



## INFORME TÉCNICO - PROYECTO MALEZAS

---

Julio de 2020

Diseño y evaluación a campo de estrategias de manejo de biotipos resistentes a herbicidas de Yuyo colorado (*Amaranthus hybridus* L. y *Amaranthus palmerii*) en cultivos de soja (*Glycine max*) en Argentina.



PROYECTO  
MALEZAS

Participan del proyecto:





## RESUMEN

El género *Amaranthus* agrupa a un conjunto de especies estrechamente emparentadas y con biotipos resistentes a varios herbicidas, entre ellas el yuyo colorado (*Amaranthus hybridus* L. y *Amaranthus palmerii*) son las más difundidas, infestando y reduciendo el rendimiento en lotes de soja de Argentina. El objetivo de este trabajo fue evaluar el proceso de construcción de estrategias eficaces de manejo de la maleza 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 herbicidas en campos de productores en 5 regiones de Argentina durante 2 años. Las estrategias fueron propuestas independientemente por los asesores técnicos de cada región previamente al cultivo de soja y aplicadas bajo diferentes condiciones de manejo. Las combinaciones herbicidas se caracterizaron por el uso de diferentes grupos según la propuesta de la HRAC y se calcularon varios índices para describir su uso en cada región. Se midió la frecuencia de área infestada con la maleza en cada tratamiento a los 13, 31 y 56 días luego de la aplicación y se llevaron a cabo reuniones participativas con los diferentes actores para evaluar las experiencias y aprendizajes en cada ensayo. Las combinaciones herbicidas propuestas para el control de Yuyo colorado difirieron entre las regiones; Sin embargo, las que incluían herbicidas del grupo HRAC-E fueron los más frecuentes (35, 3%). Todas las alternativas herbicidas redujeron la frecuencia de la maleza con relación al testigo sin control. Sin embargo, hubo leves pero significativas 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.

## INTRODUCCIÓN

Desde el comienzo de su expansión en los años 70 el cultivo de soja (*Glycine max*) ha llegado a representar entre el 65-50 % del área sembrada y entre el 60-40 % de la producción total de granos en Argentina durante las últimas dos décadas (Satorre, 2005; Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca, 2020). En 1996 se detectaron sobre soja los primeros biotipos de Yuyo colorado (*Amaranthus hybridus ex quitensis*) resistentes a herbicidas del grupo de las imidazolinonas, asociado al amplio uso de imazetapir en soja (Tuesca y Nisenshon, 2001). Imazetapir es un herbicida residual que era usado principalmente en soja para el control de malezas anuales monocotiledóneas y algunas dicotiledóneas de semillas pequeñas. Poco después en 1997, se liberaron las variedades de soja resistentes a glifosato y en pocos años más el 95 % del área de soja fue sembrada con variedades transgénicas, lo que permitió una estrategia de manejo de malezas completamente diferente, basada en el uso post-emergente de glifosato (Satorre, 2001, 2012). Brevemente, esa estrategia dominante consistía en una aplicación herbicida 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; ver en Satorre, 2009). El Yuyo colorado y muchas otras especies malezas del cultivo fueron efectivamente controladas con esta estrategia hasta la primera década de este siglo, cuando comenzaría a mostrar signos de nuevos problemas de malezas (Papa y 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 aparición de malezas resistentes y nuevas especies dominantes en las comunidades de malezas.



El yuyo colorado 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 cuyas semillas pueden dispersarse y ser transportados a grandes distancias en los lotes de soja por la cosechadora y naturalmente por la acción de pájaros y las corrientes superficiales de agua (Faccini y Nisensohn, 1994; Vitta y 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 de yuyo colorado (REM-AAPRESID, 2017) en el sur de Córdoba. En pocos años la maleza infestó cultivos en 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) fue reportada en *A. palmerii*, *A. hybridus* y *A. retroflexus*; Tal como era esperado a partir de evidencias de investigaciones sobre la facilidad para el desarrollo de resistencia en estas malezas (Saari et. al., 1994; Manley et.al., 1995; Tuesca y 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 Argentina (comunicación personal SEA-data, AACREA, 2017). En la región pampeana el desarrollo y transferencia de tecnología suele resultar de la colaboración entre instituciones públicas, la industria privada y las organizaciones de productores (Ghersa et.al., 1998; Satorre, 2011; Carricart, 2012). Los problemas de control de Yuyo colorado fueron rápidamente difundidos y algunas acciones tendientes a frenar el avance de la infestación de la maleza y a atenuar sus efectos fueron puestas en marcha en forma independiente 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). AACREA (Asociación Argentina de Consorcios Regionales de Experimentación Agrícola) 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 CREA está organizada en regiones constituidas por varios grupos de entre 8 y 10 productores que cooperan mutuamente en el análisis y desarrollo de soluciones bajo la coordinación de un técnico, usualmente ingeniero agrónomo ([www.crea.org.ar](http://www.crea.org.ar)). 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 Argentina. Cinco de esas regiones se extienden en el centro del área dónde 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 grupos distintos 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.malezascreea.org.ar](http://www.malezascreea.org.ar)) para identificar en condiciones de campo estrategias eficaces de manejo de Yuyo colorado en cultivos de soja. Las estrategias eran propuestas por técnicos experimentados de cinco regiones CREA apoyados en su propia experiencia y el asesoramiento experto local, con la finalidad de lograr el control eficaz y residual de la maleza. Los objetivos particulares del trabajo fueron (i) analizar y evaluar el proceso de aprendizaje basado en experiencia (experience-learning process, Kolb y Fry, 1975) para identificar las similitudes o diferencias

