



Competencia y manejo de Capín de Arroz (*Echinochloa colona* L. Link) en el cultivo de Soja (*Glycine max* L. Merr.)

Enero 2015

Picapietra, G.¹ y Ponsa, J. C.²

INTRODUCCIÓN

Uno de los principales problemas que viene afrontando el cultivo de soja es, además de las fluctuaciones climáticas, la competencia con las malezas. A partir de la década del 90, con la aparición de la tecnología RR (RoundUp Ready), con cultivares de soja resistentes a glifosato, podía utilizarse el herbicida tanto en pre-emergencia como en post-emergencia para el control total de malezas gramíneas.

El uso inapropiado de las tecnologías (monocultivo de soja en siembra directa y la falta de rotación de modos de acción de herbicidas) condujo a la selección de poblaciones resistentes. En nuestro país, siete especies de malezas presentaron biotipos resistentes a glifosato, entre ellas, *Echinochloa colona* (L.) Link, la cual fue denunciada en 2009 en la región Centro-Sur de Santa Fe (WeedScience, 2014).

E. colona es una planta herbácea que vegeta a partir de la primavera y florece a partir de verano hasta otoño donde culmina con la fructificación. Se desarrolla en forma de mata, con tallos erguidos hasta 90 cm de altura. Posee hojas lineales, planas, glabras, de 20 cm de largo, a veces con franjas transversales rojizas, desprovistas de lígula. Las flores se presentan en panojas erectas, lineal-oblongas a piramidales, con 5 a 15 racimos laterales breves. Espiguillas aovadas, místicas o mucronadas, rojizas o verdosas. El fruto es un cariopse de 1 a 2 mm de longitud.

En nuestro país no se encuentran estudios de bioecología de dicha especie; tal es así que las estrategias de manejo se basan sobre supuestos empíricos o investigaciones de otros países. La base empírica se sujeta a ensayos de determinación de la resistencia o estrategias de control químico. En este entonces la solución al problema se obtiene con la aplicación de herbicidas gramínicidas, principalmente los involucrados en la inhibición de la enzima ACCasa (fop's y dim's); y en algunas situaciones no se lograron buenos controles debido al estado avanzado de la maleza.

Según se estimó en campo, se pueden observar tres cohortes de nacimientos de *E. colona*: una producida en primavera y otras dos surgidas en verano. Estas últimas representan aproximadamente el 30 % de los nacimientos totales (Olea, 2009) y son las que potencialmente, al emerger dentro del cultivo, causarían competencia.

En Argentina es una maleza de importancia agronómica debido a que se han encontrado poblaciones resistentes a glifosato, inicialmente en Santa Fe (2009) y luego en Tucumán (2010) (REM, 2014).

El presente trabajo tiene por objetivo determinar la pérdida de rendimiento del cultivo de soja, causada por la competencia de *E. colona*; al mismo tiempo, se busca determinar el control en pre-emergencia de la maleza y del cultivo, como así también el control post-emergente de la maleza.

MATERIALES Y MÉTODOS

a) Experimento de competencia.

En la localidad de Juan Anchorena (Estación Urquiza), partido de Pergamino, en un lote de producción se realizó un muestreo de soja la cual había convivido con la maleza *E. colona* en distintos niveles de infestación.

¹ Docente investigador Malezas – Unidad Integrada UNNOBA – INTA

² Técnico investigador Malezas – Grupo Protección Vegetal – INTA Pergamino

Una semana antes de la siembra se trató el lote con una aplicación de glifosato a razón de 1080 g i.a./ha en donde luego, el día 15 de Octubre de 2012, se sembró el cultivar de soja DM 3810. A partir de este momento se detectaron sectores del lote con mayor y menor potencial de infestación de *E. colona*, los cuales fueron identificados en cuatro niveles distintos, incluyendo: *sin infestación* (libre de malezas), cobertura hasta 25 % como *baja infestación*; cobertura promedio de 50 % como *media infestación*; y cobertura promedio de 75 % como *alta infestación*. Luego de sectorizar el lote, se marcaron parcelas de 1 m para posteriormente realizar la cosecha. Se trazaron 5 parcelas por cada nivel de infestación (un total de 20 parcelas).

