

## Diseño y evaluación a campo de estrategias de manejo

de biotipos resistentes a herbicidas de yuyo colorado (*Amaranthus* sp.) en cultivos de soja (*Glycine max*) en la Argentina

Satorre, E.H.<sup>1,2</sup>; Bello, J.<sup>2</sup>; Paolini, M.<sup>2</sup>; García Frugoni, F.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad de Buenos Aires, Facultad de Agronomía, Departamento de Producción Vegetal, Cátedra de Cerealicultura, Av. San Martín 4453 (CP: 1417) Buenos Aires, Argentina. <sup>2</sup>Unidad de Investigación y Desarrollo, Área de Agricultura, Asociación Argentina de Consorcios Regionales de Experimentación Agrícola (AACREA), Sarmiento 1236 (C1041AAZ), Buenos Aires, Argentina. [satorre@agro.uba.ar](mailto:satorre@agro.uba.ar)

Citar como: Satorre et al. (2020) Diseño y evaluación a campo de estrategias de manejo de biotipos resistentes a herbicidas de yuyo colorado (*Amaranthus* sp.) en cultivos de soja (*glycine max*) en la Argentina. *Malezas* 4, 18-34.



### RESUMEN

El género *Amaranthus* agrupa a un conjunto de especies estrechamente emparentadas y con biotipos resistentes a varios herbicidas, entre ellas las denominadas comúnmente yuyo colorado [*Amaranthus hybridus* L. y *Amaranthus palmerii* (S.) Watson] son las más difundidas, infestando y reduciendo el rendimiento en lotes de soja de la Argentina. El objetivo de este trabajo fue evaluar el proceso de construcción de estrategias eficaces de manejo de yuyo colorado en cultivos de soja a través de un método de aprendizaje con experiencias y participación de productores, asesores e investigadores. Para ello, se establecieron ensayos demostrativos de diferentes combinaciones de herbicidas en campos de productores en cinco regiones de la Argentina durante dos años. Los asesores técnicos de cada región propusieron las estrategias independientemente, antes del cultivo de soja y aplicadas bajo diferentes condiciones de manejo. Las combinaciones de herbicidas se caracterizaron por el uso de diferentes grupos según el Comité de Acción de Resistencia a Herbicidas (HRAC, por sus siglas en inglés) y se calcularon varios índices para describir su uso en cada región. Se midió la frecuencia de área infestada con yuyo colorado en cada combinación de herbicida a los 13, 31 y 56 días después de la aplicación (DDA) y se llevaron a cabo reuniones participativas con los diferentes actores para evaluar las experiencias y aprendizajes en cada ensayo. Las combinaciones de herbicidas propuestas para el control de yuyo colorado difirieron ( $p < 0,10$ ) entre las regiones. Sin embargo, las que incluían herbicidas del grupo de los inhibidores de la enzima PPO fueron los más frecuentes (35,3%). Todas las alternativas de herbicidas redujeron la frecuencia de la maleza en relación al testigo sin control. Sin

embargo, hubo leves pero significativas ( $p < 0,05$ ) diferencias entre estrategias. La frecuencia de yuyo colorado en soja implantada sobre barbecho fue menor que sobre cultivos de cobertura, pero la eficacia de control de las combinaciones resultó semejante entre ambas situaciones. Las reuniones a campo permitieron incorporar otras dimensiones a la búsqueda de soluciones al problema de yuyo colorado contribuyendo a integrar tecnologías de insumos, procesos y conocimiento al control de la maleza.

**Palabras clave:** Manejo integrado de malezas, MIM, *Amaranthus* sp., herbicidas, cultivos de cobertura, aprendizaje vivencial a campo.

### SUMMARY

The genus *Amaranthus* comprises weed species closely related and with herbicide resistant biotypes. *Amaranthus hybridus* L. and *Amaranthus palmerii* (S.) Watson are widely spread reducing yields of soybean crops in Argentina. The objective of this study was to evaluate the build-up process of weed control strategies using an experiential learning method with producers, consultants and researchers taken part. For this purpose, on-farm demonstrative essays were established in five productive regions during two years. Weed control strategies included various soybean pre-sowing herbicide combinations that were independently proposed by regional groups of local technical consultants. Weed control strategies combined the use of various Herbicide Resistance Action Committee (HRAC) herbicide groups under several fallow crop managements. Weed frequency at 13, 31 and 56 days after treatment was measured and participative on-farm meetings with the various stakeholders were performed in order to evaluate the weed control strategies and to learn from the essays. Herbicide combinations proposed to control the weed differed ( $p < 0,10$ ) among regions; however, strate-



gies including inhibitors of PPO enzyme herbicides were the most frequent (35.3 %). All herbicide combinations were effective in reducing the weed frequency in relation to control plots without treatment and, there were also slight but significant ( $p < 0,05$ ) differences among weed control strategies. The weed frequency when strategies were applied after a winter fallow period was less than when applied after a winter cover crop; however the efficacy of comparable herbicide weed controls was similar between winter management conditions previous to the sowing of soybean. On-farm meetings allow the discussion of new factors to be considered when designing a weed control plan. Meetings contribute to integrate herbicide technologies as effective parts of a successful weed control strategy.

**Key words:** Integrated weed management, IWM, *Amaranthus* sp, herbicide and cover crops, experiential learning.

## INTRODUCCIÓN

Desde el comienzo de su expansión en los años 70 el cultivo de soja (*Glycine max* L.) ha llegado a representar entre el 50-65% del área sembrada y entre el 40-60% de la producción total de granos en la Argentina durante las últimas dos décadas (Satorre, 2005; MAGyP, 2020). En 1996 se detectaron en el cultivo de soja los primeros biotipos de yuyo colorado (*Amaranthus hybridus* L.) resistentes a herbicidas del grupo de las imidazolinonas, asociado al amplio uso de imazetapir en soja (Tuesca & Nisenshon, 2001). Imazetapir es un herbicida residual que es usado principalmente en soja para el control de malezas anuales monocotiledóneas y algunas dicotiledóneas de semillas pequeñas. Poco después, en 1997, se liberaron en el mercado las variedades transgénicas de soja resistentes a glifosato y en pocos años el 95 % del área de soja fue sembrada con éstas variedades, lo que permitió

una estrategia de manejo de malezas completamente diferente, basada en el uso post-emergente de glifosato (Satorre, 2001; 2012). Esa estrategia de manejo de malezas consistía en una aplicación de herbicidas a fines del invierno, otra aplicación previamente a la siembra de soja y, otra después de la emergencia del cultivo, generalmente entre V4-V8 (Fehr & Caviness, 1977). El yuyo colorado y muchas otras malezas del cultivo fueron efectivamente controladas con esta estrategia hasta la primera década de este siglo, cuando comenzarían a evidenciarse signos de nuevos problemas de malezas (Papa & Tuesca, 2014). Durante el período 2010-2015 hubo cambios en el momento de control de las malezas previo a la siembra pero, las rotaciones de los cultivos y su manejo simplificado permaneció inalterado favoreciendo la evolución de resistencia en biotipos de algunas especies y nuevas especies dominantes en las comunidades de malezas.