puestas en marcha y los resultados obtenidos por parte de grupos de técnicos experimentados de distintas regiones CREA del área central productiva de Argentina al enfrentar el novedoso problema de controlar el avance de Yuyo colorado en soja y (ii) 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. Cinco regiones CREA fueron seleccionadas para explorar el caso 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) cada una de las cuales incluía 19, 14, 15, 15 y 18 grupos CREA, 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 instituciones públicas y la industria privada.

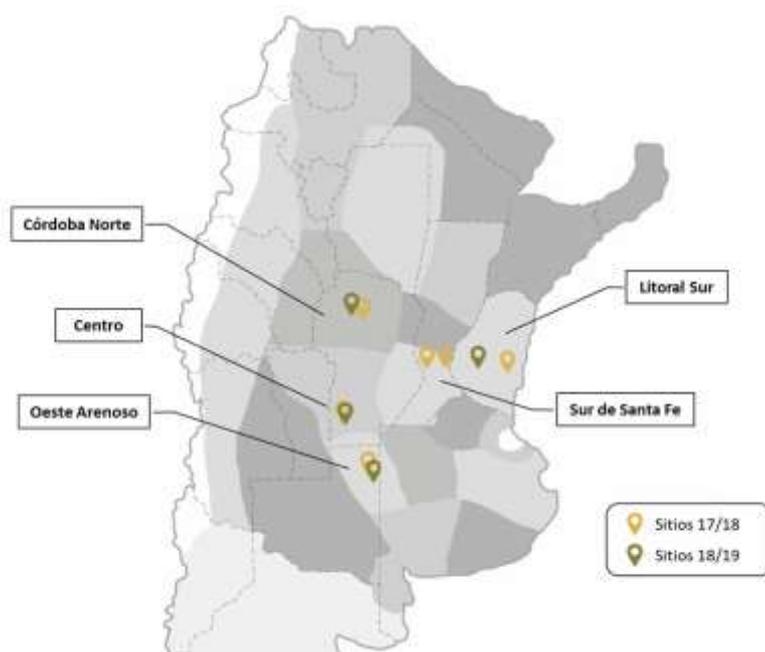


Figura 1- Regiones CREA y distribución de los sitios de ensayo que participaron del estudio.

### Sitios demostrativos y tratamientos

Durante 2017 y 2018 ensayos demostrativos, sin repeticiones, fueron establecidos en campos de productores en lotes destinados a siembra de soja (Figura 1). Los tratamientos probados en cada ensayo fueron elegidos independientemente por los técnicos CREA de cada región sobre la base de su propia experiencia previa y la información compartida con los investigadores y especialistas de las instituciones 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 la soja, (iii) la combinación de herbicidas elegido 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. En conjunto, esos elementos combinados definieron estrategias de manejo y control de la maleza buscando eficacia y residualidad según consta en los informes parciales del proyecto ([www.malezascreea.org.ar](http://www.malezascreea.org.ar)).

Durante 2017 se estableció un ensayo por cada una de las 5 regiones CREA, con la excepción de SSFe en la que se establecieron 2 ensayos. Durante 2018, en cambio, un ensayo se estableció en cada una de las zonas Ce, Cn, Ls y Oa. En todos los ensayos los tratamientos herbicidas fueron aplicados sobre grandes parcelas demostrativas de entre 400 – 700 m<sup>2</sup> distribuidas al azar en lotes comerciales manejados con la tecnología convencional de productor (Tabla 1; Figura 1).