El seguimiento del ensayo fue necesario para eliminar los nuevos nacimientos de especies de malezas diferentes a *E. colona* hasta la finalización del ciclo del cultivo.

La cosecha de las mismas fue manual, recolectando la parte aérea de las plantas de soja las cuales se colocaron en bolsas adecuadamente rotuladas, y posteriormente se las llevaron al laboratorio en donde se realizó la trilla de cada una de las muestras con una máquina trilladora estática eléctrica. Luego se midió la masa de cada una en una balanza electrónica con un error de 0,01 g.

Los datos obtenidos fueron sometidos a un análisis de regresión no lineal, según el modelo hiperbólico rectangular propuesto por Cousens (1985):

$$Pr = (i \cdot D) / (1 + (i \cdot D)/a)$$

En donde *Pr* es la pérdida de rendimiento del cultivo (%), *i* es la pérdida promedio a la densidad más baja de maleza, *a* es la pérdida ocurrida a la densidad más alta y *D* es la densidad de la maleza.

b) Experimento para el control pre-emergente.

En la localidad de Villa Dafonte, Pergamino, se postuló un ensayo a campo para evaluar el control pre-emergente de herbicidas, aplicados antes de la emergencia del cultivo de soja.

Para ello, en un lote sembrado con soja -y antes de su emergencia- el día 8 de Noviembre de 2013 se aplicaron diferentes tratamientos herbicidas (tabla N° 1) con una mochila experimental que trabajó con aire comprimido a una presión constante de 1,7 bar. Utilizó una barra que disponía 6 boquillas de tipo SS8001, separadas a 33,33 cm entre sí, dando un ancho de labor de 200 cm.

Las parcelas eran de 2,6 x 5 m, en donde el ancho estuvo delimitado por cinco surcos a 52,5 cm que se trazaron con la siembra. Se realizó un diseño en bloques completamente aleatorizados con tres repeticiones. Logo de aplicados los tratamientos, a los 21, 50 y 147 días después, se realizaron evaluaciones de control visual según la escala propuesta por ALAM (Chaila, 1986) en donde incluye valores desde 0 (ningún efecto de control) a 100 (muerte de la planta).

Los datos obtenidos fueron transformados ($x' = \arccos(x^{1/2})$) y analizados en el programa estadístico Infostat (versión 2010p) y, en caso de haber significancias, se sometieron a un test de Duncan ($\alpha = 0,05$).

Tabla N° 1. Tratamientos utilizados en pre-emergencia.

N°	Ingrediente activo	Producto comercial	dosis producto
1	metolaclor 96	Dual Gold	1200 ml/ha
2	acetoclor 90	Harness	2000 ml/ha
3	dimetenamina 72	Frontier	1000 ml/ha
4	clomazone 36	Command	2500 ml/ha
5	metribuzin 48	Sencorex	1200 ml/ha
6	flumioxazin 48	Sumisoya	150 ml/ha

7	imazetapir 10	Pivot	1200 ml/ha
8	imazaquin 16,1	Topgan	1000 ml/ha
9	pendimetalin 33	Clin	3500 ml/ha
10	trifluralina 60	Premerge	3000 ml/ha
11	diclosulam 84	Spider	35 g/ha
12	clorimuron+sulfometuron 20+15	Ligate	100 g/ha
13	iodosulfuron+thiencarbazone 6+45	Percutor	45 g/ha

Nota: todos los tratamientos fueron mezclados con 1200 g i.a. de glifosato sal K 62%

c) Experimento para el control post-emergente.

En la Estación Experimental de INTA Pergamino se realizó un ensayo para evaluar el control de diferentes tratamientos post-emergentes sobre la maleza en cuestión.

Sobre un lote enmalezado se planteó un ensayo con un diseño en bloques completamente aleatorizados con tres repeticiones en donde se evaluó el efecto de control de distintos gramínicos. *E. colona* se encontraba en macollaje, presentando individuos de hasta 30 cm de diámetro, con una cobertura relativa de 50%.

