

**DETERMINACIÓN DEL MOMENTO ÓPTIMO DE APLICACIÓN DE HERBICIDAS  
PREEMERGENTES Y POSTEMERGENTES PARA EL CONTROL DE MALEZAS EN  
PRESIEMBRA DE SOJA**

Trabajo Final de Grado  
del alumno

**MARCO DANIEL MICHELI**

Este trabajo ha sido presentado como requisito  
para la obtención del título de

**Ingeniero Agrónomo**

Carrera

**Ingeniería Agronómica**

**Escuela de Ciencias Agrarias, Naturales y Ambientales.**

**Universidad Nacional del Noroeste de la Provincia de Buenos Aires.**

Pergamino, 15 de Abril del 2024

**DETERMINACIÓN DEL MOMENTO ÓPTIMO DE APLICACIÓN DE HERBICIDAS  
PREEMERGENTES Y POSTEMERGENTES PARA EL CONTROL DE MALEZAS EN  
PRESIEMBRA DE SOJA**

Trabajo Final de Grado  
del alumno

**MARCO DANIEL MICHELI**

Aprobada por el Tribunal Evaluador

(Nombre y Apellido)  
**Evaluador/a**

(Nombre y Apellido)  
**Evaluador/a**

(Nombre y Apellido)  
**Evaluador/a**

(Horacio Abel Acciaresi)  
**Co-Director**

(Gabriel Picapietra)  
**Director**

**Escuela de Ciencias Agrarias, Naturales y Ambientales,  
Universidad Nacional del Noroeste de la Provincia de Buenos Aires**

Pergamino, 15 de Abril del 2024

### **Agradecimientos:**

Llegado éste momento en el que termina un largo camino transitado con altibajos pero con muchas experiencias reconfortantes debo detenerme y reconocer que el fruto del trabajo arduo, especialmente en los momentos más difíciles, tiene recompensa.

Agradezco a todas aquellas personas que estuvieron presentes durante esta gran etapa de mi vida, acompañándome y dándome ánimo para concluirla.

A todos aquellos profesionales de la UNNOBA que a través de sus conocimientos me formaron.

A mi director Ing. Agro. Gabriel Picapietra, por su dedicación y constancia para llevar adelante el presente trabajo de investigación.

A cada miembro del tribunal evaluador que mediante sus sugerencias y visión profesional corrigieron este trabajo.

Comparto este gran logro con Daniel, Liliana y Darío, mi familia, quienes desde el momento 0 estuvieron presentes brindándome todo su apoyo desde cualquier punto de vista.

Con los que ya no están entre nosotros, Samuel, Ana y Oscar, mis abuelos, que desde alguna parte me guiaron y me empujaron a seguir adelante.

Con mis amigos y compañeros de la facultad, los cuales vivieron el “puertas adentro” de la dedicación, el esfuerzo y el sacrificio invertidos en mis estudios.

## ÍNDICE

|                                                                         |    |
|-------------------------------------------------------------------------|----|
| Resumen .....                                                           | 1  |
| Introducción .....                                                      | 3  |
| Capín y yuyo colorado: las dos principales malezas de verano .....      | 3  |
| El control de malezas en el cultivo .....                               | 4  |
| Eficiencia, eficacia y uso racional de herbicidas .....                 | 5  |
| Hipótesis.....                                                          | 7  |
| Predichos.....                                                          | 8  |
| Objetivo general .....                                                  | 8  |
| Objetivos específicos .....                                             | 8  |
| Materiales y métodos.....                                               | 9  |
| Unidad experimental .....                                               | 9  |
| Aplicación de los tratamientos .....                                    | 9  |
| Establecimiento de parcelas y recuento de plántulas .....               | 11 |
| Cultivo de soja .....                                                   | 11 |
| Emergencia acumulada y período de control efectivo .....                | 11 |
| Cosecha del cultivo .....                                               | 12 |
| Diseño experimental y análisis estadístico .....                        | 13 |
| Resultados .....                                                        | 13 |
| Control de <i>Amaranthus hybridus</i> .....                             | 14 |
| Control de <i>Echinochloa colona</i> .....                              | 17 |
| Productividad del cultivo .....                                         | 18 |
| Discusión .....                                                         | 20 |
| Eficiencia de control residual de malezas .....                         | 21 |
| Incidencia del control de malezas en la productividad del cultivo ..... | 22 |
| Conclusión .....                                                        | 23 |
| Bibliografía .....                                                      | 23 |