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

El manejo herbicida 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 (punto (iii) arriba) conformaron un aspecto central del diseño y evaluación de la estrategia, ya que fueron identificados como los principales instrumentos para lograr un cultivo de soja sin la maleza. Un extenso número de alternativas herbicidas fue propuesto, en cada región, para ser aplicadas en el período previo a la siembra de soja. En algunos casos, herbicidas post-emergentes fueron incluidos como parte de las alternativas (ver (iv) arriba) ampliando el rango de manejos de la maleza evaluados. De este modo, las estrategias de control ensayadas quedaron definidas individualmente por las diferentes combinaciones de las alternativas en los puntos (i) – (iv) consideradas por los asesores. Un total de 70 y 41 estrategias de control fueron en total evaluadas en las regiones durante 2017 y 2018, respectivamente (Tabla 2).



**Tabla 1** - Región, nombre del 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
	SSFe	Timbo	40R16 STS <sup>(1)</sup>	12/11	28	42	Soja
	Oar	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 & 76	Maíz
2018	Oar	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

(1) Semillero Don Mario; (2) Semillero Macroseed

**Tabla 2** – Número de combinaciones de estrategias de control de malezas evaluadas desde la cosecha del cultivo de verano antecesor a soja en cada año de ensayo. el número de combinaciones de herbicidas evaluado en cada condición de sistema de invierno (con cultivo de cosecha, con cultivo de cobertura o barbecho) es presentado.

Año	Sistema de manejo del período invernal	N° de estrategias herbicidas <sup>(1)</sup>
2017	Sin cultivo de invierno	42
	Con cobertura	28
2018	Sin cultivo de invierno	20
	Con cobertura	6
	Con cultivo de trigo	15

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

Los tratamientos herbicidas previo a la siembra de soja usualmente incluyeron una combinación de ingredientes activos en la misma pulverización. Para su análisis los herbicidas de cada combinación fueron nombrados de acuerdo con el sitio del modo de acción siguiendo la recomendación de HRAC (Herbicide Resistance Action Committee, 2020); Con la

finalidad de reconocer individualmente los ingredientes activos, en este trabajo el grupo HRAC de cada ingrediente activo fue nombrado seguido de una letra. Veinte ingredientes activos pertenecientes a siete grupos HRAC fueron usados en los ensayos como el tratamiento principal de previo a la siembra de soja para el control de Yuyo colorado (Tabla 3).

Una vez que las parcelas demostrativas fueron establecidas 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) La 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 con el total de muestras en cada parcela. En promedio las observaciones se realizaron a los 13, 31 y 56 días después del tratamiento principal de pre-siembra.

**Tabla 3** - Grupo HRAC de los herbicidas utilizados en el tratamiento principal de presiembra para el control de Yuyo colorado definidos por los técnicos asesores. Las letras en minúsculas se refieren al ingrediente activo de cada grupo que fue utilizado. 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 (para detalles ver HRAC, 2020).

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

La evaluación participativa en reuniones de campo se llevó a cabo entre el 15/1 y 20/2 en cada sitio experimental y año. En cada reunión entre 50 y 80 asesores técnicos, productores, investigadores del proyecto CREA y expertos de universidades y la industria evaluaron subjetivamente los tratamientos aplicados e interpretaron sus efectos agregando información específica a la interacción de los actores. Se tomaron notas en cada reunión de los puntos salientes de este



ejercicio de aprendizaje interactivo a campo las que sirvieron tanto para diseñar las estrategias que se evaluarían en el segundo año como para consolidar resultados de dos años de la experiencia.

## Análisis

La estructura de las estrategias entre zonas fue evaluada a través de varios índices. A saber:

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

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

[ec. 1]

donde **Pi** es la importancia relativa de un grupo HRACi en cada región y año.

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

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

[ec. 2]

donde **ID** es el índice de dominancia dentro de los grupos (z= grupo 1 a n) HRAC de una región.

(iii) El índice de similitud de estrategias herbicidas propuestas por los técnicos entre regiones fue determinado durante 2018 como:

$$Sla-b = \frac{2 \times N_{Cai}}{N_{aia} + N_{aib}}$$

[ec. 3]

donde **Sla-b** es el índice de similitud entre las regiones a y b;  $N_{Cai}$  es el número de ingredientes activos evaluados en común en las regiones (a) y (b), y  $N_{aia}$  y  $N_{aib}$  es el número total de ingredientes activos usados en las regiones CREA (a) y (b), respectivamente.

