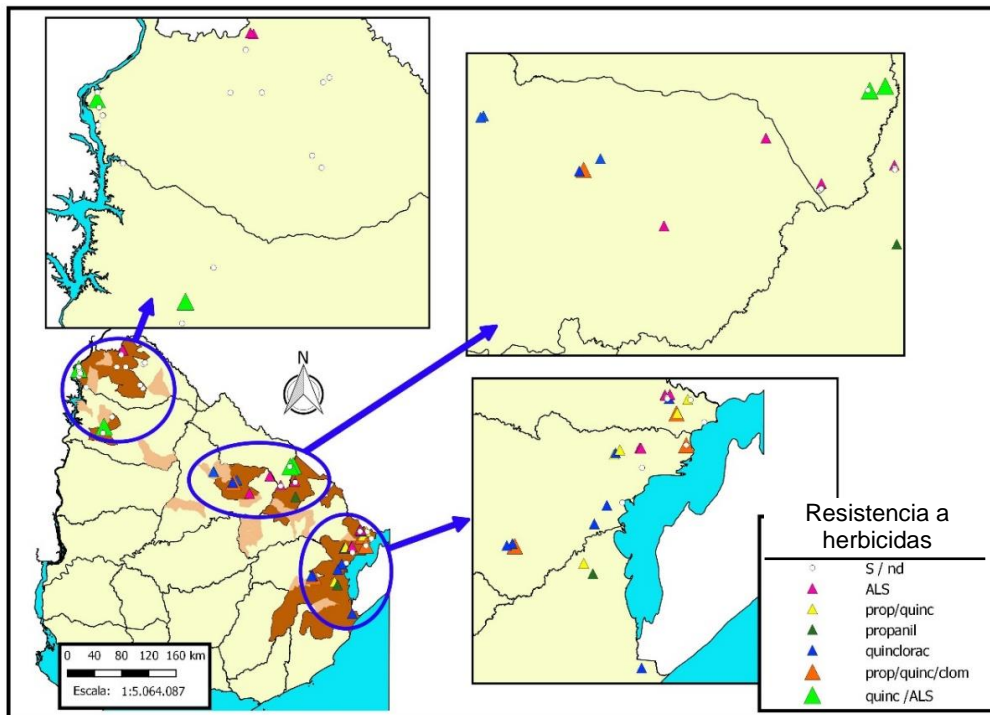


Figura 1. Resistencia confirmada de biotipos de *Echinochloa crus-galli* colectados en chacras de arroz en Uruguay en términos de resistencia (incipiente o elevada), a distintos herbicidas (Marchesi y Saldain, s/p).

En cuanto a la resistencia a clomazone (inhibidor de la síntesis de pigmentos, grupo F), solo algunos biotipos mostraron niveles muy bajos de resistencia, que podría indicar la evolución hacia ésta. Por último, no se detectaron tipos resistentes a cyhalofop o a profoxidim (inhibidores de la ACCasa, grupo A), que muestran buenos controles de ECHCG en la actualidad. En situaciones de chacras con historia creciente de uso de arroz Clearfield®, donde se aplicaron las recomendaciones de etiqueta del producto, se detectó resistencia a imidazolinonas (cuadro 1) o resistencia cruzada a otros herbicidas (grupo B) como el penoxsulam, que ya no realizan un adecuado control de ECHCG (Cuadro 2). En este último cuadro, se aprecia que no solo los FR de los biotipos sospechosos denotan resistencia, sino que, a veces para reducir el 90% del crecimiento de los biotipos se necesitan dosis cinco y seis veces mayores a la dosis de etiqueta, para el penoxsulam y el imazapyr + imazapic, respectivamente, indicando la existencia de un problema. Los FR bajos pueden indicar la existencia de resistencia metabólica, aunque pueden reflejar también la existencia de otros mecanismos involucrados que escapan al objetivo del presente informe. La capacidad de las plantas de metabolizar los herbicidas abarca MOA diferentes, lo que se denomina resistencia múltiple. A modo de ejemplo, tenemos los de USA y Brasil citados anteriormente (Eberhardt *et al.*, 2016; Rouse *et al.*, 2018).

Cuadro 1. Parámetros  $\pm$  ee (error estándar) de ecuaciones ajustadas para herbicidas inhibidores de la ALS sobre crecimiento de capín, 21 días después de la aplicación. Treinta y Tres, 2012.

