

Gómez, Fernando Oscar

**Evaluación de herbicidas
residuales con diferentes
sitios de acción para el
control de *Amaranthus
hybridus* resistente a “ALS” y
“EPSPS” previo a la siembra
de soja**

**Tesis para la obtención del título de
posgrado de Especialista en
Protección Vegetal**

Director: Lanfranconi, Luis Eduardo

Documento disponible para su consulta y descarga en Biblioteca Digital - Producción Académica, repositorio institucional de la Universidad Católica de Córdoba, gestionado por el Sistema de Bibliotecas de la UCC.



[Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-No Comercial-Sin Obra Derivada 4.0 Internacional.](#)



UNIVERSIDAD
CATÓLICA DE CÓRDOBA
Universidad Jesuita

**Evaluación de herbicidas residuales con diferentes sitios de acción para el control de
Amaranthus hybridus resistente a “ALS” y “EPSPS” previo a la siembra de soja.**

Fernando Oscar Gómez

Cordoba-2026

Trabajo final

Para optar el grado académico

De especialista en protección vegetal

DIRECTOR

Ing. Agr. (MSc.) Luis Eduardo Lanfranconi

Agradecimientos

A mi director de tesis, Ing. Agr. (MSc.) Luis Lanfranconi por la predisposición, tiempo y apoyo durante todo el desarrollo.

Al Ing. Agr. (Esp) Julian Oliva por los aportes realizados en la corrección del presente trabajo y por el acompañamiento realizado durante todo el cursado.

Al Ing. Agr. (MSc.) Marcelo Metzler y al Ing. Agr. (MSc) Diego Ustarroz por la revisión, corrección y sugerencias para la realización del trabajo como así también por los conocimientos brindados durante el cursado.

Al Ing. Agr. Pablo Belluschini especialista del INTA Marcos Juárez por brindarme las herramientas para poder realizar el ensayo, por la ayuda durante todo el desarrollo y evaluación del mismo.

A INTA Marcos Juárez por brindarme el lugar para la realización del trabajo.

A la Cooperativa Agrícola de Monte Maíz Ltda. y a mis compañeros de trabajo por permitirme realizar mi proyecto de tesis.

ÍNDICE GENERAL

Agradecimientos	I
ÍNDICE GENERAL	II
ÍNDICE DE TABLAS	III
ÍNDICE DE FIGURAS	IV
1. Introducción	1
1.1 Características de la maleza <i>Amaranthus hybridus</i>	2
1.2 Antecedentes internacionales de resistencia	4
1.3 Características morfológicas	5
2. Materiales y métodos	6
2.1 Descripción de los principios activos utilizados:	9
2.2 Parámetros físico químicos	9
3. Resultados	12
4. Conclusiones	17
5. Bibliografía	19

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Plano ensayo con sus respectivas repeticiones	7
Tabla 2. Registro de precipitaciones durante los meses de ensayo	7
Tabla 3. Descripción de los principios activos utilizados con sus respectivas dosis.	8
Tabla 4. Descripción de los principios activos utilizados	9
Tabla 5. Parámetros fisicoquímicos de los principios activos evaluados.	9
Tabla 6. Niveles de solubilidad y Koc de cada principio activo	10
Tabla 7. Fechas de aplicación y observaciones	12
Tabla 8. Resumen estadístico de los tiempos de observación	12
Tabla 9. Porcentaje de control a los 22 DDA	28
Tabla 10. Porcentaje de control a los 33 DDA	29
Tabla 11. Porcentaje de control a los 50 DDA	29
Tabla 12. Resumen de los promedios, en porcentaje de control, de los distintos tratamientos según su fecha de evaluación con sus respectivas letras de agrupamiento estadístico.	29

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Presencia de Amaranthus resistente a glifosato (izquierda), con sospecha de resistencia a PPO (centro) y a hormonales (derecha) en el año 2023.	3
Figura 2. Curva emergencia Amaranthus Hybridus INTA Marcos Juárez.....	4
Figura 3. Ubicación donde se realizó el ensayo.	6
Figura 4. Escala porcentual de clasificación en el control de malezas	7
Figura 5. Porcentaje de control por tratamiento y fecha de evaluación	16
Figura 6. Amaranthus en Marcos Juárez.	22
Figura 7. Marbete capaz elite (FMC Química S.A., 2025)	23
Figura 8. Marbete preemerge (ADAMA Argentina S.A, 2025)	24
Figura 9. Marbete Herbadox (BASF Argentina S.A, 2025)	24
Figura 10. Marbete Fierce (SUMMIT AGRO Argentina S.A, 2025).....	25
Figura 11. Marbete Boundary (SYNEGENTA AGRO S.A, 2025)	25
Figura 12. Marbete Pelican (FMC Química S.A., 2025).....	25
Figura 13. Marbete Pivot (BASF Argentina S.A, 2025).....	26
Figura 14. Grafico estadístico a los 22 DDA	26
Figura 15. Grafico estadístico a los 33 DDA	26
Figura 16. Grafico estadístico a los 50 DDA	27
Figura 17. Análisis estadístico a los 22 DDA.....	27
Figura 18. Análisis estadístico a los 33 DDA.....	28
Figura 19. Análisis estadístico a los 50 DDA.....	28

1. Introducción

El cultivo de soja (*Glycine max*) es una planta leguminosa originaria de Asia que se ha convertido en uno de los cultivos más importantes en Argentina. El país es uno de los principales productores y exportadores mundiales de soja y sus derivados. La producción de soja contribuye significativamente a la generación de empleo rural y a la balanza comercial, siendo un pilar relevante dentro de la economía nacional. Argentina se ha consolidado como líder global en la producción y exportación de aceite y harina de soja, así como en la producción de biodiesel a partir de esta oleaginosa (BASF Argentina S.A, 2025).

En la provincia de Córdoba en total fueron identificadas 7.689.515 ha cultivadas en la campaña 2022-2023, destacándose el cultivo de soja como el de mayor superficie implantada con 4.183.610 ha. Las estadísticas promedio del Ministerio de Agricultura y Ganadería de la provincia para las últimas 6 campañas, incluyendo la última, establecen para la soja un rendimiento promedio de 15 qq/ha y una producción de 13,7 millones de Toneladas. La campaña 22/23 se caracterizó por ser sumamente crítica en términos de sequía, entre otros factores, registrándose una disminución promedio en la provincia del 50% en los rendimientos de soja (Ministerio de Agricultura y Ganadería de la Provincia de Córdoba *et al.*, 2023).

En la campaña 2024-2025 en la provincia de Córdoba se sembraron 4.504.864 has que a pesar de la "Niña moderada", el rinde promedio se ajustó a 31 qq/ha con una producción total de 15,2 millones de Toneladas (Ministerio de agricultura ,ganadería y pesca, 2025).

Diversos factores inciden en el rendimiento final de un cultivo, entre los más relevantes se destacan las precipitaciones y las malezas.

En cuanto a las precipitaciones, este ensayo se desarrolló en condiciones de campo durante la campaña agrícola 2023 con condiciones climáticas asociadas al fenómeno "La Niña", lo que reduce potencialmente la eficiencia de ciertos herbicidas debido a alteraciones en sus propiedades fisicoquímicas y a su vez reduce el desarrollo normal del cultivo.

De manera resumida, el fenómeno de la Niña consiste en un descenso de la temperatura del agua de la superficie del Pacífico ecuatorial. Dicho cambio tiene efectos sobre el clima en Sudamérica (AgroSpray, 2023).

En cuanto a los efectos negativos ocasionados por las malezas se destacan:

- Fuerte competencia con los cultivos por recursos escasos (nutrientes, agua y luz).
- Liberación por parte de ciertas malezas de sustancias químicas a través de sus raíces y sus hojas que presentan efectos fitotóxicos en cultivos y animales.
- Favorecen la proliferación de otras plagas (artrópodos, ácaros, patógenos y otros) al servir de hospederas de éstas.
- Dificultan las labores de cosecha, contaminando la producción obtenida.

- Disminuyen el valor comercial de las tierras (Balossino, 2017).

El uso de glifosato como principal herbicida para el control de malezas se difundió ampliamente en todo el territorio nacional, donde más del 95% de la producción de soja en la Argentina es RG (resistente al glifosato). Esto ocurrió debido a que la combinación del sistema de siembra directa con cultivares de soja resistentes a glifosato (RG) permitió mejorar la eficiencia de la siembra y aumentar la escala de producción por productor agropecuario en base a distintos arreglos contractuales (Lloret, 2016). Este nuevo paquete tecnológico hizo que aumentara de manera exponencial la superficie sembrada con el cultivo de soja.

La amplia difusión de la siembra directa y la utilización intensiva y reiterada del herbicida glifosato con escasa rotación de principios activos con diferentes modos de acción, condujo a la aparición de biotipos de malezas con tolerancia o resistencia a los diferentes herbicidas de uso frecuente en estos sistemas, como por ejemplo el glifosato.

Resulta fundamental diferenciar entre malezas la "tolerancia" y resistencia" a herbicidas. La **tolerancia** a un herbicida es la capacidad natural heredable de una especie para sobrevivir y reproducirse luego de la aplicación de ese principio activo. Es decir que las especies tolerantes a un herbicida nunca antes fueron controladas por ese herbicida y el aumento en su abundancia es el resultado de la presión de selección que controló en forma diferencial al resto de las especies susceptibles. La **resistencia** a un herbicida se define como la capacidad heredable de una población o biotipo para sobrevivir y reproducirse después de la aplicación de una dosis de herbicida que era letal para la población original (Papa *et al.*, 2004).