Todos los índices fueron sometidos a análisis de varianza (ANVA). Además, los resultados de las observaciones de frecuencia de la maleza en cada momento fueron también analizados usando ANVA. En todos los casos, las diferencias mínimas significativas (DMS) fueron usadas para comparar los valores promedio

Las notas tomadas durante las reuniones de campo fueron organizadas 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 evaluadas en el ensayo 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 basado en experiencia (experience-learning).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

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

Cuatro grupos HRAC (E, K, G y B) participaron en promedio el 85,1 % de las estrategias herbicidas evaluadas para el control de Yuyo colorado (Tabla 4). Estrategias con herbicidas del grupo HRAC-E fueron las de mayor presencia en todas las zonas. La composición de las estrategias de pre-siembra difirieron entre zonas; hubo diferencias significativas entre zonas en la presencia de herbicidas del Grupo HRAC-B y C; En la región Ce estos grupos alcanzaron el 21,3 y 15,1 % de presencia mientras que en Oa sólo alcanzaron el 4,5 y 3 %, respectivamente (Tabla 4). Diferencias entre zonas se observaron también en los grupos HRAC-F y O formando parte de estrategias de baja presencia (Tabla 4). No resultó llamativo que herbicidas inhibidores de la PPO (Grupo HRAC-E) fueran mayoritariamente incorporados como herramientas para el control de Yuyo colorado, posiblemente debido a que la mayor parte de la evidencia previa de

extensionistas apoyaba la eficacia de herbicidas con ese mecanismo de acción (Cortés, 2015; Girón et al, 2016; Burzaco, 2016). Sin embargo, se pusieron de manifiesto diferencias entre zonas en cuanto a la elección de los grupos HRAC-B, C y O que generalmente acompañaron el armado de la estrategia principal. Los herbicidas hormonales se usaron mayoritariamente en Oa y los inhibidores de ALS en Ce y, en menor medida en Ls (Tabla 4). 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.

**Tabla 4** - Presencia relativa (P; ec.1) de grupos herbicidas HRAC incorporados a los ensayos en cada región CREA. Los valores son promedios de dos años. Se presenta también la significancia estadística (valores de Probabilidad en la distribución F-Snedecor) y la mínima diferencia significativa (DMS;  $p < 0.05$ ) entre regiones.

Región	Grupos herbicidas HRAC						
	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
<b>Mean</b>	<b>14.8</b>	<b>7.0</b>	<b>35.3</b>	<b>1.0</b>	<b>16.2</b>	<b>18.8</b>	<b>6.8</b>
valor de P	<b>0.074</b>	<b>0.098</b>	0.726	<b>0.043</b>	0.588	0.364	<b>0.001</b>
DMS ( $p < 0.05$ )	12.3	12.4	29.1	2.2	50.2	26.5	6.3

Los herbicidas del grupo HRAC-F (inhibidores de la síntesis de carotenoides) fueron muy poco utilizados solos o en combinación con otros herbicidas en el control de Yuyo colorado; sólo alcanzaron un 4 % de presencia en la región SSFe (Tabla 4).

**Tabla 5** – Índice de Dominancia (ID) de los grupos HRAC de herbicidas en cada región y año. Se presentan los valores medios de ID en cada año junto a la significancia estadística (valores de Probabilidad en la distribución F-Snedecor) y la mínima diferencia significativa (DMS;  $p < 0.05$ ) entre años en el promedio de las regiones.

REGIÓN	ÍNDICE DE DOMINANCIA	
	2017	2018
CE	0.24	0.34
CN	0.27	0.35
LS	0.26	0.29
OA	0.25	0.26
SSFE	0.22	
<b>Media</b>	<b>0.25</b>	<b>0.31</b>
Valor de P	0.023	
DMS ( $p < 0.05$ )	0.05	

Los índices de dominancia de grupos HRAC de herbicidas de pre-siembra no fueron significativamente distintos entre regiones en el promedio de los años ( $p > 0,10$ ); es decir, la estructura relativa de las estrategias fue semejante. Este resultado concuerda con la mayor presencia de la estrategia HRAC-E en todas las regiones (Tabla 4 y 5). Sin embargo, hubo diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre años en el promedio de las regiones, sugiriendo una concentración de estrategias durante el segundo año. Este resultado sugiere un proceso de aprendizaje apoyado en las evidencias empíricas del primer año de ensayos, lo que habría llevado a reducir el espectro de alternativas a evaluar durante el segundo año (Tabla 5). De hecho, durante 2018 en todas las regiones se redujo el número de ingredientes activos usado en las estrategias de control de pre-siembra de Yuyo colorado. El número de estrategias sugeridas pasó de 20 en 2017 a 13 en 2018 (Tabla 3 y 6). La región Ce fue la que más varió entre años mostrando en 2018 grandes diferencias con las regiones Ls y Oa. En las zonas Cn, Ls y Oa por el contrario se establecieron estrategias con leves diferencias en los ingredientes activos sugeridos para el control de la maleza (Tabla 7). Las mayores similitudes se observaron entre las estrategias diseñadas por los asesores y técnicos en las regiones Cn y Ls y Oa, donde los índices de similitud alcanzaron el valor de 0,88 (Tabla 7).