Biotipos	b $\pm$ ee	d $\pm$ ee	GR <sub>50</sub> $\pm$ ee	GR <sub>90</sub> $\pm$ ee	FR <sup>(*)</sup> $\pm$ ee	p-valor
penoxsulam						
E0CL	3.8 $\pm$ 1.0	5.5 $\pm$ 0.3	21.1 $\pm$ 1.6	37.8 $\pm$ 6.9	-	-
E1CL	3.4 $\pm$ 1.1	6.3 $\pm$ 0.3	18.4 $\pm$ 1.3	35.0 $\pm$ 6.8	0.8 $\pm$ 0.1	0,1603
E2CL	3.7 $\pm$ 2.4	5.4 $\pm$ 0.3	15.7 $\pm$ 2.3	28.5 $\pm$ 7.7	0.7 $\pm$ 0.1	0,0392
E3CL	2.8 $\pm$ 0.6	8.5 $\pm$ 0.3	17.8 $\pm$ 1.2	38.8 $\pm$ 5.8	0.8 $\pm$ 0.1	0,0664
bispiribac-sodio						
E0CL	0.52 $\pm$ 0.23	7.38 $\pm$ 0.35	0.01 $\pm$ 0.03	0.09 $\pm$ 1.69	-	-
E3CL	0.92 $\pm$ 0.29	7.16 $\pm$ 0.35	3.11 $\pm$ 1.99	34.22 $\pm$ 10.59	233.3 $\pm$ 646.9	0,7202
imazapyr + imazapic						
E3CL	2.3 $\pm$ 0.3	4.6 $\pm$ 0.5	197.2 $\pm$ 27.3	427.7 $\pm$ 108.4	1.4 <sup>(**)</sup>	nd

(\*)= Factor de resistencia (GR<sub>50x</sub>/GR<sub>50</sub> Sus), (\*\*)=Factor de resistencia (GR<sub>50</sub>/dosis de etiqueta=140 gKifix/ha) Las ecuaciones para E1CL y E2CL con bispiribac, y de E0CL; E1CL y E2CL con imazaoyr + imazapic, no se pudieron ajustar dada su alta sensibilidad. El biotipo E3CL no es resistente a bispiribac, dado que el modelo no ajusta (p = ns), y el GR<sub>90</sub> está por debajo de la dosis de etiqueta. Penoxsulam = Ricer; bispiribac-sodio = Nominee; imazapyr + imazapic = Kifix.

Cuadro 2. Parámetros  $\pm$  ee (error estándar) de ecuaciones ajustadas para herbicidas inhibidores de la ALS sobre crecimiento de capín, 21 días después de la aplicación. Tacuarembó, 2015.

Biotipo	b $\pm$ ee	d $\pm$ ee	GR <sub>50</sub> $\pm$ ee	GR <sub>90</sub> $\pm$ ee	FR <sup>(*)</sup> $\pm$ ee	p-valor
penoxsulam						
TAP4	0,55 $\pm$ 0,1	5,9 $\pm$ 0,4	180 $\pm$ 41	808 $\pm$ 204	3,3 $\pm$ 1,1	0,03
TAP5	1,00 $\pm$ 0,2	7,3 $\pm$ 0,4	40,4 $\pm$ 5	93 $\pm$ 22	-	
imazapyr + imazapic						
TAP4	1,1 $\pm$ 0,08	12,2 $\pm$ 0,4	109 $\pm$ 10	841 $\pm$ 120	10,5 $\pm$ 2,4	< 0,0001
SPI2	2,0 $\pm$ 0,6	9,9 $\pm$ 0,4	10 $\pm$ 2	31 $\pm$ 6	-	

(\*)=Factor de resistencia (GR<sub>50x</sub>/GR<sub>50</sub> S); Dosis de etiqueta penoxsulam = 175 g ha, e imazapyr + imazapic = 140 g ha).

## CONCLUSIONES

La resistencia de ECHCG a herbicidas está presente en Uruguay, especialmente en sistemas más intensivos como las áreas con uso de arroz Clearfield® (sin rotación con otros cultivos y/o pasturas de larga duración). La opción de integrar otros MOA al sistema es promisoría, siempre y cuando no se caiga en la misma rutina de utilizarlos solos en demasía, o sin ajustar las dosis al tamaño de las malezas cuando van en mezclas. También sería adecuado rotar las mezclas que se utilizan cuando no se tiene resistencia a ninguno de sus componentes. Es fundamental tener en cuenta los ejemplos mencionados para tratar de no incurrir en los mismos errores que, en el mediano y largo plazo, se pagan muy caros.

## BIBLIOGRAFÍA

ANDRES, A., THEISEN, G., CONCENCO, G., & GALON, L. 2013. Weed Resistance to Herbicides in Rice Fields in Southern Brazil. *Herbicides - Current Research and Case Studies in Use*, 3–26. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.5772/55947>

EBERHARDT, D. S., OLIVEIRA NETO, A. M., NOLDIN, J. A., & VANTI, R. M. 2016. Barnyardgrass with multiple resistance to synthetic auxin, ALS and ACCase inhibitors. *Planta Daninha*, 34(4), 823–832. <https://doi.org/10.1590/s0100-83582016340400023>

HEAP, I. M. 2018. The international survey of herbicide resistant weeds. Recuperado de <http://www.weedscience.org/>

NORSWORTHY, J. K., WARD, S. M., SHAW, D. R., LLEWELLYN, R. S., NICHOLS, R. L., WEBSTER, T. M., BARRETT, M. 2012. Reducing the Risks of Herbicide Resistance: Best Management Practices and Recommendations. *Weed Science*, 60(sp1), 31–62. <https://doi.org/10.1614/WS-D-11-00155.1>

ROUSE, C. E., ROMA-BURGOS, N., NORSWORTHY, J. K., TSENG, T. M., STARKEY, C. E., & SCOTT, R. C. 2018. Echinochloa resistance to herbicides continues to increase in Arkansas rice fields. *Weed Technology*, 32(1), 34–44. <https://doi.org/10.1017/wet.2017.82>