El yuyo colorado es una especie primavera estivo otoñal que vegeta desde la primavera hasta fin del otoño con un período de germinación y establecimiento que se extiende desde la primavera temprana hasta comienzos del verano (Montoya *et al.*, 2015). Es una especie de metabolismo C4 con alta variabilidad genética, altamente competitiva y fecunda. Sus semillas son muy pequeñas (1-1,4 mm diámetro) y pueden dispersarse a grandes distancias en los lotes de soja tanto por la acción de maquinarias como la cosechadora, como naturalmente por la acción de pájaros y las corrientes superficiales de agua (Faccini & Nisensohn, 1994; Vitta & Satorre, 1999). En 2005 ya se alertaba sobre el avance y expansión de los problemas de control de esta especie en cultivos de girasol (Bojanich, 2005) y poco después en soja se confirmó la resistencia a herbicidas en yuyo colorado (REM-AAPRESID, 2017) en el sur de Córdoba. En pocos años, la maleza infestó una amplia proporción de los lotes de soja de las

principales regiones productivas del país y la resistencia a glifosato y herbicidas inhibidores de la aceto-lactato-sintetasa (ALS) ha sido confirmada en *A. palmerii* y *A. hybridus* (SENASA, 2020). Esto era esperable a partir de las evidencias sobre la facilidad para el desarrollo de resistencia en estas malezas (Saari *et al.*, 1994; Manley *et al.*, 1995; Tuesca & Nisensohn, 2001). El porcentaje de lotes con problemas de control de yuyo colorado aumentó de  $6 \pm 5\%$  en 2014 a casi  $25 \pm 14\%$  en 2016 en la región central de la Argentina (comunicación personal, Sistema de Encuesta Agropecuaria CREA, AACREA, 2017).

Desde sus comienzos, los problemas de manejo de yuyo colorado fueron rápidamente difundidos en la Región Pampeana. Algunas acciones tendientes a frenar el avance de la infestación de la maleza y a atenuar sus efectos fueron puestas en marcha por organizaciones públicas (INTA-Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria- y Universidades) y privadas (empresas proveedoras de agro-insumos y organizaciones de productores



AACREA, AAPRESID, etc.) ya sea de manera independiente o bajo formas colaborativas diversas (Ghersa *et al.*, 1998; Satorre, 2011; Carricart, 2012). La Asociación Argentina de Consorcios Regionales de Experimentación Agrícola (AACREA) ha desarrollado en los últimos 60 años una eficiente red de intercambio de experiencias entre los miembros productores y la investigación adaptativa en la búsqueda de soluciones a un amplio espectro de problemas, tales como aquellos derivados de las dificultades de manejo y control de malezas. La red de Consorcios Regionales de Experimentación Agrícola (CREA; [www.crea.org.ar](http://www.crea.org.ar)) está organizada en regiones constituidas por varios grupos de entre ocho y diez productores que cooperan mutuamente en el análisis y desarrollo de soluciones bajo la coordinación de un técnico, usualmente ingeniero agrónomo. Los técnicos de cada región CREA se reúnen una vez al mes para intercambiar conocimientos y experiencias. Actualmente CREA está formado por 218 grupos organizados en 19 regiones a lo largo y ancho de la Argentina. Cinco de esas regiones se extienden en el centro del área donde comenzaron a desarrollarse y expandirse rápidamente las poblaciones de yuyo colorado resistente a herbicidas, cuando aún había poca experiencia sobre cómo manejar el problema y la información de control de la maleza era dispersa. Analizar el comportamiento de los distintos grupos de actores en roles semejantes frente a la búsqueda de solución a un problema novedoso reviste gran importancia para entender cómo abordar soluciones efectivas ante la posible aparición de nuevos problemas asociados a malezas resistentes. Por ello, este trabajo está orientado a identificar los aspectos clave de un proceso de desarrollo y transferencia iniciado por AACREA (Plan Nacional de Malezas de AACREA; [www.malezas-crea.org.ar](http://www.malezas-crea.org.ar)) para identificar en condiciones de campo estrategias eficaces de manejo de yuyo colorado en cultivos de soja. Las estrategias eran propuestas



**Figura 1.** Regiones CREA y distribución de los sitios de ensayo que participaron del estudio en cada campaña.

por técnicos experimentados de cinco regiones CREA apoyados en su propia experiencia y el asesoramiento experto local, con la finalidad de lograr el manejo eficaz y residual de la maleza. Los objetivos particulares del trabajo fueron (i) analizar y evaluar el proceso de aprendizaje basado en experiencia (“experiential-learning process”, Kolb & Fry, 1975) para enfrentar el novedoso problema de controlar el avance de yuyo colorado en el cultivo de soja; (ii) identificar las similitudes o diferencias de estrategias de manejo puestas en marcha y los resultados obtenidos por parte de grupos de técnicos experimentados de distintas regiones CREA del área central productiva de la Argentina; y (iii) identificar los principales aprendizajes de la aproximación utilizada como modo de enfrentar coordinadamente un proceso súbito de expansión de una maleza resistente en campos de productores.

### MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo fue realizado en el marco de un proyecto coordinado por AACREA entre los años 2017 y 2019 (Proyecto Malezas – CREA; [www.malezascreea.org.ar](http://www.malezascreea.org.ar)). Cinco regiones CREA fueron seleccionadas para explorar el caso del

yuyo colorado en cultivos de soja; las regiones fueron Centro (Ce), Córdoba Norte (Cn), Litoral Sur (Ls), Sur de Santa Fe (SSFe) y Oeste arenoso (Oa) (Figura 1). Considerando todas las regiones se incluyeron 81 grupos CREA (19, 14, 15, 15 y 18 grupos por región, respectivamente) y la participación directa de un total de 81 asesores técnicos (uno por cada grupo CREA), 5 coordinadores regionales, 3 miembros del equipo técnico del proyecto y al menos 12 investigadores de malezas de AACREA, instituciones públicas (INTA y Universidad Católica de Córdoba) y la industria privada (Bayer Crop Science Argentina, Nufarm Argentina, ADAMA Agricultural Solutions Argentina, Corteva Agriscience y Agrospray).

### Sitios demostrativos y tratamientos

Durante 2017 y 2018 se establecieron ensayos demostrativos sin repeticiones, en lotes de productores destinados a siembra de soja (Figura 1). Los técnicos de cada grupo CREA de cada región eligieron independientemente los tratamientos probados en cada ensayo sobre la base de su propia experiencia previa y la información compartida con investigadores y especialistas de las ins-

tituciones públicas e industria, por ellos consultadas. Los tratamientos incluyeron la combinación de varias alternativas de manejo de la maleza tomando en cuenta (i) el modo sugerido de manejar cada parcela experimental durante el invierno previo a la siembra de soja, (ii) el modo de manejo previo al principal tratamiento herbicida para reducir el impacto de yuyo colorado en soja, (iii) la combinación de herbicidas elegida como tecnología principal para el control de la especie objetivo antes de la siembra de soja, y (iv) el manejo de la maleza sugerido en post-emergencia del cultivo de soja. Esos elementos combinados definieron las estrategias de manejo y control de la maleza buscando eficacia y residualidad según consta en los informes parciales del proyecto (Proyecto Malezas–CREA, 2020).

Durante 2017 se estableció un ensayo por cada una de las cinco regiones CREA, con la excepción de SSFe en la que se establecieron dos ensayos. Durante 2018 se estableció un ensayo en cada una de las zonas Ce, Cn, Ls y Oa. En todos los ensayos los tratamientos herbicidas se aplicaron sobre parcelas demostrativas rectangulares de

entre 400 y 700 m<sup>2</sup> distribuidas al azar en lotes comerciales manejados con la tecnología convencional de productor (Cuadro 1; Figura 1).

Los tratamientos herbicidas se aplicaron con un equipo pulverizador de 4 m de ancho montado sobre una camioneta, especialmente diseñado para este tipo de ensayos. La mezcla de los herbicidas, la dosis y la presión y volumen de aplicación fue para cada caso la recomendada por los marbetes de los productos. Todas las aplicaciones fueron formuladas con surfactantes y correctores de agua para asegurar una buena calidad de aplicación y acción del tratamiento.