## **Determinación del momento óptimo de aplicación de herbicidas preemergentes y postemergentes para el control de malezas en presembrado de soja.**

### **RESUMEN**

Uno de los mayores problemas que afronta la agricultura extensiva se centra en el control de las malezas y en el uso desmedido de herbicidas. Por esto, reducir el número de aplicaciones y del volumen de herbicidas utilizado es uno de los desafíos principales en la actualidad. Este trabajo se centró en determinar el momento donde se maximiza la eficiencia y eficacia de una mezcla de herbicidas de acción foliar y residual, para que con una única aplicación se logre reducir la mayor cantidad de plántulas emergidas y así extender al máximo la residualidad, en pos de un beneficio en la productividad del cultivo.

Se condujo un experimento en donde se evaluó el control de *Echinochloa colona* y *Amaranthus hybridus* con seis mezclas de herbicidas. En función de la estimación del inicio de la suma del tiempo térmico calculada para *E. colona*, se establecieron cinco momentos de aplicación durante el período de emergencia. De acuerdo con el modelo, la suma de tiempo térmico inició el 2/9 y las aplicaciones se realizaron el 28/9, 16/10, 27/10, 9/11 y 16/11, lo que significó 93, 203, 301, 396 y 472 °Cd para *E. colona*, temperatura base ( $T_b$ ) = 10 °C, y 42, 108, 175, 235 y 292 °Cd para *A. hybridus* ( $T_b$  = 12,8 °C).

Se evaluaron 7 tratamientos ( $T_n$ ) los cuales fueron: T1 con 0,40 l ha<sup>-1</sup> de Exp. 1 (herbicida experimental 1), T2: 0,60 l ha<sup>-1</sup> de Exp. 1, T3: 0,08 l ha<sup>-1</sup> de Exp. 2 (herbicida experimental 2) y 0,16 kg ha<sup>-1</sup> de piroxasulfone, T4: 0,10 l ha<sup>-1</sup> de Exp. 2 y 0,20 kg ha<sup>-1</sup> de piroxasulfone, T5: 0,045 kg ha<sup>-1</sup> de saflufenacil y 0,20 kg ha<sup>-1</sup> de piroxasulfone, T6: 2,00 l ha<sup>-1</sup> de clomazone y T7 sin herbicidas. Además, los tratamientos del 1 al 6 contienen 0,96 kg e.a. ha<sup>-1</sup> de glifosato (Panzer® Gold) y 1,15 l ha<sup>-1</sup> de aceite vegetal metilado (Rizo Oil).

Las aplicaciones se realizaron en franjas de 5 m x 13 m y quedaron determinadas un total de 35 franjas (5 momentos x 7 tratamientos). En la parte frontal de cada franja (6,5 m desde el frente) se establecieron tres estaciones fijas (parcelas) de 0,5 m x 0,35 m, donde se realizaron recuentos de plántulas de tipo destructivo, cada 10 días. En cada una de estas, se eliminaron manualmente las plántulas de malezas emergidas generando el menor disturbio posible. En la parte posterior de la franja, se sembró soja el 18/11.

Se cuantificó el número de plántulas emergidas en cada parcela y se determinó la emergencia relativa acumulada al final del experimento, en función a las parcelas sin tratar (ER). Además se estimó el período de control efectivo (CE), que es el tiempo transcurrido desde el inicio de la suma de tiempo térmico, considerando el inicio de la emergencia de plántulas y la aplicación del tratamiento herbicida, hasta la emergencia de nuevas plántulas (fin de la residualidad). A la madurez del cultivo de soja, se cosecharon tres muestras de 1 m<sup>2</sup> de cada franja y se calculó la productividad en grano. Se ajustó un análisis de parcelas divididas, donde la parcela mayor era el momento de aplicación y la parcela menor el tratamiento herbicida.