Los tratamientos (tabla N° 2) fueron aplicados con el mismo equipo descrito en el inciso *b*, el día 7 de Enero de 2013; y las evaluaciones de control visual fueron realizadas a los 7, 22 y 57 días después de la aplicación (DDA). Los datos fueron transformados y analizados de la misma manera que el ítem anterior.

Tabla N° 2. Herbicidas utilizados en post-emergencia

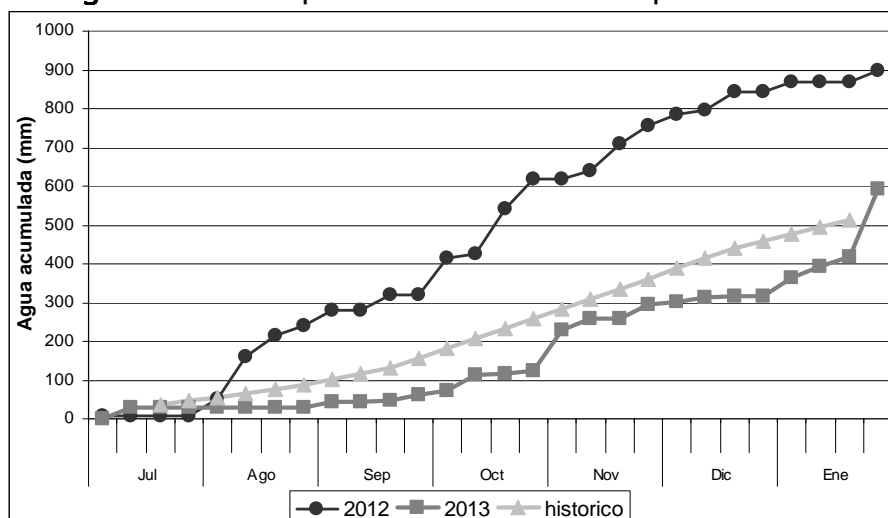
N°	Ingrediente activo	Producto comercial	dosis producto
1	quizalofop-p-etil 10,8%	Sheriff Max	500 ml/ha
2	haloxifop-r-metil ester 54%	Galant HL	120 ml/ha
3	haloxifop-r-metil ester 10,8%	Mirage	500 ml/ha
4	cletodim 24%	Select	650 ml/ha
5	Testigo	—	—

Nota: todos los tratamientos fueron mezclados con 1200 g i.a. de glifosato sal K 62%

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para examinar los comportamientos en los tres experimentos, se presenta en la imagen N° 1 el diagrama de lluvias acumuladas en el período comprendido entre Julio y Enero durante los años de estudio y el promedio histórico de 100 años. La información proviene de la base de datos del Centro de Agrometeorología de la Estación Experimental de INTA Pergamino.

Figura N° 1. Precipitaciones acumuladas a partir de Julio.



a) Experimento de competencia.

A continuación, en la tabla N° 3 se expresan los resultados de rendimiento obtenidos en cada uno de los niveles de infestación, junto con el análisis de variancia y las significancias según el test de Duncan ($\alpha = 0,05$)

Tabla N° 3. Rendimiento promedio del cultivo de soja.

R ²	R ² aj.	CV	P
0,89	0,82	11,22	<0,0001
Nivel infestación		Rto (Kg.ha ⁻¹)	Dif.
Nula (0%)		4353,8	<i>a</i>
Baja (25%)		3486,0	<i>b</i>
Media (50%)		2702,4	<i>c</i>
Alta (75%)		2365,4	<i>c</i>

Una vez que se observaron las diferencias en el ANAVA, se procedió al planteo del modelo hiperbólico-rectangular. En primer lugar se calcularon las variables *i* y *a* de manera manual. Para ello fue necesario realizar el cálculo de porcentaje de pérdida de rendimiento de cada uno de los niveles de infestación (tabla N° 4).