Amaranthus hybridus es una de las especies que ha mostrado un marcado incremento en su incidencia en la zona núcleo de la provincia de Córdoba por este motivo en el presente ensayo se pretende evaluar la eficacia de herbicidas residuales con diferente sitio de acción para el control pre-emergente de *A. hybridus* previo a la siembra de soja.

1.1 Características de la maleza *Amaranthus hybridus*

En Argentina, se han descrito 27 especies de *Amaranthus*, de las cuales nueve son consideradas malezas de importancia en los sistemas agrícolas. Entre ellas, *Amaranthus hybridus* L. ha sido señalada como una de las principales malezas de los cultivos estivales, condición que ya había sido destacada por Faccini y Vitta en 2005. En la actualidad, esta especie se encuentra ampliamente distribuida y afecta aproximadamente 13 millones de hectáreas en el país (Cortés *et al.*, 2022). Además, reviste particular relevancia desde el punto de vista del manejo químico, ya que constituyó el primer caso de resistencia a herbicidas reportado en Argentina, cuya denuncia se realizó en 1996 (Christoffoleti *et al.*, 2013).

A continuación, se presenta la distribución de esta maleza en la región donde se llevó a cabo el ensayo, indicando los casos con sospecha de resistencia y aquellos con resistencia confirmada a glifosato, inhibidores de la PPO y herbicidas hormonales (ver Anexo 1):

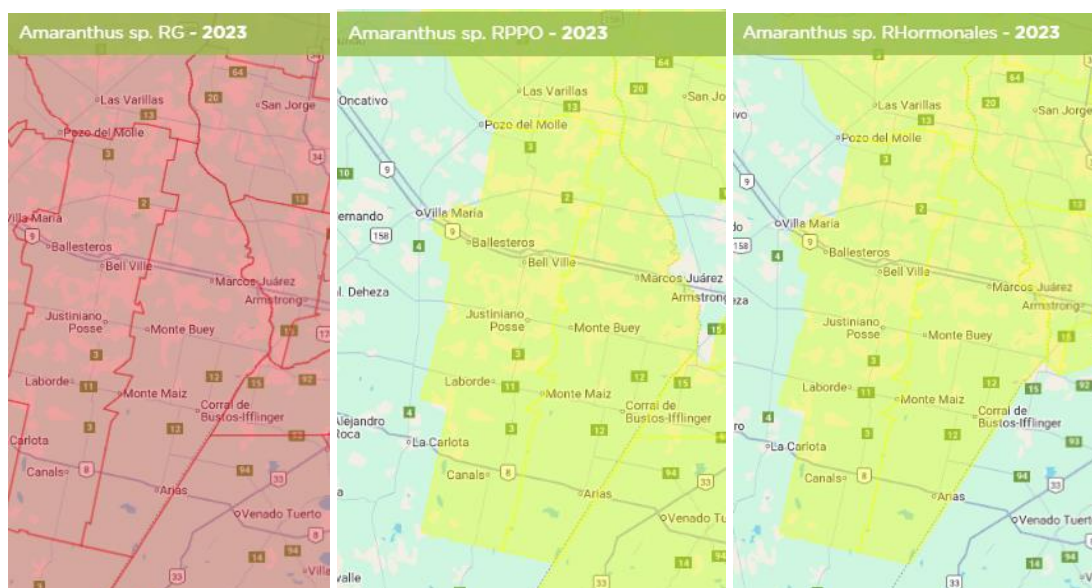


Figura 1. Presencia de *Amaranthus* resistente a glifosato (izquierda), con sospecha de resistencia a PPO (centro) y a hormonales (derecha) en el año 2023.

Fuente: (REM- Red de manejo de plagas., 2025)

Las prácticas de manejo de malezas pueden ser más eficaces si se conoce la dinámica de sus poblaciones y su interacción con factores naturales o de origen antrópico. Las etapas más vulnerables del ciclo de vida de las malezas son la semilla y la plántula. Por lo tanto, conocer cuándo y de qué manera emergen las malezas permite establecer la mejor estrategia para enfrentarlas.

Numerosos investigadores han caracterizado la dinámica de emergencia de diversas malezas, en varias zonas agrícolas del país, durante años. En la curva de emergencia de *Amaranthus hybridus* correspondiente a la localidad de Marcos Juárez, se observaron dos picos de emergencia claramente definidos (Figura 2):



Figura 2. Curva emergencia *Amaranthus Hybridus* INTA Marcos Juárez

Fuente: (P. Belluccini & T. Baigorria, comunicación personal, 2025)

Primer pico: alrededor del 19/09, con una densidad cercana a 12 pl/m².

Segundo pico: cercano al 15/12, también con valores máximos 12 pl/m².

Con base en ello se infiere que la primera ventana de control temprana y preventiva sería previa al primer pico de emergencia, teniendo como objetivo aplicar e incorporar los herbicidas previo a que comience la emergencia aproximadamente 15/9. El objetivo es mantener la residualidad hasta el segundo pico (mediados de diciembre) de lo contrario, se requerirá una segunda aplicación postemergente. El patrón de emergencia indica que, si se utilizara en la primera ventana de aplicación un producto que no nos brinde la residualidad adecuada, el segundo pico generará nuevos nacimientos.

1.2 Antecedentes internacionales de resistencia

A nivel regional e internacional, *Amaranthus hybridus* ha mostrado una notable capacidad para desarrollar resistencia a diferentes modos de acción de herbicidas.

En **Argentina** se ha confirmado la presencia de biotipos de *Amaranthus hybridus* resistentes a inhibidores de la ALS y a glifosato, con una amplia distribución en el territorio nacional. Asimismo, se han registrado poblaciones resistentes a 2,4-D en el noreste de Córdoba, así como biotipos con resistencia múltiple a glifosato y 2,4-D en el centro-norte de la provincia de Santa Fe, y resistencia a herbicidas inhibidores de la PPO en el centro de Santa Fe. El antecedente más reciente de resistencia se reportó en 2026, con la confirmación de resistencia al herbicida sulfentrazone (inhibidor de la PPO) en el sur de la provincia de Santa Fe, en la localidad de Fuentes (Bedetti et al., 2026).

En **Bolivia**, se han reportado poblaciones resistentes a inhibidores de la ALS (sulfonilureas, imidazolinonas, triazolopirimidinas) y también resistencia a inhibidores de la PPO (oxyfluorfen, acifluorfen, lactofen, entre otros).

En **Estados Unidos**, se ha documentado resistencia múltiple a inhibidores del Fotosistema II (atrazina, metribuzin) e inhibidores de la ALS (Heap, 2025).

1.3 Características morfológicas

Amaranthus hybridus es una especie herbácea anual con ciclo de crecimiento estival, que se reproduce sexualmente a través de semillas. Se caracteriza por su porte erguido y puede alcanzar hasta 2 m de altura. Presenta tallos pilosos y ramificados, de coloración rojiza, con hojas pecioladas de forma ovada a ovado-romboidal o lanceolada.

Las flores son unisexuales y monoicas, de tonalidad rojiza o verdosa, dispuestas en inflorescencias tipo espiga o panícula, generalmente estrechas, largas, densas, y de posición terminal o axilar, pudiendo ser erectas o péndulas. El fruto es seco, de tipo cápsula subglobosa (INTA, Centro Regional Santa Fe, Estación Experimental Agropecuaria Olivero, s.f). El incremento poblacional de esta especie reviste relevancia agronómica por su elevada tasa de diseminación y su capacidad adaptativa, ya que ciertas poblaciones presentan dificultades de control frente a determinados herbicidas.

Las plantas adultas de *Amaranthus*, luego de la floración, adquieren coloración rojiza en tallos e infrutescencias, que le valieron el nombre vulgar de “yuyo colorado”. Su alta abundancia se explica, en parte, por la fecundidad y longevidad de sus semillas; la especie posee un metabolismo C4 y logra su óptima tasa fotosintética entre 30 y 40°C además es capaz de crecer con bajas intensidades lumínicas por lo que puede desarrollarse entre los cultivos establecidos. Una planta vigorosa puede producir hasta 100.000 semillas y estas tienen un poder germinativo de hasta un 60% (Cortés *et al.*, 2022).

2. Materiales y métodos

El ensayo se llevó a cabo en la estación experimental del INTA de Marcos Juárez caracterizada por presentar suelos clase I, Argiudol típico con textura limosa fina, mixta, térmica con un índice de productividad de 90. Los suelos de esta serie son fértiles y productivos. Presentan buena capacidad de retención de humedad y una ligera limitación climática (Domínguez *et al.*, 1969).

Ubicación: 32°43'25.74"S 62° 6'1.37"O



Figura 3. Ubicación donde se realizó el ensayo.

Para el ensayo se adoptó un diseño en bloques completos al azar (DBCA) los datos fueron analizados mediante análisis de varianza (ANAVA) y prueba de comparación de medias LSD de Fisher ($\alpha = 0,10$) utilizando el software InfoStat. La variable evaluada fue el porcentaje de control visual de *Amaranthus hybridus* que se realizó sobre 18 parcelas correspondientes a seis tratamientos con tres repeticiones cada uno, cada parcela tiene 3.5 mts de ancho x 10 metros de largo.

Las evaluaciones se realizaron a los 22, 33 y 50 días después de la aplicación (DDA) de los tratamientos preemergentes, empleando la escala visual de control porcentual de la *Southern Weed Science Society* (SWSS) (Frans *et al.*, 1986).

Cuadro 3. Escala porcentual de clasificación de los niveles de control de malezas de 0 al 100 propuesta por la "Southern Weed Science Society" (Frans *et al.*, 1986).