Para *A. hybridus* se observó que la mayoría de los tratamientos maximizó su control ( $p < 0,05$ ) entre el tercer y quinto momento de aplicación, donde se alcanzó una reducción de la emergencia de plántulas de más de 80% y una extensión de la residualidad aproximada de 400 hasta 1000 °Cd. Se observó que, para una misma mezcla de herbicidas, a una dosis mayor se incrementa el control de la maleza. Para el caso de *E. colona* los tratamientos alcanzaron una mayor eficiencia ( $p < 0,05$ ) entre el tercer y cuarto momento, como lo fue para los tratamientos 3, 4 y 5, donde se logró una reducción de la emergencia de más del 90% y una extensión de la residualidad que varió entre los 400 y 1200 °Cd.

Los beneficios en el control de ambas malezas se vieron reflejados en la mayor productividad de la soja ( $p < 0,05$ ), con rendimientos promedio de 370 g m<sup>-2</sup> en las parcelas aplicadas en el tercer momento y alrededor de 300 g m<sup>-2</sup> en las parcelas aplicadas en el tercer y quinto momento. De esta manera, se pudo hallar un momento dentro del período de emergencia de *E. colona* y *A. hybridus* en donde la aplicación de herbicidas alcanzó una máxima eficiencia de control y manifestó una mayor productividad del cultivo, por lo cual se aceptaron las dos hipótesis planteadas. En investigaciones futuras sería importante evaluar otras mezclas de herbicidas de otros mecanismos de acción para, de esta manera, considerar no solo la reducción del volumen de herbicidas utilizado, sino también la rotación de diferentes mecanismos de acción.

## INTRODUCCIÓN

En Argentina, las malezas son las principales adversidades bióticas que generan el mayor impacto negativo en la producción de cultivos de verano (Rodríguez *et al.*, 2019). De estos, la soja es el más importante con alrededor de 16 millones de hectáreas sembradas anualmente (MAGYP, 2023). Este impacto se debe a que las malezas interfieren de forma directa con los cultivos mediante la competencia por recursos (luz, agua y nutrientes) (Chauhan, 2020), entendiéndose por competencia como el proceso por el cual las plantas comparten recursos provistos en cantidades insuficientes para satisfacer los requerimientos combinados del cultivo y la maleza, lo que causa un efecto negativo en el desarrollo de ambas especies (Satorre, 1988). Por otro lado existe un impacto indirecto, el cual dificulta las labores de cosecha y comercialización. Tal es así que la presencia de semillas de malezas o de restos vegetales incrementan los costos de limpieza y de secado, debido al posible aumento en el contenido de humedad del producto cosechado (Bedmar *et al.*, 2002).

### CAPÍN Y YUYO COLORADO: LAS DOS PRINCIPALES MALEZAS DE VERANO

Dentro de las malezas de ciclo de crecimiento estival, capín (*Echinochloa colona*) y yuyo colorado (*Amaranthus hybridus*) son de importancia tanto a nivel mundial (Peerzada *et al.*, 2016) como en el noroeste de la provincia de Buenos Aires, en donde se registra un crecimiento en los biotipos resistentes de ambas malezas (Acciaresi *et al.*, 2019; Acciaresi y Principiano, 2020b). La adopción de la de siembra directa favoreció la expansión de estas especies, facilitando la emergencia desde los primeros estratos del suelo debido al pequeño tamaño de semilla (Buhler, 1992; Cardina *et al.*, 1991; Faccini y Vitta, 2007; Wu *et al.*, 2007; Chauhan y Johnson, 2009; Scursoni *et al.*, 2020).

Una de las principales características que comparten ambas especies en el Noroeste de la provincia de Buenos Aires, es la presencia de biotipos resistentes a herbicidas en una elevada frecuencia específica (Acciaresi *et al.*, 2018, 2019). Tal es así, que capín presenta una frecuencia específica de 36 % de los lotes relevados en 2014-15 y pasó a estar presente en prácticamente en la totalidad de los lotes relevados en 2018-19, mientras que yuyo colorado pasó de una frecuencia muy baja (0,5 %) en 2014-15 a estar presente en el 95 % del total de lotes relevados en el último periodo (Acciaresi *et al.*, 2019).

Esto condujo a un incremento en los costos de control incluyendo, además, un aumento en el volumen y la frecuencia de aplicaciones de herbicidas (Principiano y Acciaresi, 2017).