El manejo de herbicidas durante el barbecho y/o la siembra de un cultivo de cobertura o de cosecha durante el invierno (ver (i) arriba) y la combinación de herbicidas con acción desecante antes del tratamiento principal (ver (ii) arriba) varió según las sugerencias de los técnicos en cada zona al diseñar las estrategias de control de yuyo colorado a evaluar. Los herbicidas usados posteriormente (ver (iii) arriba) conformaron un aspecto central del diseño y evaluación

**Cuadro 1.** Región, establecimiento y aspectos del manejo de soja en cada sitio demostrativo durante los dos años de ensayo.

Año	Región	Establecimiento	Variedad de soja	Fecha de siembra	Densidad (pl m <sup>-2</sup> )	Distancia entre hileras (cm)	Cultivo antecesor de verano
2017	SSFe	Sta. Isabel	4612 <sup>(1)</sup>	28/10	35	52	Maíz
		Timbo	40R16 STS <sup>(1)</sup>	12/11	28	42	Soja
	Oa	Don Jesús	40R16 STS <sup>(1)</sup>	14/11	31	42	Maíz
	Ls	Don Ricardo	590 IPRO STS <sup>(2)</sup>	18/11	32	42	Soja
	Cn	Fernando Roggio	4915 STS <sup>(1)</sup>	04/12	30	52	Maíz
	Ce	Melideo	4615 STS <sup>(1)</sup>	19/12	40	38 y 76	Maíz
2018	Oa	La Vía	40R16 STS <sup>(1)</sup>	31/10	31	42	Soja
	Ce	Melideo	4615 STS <sup>(1)</sup>	22/11	40	38	Maíz
	Cn	La Florida	53i53 STS <sup>(1)</sup>	03/12	30	52	Maíz
	Ls	El Progreso		12/12			Soja

<sup>(1)</sup>Semillero Don Mario; <sup>(2)</sup>Semillero Macroseed



**Cuadro 2.** Número de estrategias herbicidas desde la cosecha del cultivo de verano antecesor a soja en cada año de ensayo, evaluado en cada sistema de manejo invernol (con cultivo de cosecha, de cobertura o barbecho) para cada año experimental.

Año	Sistema de manejo del período invernol	N° de estrategias herbicidas(1)
2017	Barbecho químico	42
	Con cultivo de cobertura	28
2018	Barbecho químico	20
	Con cultivo de cobertura	6
	Con cultivo de trigo de cosecha	15

<sup>(1)</sup> El testigo demostrativo sin herbicida es incluido como una estrategia en cada sistema de manejo.

**Cuadro 3.** Herbicidas utilizados en el tratamiento principal de pre-siembra para el control de yuyo colorado agrupados según HRAC. Las letras en minúsculas después de la correspondiente al grupo se refieren al ingrediente activo que fue utilizado; se indica debajo de cada uno el nombre del ingrediente activo. Los grupos HRAC usados fueron: G: inhibidores de EPSPS; O: reguladores de crecimiento; K: inhibidores de la síntesis de ácidos grasos de cadena larga; C: inhibidores del fotosistema II; E: inhibidores de la síntesis de clorofila; B: inhibidores de ALS; y F: inhibidores de la síntesis de carotenoides (HRAC, 2020).

G	O	K	C	E	B	F
G	O	K3m	C1,2m	Ef	Bi	F4cl
Glifosato	2,4-D	S-Metoalaclor	Metribuzin	Flumioxazin	Imazetapir; Imazapir	Clomazone
	Oh	K3p		Es	Bl	F1
	Halauxifen metil	Piroxasulfone		Sulfentrazone	Clorimuron etil y sulfometuron etil	Diflufenican
		K3a		Efo	Bd	
		Acetoclor		Fomesafen	Diclosulam	
				Esa	Bim	
				Saflufenacil	Imazaquin	
				Ela	Bcl	
				Lactofen	Clorimuron	
					Bfl	
					Flumetsulam	

de la estrategia, ya que fueron identificados como los principales instrumentos para lograr un cultivo de soja sin yuyo colorado. En cada región se propuso un extenso número de alternativas de herbicidas, para ser aplicadas en el período previo a la siembra de soja. En algunos casos, como parte de las alternativas (ver (iv) arriba) se incluyeron herbicidas post-emergentes ampliando el rango de manejos evaluados para la maleza. De este modo, las estrategias de control ensayadas quedaron definidas individualmente por las diferentes combina-

ciones de las alternativas en los puntos (i) a (iv) consideradas por los asesores técnicos de los grupos CREA. Un total de 70 y 41 estrategias de control fueron en total evaluadas en las regiones durante 2017 y 2018, respectivamente (Cuadro 2).

Los tratamientos herbicidas clave, en la aplicación inmediata previa a la siembra de soja, usualmente incluyeron una combinación de ingredientes activos en la misma pulverización. Para su análisis los herbicidas de cada combinación se

nombraron de acuerdo al sitio del modo de acción siguiendo la recomendación del Herbicide Resistance Action Committee (HRAC, 2020). Con la finalidad de reconocer individualmente los ingredientes activos, en este trabajo el grupo de herbicidas de cada ingrediente activo se nombró agregando una abreviatura en minúsculas a cada grupo. Como tratamiento principal previo a la siembra de soja para el control de yuyo colorado, se utilizaron veinte ingredientes activos pertenecientes a siete grupos de herbicidas (Cuadro 3).

Una vez que se establecieron las parcelas demostrativas con las distintas estrategias de cada ensayo, dos tipos de acciones se llevaron a cabo para evaluar los resultados y aprender del proceso instalado: (i) evaluación cuantitativa de la frecuencia de la maleza objetivo en cada parcela, y (ii) evaluación participativa de los tratamientos durante reuniones técnicas a campo.

La evaluación de frecuencia de yuyo colorado se determinó registrando la presencia o ausencia de la maleza en 25 muestras de 0,1 – 0,2 m<sup>2</sup> ubicadas al

azar a lo largo de un recorrido en zigzag de cada parcela. La frecuencia se determinó en tres momentos como la proporción de las muestras con la maleza en relación al total de muestras en cada parcela. En promedio las observaciones se realizaron a los 13, 31 y 56 días después del tratamiento (DDT) principal de pre-siembra.

La evaluación participativa en reuniones de campo se llevó a cabo entre el 15/1 y 20/2 en cada año y sitio experimental. Cada reunión contó con la presencia de entre 50 y 80 asistentes incluyendo asesores técnicos, productores, investigadores del proyecto CREA y expertos de universidades y la industria. Los mismos evaluaron subjetivamente los tratamientos aplicados para el manejo del problema de enmalezamiento de yuyo colorado e interpretaron sus efectos interactuando a viva voz en el campo. En cada reunión se tomó nota de los puntos salientes del intercambio como modo de rescatar el proceso colectivo de aprendizaje en el campo. Estas notas sirvieron tanto para re-diseñar, si fuese necesario, las estrategias que habían sido propuestas por los técnicos duran-



**Cuadro 4.** Valores promedio de presencia relativa (P; ecn.1) de grupos de herbicidas incluidos en los ensayos en cada región CREA en dos años. Los grupos herbicidas corresponden a: G: inhibidores de EPSPS; O: reguladores de crecimiento; K: inhibidores de la síntesis de ácidos grasos de cadena larga; C: inhibidores del fotosistema II; E: inhibidores de la síntesis de clorofila; B: inhibidores de ALS; y F: inhibidores de la síntesis de carotenoides (HRAC, 2020).