Puntaje	Descripción de las categorías principales	Descripción detallada
0	Sin efecto alguno	Sin control
10	Efectos ligeros	Control muy pobre
20		Control pobre
30		Control pobre a deficiente
40		Control deficiente
50		Control deficiente a moderado
60	Efectos severos	Control moderado
70		Control por debajo de satisfactorio
80		Control satisfactorio a bueno
90		Control muy bueno a excelente
100		Control total

Figura 4. Escala porcentual de clasificación en el control de malezas

Fuente: (Oliva *et al.*, 2021)

Previo a la aplicación de los pre-emergentes se realizó un reseteo del lote con glufosinato de amonio en todas las parcelas el día 9/02/2023. Las condiciones ambientales registradas ese día fueron: temperatura media de 24°C, humedad relativa del 69% y viento de 3.6 km/hora.

La aplicación de los preemergentes se realizó el 12 de febrero de 2023, utilizando una mochila de gas carbónico que presenta un ancho de aplicación de 2 mts (4 picos distanciados a 50 cm entre sí). Se dejaron parcelas testigo sin aplicación adyacentes a cada tratamiento de 1,5 mts de ancho respectivamente. Se emplearon pastillas teejet 110 02 antideriva con una presión de trabajo de 2 bares y un volumen de aplicación de 90 lts de agua / ha.

Durante la aplicación se registraron condiciones de cielo despejado, temperatura media de 30.5°C, humedad relativa del 52% y viento de 13 km/hs.

Tabla 1. Plano ensayo con sus respectivas repeticiones

5	2	4	6	3	1
6	4	5	3	1	2
1	2	3	4	5	6

Tabla 2. Registro de precipitaciones durante los meses de ensayo

PRECIPITACIONES INTA MARCOS JUAREZ 2023																																TOTAL	
MES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	MENSUAL	
Febrero	9							7					21		18								0,2			25	26	27	28	29	30	31	55,2
Marzo														1,8					9,5		90	15	0,5	6								122,3	
Abril			0,2	0,2								6,5	1		0,2	0,2	1,8						0,2		0,5							10,8	
Mayo					9	1		0,2	0,2								20		1,5	1,5	6,5	0,5										40,2	
													Reseteo del lote																				
													Aplicación del ensayo																				
													Observaciones																				

Fuente: (Redes climaticas Cordoba, 2023)

Debido a condiciones ambientales y a la falta de precipitaciones el ensayo se realizó en una fecha posterior a la planificada por lo tanto se trabajó sobre uno de los últimos flujos de emergencia de la maleza.

El 13 de febrero se registró una lluvia de 21 mm que permitió incorporar en gran medida dichos herbicidas generando condiciones humedad adecuada para poder realizar la siembra de soja (cv. Don Mario 4615 STS) con separación entre surcos de 52 cm y con una densidad mayor, debido a posibles daños ocasionados por palomas.

Los diferentes tratamientos se plantearon con el objetivo de evaluar la performance de control de diferentes herbicidas residuales, tanto los que se utilizan tradicionalmente en la zona como nuevas alternativas en un año bajo condiciones de escasas precipitaciones previstas para la campaña.

Las dosis de cada uno corresponden a las dosis máximas recomendadas en marbete del momento en que se realizó el ensayo, considerando que son suelos con un contenido de materia orgánica superior al 2%.

Tabla 3. Descripción de los principios activos utilizados con sus respectivas dosis.

	PRINCIPIOS ACTIVOS	NOMBRE COMERCIAL	FORMULACION	DOSIS (Lts/Ha)
T2	Sulfentrazone 10% + S-Metolaclo 60%	Capaz Elite	Concentrado Emulsionable (EC)	2.5
T3	Trifluralina 60%	Preemerge	Concentrado Emulsionable (EC)	2.5
T4	Pendimetalin 45,5%	Herbadox	Suspensión de encapsulado (CS)	2.5
T5	Diflufenican 50% + Imazetapir	Pelican + Pivot	Pelican: Suspensión Concentrada (SC) Pivot: Concentrado soluble (SL)	0.3+1.5
T6	Flumioxazin 15% + Pyroxasulfone 34,5%	Fierce	Suspensión concentrada (SC)	0.5
T7	Metribuzin 14.9 % + S-Metolaclo 62,8%	Boundary	Concentrado emulsionable (EC)	2.5

2.1 Descripción de los principios activos utilizados:

Tabla 4. Descripción de los principios activos utilizados

Principio activo	Grupo químico	Modo de acción	Movimiento en planta	Vía absorción principal
Sulfentrazone	Triazolinonas	PPO	Xilema	Raíz
S-metolaclo	Cloracetamidas	Inhibidor de la división celular (mitosis)	Xilema	Coleoptile y radícula (HF) Hipocotilo (HA)
Trifluralina	Dinitroanilinas	Inhibidor de la división celular (mitosis)	No sistémico	Radícula
Pendimetalin	Dinitroanilinas	Inhibidor de la división celular (mitosis)	No sistémico	Coleoptile
Diflufenican	Piridin carboxamidas	Inhibidor de la biosíntesis de carotenoides	Xilema	Raíz
Flumioxazin	Ftalamidas	PPO	Xilema	Hoja y raíz (menos)
Pyroxasulfone	Isoxasolinas	Inhibidor de la división celular (mitosis)	Xilema	Coleoptile y radícula (HF) Hipocotilo (HA)
Metribuzin	Triazinonas	Inhibidor de la fotosíntesis en el fotosistema II	Xilema	Raíz
Imazetapir	Imidazolinonas	ALS	Floema y xilema	Hoja y raíz

Fuente: (Acciaresi & Principiano, 2019)

2.2 Parámetros físico químicos

Tabla 5. Parámetros fisicoquímicos de los principios activos evaluados.

	Pka a 25°C	Solubilidad en agua Mg/lts 20°C	Presión de vapor 25°C mPa	Kow (no ionizado)	Koc	Vida media en suelo (días)
Sulfentrazone	6.56	780	0.00013	0.991	43	541
S-Metolaclo	No ionizable	480	3.7	3.05	226	15
Trifluralina	No ionizable	0.221	9.5	5.27	15800	133,7
Pendimetalin	2.8	0.33	1.94	5.4	17491	182
Diflufenican	9.95	0.05	0.00425	4.2	5504	94.5

Imazetapir	3.9	1400	0.0133	1.49	52	90
Flumioxazin	No ionizable	0.786	0.32	2.55	889	21.9
Pyroxasulfone	No ionizable	3.49	0.0024	2.39	223	22
Metribuzin	12.8	10700	0.121	1.75	60	7

Fuente: (University of Hertfordshire., 2025)

Tabla 6. Niveles de solubilidad y Koc de cada principio activo

Principios activos	Solubilidad	Koc
Sulfentrazone	Moderado	Bajo
S-Metolaclo	Moderado	Moderado
Trifluralina	Muy baja	Muy alto
Pendimetalin	Muy baja	Moderado
Diflufenican	Muy baja	Muy alto
Flumioxazin	Muy baja	Alto
Pyroxasulfone	Muy baja	Moderado
Metribuzin	Alta	Bajo
Imazetapir	Alta	Bajo

Fuente: (Acciaresi & Principiano, 2019)

Solubilidad:<10 (Muy baja) 10-100 (Baja) 100-1000 (Moderada) 1000-10000 (Alta) >10000 (Muy alta)

Koc: <15 (Muy baja) 15-75 (Baja) 75-500 (Moderada) 500-4000(Alta) >4000 (Muy alta)

SOLUBILIDAD: Cantidad de un herbicida que se disuelve en agua (Acciaresi & Principiano, 2019).

KOW: Es la constante octanol/agua y es una medida de la afinidad del herbicida por los compuestos orgánicos o la liposolubilidad del herbicida.

Se determina a través de la relación entre la concentración del herbicida disuelto en octanol y la concentración del herbicida disuelto en agua (Arregui *et al.*, 2016).

KOC: Koc indica la cantidad de herbicida adsorbido a la fracción orgánica en relación al herbicida disponible en la solución del suelo (Acciaresi & Principiano, 2019).

Koc: Cantidad de herbicida en el suelo / Cantidad de herbicida en el agua

Este es un parámetro físico-químico importante para determinar que herbicida es mejor que otro en determinadas circunstancias, por ejemplo, en un año niña con precipitaciones por

debajo de la media sería mejor utilizar herbicidas pre-emergentes con KOC bajo para lograr una buena incorporación aun con escasas precipitaciones.

Así, el Koc es específico para cada herbicida y es sumamente independiente de las propiedades del suelo (Arregui *et al.*, 2016).

FOTODESCOMPOSICION: Es cuando se produce la descomposición del herbicida por la acción de la luz ultravioleta (Arregui *et al.*, 2016).

VOLATILIZACION: Representa la tendencia de un herbicida a pasar al estado gaseoso. Cuanto mayor es la presión de vapor mayor es el potencial de vaporizarse (Acciaresi & Principiano, 2019).

3. Resultados

Tabla 7. Fechas de aplicación y observaciones

Observación	Fecha	DDA
Fecha de aplicación	12/2/2023	
Control (%) a los 22 días	6/3/2023	22
Control (%) a los 33 días	17/3/2023	33
Control (%) a los 50 días	3/4/2023	50

Tabla 8. Resumen estadístico de los tiempos de observación

Estadístico	22 DDA	33 DDA	50 DDA
CV (%)	12.91	24.19	21.0
p-valor	<0.0001	<0.0001	<0.0001
LSD	10.87104	16.89972	9.92386

La campaña agrícola 2023 se desarrolló bajo la marcada influencia del fenómeno La Niña, caracterizado por precipitaciones por debajo del promedio histórico en la región núcleo de Córdoba. Este déficit hídrico inicial, seguido de lluvias moderadas inmediatamente posteriores a la aplicación, generó un contexto particular para la dinámica de los herbicidas residuales.