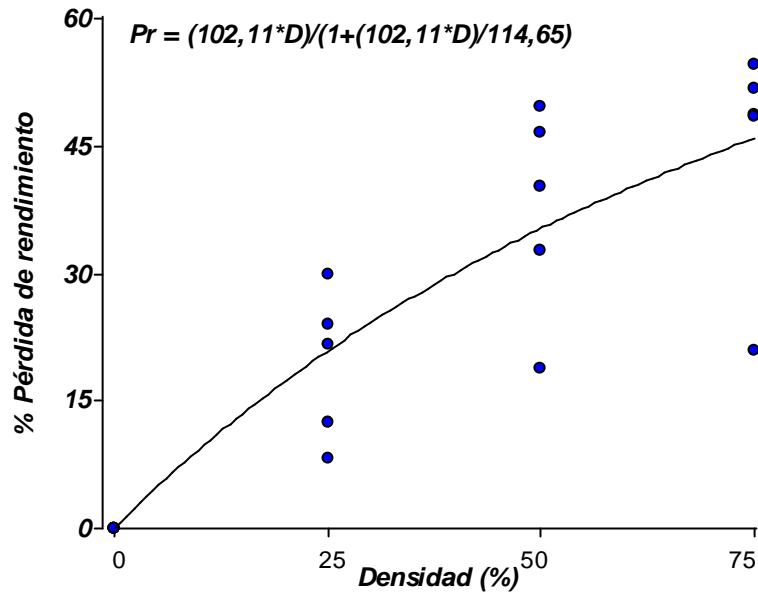
Tabla N° 4. Porcentaje de pérdida de rendimiento con respecto al testigo.

R ²	R ² aj.	CV	P
0,91	0,85	30,27	<0,0001
Nivel infestación		Pérdida Rto (%)	Dif.
Nula (0%)		0,0	<i>a</i>
Baja (25%)		19,25 *	<i>b</i>
Media (50%)		37,59	<i>c</i>
Alta (75%)		44,91 *	<i>c</i>

De esta manera, como se observa en la tabla N° 2, se deducen los parámetros *i* y *a* siendo 19,25 y 44,91 respectivamente. Automáticamente el programa *Infostat* ajusta los parámetros *i* y *a*, quienes ahora serán "estimadores" \hat{i} y \hat{a} adoptando los nuevos valores 102,11 y 114,65, respectivamente.

Con los valores de pérdida de rendimiento (%) y cobertura de maleza (%) y los estimadores $\hat{\gamma}$ y $\hat{\alpha}$ se planteó el modelo hiperbólico-rectangular (figura N° 2).

Figura N° 2. Relación entre la densidad de *E. colona* (% cobertura) y el porcentaje de pérdida de rendimiento.



Se puede observar que a 25 % de cobertura de *E. colona* se produce una pérdida de 20 % en el rendimiento de soja, lo que significó una disminución de 909 Kg.ha⁻¹.

b) Experimento para el control pre-emergente.

A continuación, en la figura N° 3 se presentan los resultados promedios de cada una de las 3 evaluaciones de control visual, observadas luego de los 21, 50 y 147 días después de la aplicación.

Seguidamente, en la tabla N° 5 se muestran los valores promedios de cada tratamiento con los valores de los análisis estadísticos.

Figura N° 3. Control de *E. colona* en cada una de las evaluaciones.

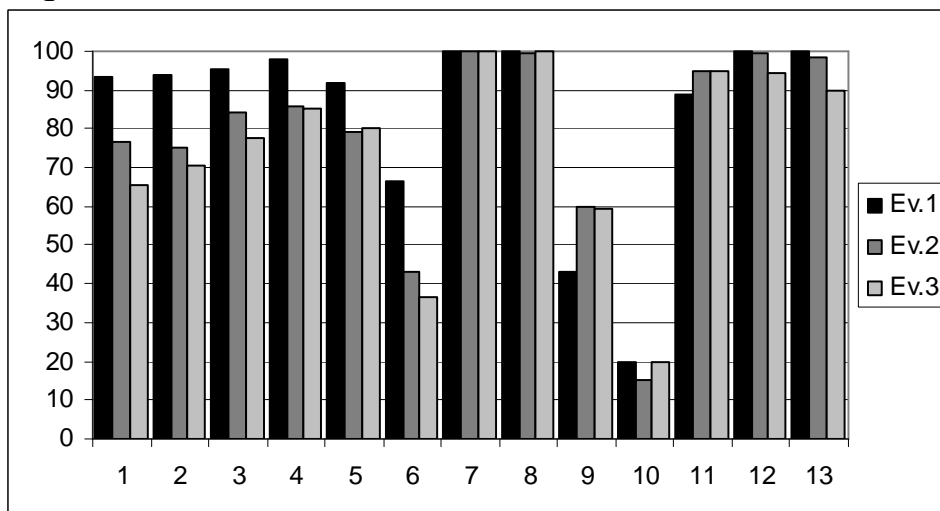


Tabla Nº 5. Análisis estadístico de los tratamientos pre-emergentes.