Región	Presencia relativa de grupos herbicidas						
	B	C	E	F	G	K	O
Ce	21,3	15,1	39,7	0,0	0,0	21,0	2,9
Ls	18,0	9,0	36,5	1,0	16,5	19,5	0,0
SSFe	17,0	4,0	34,0	4,0	19,0	19,0	2,0
Cn	13,0	4,0	39,0	0,0	16,5	27,5	0,0
Oa	4,5	3,0	27,5	0,0	29,0	7,0	29,0
Promedio	14,8	7,0	35,3	1,0	16,2	18,8	6,8
Significancia (p)	0,074	0,098	0,726	0,043	0,588	0,364	0,001
DMS (p<0.05)	12,3	12,4	29,1	2,2	50,2	26,5	6,3

**Cuadro 5.** Valores medios de Índice de Dominancia (ID) de los grupos de herbicidas en cada región y año. Valores de probabilidad (p) y diferencia mínima significativa (DMS; p<0.05) entre años en el promedio de las regiones.

Región	Índice de dominancia	
	2017	2018
Ce	0,24	0,34
Ls	0,26	0,29
SSFe	0,22	
Cn	0,27	0,35
Oa	0,25	0,26
Promedio	0,25	0,31
Significancia (p)	0,023	
DMS (p<0.05)	0,05	

te el primer año, como para consolidar los resultados al cabo de dos años de la experiencia.

#### Análisis de los datos

La estructura de las estrategias entre zonas fue evaluada a través de varios índices, usados frecuentemente para clasificar la importancia y estructura de la componentes en comunidades vegetales (Whittaker, 1975). A saber:

(i) El índice de importancia de los grupos de herbicidas fue determinado como:

$$P_i = \frac{N^\circ \text{ casos con el grupo } i}{N^\circ \text{ total de casos}}$$

[ecn. 1]

**Cuadro 6.** Índices de similitud (IS; ecn. 3) de ingredientes activos usados en los ensayos de 2018 en distintas regiones CREA, que formaban parte de la estrategia principal de pre-siembra de soja para el control de yuyo colorado.

	Ls	Oa	Cn	Ce
Ls	1			
Oa	0,80	1		
Cn	0,88	0,88	1	
Ce	0,63	0,63	0,71	1

Donde  $P_i$  es la importancia relativa de cada grupo de herbicidas en cada región y año.

(ii) El índice de dominancia de grupos de herbicidas en cada región fue determinado como:

$$ID = \sum (N^\circ \text{ casos } z / N^\circ \text{ total de casos})^2$$

[ecn. 2]

Donde **ID** es el índice de dominancia dentro de los grupos de herbicidas (z= grupo 1 a i de una región).

(iii) El índice de similitud de estrategias herbicidas propuestas por los técnicos entre regiones CREA fue determinado sólo durante el segundo año de ensayos (2018) como:

$$Sla-b = 2 \times NCai / (Nai_a + Nai_b)$$

[ecn. 3]

Donde **Sla-b** es el índice de similitud entre las regiones CREA a y b;  $NCai$  es el número de ingredientes activos evaluados en común en las regiones a y b, y  $Nai_a$  y  $Nai_b$  es el número total de ingredientes activos usados en las regiones CREA a y b, respectivamente.

La frecuencia de yuyo colorado en cada momento de evaluación y los tres índices anteriormente descritos se sometieron a análisis de varianza (ANVA). Las diferencias mínimas significativas (DMS) se usaron para comparar los valores promedio.

Las notas tomadas durante las reuniones de campo se organizaron para resumir los principales aspectos discutidos alrededor de las estrategias de control de yuyo colorado. En este caso, las observaciones se centraron en identificar los factores que conducirían a la elección de una estrategia de control entre las varias estrategias evaluadas en los ensayos y los factores que debieran ser considerados en la confección de un plan exitoso de control de la maleza. Los resultados cuantitativos y cualitativos fueron integrados para discutir el proceso de aprendizaje vivencial (“experiential-learning”).

**Cuadro 7.** Frecuencia de yuyo colorado (%) en tres momentos de evaluación (13, 31 y 56 días después de la aplicación de distintos tratamientos de pre-siembra de soja), promedio de varios sitios y dos años en los que se aplicó esa estrategia. Los tratamientos son combinaciones de ingredientes activos aplicados conjuntamente en mezcla y pertenecientes a varios grupos herbicidas según HRAC (2020). Para referencia de los ingredientes activos considerados en cada grupo, ver el Cuadro 3.

Grupo de herbicidas	Días luego del tratamiento (DDT)			N° repeticiones
	13	31	56	
Testigo sin herbicida	35,2	52,6	77,5	14
E+C1m	30,1	20,4	47,6	20
E+B	33,8	21,1	39,2	6
E+O	40,8	36,6	35,7	5
E+K3+O	31,3	28,0	38,7	22
E+K3	24,2	15,7	24,7	7
E+B+O	44,0	23,0	21,6	27
O	4,5	3,0	27,5	0,0
Significancia (p)	0,56	<0,0001	<0,0001	
DMS (p<0,05)	26,4	17,7	19,2	

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Diferencias y similitudes en las estrategias de control de pre-siembra entre regiones

Cuatro grupos de herbicidas (E, K, G y B) sobre un total de siete, participaron en promedio el 85,1 % de las estrategias herbicidas evaluadas para el control de yuyo colorado (Cuadro 4). Estrategias con herbicidas del grupo E fueron las de mayor presencia en todas las regiones. La composición de grupos de herbicidas en las estrategias de pre-siembra difirieron entre regiones; hubo diferencias significativas (p<0,10) entre regiones en la presencia de herbicidas de los grupos B y C. En la región Ce, estos dos grupos de herbicidas alcanzaron el 21,3 y 15,1 % de presencia mientras que en la región Oa sólo alcanzaron el 4,5 y 3 % de participación, respectivamente (Cuadro 4). Diferencias significativas (p<0,05) entre regiones se observaron también en los grupos F y O formando parte de estrategias de baja presencia (Cuadro 4). No resultó llamativo que herbicidas inhibidores de la PPO (Grupo E) fueran mayoritariamente incorporados como herramientas para el control de yuyo colorado, posiblemente



debido a que varios trabajos previos reportaron una alta eficacia de herbicidas del grupo E para el control de yuyo colorado (Cortés, 2015; Girón *et al.*, 2016; Burzaco, 2016). Sin embargo, se pusieron de manifiesto diferencias entre regiones en cuanto a la elección de los grupos B, C y O que generalmente acompañaron el armado de la estrategia principal con herbicidas del grupo E. Esto sugeriría la importancia de diferencias de enmalezamiento locales y la tendencia por parte de los asesores y técnicos de diversificar los mecanismos de acción o de ampliar el rango de control de malezas más allá de la especie objetivo. Los herbicidas del grupo F fueron muy poco utilizados, ya sea solos o en combinación con otros herbicidas, en el control de yuyo colorado (Cuadro 4).

El índice de dominancia de los grupos de herbicidas de pre-siembra difirió significativamente ( $p < 0,05$ ) entre años en el promedio de todas las regiones, sugiriendo una concentración del manejo de la maleza alrededor de menor número de herbicidas, durante el segundo año (Cuadro 5). Esta menor cantidad de grupos de herbicidas utilizados durante el segundo año, seguramente estuvo apoyada en las evidencias empíricas y aprendizajes experimentados durante el primer año de ensayos. Por otra parte, en el promedio de los años, los

índices de dominancia no fueron significativamente diferentes entre regiones ( $p > 0,10$ ) lo que se debería a la mayor presencia del grupo de herbicidas E dentro de las estrategias de control de yuyo colorado en todas las regiones (Cuadro 4 y 5).

Sin embargo, en 2018 se observaron grandes diferencias en el número de ingredientes activos usado en las estrategias de control de pre-siembra de yuyo colorado, particularmente entre las regiones Ls y Ce. La región Ce fue en la que menor número de herbicidas se evaluaron durante 2018 y la que mayor concentración de estrategias experimentó (Cuadro 5). Las mayores similitudes se observaron entre las estrategias diseñadas en las regiones Cn y Ls y Oa, donde los índices de similitud alcanzaron valores entre 0,80 y 0,88 (Cuadro 6).