Luego de la aplicación de los preemergentes el día 12/02/2023 se registraron precipitaciones de 21 mm la noche del mismo día y 18 mm el 15/2, por lo que se logró la incorporación efectiva de los productos.

Se observaron en todos los tiempos evaluados, diferencias altamente significativas en el control de *A. hybridus* entre los tratamientos ($p < 0,0001$). Los valores de R^2 indican una buena capacidad explicativa del modelo, especialmente a los 22 y 50 DDA pero en general para los 3 tratamientos el $R^2 > 0,85$. El coeficiente de variación (CV) fue aceptable en los tres momentos, siendo más bajo a los 22 DDA lo que indica mayor precisión en la evaluación inicial. No se detectó interacción significativa Tratamiento $\times$ Tiempo ($p > 0,10$), aunque en las tendencias de control se observó una disminución progresiva en todos los casos (Ver anexo 13,14,15).

De las observaciones realizadas en los tratamientos se observó que a los 22 DDA el T6 (Flumioxazin + Pyroxasulfone) presentó diferencias significativas logrando un 96,7% de control, en segundo lugar, los T3 (Trifluralina) , T7(Metribuzin + S-metolacoloro), T2 (Sulfentrazone + S-metolacoloro) y T5 (Diflufenican + Imazetapir) , sin diferencias significativas entre ellos, se ubicaron con un porcentaje de control que varía entre el 66,7% y el 76,7% y en tercer lugar el T4 (Pendimetalin) con un escaso porcentaje de control del 30% (Ver anexo 10 y 13). Esta elevada eficacia de T6 (Flumioxazin + Pyroxasulfone) resulta consistente con lo aportado por (Mita & Ferreira Mendes, 2024), quienes reportaron un control de *Amaranthus hybridus* entre 97–99 % al aplicar mezclas como pyroxasulfone + sulfentrazone,

independientemente de la presencia de rastrojo o no. Resultados similares fueron informados por investigadores del INTA Marcos Juárez, quienes en ensayos realizados en soja observaron que la combinación de flumioxazin con pyroxasulfone se ubicó entre los tratamientos con mayor eficacia para el control de *Amaranthus* spp. y gramíneas anuales, destacándose dentro de las estrategias basadas en la combinación de herbicidas residuales con diferentes modos de acción (Belluccini, 2022).

Si bien el flumioxazin presente en la mezcla posee una solubilidad en agua considerablemente menor que el sulfentrazone ($0,7 \text{ mg L}^{-1}$ frente a 780 mg L^{-1}), en el presente ensayo no se observó una disminución en la performance del tratamiento. Esto se debió a la ocurrencia de precipitaciones inmediatamente posteriores a la aplicación, las cuales favorecieron la incorporación del herbicida al suelo y su disponibilidad para el control de malezas. Diversos estudios indican que la eficacia de flumioxazin aplicado al suelo depende en gran medida de la ocurrencia de lluvias posteriores a la aplicación, ya que largos períodos sin precipitaciones pueden disminuir el control de malezas debido a procesos de degradación o retención del herbicida en residuos superficiales o en la capa superior del suelo (Carbonari et al., 2010).

Si se establece una comparación entre la performance del S-metolacoloro con Pyroxasulfone este último demostró ser más estable en el suelo con una mayor persistencia en el control de malezas, dicha observación se correlaciona con la vida media de cada principio activo que es alta (22 días) para el Pyroxasulfone y moderada (15 días) para el S-metolacoloro (Acciaresi & Principiano, 2019). Diversos ensayos realizados con herbicidas del grupo 15 reportaron que el pyroxasulfone puede suprimir la emergencia de *Amaranthus* spp. durante aproximadamente 82 días después de la aplicación, mientras que el S-metolacoloro mantiene niveles similares de supresión por alrededor de 43 días (Symington et al., 2023). Ustarroz et al. observaron diferencias en el comportamiento de ambos herbicidas en función del momento de incorporación por precipitaciones. Mientras que la concentración de S-metolacoloro disminuyó significativamente cuando el riego se retrasó respecto de aplicaciones con lluvia temprana, el pyroxasulfone no presentó diferencias entre los distintos momentos evaluados (1, 8 y 14 días después de la aplicación), lo que evidencia una mayor estabilidad en el suelo y, por lo tanto, una residualidad potencialmente superior. Asimismo, el estudio señala que el control residual de ambos herbicidas estuvo directamente relacionado con su concentración en el suelo (Ustarroz et al., 2023).

La trifluralina (Preemerge) del T3 es un herbicida selectivo utilizado en numerosos cultivos de hoja ancha, incluyendo oleaginosas, cultivos hortícolas y frutales. Este principio activo se caracteriza por su baja solubilidad en agua y su elevada adsorción a los coloides del suelo (alto Koc). En el presente ensayo presentó una buena performance de control a los 22 días ya que las precipitaciones permitieron una adecuada incorporación del mismo.

En contraposición, el pendimetalin (Herbadox), correspondiente al tratamiento T4, presentó bajos niveles de control en todas las evaluaciones realizadas bajo las condiciones de este ensayo. Estos resultados evidencian una limitada eficacia de este herbicida sobre *Amaranthus hybridus* en las condiciones evaluadas. Si bien se ha reportado que pendimetalin puede presentar buena eficacia en el control de especies del género *Amaranthus* en aplicaciones preemergentes (Braz & Takano, 2022). También se ha observado que su desempeño puede variar en función de la especie considerada y de las condiciones de aplicación. En este sentido, algunas especies de *Amaranthus* pueden presentar mayor susceptibilidad que *A. hybridus* (Raimondi et al., 2010), lo que podría explicar diferencias en los niveles de control observados. Asimismo, factores como la presencia de rastrojo en sistemas de siembra directa, el tipo de suelo y las condiciones ambientales pueden afectar la disponibilidad del herbicida en la solución del suelo y, en consecuencia, su eficacia (Braz & Takano, 2022). Por otro lado, se ha informado que pendimetalin presenta buen control inicial, con emergencia de nuevas plántulas de *Amaranthus* y gramíneas a partir de aproximadamente los 28 días posteriores a la aplicación (Belluccini, 2022), lo que evidencia una residualidad limitada en el tiempo. En este sentido, es posible que la utilización de dosis superiores a la empleada en este ensayo (por ejemplo, 3,5 Litros/ha recomendados para suelos pesados) o su utilización en mezcla con otros principios activos podría mejorar su desempeño frente a *Amaranthus hybridus*. No obstante, es importante considerar que esta formulación puede presentar limitaciones o incompatibilidades en mezclas con determinados herbicidas.

A los 33 DDA se continuó observando la supremacía del T6 con un porcentaje de control del 83,3%. Los tratamientos T7, T5, T2 y T3 se ubicaron en un grupo estadístico intermedio (50–60%) sin presentar diferencias significativas entre ellos y en tercer lugar nuevamente el T4 con un 30% de control (Ver anexo 11 y 14).

A los 33 días después de la aplicación (DDA) se mantuvo una eficacia de control elevada y estable, del T6 (Flumioxazin + Pyroxasulfone) por sobre los demás tratamientos. Sin embargo, el tratamiento T3 (Trifluralina) evidenció una reducción del 26 % en el nivel de control respecto de la primera evaluación. Si bien estadísticamente no se observaron diferencias significativas con los otros tres tratamientos ubicados en el segundo grupo de desempeño, T3 fue el único que presentó una disminución superior al 20 % entre la primera y la segunda observación. Podría pensarse que esta disminución se debió a pérdidas por volatilización, ya que, por ejemplo, (Bedos et al., 2006) midieron flujos de volatilización de trifluralina durante los primeros seis días tras su aplicación en el campo, confirmando que esta vía se considera una de las más relevantes para la pérdida de este herbicida. En dicho trabajo se menciona que los flujos de volatilización fueron muy altos inmediatamente después de la aplicación 1900 ng m²/seg, disminuyendo a 100 ng m²/seg en las siguientes 24 horas.

Sin embargo, en este ensayo no se considera que las pérdidas se deban a volatilización, dado que el producto comercial Premerge posee una formulación concentrado emulsionable (EC) especialmente desarrollada para evitar pérdidas por volatilización y fotodegradación, tal como lo indica su marbete (Ver anexo 4). Por lo tanto, la reducción observada en el control se explica principalmente por la alta presión de malezas registrada durante el período de evaluación y la dosis aplicada (2,5 L/ha) que resulta inferior a la máxima recomendada de 3,5 L/ha. Además, el comportamiento observado para el tratamiento con trifluralina en el presente ensayo, caracterizado por un elevado control inicial seguido de una disminución progresiva en evaluaciones posteriores, resulta consistente con lo reportado por (Raimondi et al., 2010), quienes observaron que la trifluralina presentó un control residual eficiente sobre *Amaranthus hybridus* hasta aproximadamente 30 días posteriores a la aplicación. Este patrón sugiere que la acción de este herbicida se concentra principalmente en el control de la emergencia temprana de la maleza, con una persistencia limitada en el tiempo.

La reducción del control en varios tratamientos entre la primera y segunda observación podría vincularse con una disminución en la actividad residual, afectada por la degradación natural de los principios activos o por su alta solubilidad, lo que favorecería el lavado o pérdida por movilidad vertical, especialmente si el Koc es bajo.