**Tabla 6** – Ingredientes activos identificados dentro de grupos HRAC (ver Tabla 3 por detalles) de las estrategias herbicidas de pre-siembra evaluadas en cuatro regiones CREA durante 2018.

Región			
Ls	Oa	Cn	Ce
Bi	Bi	Bi	Bi
Ef	Ef	Ef	Ef
Es	Es	Es	Es
C1,2m	C1,2m	C1,2m	C1,2m
K3p	K3p	K3p	K3p
Esa	Esa	Esa	
Efo	Efo	Efo	
K3m	K3m	K3m	
Bd			
K3a			
	G		
	O		
			Bl
F4cl			

**Tabla 7** - Índices de similitud (IS; ecu 3) de ingredientes activos usados en los ensayos de cuatro regiones CREA durante 2018. Los ingredientes activos formaban parte de la estrategia principal 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

### Efectividad y duración de los efectos de las estrategias de control de Yuyo colorado

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 eficacia del control y su residualidad. En todos los ensayos hubo parcelas testigo sin herbicida, las que fueron utilizadas para evaluar el éxito de cada tratamiento. El nivel medio de infestación de la maleza en las parcelas testigo creció continuamente a lo largo del período de evaluación. A los 56 días luego de la aplicación de los tratamientos la frecuencia de Yuyo colorado alcanzaba el 77% en las parcelas sin control (Tabla 8).

En las parcelas tratadas a partir de los 31 días la frecuencia de Yuyo colorado registraron menores valores de infestación que el testigo sin control ( $p < 0,001$ ) en casi todas las combinaciones herbicidas evaluadas. Asimismo, leves diferencias comenzaron a observarse entre tratamientos; La combinación de los grupos HRAC-E (inhibidores de la PPO) combinados con algún herbicida residual ofrecieron los mejores controles a los 31 días de la aplicación (Tabla 8). A los 56 días del tratamiento, 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 muy significativas entre las estrategias herbicidas. Entre ellas, las mejores combinaciones fueron las de grupos HRAC-E+K3 (inhibidores de la PPO en mezcla con inhibidores de la síntesis de ácidos grasos de cadena larga), HRAC-E+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 estrategias apoyadas en E+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 (Tabla 8).

**Tabla 8** - Frecuencia de Yuyo colorado (%) en tres momentos luego de la aplicación de distintos tratamientos de pre-siembra de soja. Los valores de frecuencia son promedio de varios sitios en los que se aplicó esa estrategia en los dos años de evaluación; el número de repeticiones consideradas en cada caso son presentadas. 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 la Tabla 3).

TRATAMIENTO	DÍAS LUEGO DEL TRATAMIENTO			N°rep
	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
Valor de P	0.56	<0.0001	<0.0001	
DMS ( $p < 0,05$ )	26.4	17.7	19.2	

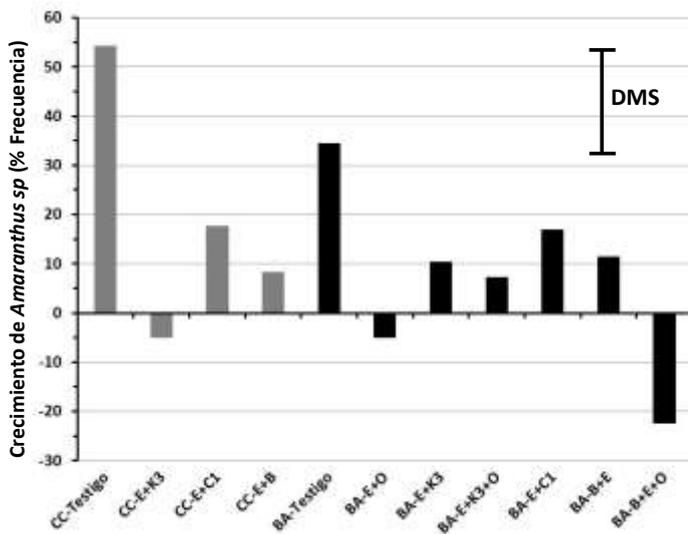
El sistema de manejo previo a la aplicación del tratamiento tuvo influencia marcada en la eficacia y residualidad de algunos tratamientos; es decir, la eficacia de control del mismo tratamiento fue muy distinta según el manejo del período previo a la siembra del cultivo de soja (Tabla 9). En general, las parcelas con aplicaciones de los 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 invernol (Tabla 9). 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 apoyadas en herbicidas inhibidores de la PPO (HRAC-E) mantuvieron niveles medios de infestación de la maleza de 50,2 % en tanto que la maleza sobre los mismos herbicidas con un barbecho químico alcanzó una frecuencia media de 28,1 % a los 56 días de la siembra. Entre las estrategias, la combinación de HRAC-E+K3 logró los menores niveles de infestación a los 56 días de la aplicación sobre un barbecho sin cultivo invernol (Tabla 9). Los resultados muestran, por otra parte que las situaciones con cultivo de cobertura tuvieron altos niveles de infestación tempranamente (13 días luego de la aplicación) las que no aumentaron marcadamente en las lecturas posteriores. De hecho, una estimación de la eficacia poblacional del control a través de la evaluación del crecimiento de la frecuencia de la maleza entre los 56 y 13 días mostró que las diferencias entre los mismos tratamientos en distintos sistemas no son detectables significativamente ( $p < 0.05$ ; Figura 1). Este mismo análisis sugiere, sin embargo, diferencias entre tratamientos. El tratamiento HRAC-E+B+O, que incluyó la aplicación de un herbicida hormonal en la mezcla sobre un manejo en barbecho químico fue el único efectivo en reducir significativamente los niveles iniciales de infestación de la maleza (Figura 2).