Las determinaciones de frecuencia de la maleza realizadas periódicamente luego de la aplicación de las estrategias principales de control sugeridas fueron usadas para evaluar la efectividad del control y su residualidad. La infestación de la maleza en las parcelas testigo aumentó a lo largo del período de evaluación (Cuadro 7). A los 13 DDT no se observaron diferencias significativas ( $p > 0,10$ ) entre tratamientos; Sin embargo, a los 31 DDT, con excepción de la combinación de herbicidas de grupo

E y O en las restantes combinaciones herbicidas evaluadas, la frecuencia de yuyo colorado fue menor en las parcelas tratadas que en el testigo ( $p < 0,001$ ; Cuadro 7). Asimismo, en ese momento se observó diferencia entre tratamientos; La combinación del grupo E (inhibidores de la PPO) con un herbicida residual (K3) ofreció mejor control a los 31 DDT que el grupo E combinado con un herbicida hormonal (O; Cuadro 8). A los 56 DDT, todas las estrategias mantuvieron menores niveles de infestación de yuyo colorado que los testigos sin herbicida ( $p < 0,001$ ). Sin embargo, también se observaron diferencias significativas entre algunas estrategias herbicidas. Las combinaciones más efectivas a los 56 DDT fueron las de grupos E y K3 (inhibidores de la PPO en mezcla con inhibidores de la síntesis de ácidos grasos de cadena larga) y E con B+O (inhibidores de la PPO en mezclas con inhibidores de la ALS y herbicidas de acción hormonal). Los mayores niveles de infestación se observaron sobre la combinación de herbicidas del grupo E y C1m (inhibidores de la PPO en mezclas con inhibidores del fotosistema II) sugiriendo una menor residualidad o duración del control alcanzado por esta última estrategia (Cuadro 7).

El manejo del lote durante el período invernal (con o sin cultivo de cobertura o cosecha) previo a la aplicación de un tratamiento afectaría la efectividad y residualidad de algunos tratamientos. De hecho, en los ensayos la efectividad de control de un mismo tratamiento difirió ( $p < 0,05$ ) según la presencia o no de cultivo invernal durante el período previo a la siembra del cultivo de soja (Cuadro 8). En general, las parcelas con aplicaciones de tratamientos de pre-siembra luego de un cultivo de cobertura mostraron mayores niveles de infestación que los mismos tratamientos sobre un barbecho químico sin cultivo invernal (Cuadro 8). Es reconocido que la cobertura de los cultivos puede regular la germinación y establecimiento de las malezas (Kruk, 2015). Sin embargo, el mayor volumen

de rastrojo y las condiciones que este genera, una vez eliminada la cobertura, podrían alterar la llegada del herbicida a la solución del suelo, particularmente en condiciones de pocas lluvias o en dosis reducidas. Las estrategias sobre situaciones con cultivo de cobertura, basadas en herbicidas inhibidores de la PPO (grupo E), mantuvieron niveles medios de infestación de la maleza de 50,2 % en tanto que la maleza sobre situaciones con barbecho químico con los mismos herbicidas alcanzó una frecuencia media de 28,1 % a los 56 días de la siembra. Entre las estrategias de uso de herbicidas evaluadas, la combinación de grupos de herbicidas E y K3 logró la mayor efectividad a los 56 días de la aplicación sobre un barbecho sin cultivo invernal (Cuadro 8). Los resultados muestran, por otra parte, que las situaciones con cultivo de cobertura tuvieron altos niveles de infestación temprana (13 días luego de la aplicación) las que no aumentaron marcadamente en las lecturas posteriores. De hecho, una estimación de la eficacia de control poblacional de la maleza utilizando la diferencia de frecuencia entre los 13 y 56 días mostró que el efecto de los mismos tratamientos sobre distintos sistemas no difería significativamente ( $p > 0,05$ ; Figura 2). Sin embargo, este mismo análisis sugiere, diferencias entre tratamientos ( $p < 0,05$ ). El tratamiento con la combinación de herbicidas del grupo E y B+O, que incluyó la aplicación en pre-siembra de un herbicida hormonal fue el único efectivo en reducir significativamente los niveles iniciales de infestación de la maleza (Figura 2).

#### **Desarrollo de reuniones participativas con productores y profesionales a campo**

Como la maleza es de difícil control una vez que se ha establecido tempranamente en el cultivo de soja, la atención se centró en la eficacia de los tratamientos herbicidas de pre-siembra. No resultó llamativo que, a pesar de la importancia que tienen aspectos de la biología



**Cuadro 8.** Frecuencia de yuyo colorado (%) en tres momentos luego de la aplicación de tratamientos en pre-siembra de soja en dos condiciones de manejo invernal (con cultivo de cobertura o barbecho sin cultivo invernal), promedio de diferentes sitios y años sobre los que los tratamientos. Los tratamientos son combinaciones de ingredientes activos aplicados en mezcla y pertenecientes a varios grupos herbicidas según HRAC (2020). Referencias de los ingredientes activos considerados en Cuadro 3.

Sistema	Tratamiento	Días luego del tratamiento (DDT)			N° repeticiones
		13	31	56	
Con cultivo de cobertura	CONTROL	25,0	46,2	79,3	6
	E+K3	51,0	36,6	46,0	7
	E+C1	35,8	28,3	53,5	4
	E+B	40,3	28,5	51,1	11
Barbecho sin cultivo invernal	CONTROL	42,9	57,5	76,1	8
	E+O	40,8	36,6	35,7	20
	E+K3	6,9	8,4	17,3	20
	E+K3+O	31,3	28,0	38,7	6
	E+C1	22,7	10,0	39,7	3
	E+B	15,8	13,8	27,3	11
	E+B+O	44,0	23,0	21,6	5
DMS (p<0,05)		26,6	20,0	21,6	

de la maleza y su dinámica poblacional en el control de la maleza, una gran parte de la atención fuera puesta en la estrategia de control con herbicidas y en los factores ambientales que podrían afectar su comportamiento, tal como fue registrado por los observadores del Proyecto Malezas CREA (Cuadro 9). La urgente identificación de herramientas simples (tal el caso de la mezcla de herbicidas) para el control de yuyo colorado apareció como un aspecto central de los participantes en las reuniones. Asimismo, en varias de las regiones incluidas en el estudio se prestó atención a la importancia de la habilidad competitiva del cultivo como parte del éxito de la estrategia de control y a la condición previa de enmalezamiento del lote al momento del tratamiento para el control de yuyo colorado (Cuadro 9). Los mencionados, son aspectos de relevancia creciente a considerar en el manejo de malezas problemáticas. En las regiones Ce, SSFe, Ls y Oa, fue señalada recurrentemente la importancia de los factores que permiten cultivos competitivos como una parte integral del control. En las regiones Cn, SSFe, Ls y Oa, por su parte, también se dio mucha importan-

cia al momento y magnitud de la ocurrencia de lluvias como condicionante de los resultados observados, poniendo de relieve en algunos casos (Cn y Ls) el valor de los pronósticos del tiempo (tecnologías de conocimiento) para la construcción de estrategias de manejo integradas (Cuadro 9). En relación con este último aspecto, la importancia del éxito de la estrategia de pre-siembra de soja se puso de relieve en las reiteradas menciones sobre el potencial daño por fitotoxicidad al cultivo con la aplicación de herbicidas post-emergentes.