A los 50 días después de la aplicación (DDA), el tratamiento T6 (Flumioxazin + Pyroxasulfone) continuó mostrando la mayor eficacia de control (70 %), aunque con una disminución respecto de las evaluaciones anteriores. No obstante, presentó diferencias significativas frente al resto de los tratamientos, resultado consistente con la residualidad de 6–8 semanas reportada para pyroxasulfone, lo que explica su persistencia relativa frente a otras mezclas evaluadas por (Pennino et al., 2019) así como (Marzetti et al., 2019) quienes observaron niveles elevados de control de *Amaranthus hybridus* hasta los 57 DDA en ensayos realizados en la provincia de Santa Fe. En segundo grupo de desempeño, el T2 (Sulfentrazone y S-metolacoloro) fue el que se destacó con un 46,7% seguidos por el T7, T3 y T5 con un porcentaje de control que varía entre 40 y 26,7 % y por último el T4 con 13,3% manteniendo su tendencia de control limitada a lo largo de todas las observaciones (Ver anexos 12 y 15).

Tanto a los 33 DDA como a los 50 DDA se observó control aceptable sobre las malezas de los tratamientos 2 y 7 que presentan en su mezcla S-Metolacoloro. Las precipitaciones registradas después de la aplicación favorecieron a la incorporación del herbicida al suelo, reduciendo la posible pérdida del principio activo por luz solar y volatilización. Posiblemente la diferencia de control a los 50 DDA entre dichos tratamientos se debe a que en el T2 el S-metolacoloro se combina con sulfentrazone el cual presenta una moderada solubilidad y una vida media superior al metribuzin (T7) que solo presenta 7 días de vida media y una alta solubilidad factores que favorecen su lixiviación, especialmente tras eventos de lluvia

acumulados de 121 mm durante la segunda y tercera evaluación. Dicho comportamiento coincide con lo reportado en ensayos realizados en el centro de Santa Fe, donde las combinaciones de herbicidas PPO con inhibidores de ácidos grasos de cadena larga mostraron elevados niveles de control de esta especie (Marzetti et al., 2019).

En cuanto al T5 el control observado fue por parte del diflufenican ya que el Imazetapir al ser un inhibidor de la acetolactato sintasa (ALS) no presenta control alguno sobre *Amaranthus hybridus* debido a su resistencia (Frans et al., 1986). Según su marbete, el Diflufenican puede aplicarse hasta 15 días antes de la siembra de soja para evitar fitotoxicidad (Ver anexo 8). Este principio activo representa una alternativa no PPO interesante para aplicaciones de barbecho intermedio (mes de agosto), ya que con una adecuada incorporación (15 a 30 mm) podemos llegar a la pre-siembra del cultivo con un bajo porcentaje de *Amaranthus hybridus* presente en el lote. La necesidad de esta precipitación se explica por la baja solubilidad del diflufenican, la cual requiere humedad suficiente para que el producto se active y ejerza su acción herbicida en el perfil del suelo.

Para una mejor visualización de los resultados se puede observar el siguiente cuadro:

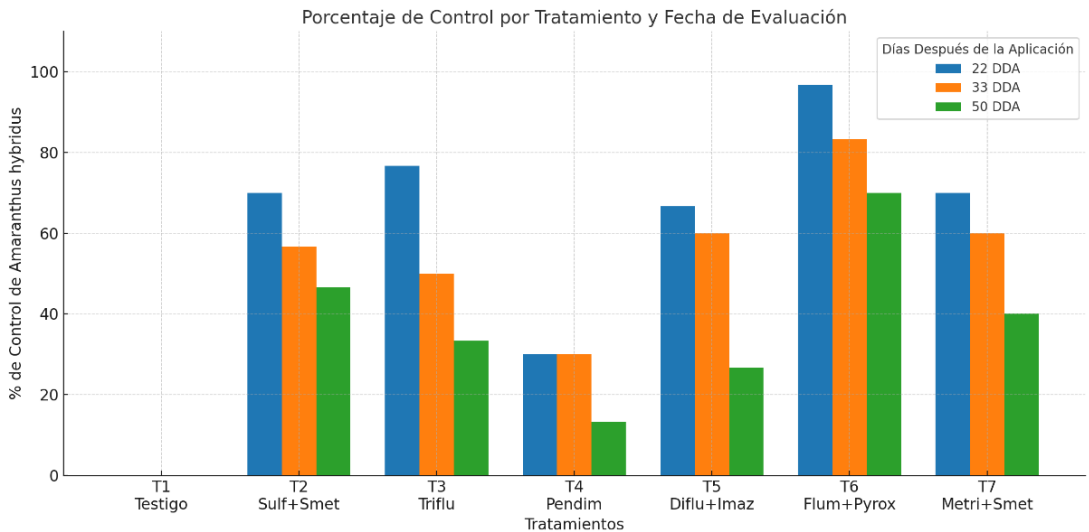


Figura 5. Porcentaje de control por tratamiento y fecha de evaluación

4. Conclusiones

El tratamiento T6 (Flumioxazin + Pyroxasulfone) presentó la mayor eficiencia de control sobre *Amaranthus hybridus*. Si bien sus propiedades fisicoquímicas (Koc alto y baja solubilidad) indican que no es un producto óptimo para utilizar en condiciones de bajas precipitaciones, la ocurrencia de 21 y 18 mm de lluvia posterior a la aplicación permitió una incorporación efectiva asegurando un óptimo desempeño.

Otros tratamientos como Sulfentrazone + S-metolacoloro (T2), Metribuzin + S-metolacoloro (T7), Trifluralina (T3) y Diflufenican + Imazetapir (T5) mostraron niveles de control aceptables, pero menos consistentes en el tiempo.

En el caso del T5 (Diflufenican + Imazetapir) como se mencionó anteriormente, el único control ejercido es atribuible exclusivamente al diflufenican que comenzó a caer su control en la última observación ya que es un producto que ante presencia de altas precipitaciones (121 mm entre la segunda y tercera observación) la residualidad de control no supera más de 30 días. La utilización de herbicidas con distintos sitios de acción como el diflufenican permite diversificar las estrategias de manejo y disminuir la presión de selección sobre herbicidas del grupo PPO.

En cuanto al T7 (Metribuzin + S-metolacoloro) se concluye que son dos productos que presentan una baja vida media en suelo sumado a un bajo Koc y una alta solubilidad por parte del metribuzin que hicieron que los 122 mm que se registraron durante las observaciones lavaran dichos principios activos disminuyendo su persistencia y reduciendo la eficacia del control en la última observación.

Si se compara el T2 y el T7, ambos con S-metolacoloro en su mezcla, el mayor nivel de control observado en el T2 (Sulfentrazone + S-metolacoloro) se explica por la mayor persistencia del sulfentrazone y por la elevada susceptibilidad de *Amaranthus hybridus* a herbicidas inhibidores de PPO. En cambio, en el T7 (Metribuzin + S-metolacoloro), si bien el metribuzin presenta actividad residual, su eficacia depende en mayor medida de la dosis y de las condiciones edáficas y ambientales, lo que puede limitar la duración del control.

Dentro de las dinitroanilinas el tratamiento que más se destacó fue el T3 (Trifluralina) comparado con el T4 (Pendimetalin), ambos productos deberían haberse aplicado a una dosis mayor (3,5 lts) como indica el marbete y acompañados con algún otro herbicida residual para mantener un control aceptable durante todas las observaciones.

La elección del herbicida debe considerar no solo su eficacia en condiciones ideales, sino también su comportamiento en el suelo en función de la humedad, su movilidad y persistencia.

La interpretación de los resultados en función del déficit hídrico, producto de un año Niña, y de las propiedades fisicoquímicas sugiere que una baja solubilidad y un Koc elevado son características deseables en herbicidas residuales para el control prolongado de malezas como *A. hybridus*, siempre y cuando se cuente con una adecuada incorporación de los herbicidas post aplicación. De lo contrario, ambos parámetros podrían resultar desfavorables en años con escasas precipitaciones. No obstante, en el presente ensayo se registraron precipitaciones suficientes luego de la aplicación, lo que permitió una correcta incorporación de los herbicidas preemergentes y favoreció su desempeño.

Asimismo, se destaca la importancia de rotar los modos de acción para prevenir resistencia y prolongar la vida útil de las moléculas al igual que ajustar dosis a las condiciones del suelo (MO, textura) y complementar con estrategias culturales como, por ejemplo: densidad de siembra adecuada, cultivos de cobertura, etc.

Finalmente, se recomienda validar estos resultados en otras localidades y campañas, bajo distintos regímenes de precipitación, para confirmar la estabilidad de las conclusiones y ajustar las recomendaciones a diferentes condiciones edafoclimáticas.