*E. colona* es una poácea (gramínea) originaria de India y ampliamente distribuida en las regiones de clima tropical y subtropical del mundo (Papa *et al.*, 2010). Se desarrolla en forma de mata, con tallos erguidos de hasta 90 cm. de altura (Picapietra y Ponsa, 2015). En cuanto a sus hojas, la lámina es plana glabra o con pelos cercanos a la zona ligular, se destaca la ausencia de lígula. Además, pueden encontrarse franjas de color púrpura que se localizan de forma transversal a sus hojas. (Leguizamon y Lovato Echeverria, 2014). En cuanto a los aspectos reproductivos, la planta madre tiene una fecundidad de entre 3000-6000 semillas, las mismas son ovadas de 1,3 mm. de longitud (Leguizamon y Lovato Echeverria, 2014). Por otro lado, ésta especie posee una gran capacidad competitiva frente a los cultivos (Olea *et al.*, 2014; Peerzada *et al.*, 2016), presentando un amplio período de emergencia primavera-estival (Picapietra y Acciaresi, 2018). De forma similar, la emergencia de *A. hybridus* es escalonada en el tiempo y se adapta a las condiciones de estrés térmico e hídrico lo que, además, provoca dificultades para realizar controles químicos planificados (Patterson, 1976; Zaiser *et al.*, 2018).

El género *Amaranthus* presenta una gran variabilidad genética y una alta producción de semillas de escaso tamaño que pueden distribuirse y germinar eficientemente en el perfil de suelo (Lovell *et al.*, 1996). Dentro del género, *A. hybridus* es una especie anual latifoliada nativa de Sudamérica, sus tallos son robustos, glabros o con pelos (REM, 2015). Es monoica y sus plantas pueden alcanzar una altura superior a los 2 m (Larran, 2018). En cuanto a sus hojas, las mismas son pecioladas de forma romboidal (REM, 2015).

## **EL CONTROL DE MALEZAS EN EL CULTIVO**

Según Labrada *et al.*, (1996) un paso importante en la omisión de la competencia por recursos con los cultivos es evitar la presencia de malezas. Por este motivo, el uso de herbicidas es una de las prácticas de mayor difusión para el control de malezas en la mayoría de los sistemas agrícolas y, a su vez, contribuyó en la disminución tanto de la abundancia como de la tasa de incremento poblacional (Fernández *et al.*, 2014). Sin embargo, el uso desmedido de herbicidas es el principal factor que afecta drásticamente al



medio ambiente, la seguridad de los productos agrícolas y la salud humana (Zhu *et al.*, 2020).

Teniendo en cuenta que uno de los factores que afecta a la residualidad de un herbicida es la dosis empleada (Congreve y Cameron, 2019), es relevante mencionar que en los sistemas agrícolas actuales se ha observado un incremento de la dosis y frecuencia de aplicaciones de herbicidas. Esto se debe a que el control químico se utiliza como principal método de control de malezas y, sumado a que esta práctica se sustenta en pocos principios activos y mecanismos de acción (Principiano y Acciaresi, 2018a), el impacto negativo que generan es aún mayor. Tal es así que de los diez mecanismos de acción relevados en la zona Norte de la provincia de Buenos Aires, fueron cinco los que mayor uso tuvieron tomando en consideración la cantidad de hectáreas que se aplicaron, siendo estos glifosato (inhibidor de la EPSPS), hormonales, inhibidores de la acetolactato sintetasa (ALS), los graminicidas (inhibidores de la acetil CoA-carboxilasa, ACCasa) y los inhibidores de la enzima protoporfirinógeno oxidasa (PPO) (Principiano y Acciaresi, 2018a; Acciaresi y Principiano, 2020a).

Entre otras cosas, la selección de poblaciones de malezas resistentes es una de las consecuencias más notorias y con una marcada evolución en los últimos años (Heap, 2022), como así también los elevados coeficientes de impacto ambiental que caracterizan a estos sistemas de producción (Principiano y Acciaresi, 2018b).