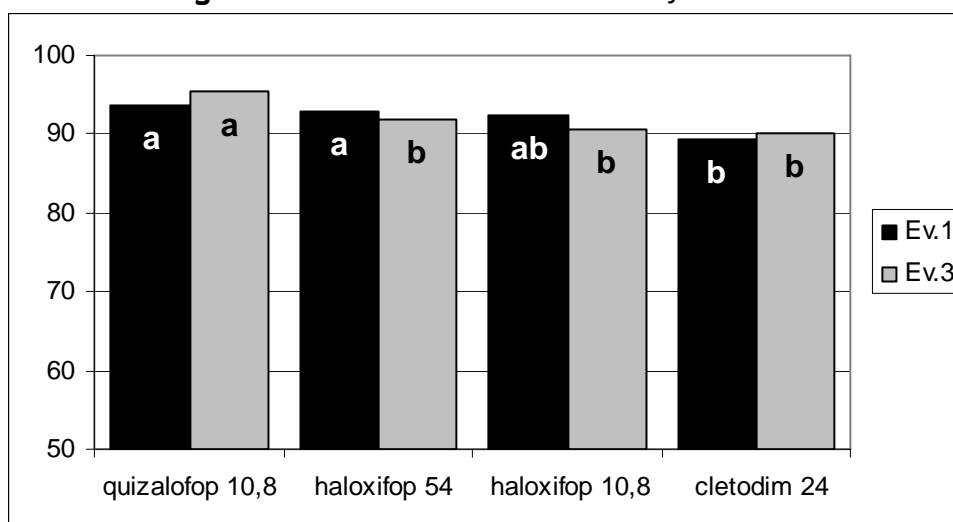
Nº	Ingrediente arctivo	Ev.1	Ev.2	Ev.3
1	metolaclor 96	93,3 <i>ab</i>	76,7 <i>ab</i>	65,3 <i>f</i>
2	acetoclor 90	93,7 <i>ab</i>	75,3 <i>ab</i>	70,3 <i>ef</i>
3	dimetenamina 72	95,3 <i>ab</i>	84,3 <i>ab</i>	77,7 <i>de</i>
4	clomazone 36	98 <i>a</i>	86 <i>ab</i>	85,3 <i>cd</i>
5	metribuzin 48	92 <i>ab</i>	79,3 <i>ab</i>	80,3 <i>de</i>
6	flumioxazin 48	66,7 <i>c</i>	43,3 <i>d</i>	36,7 <i>g</i>
7	imazetapir 10	100 <i>a</i>	100 <i>a</i>	100 <i>a</i>
8	imazaquin 16,1	100 <i>a</i>	99,3 <i>a</i>	100 <i>a</i>
9	pendimetalin 33	43,3 <i>d</i>	60 <i>c</i>	59,3 <i>f</i>
10	trifluralina 60	20 <i>e</i>	15 <i>e</i>	20 <i>h</i>
11	diclosulam 84	88,7 <i>b</i>	95 <i>a</i>	95 <i>ab</i>
12	clorimuron+sulfometuron 20+15	100 <i>a</i>	99,3 <i>a</i>	94,7 <i>ab</i>
13	iodosulfuron+thiencarbazone 6+45	100 <i>a</i>	98,7 <i>a</i>	90 <i>bc</i>
	R	0,95	0,97	0,96
	CV	27,78	17,28	15,94
	valor p	<0,0001	<0,0001	<0,0001

Como se puede observar, el uso de acetoclor, metolaclor o dimetenamida fue contundente para el control en las primeras evaluaciones, pero en la última evaluación se observaron notables diferencias significativas con respecto a imazetapir e imazaquin, quienes mostraron buenos controles desde la primera a la última evaluación, similar a los tratamientos 11, 12 y 13.

c) Experimento para el control post-emergente.