5. Bibliografía

- Acciaresi, H. A., & Principiano, M. A. (2019). *Herbicidas. Propiedades químicas y comportamiento edáfico*.
- ADAMA Argentina S.A. (2025). *Marbete Preemerge [Etiqueta de producto]*. <https://www.adama.com/argentina/es/portfolio-de-soluciones/productos/control-de-malezas/premerge>
- AgroSpray. (2023, enero 11). Fenómeno de la Niña: Causas, características y efectos en el campo argentino. *AgroSpray Blog*. <https://agrospray.com.ar/blog/fenomeno-de-la-nina/>
- Arregui, C., Bedmar, F., Brunori, A., Faccini, D., Lescano, C., Puricelli, E., Montero-Bulacio, N., & Suvirada, J. (2016). *Herbicidas aplicados al suelo y al follaje*. (1.^a ed.). Rosario: Argentina, Editorial: AMALEVI.
- Balossino, A. R. (2017). *Evaluación del nivel de resistencia a herbicidas de Amaranthus hybridus en la región norte de la provincia de Córdoba*. [Tesis de grado, Universidad Nacional de Córdoba.]. UNC.
- BASF Argentina S.A. (2025a). *Marbete Herbadox [Etiqueta de producto]*. <https://agriculture.basf.com/ar/es/proteccion-de-cultivos-y-semillas/productos/herbadox-h2o>
- BASF Argentina S.A. (2025b). *Marbete Pivot [Etiqueta de producto]*. <https://agriculture.basf.com/ar/es/proteccion-de-cultivos-y-semillas/productos/Pivot>
- BASF Argentina S.A. (2025c). *Soluciones para el Cultivo de Soja*. <https://agriculture.basf.com/ar/es/proteccion-de-cultivos-y-semillas/cultivos/cultivo-de-soja>
- Bedetti, M., Balassone, M., Permingeat, H. R., Tuesca, D., & Perotti, V. E. (2026, febrero 12). *Nueva resistencia de Amaranthus hybridus a sulfentrazone*. <https://aapresid.org.ar/es/novedades/698dc9eebf363b3159b31606>
- Bedos, C., Rousseau-Djabri, M. F., Gabrielle, B., Flura, D., Durand, B., Barriuso, E., & Cellier, P. (2006). Measurement of trifluralin volatilization in the field: Relation to soil residue and effect of soil incorporation. *Environmental Pollution*, 144(3), 958-966. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2006.01.043>
- Belluccini, P. (2022, enero 12). Malezas en soja: Cómo controlarlas de manera efectiva. *INTA Informa*. <https://intainforma.inta.gob.ar/malezas-en-soja-como-controlarlas-de-manera-efectiva/>
- Braz, G. B. P., & Takano, H. K. (2022). Chemical control of multiple herbicide-resistant Amaranthus: A review. *Advances in Weed Science*, 40(Spec2), <https://doi.org/10.51694/AdvWeedSci/2022;40:Amaranthus009>

- Carbonari, C. A., Gomes, G. L. G. C., & Velini, E. D. (2010). Efeitos de períodos sem a ocorrência de chuva na eficácia do flumioxazin aplicado no solo e na palha de cana-de-açúcar. *Revista Brasileira de Herbicidas*, 9(3), 81. <https://doi.org/10.7824/rbh.v9i3.78>
- Christoffoleti, P., Nisensohn, L., & Tiesca, D. (2013). *Amaranthus quitensis* (Yuyo colorado). Aapresid - Asociación Argentina de Productores en Siembra Directa - Argentina. <https://www.aapresid.org.ar/blog/amaranthus-quitensis-yuyo-colorado>
- Cortés, E., Mitelsky, M., Bagnolo, A., & Dellaferrera, I. (2022). *Primer reporte de Amaranthus hybridus con resistencia a fomesafen en Argentina*. <https://www.aapresid.org.ar/webroot/archivos/pdfs/62c6d3ca5bd54.pdf>
- Domínguez, O., Capanninni, D., & Ledesma, J. C. (1969). *Carta de Suelos—Hoja 3363-17* MARCOS JUÁREZ [Mapa]. <https://suelos.cba.gov.ar/MARCOSJUAREZ/index.html>
- FMC Química S.A. (2025a). *Marbete Capaz Elite* [Etiqueta de producto]. <http://www.fmcargentina.com.ar/wp-content/uploads/2014/09/Capaz-Elite.pdf>
- FMC Química S.A. (2025b). *Marbete Pelican* [Etiqueta de producto]. <http://www.fmcargentina.com.ar/wp-content/uploads/2014/09/Pelican-L.pdf>
- Frans, R., Talbert, R., Marx, D., & Crowley, H. (1986). Experimental design and techniques for measuring and analyzing plant responses to weed control practices. En *Research Methods in Weed Science*. (3.^a ed., pp. 29-46). Southern Weed Science Society (WSSA), Champaign, Illinois (EE. UU.).
- Heap, I. (2025). *Encuesta Internacional de Malezas Resistentes a Herbicidas*. [En línea. Internet]. <https://www.weedscience.org/Pages/Species.aspx>
- INTA, Centro Regional Santa Fe, Estación Experimental Agropecuaria Olivero. (s.f). *Caracterización taxonomica y morfológica de Amaranthus hybridus*. [Informe técnico]. https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/amaranthus_hybridus.pdf
- Lloret, F. J. (2016). *Resistencia a herbicidas y manejo de yuyo colorado (Amaranthus hybridus L.) en la región centro y sud-este de Córdoba*. [Tesis de grado, Universidad Nacional de Córdoba]. UNC.
- Marzetti, M., Boero, L., Calcha, J., & Martins, L. (2019). *Complementación de herbicidas residuales y cultivos de servicio para el control de amaranthus hybridus en el cultivo de soja*.
- Ministerio de agricultura, ganadería y pesca. (2025, julio 10). *La cosecha de soja 2024/2025 fue la mejor de los últimos 6 años*. Argentina.gob.ar. <https://www.argentina.gob.ar/noticias/la-cosecha-de-soja-20242025-fue-la-mejor-de-los-ultimos-6-anos>

- Ministerio de Agricultura y Ganadería de la Provincia de Córdoba, INTA Centro Regional, & IDECOR. (2023). *Informe Área sembrada, rindes y producción de soja y maíz*. (p. 45) [Informe técnico]. INDECOR y Gobierno de la provincia de Córdoba.
- Mita, M. R., & Ferreira Mendes, K. (2024). *Pre-emergence herbicides mixture in soybeans: Amaranthus hybridus control and crop selectivity on cover crops soil*. <https://doi.org/10.1080/03601234.2024.2372920>
- Oliva, J., De la Vega, M., Cortes, E., Lanfranconi, L., & Remondino, L. (2021). *Protocolo para la evaluación, eficacia y selectividad de herbicidas pre y post emergentes* (Informe técnico Malezas 6; pp. 36-49). <https://asacim.org.ar/wp-content/uploads/2024/09/Malezas6-OLIVA-ETAL-dic2021.pdf>
- Papa, J. C., Felizia, J. C., & Esteban, A. J. (2004). *Tolerancia y resistencia a herbicidas*. 6.
- Pennino, K., Setliff, L. A., & Hasebe, N. (2019, diciembre 20). *Petition for 3 Years Extension of Exclusive Data Use for Pyroxasulfone as Provided for Under FIFRA Section*.
- Raimondi, M. A., Oliveira Jr, R. S., Constantin, J., Biffe, D. F., Arantes, J. G. Z., Franchini, L. H., Rios, F. A., Blainski, E., & Osipe, J. B. (2010). Atividade residual de herbicidas aplicados ao solo em relação ao controle de quatro espécies de Amaranthus. *Planta Daninha*, 28(spe), 1073-1085. <https://doi.org/10.1590/S0100-83582010000500015>
- Redes climáticas Córdoba. (2023). *OMIXOM*. Plataforma para la visualización de datos ambientales. <https://cordoba.redesclimaticas.com/>
- REM- Red de manejo de plagas. (2025). *Mapas de malezas resistentes*. Aapresid. <https://www.aapresid.org.ar/rem-malezas/mapa-malezas>
- SUMMIT AGRO Argentina S.A. (2025). *Marbete Fierce [Etiqueta de producto]*. <https://summit-agro.com/ar/es/wp-content/uploads/2024/02/FIERCE-marbete.pdf>
- Symington, H. E., Soltani, N., Kaastra, A. C., Hooker, D. C., Robinson, D. E., & Sikkema, P. H. (2023). Multiple herbicide resistant waterhemp control with Group 15 herbicides. *Weed Technology*, 37(3), 251-258. <https://doi.org/10.1017/wet.2023.29>
- SYNEGENTA AGRO S.A. (2025). *Marbete Boundary [Etiqueta de producto]*. <https://www.syngenta.com.ar/sites/g/files/kgtny396/files/media/document/2025/02/03/boundary-2025.pdf>
- University of Hertfordshire. (2025). *Pesticides Properties DataBase (PPDB)*. <https://sitem.herts.ac.uk/aeru/ppdb/>
- Ustarroz, D., Bedmar, F., Rampoldi, A., & Hang, S. (2023, septiembre 14). *Efecto de la presencia de rastrojo de maíz en la concentración de piroxasulfone y s-metolaclo-ro en el suelo y su control residual*.

Anexos

Anexo 1

Marcos Juárez

Cordoba
Año 2023

Presencia de Malezas



Amaranthus sp. RG

Herbicida: Glifosato
Biotipo: Resistente
Estación: Estival
Tipo: Latifoliada

■ Resistencia



Amaranthus sp. RHormonales

Herbicida: Hormonales
Biotipo: Resistente
Estación: Estival
Tipo: Latifoliada

■ Sospecha de resistencia



Amaranthus sp. RPPO

Herbicida: PPO
Biotipo: Resistente
Estación: Estival
Tipo: Latifoliada

■ Sospecha de resistencia

Figura 6. Amaranthus en Marcos Juárez.

Fuente: (REM- Red de manejo de plagas., 2025)

*Color rojo indica: Resistencia

*Color amarillo indica: Sospecha de resistencia

Anexo 2

Solubilidad: Se encuentra entre los parámetros a tener en cuenta para evaluar el potencial de disipación del herbicida disuelto en agua, ya sea por lixiviación o escurrimiento.