**Tabla 9-** Frecuencia de Yuyo colorado (%) en tres momentos luego de la aplicación de tratamientos en pre-siembra/pre-emergencia de soja en dos condiciones de manejo invernol (con cultivo de cobertura o barbecho sin cultivo invernol). Los valores de frecuencia son promedios de diferentes sitios y años sobre los que los tratamientos fueron aplicados (el número de repeticiones (N° rep) es presentado. Los tratamientos son combinaciones de ingredientes activos aplicados conjuntamente en mezcla y pertenecientes a varios grupos herbicidas según HRAC (1973). Para referencia de los ingredientes activos considerados en cada grupo, ver la Tabla 3).

SISTEMA	TRATAMIENTO	DÍAS LUEGO DEL TRATAMIENTO			N° rep
		13	31	56	
Con cultivo de cobertura	Testigo	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 invernol	Testigo	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
<b>DMS (<math>p &lt; 0,05</math>)</b>		26.6	20.0	21.6	



**Figura 2** - Crecimiento del nivel de infestación de Yuyo colorado (diferencia del valor de Frecuencia (%) del día 56 y 13) en distintos tratamientos herbicidas sobre situaciones 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 conjuntamente en mezcla y pertenecientes a varios grupos herbicidas según HRAC (1973). Para referencia de los ingredientes activos considerados en cada grupo, ver la Tabla 3).



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

Las reuniones de campo se llevaron a cabo bajo la supervisión de miembros del equipo del proyecto CREA. De las reuniones participaron productores, agrónomos e investigadores de INTA y Universidades recorriendo situaciones en las que el problema de enmalezamiento con Yuyo colorado era abordado con una variedad de soluciones técnicas. 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 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 (Tabla 10). La urgente identificación de herramientas simples (combinación de herbicidas) para el control de Yuyo colorado apareció como un aspecto central de los participantes en las reuniones. Sin embargo, varias de las regiones analizadas prestaron atención a otros dos grupos de aspectos relevantes: La importancia de la habilidad competitiva del cultivo como parte del éxito de la estrategia de control y la condición previa de enmalezamiento del lote al momento del tratamiento para el control de Yuyo colorado (Tabla 10). Las regiones Ce, SSFe, Ls y Oa, señalaron recurrentemente la importancia de los factores que permiten cultivos competitivos como una parte integral del control. Las regiones Cn, SSFe, Ls y Oa, por su parte, también dieron mucha importancia 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



(Tabla 10). 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.

Tabla 10 – Objetivo parcial y resumen de las principales conclusiones de las reuniones participativas a campo en cada región durante 2017 y 2018.

Región	Objetivos y aprendizajes
Ce	<p>Objetivo: Evaluar estrategias de control de Yuyo colorado y generar una instancia de aprendizaje con transferencia de conocimientos.</p> <p>Aprendizajes en 2017: (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 de supresión sobre la maleza (ii) Los cultivos de soja sembrados en surcos angostos son más competitivos; (iii) La combinación de herbicidas de grupo HRAC B+O y B+E fueron los más efectivos seguidos por las combinaciones B+E+K3 and E+K3.</p> <p>Aprendizajes en 2018: (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) La combinación de herbicidas HRAC B+E and E+K3 fueron las más eficaces para reducir las infestaciones de la maleza.</p>
Cn	<p>Objetivo: Evaluar varias combinaciones de herbicidas de pre-siembra/pre-emergencia por su eficacia y persistencia en el control de Yuyo colorado</p> <p>Aprendizajes en 2017: (i) El efecto herbicida depende de las condiciones ambientales; escasas lluvias luego de la aplicación de los 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 por fitotoxicidad.</p> <p>Aprendizajes en 2018: (i) Todos los tratamientos herbicidas fueron efectivos a los 30 días luego de la aplicación; (ii) La combinación de ingredientes de los grupos HRAC E+K3 fue la preferida por los productores y agrónomos; (iii) la interacción con distintos actores produjo discusiones muy útiles.</p>
SSFe	<p>Objetivo: Evaluar la eficacia de varias alternativas herbicidas en pre-siembra/pre-emergencia del cultivo de soja, para el control de Yuyo colorado</p> <p>Aprendizajes en 2017: (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 colaboró en su buen control; (iii) No hubo diferencias apreciables entre combinaciones herbicidas que incorporaban el grupo HRAC-E con niveles medios de infestación de la maleza; (iv) No debería haber malezas emergidas antes de la aplicación de los herbicidas</p>