Dentro de las propuestas para el manejo de malezas y la mitigación de la evolución de poblaciones resistentes a herbicidas, la rotación y mezcla de herbicidas son una de las prácticas con mayor difusión (Chauhan, 2020), mientras que la reducción en el número de aplicaciones y del volumen de herbicidas utilizado son acciones un tanto soslayadas.

Considerando las prácticas antes mencionadas y sumando la incorporación de métodos culturales, mecánicos y preventivos como alternativas de control, se podría lograr un manejo racional de malezas, permitiendo así una agricultura con mayor rentabilidad y con menor impacto ambiental (Principiano y Acciaresi, 2017).

## **EFICIENCIA, EFICACIA Y USO RACIONAL DE HERBICIDAS**

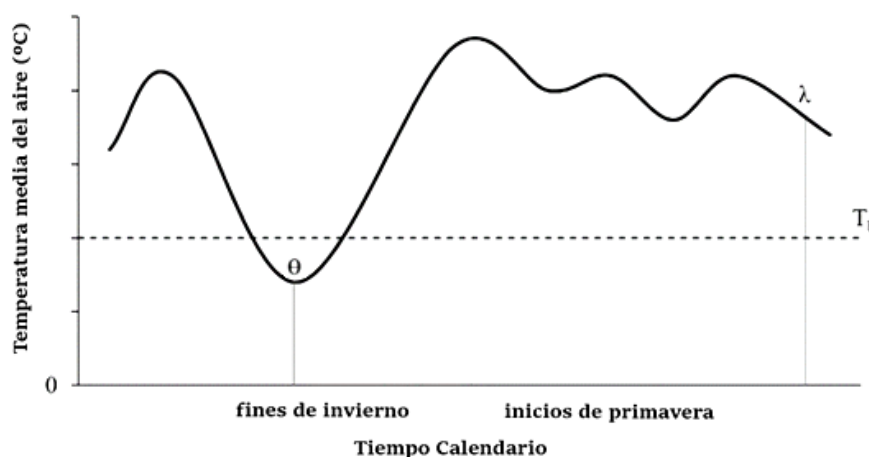
Una decisión de control químico no solo tendrá que establecer el momento más propicio para una máxima eficiencia del herbicida, sino que deberá conocer durante cuánto tiempo

requiere ejercer su efecto de control (Fernández *et al.*, 2014). Tal es así que los modelos predictivos de emergencia, que permiten conocer el período de emergencia de una maleza, resultan en un instrumento clave que posibilita planificar las operaciones de control (Werle *et al.*, 2014).

De esta manera, la planificación de la aplicación de herbicidas permitiría contar con un sistema de soporte en la toma de decisión (SSD) (Parker, 2004; González-Díaz *et al.*, 2009; González-Andújar *et al.*, 2011). El SSD puede proporcionar una estructura sobre la cual se sustenten las decisiones y poder abordar, así, los problemas de manejo de malezas (González-Andújar *et al.*, 2011).

El uso de modelos de emergencia puede mejorar la eficiencia del control químico de malezas y reducir el número de aplicaciones de herbicidas en una secuencia de cultivo. Por ejemplo, para el control de *E. colona* y *A. hybridus* comúnmente se realizan entre 3 y 5 aplicaciones de herbicidas por campaña y, mediante el uso de un modelo de emergencia en función al tiempo térmico, se puede lograr un control efectivo de *E. colona* con una única aplicación de herbicidas (Picapietra y Acciaresi, 2021).

Sin embargo, a pesar de que no existen modelos de emergencia desarrollados para todas las malezas en la región del Noroeste de Buenos Aires, una primera aproximación podría establecerse al relacionar la emergencia de las malezas con el tiempo térmico. Para el caso de malezas de verano, así como se utilizó en *E. colona*, la suma de los grados días se puede iniciar a principios de la primavera (Figura 1), en donde la temperatura media del aire supera a la temperatura base de cada especie (Picapietra *et al.*, 2021).