Koc: Cuanto mayor sea el valor de Koc mayor es la retención en MO y menor es su movilidad en el suelo por ende necesitan una mayor cantidad de precipitaciones para lograr la liberación de partículas de herbicida, dicho herbicida va a presentar un bajo riesgo de lixiviación aumentando su residualidad. Ej: Trifluralina, pendimetalin, diflufenican.

Por el contrario, aquellos herbicidas que presentan un KOC bajo significa que tienen poca afinidad por los coloides del suelo por ende si recibimos muchas precipitaciones corremos alto riesgo de lixiviación disminuyendo la residualidad y persistencia de dicho herbicida.

Así, las moléculas herbicidas adsorbidas fuertemente por los coloides no son accesibles para ser absorbidas por las plantas o degradadas por los microorganismos y su movilidad o lixiviación en el suelo será en todo caso muy reducida. Por el contrario, los herbicidas con intermedia o escasa adsorción en el suelo pueden ser más activos para el control de malezas, sin embargo, también pueden ser lavados más fácilmente o degradados por los microorganismos del suelo (Arregui *et al.*, 2016).

Fotodescomposición: La fotodescomposición puede tener importancia práctica en determinados herbicidas, por ejemplo, para algunas dinitroanilinas, en particular si permanecen en la superficie del suelo largo tiempo.

Anexo 3

RECOMENDACIONES DE USO:

CULTIVO	MALEZAS CONTROLADAS	DOSIS	MOMENTO DE APLICACIÓN
Soja	Borrajá pampeana (<i>Lycopsis arvensis</i>) Bolsa de pastor (<i>Capsella bursa-pastoris</i>) Capin (<i>Echinochloa crus galli</i>) Cardo Ruso (<i>Salsola kali</i>) Cola de zorro (<i>Setaria</i> spp.)	SUELOS LIVIANOS (Arenosos-francos y francos-arenosos) M.O. 1 A 2%: 1.800 cc/ha	Presiembra
	Moco de pavo (<i>Polygonum persicaria</i>) Echinocloa (<i>Echinochloa colona</i>) Gramma carraspera (<i>Eleusine indica</i>) Gramilla (<i>Eragrotis virescens</i>) Morenita (<i>Kochia scoparia</i>) Pasto Cuaresma (<i>Digitaria sanguinalis</i>)	SUELOS MEDIANOS (francos y francos-limosos) M.O. 2%: 2.000 cc/ha M.O. mayor 2%: 2.500 cc/ha	
	Peludilla (<i>Gamochaeta subfalcata</i>) Quínoa (<i>Chenopodium album</i>) Sanguinaria (<i>Polygonum aviculare</i>) Verdolaga (<i>Portulaca oleracea</i>) Vinagrillo (<i>Oxalis cordobensis</i>) Yuyo colorado (<i>Amaranthus hybridus</i> y <i>Amaranthus palmeri</i>)	SUELOS PESADOS M.O. mayor 2%: 2.500 cc/ha	

Figura 7. Marbete capaz elite (FMC Química S.A., 2025)

Anexo 4

GENERALIDADES:

Premerge es un herbicida selectivo y preemergente que tiene acción contra las malezas indicadas, en aplicaciones sin incorporación por su especial formulación, la que no se volatiliza ni es degradada por rayos solares (ultravioletas). Actúa durante la germinación inhibiendo el crecimiento radicular. Lluvias posteriores a la aplicación ayudan en su incorporación mejorando su desempeño. Si se desea puede incorporarse al suelo. Para ello **Premerge** debe ser aplicado desde 4 semanas antes de la siembra hasta el mismo momento de la siembra. Luego de la aplicación se incorpora mediante labores culturales a una profundidad de 5 a 10 cm utilizando rastras de discos o cultivadores rotativos para que el producto quede distribuido homogéneamente en el suelo. **Premerge** no tiene acción sobre malezas ya emergidas.

Cultivo		Dosis l/ha			Recomendaciones
		Liviano	mediano	Pesado	
Oleaginosas	Algodón - Cártamo - Girasol - Ricino - Soja - Colza	1	1,5	2	Aplicar e incorporar a todo el terreno en cualquier momento desde 4 semanas antes de sembrar hasta el momento mismo de hacer la siembra (pre-emergencia)
	Soja - Girasol - Algodón - Colza	2	3	3,5	Aplicar en pre-emergencia sin incorporación.

Figura 8. Marbete preemerge (ADAMA Argentina S.A, 2025)

Anexo 5

Cultivo	Liviano	Mediano	Pesado	Momento de Aplicación
Algodón	2	2,5	3-3,5	Presiembra incorporado
Arveja	2	3	3,5	Presiembra incorporado
Girasol	2	2,5	3	
Maíz	--	3	3,5	Mezcla superficial preemergente
Maíz	--	2,5	3	Postemergencia temprana, en mezcla de tanque con atrazina: cuando el maíz tiene hasta 4 hojas y las malezas no más de primera hoja verdadera (Para dosis de atrazina ver Maíz bajo mezcla de HERBADOX®33E con otros herbicidas)
Maní	2	2,5	--	Presiembra incorporado
Poroto	2	3	3,5	Mezcla superficial presiembra
Soja	2	2,5- 3	3,5	Mezcla superficial presiembra
Trigo	2	2,5	3	Preemergencia. Las semillas de trigo deben estar sembradas a una profundidad de 3 cm ó más, y bien cubiertas por el suelo al momento de la aplicación.
Tabaco (post aporque)	1	1,5	2	Luego del aporque, en aplicaciones dirigidas al entresurco, cubriendo una trocha de 0,8 m de ancho.
Tabaco (transplante)	--	2,5- 3	3,5	Pretransplante incorporado

INFORMACIÓN GENERAL

Herbadox® H₂O es un herbicida residual del grupo de las dinitroanilinas, de aplicación en presiembra incorporado o preemergente, selectivo para los cultivos de cebolla, ajo, zanahoria, arroz (para el cultivo de arroz, solamente uso pre-emergente) maní, algodón, girasol, arveja, soja, poroto, maíz, trigo y tabaco. **Herbadox® H₂O** inhibe la división y elongación celular de los meristemas de raíces y tallos. Por lo tanto, siempre debe ser aplicado sobre suelo mullido antes de la emergencia de las malezas. No controla malezas establecidas. Por presentar baja volatilidad y baja descomposición por la luz, puede ser incorporado (mecánicamente, por lluvia o riego) hasta 14 días después de la aplicación. **Herbadox® H₂O** posee un efecto residual de 60 a 90 días o más, según dosis empleada, tipo de suelo, etc. En el suelo es fuertemente retenido por los coloides en los primeros centímetros, con una mínima probabilidad de lixiviación o escurrimiento. Como una práctica general de manejo de resistencia de malezas a herbicidas, este producto y otros productos con el mismo modo de acción deberían ser aplicados en combinación con, o secuencialmente a otros productos registrados con modos de acción diferentes. Sugerimos contactar a su representante BASF para información adicional.

Figura 9. Marbete Herbadox (BASF Argentina S.A, 2025)

Anexo 6

RECOMENDACIONES DE USO			
Cultivo	Especies que controla	Dosis/hectárea	Momento de aplicación
Soja		SUELOS LIVIANOS: (arenosos-franco y franco-arenosos) Cont. M.O. 1-2% 400 – 500 cm³/ha	Aplicar previo a la emergencia de las malezas, siguiendo la recomendación según tipo de suelo. Se recomienda la aplicación y dosis según tipo de suelo: <u>Suelos Livianos:</u> la dosis mayor debería aplicarse 15 días antes de la siembra del cultivo. La dosis menor debería aplicarse 7 días antes de la siembra.
	<i>Eleusine indica</i>	SUELOS MEDIANOS: (franco, franco-limosos) Cont. M.O. 2% 400 – 500 cm³/ha	Debe ocurrir una lluvia de, al menos 20 mm, después de la aplicación y previa a la emergencia del cultivo.
	<i>Digitaria insularis</i>		
	<i>Digitaria sanguinalis</i>	SUELOS PESADOS: (franco-arcillosos, arcillosos) 400 – 500 cm³/ha	<u>Suelos medianos:</u> la dosis mayor debería aplicarse 7 días antes de la siembra del cultivo. La dosis menor debería aplicarse 1 día
	<i>Chloris virgata</i>		
	<i>Leptochloa mucronata</i>		
	<i>Echinochloa colonna</i>		
	<i>Amaranthus hybridus</i>		
	<i>Amaranthus palmeri</i>		

Figura 10.Marbete Fierce (SUMMIT AGRO Argentina S.A, 2025)

Anexo 7

Soja	Chloris (<i>Chloris virgata</i>) Pata de gallina (<i>Eleusine indica</i>) Pasto cuaresma (<i>Digitaria sanguinalis</i>) Capin (<i>Echinochloa colonom</i>) Yuyo colorado (<i>Amaranthus palmeri</i> y <i>Amaranthus quitensis</i>)	Livianos (*)	1,5 L/ha	Aplicar en pre-emergencia del cultivo y de las malezas.
		Medios	2 L/ha	
		Pesados	2,5 L/ha	

(*) No aplicar en lomas arenosas con más de 65% de arena y/o con bajos contenidos de materia orgánica.

Figura 11.Marbete Boundary (SYNEGENTA AGRO S.A, 2025)

Anexo 8

RECOMENDACIONES DE USO		
Cultivo	Dosis	Momento de Aplicación
BARBECHO QUÍMICO	200-300 ml/ha	Aplicar en mezcla con 2.5 l/ha de glifosato al 48% Para mejorar el control de cardos se recomienda añadir 0.5-0.6 l/ha de 2,4-D al 100% Soja: desde 60 días hasta 15 días previos a la siembra. Maíz: desde 60 días hasta 15 días previos a la siembra. Girasol: desde 60 días hasta preemergencia, suspendiendo el uso de 2,4-D, 15 días antes de la siembra.