	<p>de pre-siembra/pre-emergencia de soja; (v) Los herbicidas post-emergentes del cultivo tienden a producir fitotoxicidad y daño al cultivo si bien resultaron eficaces para controlar la maleza.</p>
Ls	<p>Objetivo: Evaluar la eficacia de varias combinaciones herbicida de pre-siembra/pre-emergencia en el control de Yuyo colorado en distintos sistemas de cultivo.</p> <p>Aprendizajes en 2017: (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) Fue pobre el control de la maleza con ingredientes activos combinados de los grupos HRAC C1m+K3m en condiciones de escasas lluvias; (iv) La aplicación en post-emergencia de soja de herbicidas de rescate para el control de la maleza tendió a producir fitotoxicidad y daño al cultivo aunque fueron efectivos para el control de Yuyo colorado.</p> <p>Aprendizajes en 2018: (i) Cuando la cobertura de rastrojo es elevada, tendieron a fallas las aplicaciones para el control de malezas previo al tratamiento de pre-siembra/pre-emergencia; (ii) Las combinaciones herbicidas HRAC E+B, E+C1+K3, y E+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; los pronósticos climáticos podrían ser utilizados para mejorar el comportamiento de los herbicidas; (v) El monitoreo de malezas es una parte importante de una estrategia integrada y exitosa y tecnologías de manejo y herbicidas de bajo riesgo deberían ser preferentemente elegidas</p>
Oa	<p>Objetivo: Promover un espacio de interacción y aprendizaje sobre el manejo de Yuyo colorado y evaluar la eficacia y persistencia de varias combinaciones herbicida en el control de la maleza.</p> <p>Aprendizajes en 2017: (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 evita la incorporación de los herbicidas al suelo y reduce la eficacia de sus controles; (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>Aprendizajes en 2018: (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) Un control efectivo de malezas es necesario antes de aplicar los tratamientos específicos para el control de (iii) La combinación de grupos HRAC E+G+O and E+K3 produjeron los mejores controles.</p>

### Integrando distintas aproximaciones

Las especies del género *Amaranthus* están listadas entre las 16 malezas más importantes del mundo (Holm, 1977). Las especies presentes en Argentina son altamente competitivas y producen un gran número de semillas que se dispersan fácilmente en lotes cultivados, lo que convierte al Yuyo colorado en una maleza muy perjudicial para los cultivos de soja.



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 y 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. Si bien el problema era semejante resultó claro del análisis que las estrategias puestas en marcha para solucionarlo no fueron las mismas. El grupo HRAC E estuvo similar y mayoritariamente representado en las estrategias identificadas para el control de Yuyo colorado (Tabla 4); Aunque, diferencias significativas se observaron entre regiones ( $P < 0,10$ ) en varios de los restantes grupos. De hecho, la proporción de estrategias con mezclas de herbicidas de los grupos HRAC B, O, C y F variaron entre zonas (Tabla 4 y 6).

Entre las zonas 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 (Tabla 10).

Es reconocido que la dinámica de emergencia de la maleza puede variar entre regiones y sistemas por la influencia que tienen los factores ambientales sobre el control de la dinámica de la maleza. Asimismo, es esperable que los lotes tengan distintas estructuras de comunidades de malezas y niveles de enmalezamiento en sus secuencias de cultivo usuales lo que llevaría al diseño de estrategias ampliando el espectro de acción más allá del que planteaba la maleza objetivo. Esta visión amplia, más allá del Yuyo colorado, introduce variabilidad que sería valioso conservar y alentar, frente al 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 (Tabla 7). 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 (Tabla 2) y a aumentar la dominancia de algunas alternativas (Tabla 5) consideradas más exitosas. Este, si bien es un efecto esperado de retro-alimentación positiva en el proceso de aprendizaje con experiencia (Kolb y 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 un diseño independiente 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 de 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 de control de Yuyo colorado en el conjunto de las regiones (Table 8, 9 y Figura 1).