En esta experiencia, luego del análisis estadístico, se observó que en la segunda evaluación (22 DDA) no se manifestaron diferencias significativas. Por ello, en la figura Nº 4 se exponen los resultados de la primera y última evaluación.

Figura Nº 4. Control de *E. colona* 7 y 57 DDA.



Nota: Ev. 1 ($R = 0,97$; $CV = 11,48$; $p = 0,0365$); Ev. 2 ($R = 0,97$; $CV = 8,93$; $p = 0,0043$)

En esta experiencia se observó que todos los tratamientos evaluados fueron satisfactorios y, principalmente, en la tercera evaluación, se observaron diferencias significativas entre el efecto de quizalofop con respecto al resto.

CONCLUSIONES

De acuerdo con la información obtenida en los primeros años de estudios de *E. colona*, se pudo apreciar que es una maleza que manifiesta una fuerte competencia con el cultivo de soja, llegando a provocar pérdidas mayores del orden del 50 % en el rendimiento final del cultivo, cuando presenta una cobertura relativa *alta*.

En cuanto al control con herbicidas, existen varias familias químicas pertenecientes a cuatro modos de acción diferentes que permiten, de esta manera, planear un manejo adecuado la rotación de los mismos. Entre ellos encontramos a las familias de las cloracetamidas (metolaclor, acetoclor y dimetenamida), triazinonas (metribuzin) e isoxazolidinonas (clomazone) quienes han manifestado buenos controles en las primeras evaluaciones. Por otra parte, las sulfonilureas e imidazolinonas utilizadas han mostrado excelentes controles por un período de tiempo más prolongado.

Finalmente, el uso de graminicidas como aplicación en post-emergencia del cultivo y de la maleza ha sido satisfactorio, alrededor del 90% o superior, principalmente cuando se utilizó quizalofop.

Esta información responde a resultados de un año de investigación, por lo que sería importante repetir los experimentos para una mayor confianza.

BIBLIOGRAFÍA

Cousens, R., Brain, P., O'Donovan, J. T. y O' Sullivan, P. A. 1987. The use of biologically realistic equations to describe the effect of weed density and relative time of emergence on crop yield. *Weed Sci.* 35:720-725.

De la Cruz, R. ; Among-Nyarko, K. ; Labrada, R. ; Merayo, A. ; 1996. Manejo de malezas en leguminosas y hortalizas. En: Labrada, R.; Caseley, J. C.; Parker, C. (Eds); Manejo de Malezas para Países en Desarrollo. Estudio FAO Producción y Protección Vegetal - 120.

Esqueda Esquivel, V., Tosquy Valle, O.; 2006. Chemical and mechanical weed control in rain-fed soybean. INIFAP, Veracruz, México. ISSN 0568-2517

Olea, I. 2012. Experiencias locales en manejo de malezas tolerantes y resistentes en el NOA, recomendaciones y novedades. IV Congreso de cultivos de verano. INTA Estación Experimental Agropecuaria Obispo Colombes, Tucumán, Argentina. 47 p.

Papa, J. C.; Tuesca, D.; Bacigaluppo, D; 2010. Detección reciente en la provincia de Santa Fe de biotipos de *Echinochloa colona* sospechosos de presentar resistencia a glifosato. Para mejorar la producción 45. Revista Cultivos Estivales. INTA Oliveros. pp91-94.

REM: Red de conocimiento de malezas resistentes, 2014. Alertas: *Echinochloa colona* (Echinocloa). Sitio web: <http://www.aapresid.org.ar/rem/echinochloa-colona-echinocloa/>

Vitta, J.; Faccini, D.; Nisensohn, L.; Puricelli, E.; Tuesca, D. y Leguizamón E.; 1999. Las malezas en la región sojera núcleo argentina: Situación actual y perspectivas. Cátedra de Malezas-Facultad de Ciencias Agrarias, U.N.R. Editada por Dow AgroSciences Argentina, S.A. 47 p.