Figura 12. Marbete Pelican (FMC Química S.A., 2025)

Anexo 9

Dosis de aplicación en caso de realizarse la mezcla de tanque con glifosato 48% (recomendado para utilización en soja resistente):

PIVOT®	GLIFOSATO 48%
l/ha	l/ha
0,6	1,5

Figura 13. Marbete Pivot (BASF Argentina S.A, 2025)

Anexo 10

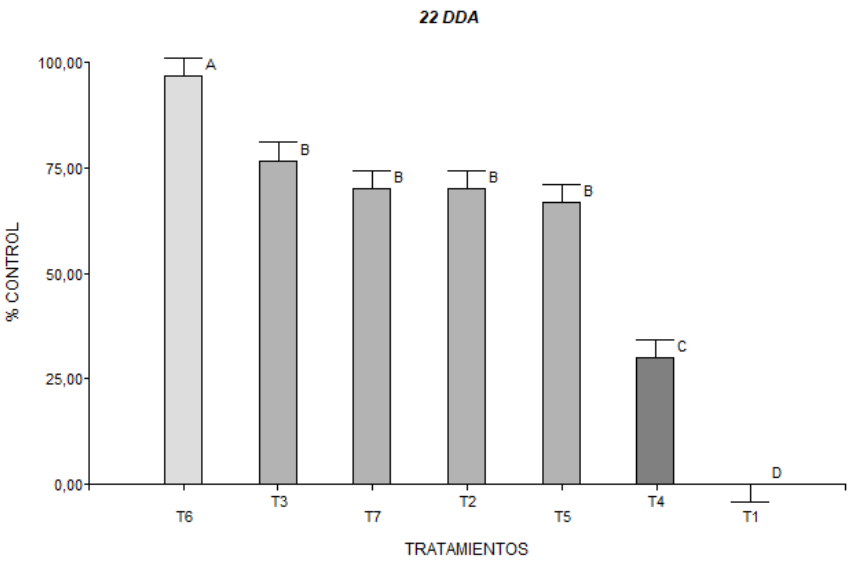


Figura 14. Grafico estadístico a los 22 DDA

Anexo 11

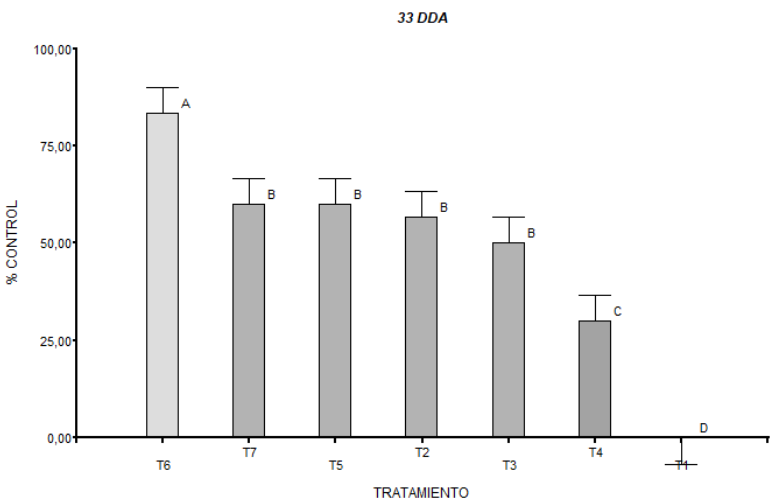


Figura 15. Grafico estadístico a los 33 DDA

Anexo 12

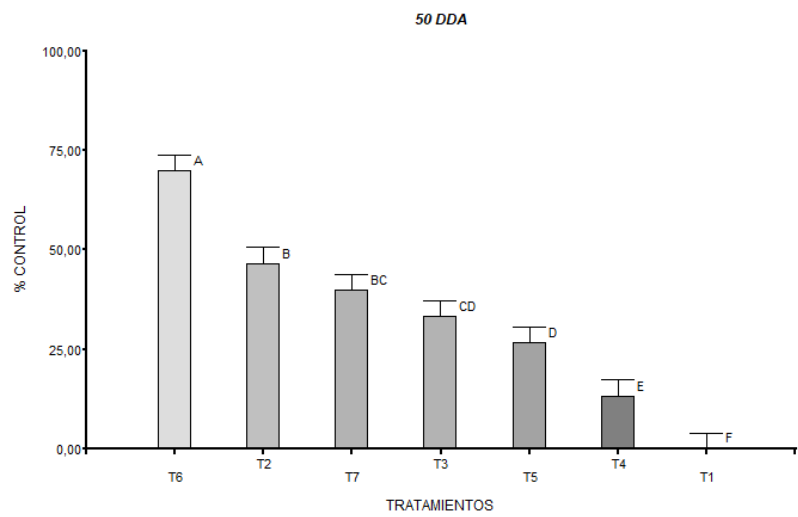


Figura 16. Grafico estadístico a los 50 DDA

Anexo 13

TIEMPO	Variable	N	R²	R² Aj	CV
22 DDA	% CONTROL	21	0,96	0,94	12,91

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	19057,14	6	3176,19	55,58	<0,0001
TRATAMIENTO	19057,14	6	3176,19	55,58	<0,0001
Error	800,00	14	57,14		
Total	19857,14	20			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=10,87104					
Error: 57,1429 gl: 14					
TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.		
T6	96,67	3	4,36	A	
T3	76,67	3	4,36	B	
T7	70,00	3	4,36	B	
T2	70,00	3	4,36	B	
T5	66,67	3	4,36	B	
T4	30,00	3	4,36	C	
T1	0,00	3	4,36	D	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,10)

Figura 17. Análisis estadístico a los 22 DDA

Anexo 14

TIEMPO Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
33 DDA % CONTROL	21	0,87	0,81	24,19

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	12723,81	6	2120,63	15,36	<0,0001
TRATAMIENTO	12723,81	6	2120,63	15,36	<0,0001
Error	1933,33	14	138,10		
Total	14657,14	20			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=16,89972
 Error: 138,0952 gl: 14
 TRATAMIENTO Medias n E.E.

T6	83,33	3	6,78	A
T7	60,00	3	6,78	B
T5	60,00	3	6,78	B
T2	56,67	3	6,78	B
T3	50,00	3	6,78	B
T4	30,00	3	6,78	C
T1	0,00	3	6,78	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,10)

Figura 18. Análisis estadístico a los 33 DDA

Anexo 15

TIEMPO Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
50 DDA % CONTROL	21	0,93	0,91	21,00

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	9361,90	6	1560,32	32,77	<0,0001
TRATAMIENTO	9361,90	6	1560,32	32,77	<0,0001
Error	666,67	14	47,62		
Total	10028,57	20			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=9,92386
 Error: 47,6190 gl: 14
 TRATAMIENTO Medias n E.E.

T6	70,00	3	3,98	A
T2	46,67	3	3,98	B
T7	40,00	3	3,98	B C
T3	33,33	3	3,98	C D
T5	26,67	3	3,98	D
T4	13,33	3	3,98	E
T1	0,00	3	3,98	F

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,10)

Figura 19. Análisis estadístico a los 50 DDA

Anexo 16

Tabla 9. Porcentaje de control a los 22 DDA

%Control 06/03/2023	22 DDA			
	R1	R2	R3	PROMEDIO
Tratamiento 1	0	0	0	0,0
Tratamiento 2	80	50	80	70,0
Tratamiento 3	80	80	70	76,7
Tratamiento 4	30	30	30	30,0
Tratamiento 5	60	70	70	66,7
Tratamiento 6	90	100	100	96,7
Tratamiento 7	70	70	70	70,0

Anexo 17

Tabla 10. Porcentaje de control a los 33 DDA

%Control 17/03/2023	33 DDA			
	R1	R2	R3	PROMEDIO
Tratamiento 1	0	0	0	0,0
Tratamiento 2	70	40	60	56,7
Tratamiento 3	50	50	50	50,0
Tratamiento 4	30	30	30	30,0
Tratamiento 5	40	90	50	60,0
Tratamiento 6	80	90	80	83,3
Tratamiento 7	60	60	60	60,0

Anexo 18

Tabla 11. Porcentaje de control a los 50 DDA

%Control 03/04/2023	50 DDA			
	R1	R2	R3	PROMEDIO
Tratamiento 1	0	0	0	0,0
Tratamiento 2	60	30	50	46,7
Tratamiento 3	30	40	30	33,3
Tratamiento 4	10	20	10	13,3
Tratamiento 5	30	20	30	26,7
Tratamiento 6	70	70	70	70,0
Tratamiento 7	40	40	40	40,0

Anexo 19

Tabla 12. Resumen de los promedios, en porcentaje de control, de los distintos tratamientos según su fecha de evaluación con sus respectivas letras de agrupamiento estadístico.

Tratamiento	22 DDA	Letra 22 DDA	33 DDA	Letra 33 DDA	50 DDA	Letra 50 DDA
T1	0.0	D	0.0	D	0.0	F
T2	70.0	B	56.7	B	46.7	B
T3	76.7	B	50.0	B	33.3	C/D
T4	30.0	C	30.0	C	13.3	E
T5	66.7	B	60.0	B	26.7	D
T6	96.7	A	83.3	A	70.0	A
T7	70.0	B	60.0	B	40.0	B/C

* Letras comunes no son significativamente diferentes ($p>0,10$)