La interacción entre actores a campo resultó destacada como un producto del proceso en varias zonas (Ej. Cn y Ls; Tabla 10) y reconocido en todas ellas. Esta etapa del estudio permitió incorporar otras dimensiones al aprendizaje por



experiencia. Se destacaron 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 (Tabla 10). Si bien casi todas las 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 construidos 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 acceso 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

- BOJANICH E (2005) Conclusiones del Taller ASAGIR sobre malezas y nutrición del cultivo. En actas del 3er Congreso Argentino de Girasol, pg 82-105.
- BURZACO L (2016) Claves para el manejo de *Amaranthus* resistente a glifosato. Cultivar decisiones N°138, 4 pg.
- CARRICART PE (2012) Cooperativas rurales y territorios en la región pampeana Argentina: Transformaciones sociales, económicas y organizacionales. Editorial La Colmena, Argentina, 417 pg
- CORTÉS E (2015) Alternativas de control de *Amaranthus hybridus* L. Kunth "Yuyo colorado". Hoja de Información técnica. INTA UEE San Francisco, N°46, 5pg.
- 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 Vol 29 (7): 1041-1050.
- 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: O.Solbrig (Ed.) Hacia una agricultura más productiva y sostenible en la pampa argentina. Una visión general prospectiva interdisciplinaria. Editorial CPIA, Argentina.
- GIRÓN P, MIRANDA W, MACCHIAVELLO A, BARRACO, M (2016) Interacción de cultivos de cobertura y herbicidas para el control de *Amaranthus hybridus* en soja. Jornada de Extensión INTA.
- HOLM LG, PLUCKNETT DL, PANCHO JV, HERBERGER JP (1977) The world's worst weeds: Distribution and biology. University of Hawaii Press, Honolulu. 609 pg.
- HERBICIDE RESISTANCE ACTION COMMITTEE (2020). HRAC Mode of action classification 2020. <https://hracglobal.com/tools/hrac-mode-of-action-classification-2020-map>
- KOLB DA & FRY RE (1975) Toward an applied theory of experiential learning. En: (Cooper ed.) Theories of Group Process, John Wiley London, UK. 78pg
- KRUK BC (2015). Disminución de la emergencia de malezas en diferentes escenarios agrícolas bajo siembra directa. Revista Agronomía & Ambiente Vol 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 Vol 35: 191.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA GANADERIA 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 núcleoargentina: origen y alternativas de manejo. INTA -EEA Oliveros, Serie: Para mejorar la producción N° 52: 151-165

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

REM, AAPRESID (2017) <https://www.aapresid.org.ar/rem/alerta-roja-amaranthus-hybridus-ex-quitensis-yuyo-coloradoataco-2/>

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, pg. 83–140.

SATORRE EH (2001). Production Systems in the Argentine Pampas and their Ecological Impact. En: (Solbrig, Paalberg & F. Di Castri eds). Globalization and the Rural Environment. Cambridge, MA: Harvard University Press, pg 81-102.

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

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

SATORRE EH (2012) Recent changes in Pampean agriculture: possible new avenues to cope global change challenges. (Slafer & Araus eds.). Crop stress management & Climate Change, CABI Climate Change Series N°2 : 47-57; CABI publishing, 210 pg.

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), Buenos Aires, pg: 20-22

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

VITTA JI. & SATORRE EH (1999). Validation of a Weed-Crop Competition Model. Weed Research Vol. 39:259-269.



# INFORME TÉCNICO PROYECTO MALEZAS



Informe técnico – Proyecto Malezas CREA

Autores:

Ing. Agr. Ph D Emilio Satorre  
Ing. Agr. Fernando García Frugoni  
Ing. Agr. Joaquín Bello  
Ing. Prod. Agrop. María A. Paolini

Coordinación del informe:

Pablo Fernández Barrón, Joaquín Bello y María Paolini.

Visite nuestra página web: <http://malezascrea.org.ar/>

Elaborado por el Proyecto Malezas, Área Agricultura, Unidad I+D. AACREA, sobre la base de datos e informes generados por el Proyecto.  
[malezas@crea.org.ar](mailto:malezas@crea.org.ar)

Sarmiento 1236 4to. piso (C1041AAZ) Buenos Aires - Argentina. Tel. (54-11) 4382-2076/79

Acerca de AACREA. Es una Asociación civil sin fines de lucro originada por el Arq. Pablo Hary en 1957 y fundada en 1960. Integrada y dirigida por productores agropecuarios, su objetivo es promover el desarrollo integral del empresario agropecuario para lograr empresas económicamente rentables y sustentables en el tiempo, probando tecnología y transfiriéndola al medio para contribuir con el sector y el país.