#### Integrando distintas aproximaciones

Los atributos poblacionales de la maleza que contribuyen a la expansión creciente del área de soja infestada y la aparición de biotipos resistentes a herbicidas han sido reconocidos como parte de un problema complejo (Papa & García, 2020). No ha sido el objetivo de este trabajo evaluar si una alternativa de control herbicida es mejor o peor que otra, sino el de analizar las particularidades de un proceso de aprendizaje y experiencia desarrollado con distintos actores en diferentes regiones frente a un nuevo y complejo problema.

**Cuadro 9.** Objetivos parciales y resumen de los principales aprendizajes alcanzados por los actores en las reuniones participativas a campo en cada región durante 2017 y 2018.

Región	Objetivos y aprendizajes
Ce	<p><b>Objetivos:</b> (i) Evaluar estrategias de control de yuyo colorado y (ii) generar una instancia de aprendizaje con transferencia de conocimientos.</p> <p><b>Aprendizajes en 2017:</b> (i) los cultivos de cobertura ayudan al manejo de la maleza. cuanto mayor es la biomasa acumulada por el cultivo de cobertura durante el invierno mayor es su efecto supresor de la maleza (ii) el cultivo de soja sembrado en surcos angostos es más competitivo; (iii) la combinación de herbicidas de grupo E y B+O fue la más efectiva seguida por las combinaciones del grupo E y B+K3 y, E y K3 solamente.</p> <p><b>Aprendizajes en 2018:</b> (i) las infestaciones de la maleza en primavera fueron bajas cuando se usaron cultivos de cobertura; (ii) los cultivos de cobertura contribuyeron a aumentar la eficacia de los tratamientos; (iii) las combinaciones de herbicidas E y B y E y K3 fueron las más eficaces para reducir las infestaciones de la maleza.</p>
Cn	<p><b>Objetivo:</b> Evaluar la eficacia y residualidad de varias mezclas de herbicidas de pre-siembra en el control de yuyo colorado.</p> <p><b>Aprendizajes en 2017:</b> (i) el efecto herbicida depende de las condiciones ambientales, por ejemplo, lluvias escasas luego de la aplicación de algunos herbicidas pueden influenciar en su resultado; (ii) La probabilidad de ocurrencia de lluvias luego del tratamiento tiene que ser considerada al planificar la aplicación de los herbicidas de pre-siembra/pre-emergencia; (iii) al momento de la siembra no debería haber malezas emergidas previamente; (iv) la aplicación de herbicidas en post-emergencia del cultivo aumenta el riesgo de daño al cultivo por fitotoxicidad.</p> <p><b>Aprendizajes en 2018:</b> (i) todos los tratamientos herbicidas fueron efectivos a los 30 días luego de la aplicación; (ii) la combinación de ingredientes de los grupos E y K3 fue la preferida por los productores y agrónomos; (iii) la interacción con distintos actores produjo discusiones muy útiles.</p>
SSFe	<p><b>Objetivo:</b> Evaluar la eficacia de varias alternativas herbicidas en pre-siembra/pre-emergencia del cultivo de soja, para el control de yuyo colorado.</p> <p><b>Aprendizajes en 2017:</b> (i) buenas condiciones ambientales permitieron el desarrollo de cultivos competitivos y buen control de malezas; (ii) condiciones de buenas lluvias ayudaron a incorporar adecuadamente los herbicidas de pre-siembra/pre-emergencia aplicados al suelo y esto redundó en un buen control de yuyo colorado; (iii) no hubo diferencias apreciables entre combinaciones herbicidas que incorporaban el grupo E con niveles medios de infestación de la maleza; (iv) no debería haber malezas emergidas antes de la aplicación de los herbicidas de pre-siembra/pre-emergencia de soja; (v) los herbicidas post-emergentes del cultivo tienden a producir síntomas de fitotoxicidad y daño al cultivo, si bien resultaron eficaces para controlar la maleza.</p>
Ls	<p><b>Objetivo:</b> Evaluar la eficacia de varias mezclas de herbicidas de pre-siembra/pre-emergencia en el control de yuyo colorado en distintos sistemas de cultivo.</p> <p><b>Aprendizajes en 2017:</b> (i) las escasas lluvias reducen la habilidad competitiva del cultivo de soja; (ii) en condiciones de escasas lluvias todas las combinaciones herbicida se comportan de manera similar; (iii) entre todas las combinaciones, con escasas lluvias, el control más pobre de la maleza se obtuvo con ingredientes activos en combinación de los grupos C1m y K3m; (iv) la aplicación en post-emergencia de soja de herbicidas de rescate para el control de la maleza tendió a producir síntomas de fitotoxicidad y daño al cultivo aunque fueron efectivos para el control de yuyo colorado.</p> <p><b>Aprendizajes en 2018:</b> (i) cuando la cobertura de rastrojo es elevada, las aplicaciones para el control de malezas previo al tratamiento de pre-siembra/pre-emergencia tendieron a fallar; (ii) las combinaciones herbicidas de grupos E y B, E y C1+K3, y E y K3 fueron las más efectivas; (iii) no deberían aplicarse los herbicidas de pre-siembra/pre-emergencia con malezas vivas emergidas en el lote; (iii) las malezas problema necesitan una aproximación de control integrado para reducir los niveles poblacionales y minimizar la competencia de la maleza y las pérdidas económicas del cultivo; (iv) se debe prestar atención a la calidad y condiciones de aplicación; (v) los pronósticos climáticos podrían utilizarse para mejorar el comportamiento de los herbicidas; (vi) el monitoreo de malezas es una parte importante de una estrategia integrada y exitosa y, (vii) tecnologías de manejo y herbicidas de bajo riesgo deberían ser preferentemente elegidas</p>
Oa	<p><b>Objetivo:</b> (i) Promover un espacio de interacción y aprendizaje sobre el manejo de yuyo colorado y, (ii) evaluar la eficacia y persistencia de varias combinaciones herbicida en el control de la maleza.</p> <p><b>Aprendizajes en 2017:</b> (i) la aplicación en el momento adecuado de los herbicidas residuales de pre-siembra/pre-emergencia es crucial para el control efectivo de la maleza; (ii) la ocurrencia de lluvias previas a la aplicación herbicida promueven la emergencia de la maleza y un período posterior sin lluvias impide la incorporación de los herbicidas al suelo y reduce la eficacia del control; (iii) en condiciones de escasas lluvias la habilidad competitiva del cultivo se reduce; (iv) los herbicidas post-emergentes de soja sólo resultaron efectivos para controlar malezas pequeñas (menores a 5 cm de altura).</p> <p><b>Aprendizajes en 2018:</b> (i) la eficacia de los herbicidas de pre-siembra/pre-emergencia es fuertemente dependiente de las lluvias y deberían ser aplicados cerca de la siembra, cuando estas son más probables; (ii) al momento de la aplicación de los herbicidas de pre-siembra/pre-emergencia el nivel de enmalezamiento debería ser bajo y (iii) la combinación de grupos E y G+Oy E y K3 produjeron los mejores controles.</p>



Si bien el problema era semejante resultó claro del análisis que las estrategias puestas en marcha para solucionarlo en las distintas regiones no fueron las mismas. El grupo E de herbicidas estuvo similar y mayoritariamente representado en las estrategias identificadas para el control de yuyo colorado (Cuadro 4). Sin embargo, diferencias significativas ( $p < 0,10$ ) se observaron entre regiones en la participación de varios de los restantes grupos. De hecho, la proporción de estrategias con mezclas de herbicidas de los grupos B, O, C y F variaron entre regiones (Cuadro 4). Entre las regiones se propuso la evaluación de distintas alternativas, posiblemente debido a las distintas condiciones iniciales o percepciones de las características locales y a la experiencia o información previa sobre el problema de enmalezamiento (Cuadro 9).

Es reconocido que la dinámica de emergencia de la maleza puede variar entre regiones y sistemas debido a la influencia que tienen los factores ambientales sobre el control de la dinámica de la maleza (Faccini & Vitta, 2007). Asimismo, es reconocido que los lotes desarrollan distintas estructuras de comunidades de malezas y niveles de enmalezamiento según sus secuencias de cultivo usuales (Andrade *et al.*, 2017; Satorre *et al.*, 2020). Esto habría llevado a los técnicos regionales al diseño de estrategias de yuyo colorado ampliando el espectro de acción de los herbicidas más allá de la necesidad de control planteada por la maleza objetivo. Esta visión amplia de los técnicos en relación a la problemática de enmalezamiento introduce un factor que agrega variabilidad al manejo de yuyo colorado y que sería valioso conservar y alentar, frente a la posibilidad del diseño de enfoques excesivamente simplificados.

Las mayores diferencias entre regiones fueron encontradas entre Ce (Centro y Sur de la provincia de Córdoba, Figura 1) y las restantes regiones, pero particularmente con Ls y Oa (Cuadro 6). No

es sorprendente que las alternativas evaluadas en región Ce y Ls fueran distintas, ya que pertenecen a regiones agro-ecológicas diferentes con sistemas productivos y dinámica de problemas de malezas distintos. Sin embargo, a pesar de las diferencias regionales, en todas ellas el proceso de aprendizaje con experiencia habría resultado efectivo, llevando a reducir el número de alternativas (proceso selectivo) en el segundo año de evaluación (Cuadro 2) y a aumentar la dominancia de algunas alternativas (Cuadro 5) consideradas más exitosas. Este, si bien es un efecto esperado de retro-alimentación positiva en el proceso de aprendizaje con experiencia (Kolb & Fry, 1975) abre una luz de alarma frente a la naturaleza del problema de enmalezamiento. La concentración tecnológica podría derivar en nuevos y más complejos problemas.

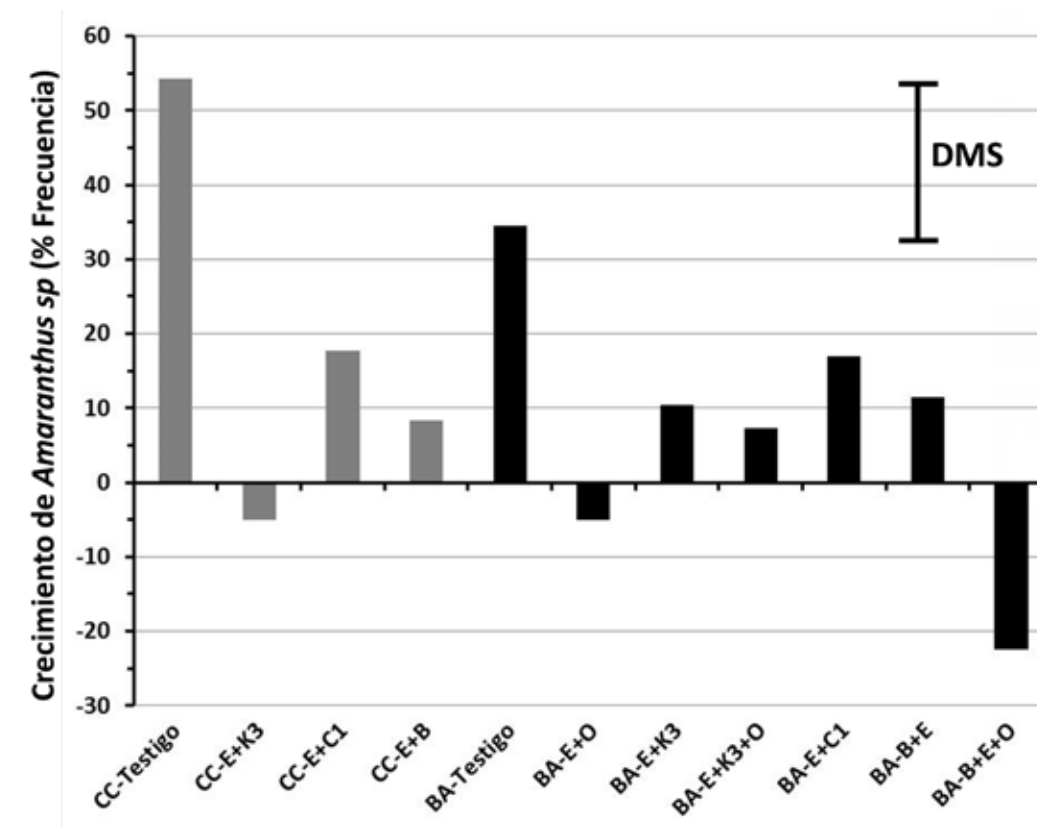
Los profesionales involucrados en el diseño de las estrategias ampliaron las alternativas a evaluar durante el primer año y luego habrían seleccionado aquellas que encontraron más prometedoras o que merecían una segunda chance de evaluación. De hecho, las observaciones de frecuencia de infestación proveyeron determinaciones objetivas que pusieron en evidencia el éxito poblacional de todas las alternativas frente a la inacción (testigo sin control) y diferencias leves pero significativas entre las estrategias

**La importancia de estos aspectos es destacado como parte de un manejo integrado de malezas y fue reconocido por los distintos actores en las reuniones a campo. Asimismo, varios aprendizajes se orientaron a la incorporación de tecnologías de procesos**

de control de yuyo colorado en el conjunto de las regiones (Cuadros 7 y 8; Figura 2).

La interacción entre los diferentes actores a campo resultó destacada como un producto en sí mismo del proceso de aprendizaje en varias zonas (Ej. Cn y Ls; Cuadro 9) y reconocido en todas ellas. Esta etapa del estudio permitió incorporar otras dimensiones al aprendizaje vivencial. Resaltaron aspectos asociados al manejo de los cultivos tales como la influencia positiva de los factores ambientales y de manejo en el aumento de la habilidad competitiva del cultivo de soja (señalado en las reuniones de las zonas Ce, SSFe, Ls y Oa) o

la presencia de los cultivos de cobertura (señalado en las reuniones de Ce y Ls). La importancia de estos aspectos es destacado como parte de un manejo integrado de malezas y fue reconocido por los distintos actores en las reuniones a campo. Asimismo, varios aprendizajes se orientaron a la incorporación de tecnologías de procesos. Así, la interacción entre el efecto herbicida buscado y la condición de aplicación (momento, presencia de malezas y monitoreo, nivel de infestación, ocurrencia de lluvias previas a la aplicación y posibilidad de predecir las lluvias posteriores) aparecen incorporando el valor de las tecnologías de proceso al éxito del control de la maleza (Cuadro 9). Si bien casi todas las



**Figura 2.** Nivel de infestación de yuyo colorado (diferencia del valor de Frecuencia (%) del día 56 y 13) bajo distintos tratamientos herbicidas en escenarios con cultivo de cobertura (barras grises) y con barbecho químico (barras negras). La barra vertical representa la diferencia mínima significativa (DMS;  $p < 0,05$ ) entre los valores medios de crecimiento de la maleza. Los tratamientos son combinaciones de sistemas (CC: con cultivo de cobertura; BA: con barbecho químico) e ingredientes activos aplicados en mezcla y pertenecientes a varios grupos herbicidas según HRAC (2020). Para referencia de los ingredientes activos considerados en cada grupo, ver el Cuadro 3.



regiones buscaron identificar estrategias herbicidas más efectivas para el control de yuyo colorado surge del proceso analizado la conciencia de estar enfrentando un problema complejo y la necesidad de integrar múltiples aspectos para el logro de resultados satisfactorios de control. Así, el ejercicio participativo en condiciones de campo amplió con nuevos elementos el análisis y búsqueda de soluciones al problema de enmalezamiento, construidas desde el inicio con la interacción entre los mismos actores que toman las decisiones. Esto debería conducir, sin dudas, a la aceptación de estrategias más complejas y a un acce-

so más rápido a soluciones efectivas y eficientes, apoyadas en pautas de manejo integrado de malezas y procesos basados en experiencia y transferencia de conocimiento al sector productivo.

#### AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a los productores y asesores CREA por su participación durante el diseño y ejecución de los ensayos y, a los productores y profesionales CREA, técnicos de Empresas, INTA y Universidades por su apoyo y participación a lo largo del proyecto y en las reuniones de campo. «

#### Bibliografía

ANDRADE JF, SATORRE EH, ERMACORA M POGGIO SL (2017) Weed communities respond to changes in the diversity of crop sequence composition and double cropping. *Weed Research* 57, 148-158.

BOJANICH E (2005) Conclusiones del Taller ASAGIR sobre malezas y nutrición del cultivo. En: *Actas del 3er Congreso Argentino de Girasol*, p. 82-105.

BURZACO L (2016) Claves para el manejo de *Amaranthus* resistente a glifosato. *Cultivar decisiones* 138, 4 p.

CARRICART PE (2012) Cooperativas rurales y territorios en la región pampeana Argentina: Transformaciones sociales, económicas y organizacionales. Editorial La Colmena, Argentina, 417 p.

CORTÉS E (2015) Alternativas de control de *Amaranthus hybridus* L. Kunth "yuyo colorado". Hoja de Información técnica. INTA UEE San Francisco 46, p. 5.

FACCINI DE & NISENSOHN LA (1994) Dinámica de la población de yuyo colorado (*Amaranthus quitensis* H.B.K.) influencia de los tratamientos químicos y mecánicos en un cultivo de soja. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira* 29 (7), 1041-1050.

FACCINI DE & VITTA J (2007) Efecto de la profundidad de siembra, cobertura de rastrojo y ambiente térmico sobre la germinación y emergencia de *Amaranthus quitensis* K. *Agriscientia* XXIV (1), 19-27.

FEHR WR & CAVINESS CE (1977) Stages of soybean development. *Special Report* 80. Iowa State University, Ames, Iowa.

GHERSA CM, MARTÍNEZ GHERSA MA, LEÓN RJC (1998) Cambios en el paisaje pampeano. Su efecto sobre los sistemas de soporte de vida. En: *Hacia una agricultura más productiva y sostenible en la pampa argentina. Una visión general prospectiva interdisciplinaria* (Ed. SOLBRIG O). Editorial CPIA, Argentina.

GIRÓN P, MIRANDA W, MACCHIARELLA A, BARRACO, M (2016) Interacción de cultivos de cobertura y herbicidas para el control de *Amaranthus hybridus* en soja. *Jornada de Extensión INTA*.

HRAC (2020) HRAC Mode of action classification 2020. *Herbicide Resistance Action Committee*. <https://hracglobal.com/tools/hrac-mode-of-action-classification-2020-map>

KOLB DA & FRYR E (1975) Toward an applied theory of experiential learning. En: *Theories of Group Process* (Ed. COOPER C), John Wiley London, UK. 78p.

KRUK BC (2015) Disminución de la emergencia de malezas en diferentes escenarios agrícolas bajo siembra directa. *Revista Agronomía & Ambiente* 35(2), 179-190.

MANLEY BS, WILSON HP, HINES TE (1995) An altered acetolactate synthase is the basis for imidazolinone resistance in smooth pigweed (*Amaranthus hybridus* L.). *Abstracts Weed Science Society of America* 35, 191.

MINISTERIO DE AGRICULTURA GANADERÍA Y PESCA, Presidencia de la Nación (2020) <http://datosestimaciones.magyp.gob.ar/>

MONTOYA JC, GARAY JA, CERVELLINI JM (2015) *Amarantáceas en la región central Argentina: La Pampa y San Luis*. Boletín de divulgación Técnica N°113. Ed. INTA, colección

divulgación.

PAPA JC & TUESCA D (2014) Los problemas actuales de malezas en la región sojera núcleo argentina: origen y alternativas de manejo. INTA, EEA Oliveros, Serie: Para mejorar la producción N° 52: 151-165.

PAPA JC & GARCÍA AV (2020) Reflexionando sobre las malezas: ¿En qué estamos fallando que no podemos resolver los problemas y cada vez tenemos más? *Malezas* 3, 12-23.

PROYECTO MALEZAS -CREA (2020). Biblioteca digital. <http://malezascrea.org.ar/biblioteca-digital/>

REM, AAPRESID (2017) Alerta roja: *Amaranthus hybridus* ex *quitensis* (Yuyo colorado/Ataco). disponible en: <https://www.aapresid.org.ar/rem/alerta-roja-amaranthus-hybridus-ex-quitensis-yuyo-coloradoataco-2/>. Último acceso: 29 de octubre 2020

SAARI LL, COTTERMAN JC, THILL DC (1994). Resistance to acetolactate synthase inhibiting herbicides. En: (Powles & Holtum, eds). *Herbicide Resistance in Plants: Biology and Biochemistry*. Boca Raton, FL: Lewis Publishers, p. 83-140.

SATORRE EH (2001) Production Systems in the Argentine Pampas and their Ecological Impact. En: *Globalization and the Rural Environment* (Eds. SOLBRIG O ET AL.). Cambridge, MA: Harvard University Press, pg 81-102.

SATORRE EH (2005) Cambios Tecnológicos en la Agricultura Actual. *Ciencia Hoy* 15 (87), 24-31.

SATORRE EH (2009) Producción de Soja. (SATORRE EH compilador) AACREA, Argentina 135 p.

SATORRE EH (2012) Recent changes in Pampas agriculture: possible new avenues to cope global change challenges. En: *Crop stress management & climate change* (Eds. SLÁFER GA & ARAUS JL), CABI Climate Change Series N°2: 47-57; CABI publishing, 210 p.

SATORRE EH (2015) Los sistemas de producción agrícola y el problema de las malezas: oportunidades y limitaciones para su manejo integrado. *Actas del XXII Congreso Latinoamericano de Malezas (ALAM) y I Congreso Argentino de Malezas (ASACIM)*, 20-22. Buenos Aires, Argentina.

SATORRE EH, DE LA FUENTE EB, MAS MT, SUÁREZ SA, KRUK BC, GUGLIELMINI AC VERDÚ AMC (2020) Crop rotation effects on weed communities of soybean (*Glycine max* L. Merr.) agricultural fields of the Flat Inland Pampa. *Crop Protection* (<https://doi.org/10.1016/j.cropro.2019.105068>).

SENASA (2020) Casos confirmados de malezas resistentes. Disponible en: <https://www.argentina.gob.ar/senasa/programas-sanitarios/cadenavegetal/aromaticas/aromaticas-produccion-primaria/plagas/malezas-resistentes/casos-confirmados-de-malezas-resistentes-en-argentina>. Último acceso: 1 de octubre de 2020.

TUESCA D & NISENSOHN L (2001) Resistencia de *Amaranthus quitensis* a imazetapir y clorimurón-etil. *Pesquisa agropecuaria brasileira* 36, 601-606.

VITTA JI & SATORRE EH (1999) Validation of a weed-crop competition model. *Weed Research* 39, 259-269.

WHITTAKER RH (1975) *Communities and ecosystems*. Macmillan publishers, 2nd edition, California, USA.


# La historia se repite.

Calidad italiana que llegó para mejorar nuestros cultivos.



CALIDAD EUROPEA

[www.sipcam.com.ar](http://www.sipcam.com.ar)

Redes sociales:   



**SIPCAM**  
ARGENTINA

Cultivamos crecimiento