**Figura 1.** Esquema descriptivo del comportamiento de la temperatura media del aire entre fines del invierno e inicios de la primavera en el Noroeste de Buenos Aires y la relación con el establecimiento de las plántulas de *E. colona* ( $\lambda$ ). Representación del mínimo local de la temperatura del aire ocurrido entre el 20/08 y 05/09 ( $\theta$ ), por debajo de la temperatura base para la germinación ( $T_b$ ), considerado como el momento de inicio de la suma del tiempo térmico. (Adaptado de Picapietra *et al.*, 2021)

Por lo tanto, considerando que la reducción del uso de herbicidas es una de las prioridades en el desafío actual y futuro para el control de malezas, es sumamente importante generar información a partir del conocimiento del ciclo de emergencia de una maleza y la posibilidad de aplicación de herbicidas de manera planificada, para contribuir de manera substancial con conocimientos enfocados en la reducción del uso desmedido de herbicidas.

## HIPÓTESIS

- Dentro del período de emergencia de *Echinochloa colona* y *Amaranthus hybridus* existe un momento donde la aplicación de una mezcla de herbicidas de acción pre y postemergentes de la maleza logra la máxima eficiencia de control.
- Alcanzar la máxima eficiencia en control de las malezas está relacionado con un mayor beneficio sobre el cultivo.

## **PREDICHOS**

- La aplicación oportuna de herbicidas dentro del ciclo de emergencia de una maleza maximiza la duración del efecto residual al mismo tiempo que logra una mayor reducción del número de plántulas emergidas.
- Lograr el mayor control de las malezas tanto por la máxima residualidad del herbicida como así también la mayor reducción del número de plántulas emergidas permite maximizar la productividad en granos del cultivo de soja.

## **OBJETIVO GENERAL**

- Determinar el momento óptimo para la aplicación de mezclas de herbicidas preemergentes y postemergentes, para alcanzar la máxima eficiencia de control de malezas.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Ajustar la emergencia de plántulas de *Echinochloa colona* y *Amaranthus hybridus* al tiempo térmico, utilizando la temperatura del aire.
- Aplicar diferentes herbicidas de acción foliar y residual a los 51, 33, 22, 9 y 2 días antes de la siembra (DAS) de soja.
- Cuantificar la emergencia relativa acumulada de plántulas de las malezas en cada momento de aplicación y en cada tratamiento herbicida.
- Determinar el máximo período de control efectivo y la mayor reducción de la emergencia relativa de plántulas en función de cada herbicida y momento de aplicación.
- Relacionar cada momento de aplicación de las diferentes mezclas de herbicidas con el rendimiento del cultivo de soja.

**Palabras clave:** herbicidas residuales, momento crítico, control químico, SSD.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### UNIDAD EXPERIMENTAL

El experimento se llevó a cabo en la Estación Experimental Agropecuaria del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria de Pergamino (EEA INTA Pergamino, 33° 56' 35" S, 60° 34' 30" O), en la campaña 2020/2021 caracterizada por ser un año niño. El suelo corresponde a un Argiudol típico, serie Pergamino, de textura franco limosa, con 23% de arcilla, 65% limo y 12% de arena, con más de veinte años de agricultura continua y bajo siembra directa, con soja como cultivo antecesor.

Para el control de las malezas otoño-invernales emergidas en el lote y previo a la emergencia de malezas primavera-estivales, el día 30 de septiembre se realizó una aplicación inicial de 1,44 kg e.a. ha<sup>-1</sup> de glifosato (Panzer® Gold) y 0,68 kg e.a. ha<sup>-1</sup> de sal colina de 2,4-D (Enlist®) sobre la totalidad de la superficie.

Los datos de temperatura y precipitaciones fueron provistos por el grupo de Agrometeorología de la EEA INTA Pergamino, Buenos Aires, Argentina, 2023

### APLICACIÓN DE LOS TRATAMIENTOS

Se aplicaron siete tratamientos herbicidas (Tabla 1) en franjas de 3 m de ancho por 13 m de largo en cinco momentos diferentes, estimados a partir de la predicción del inicio de la suma del tiempo térmico de *Echinochloa colona* (Picapietra *et al.*, 2021), lo que determinó un total de 35 franjas. De acuerdo con la predicción (Figura 2), la suma de tiempo térmico inició el 2/9 y las aplicaciones se realizaron el 28/9, 16/10, 27/10, 9/11 y 16/11, lo que significó 93, 203, 301, 396 y 472 °Cd para *E. colona* (Tb= 10 °C) y 42, 108, 175, 235 y 292 °Cd para *A. hybridus* (Tb= 12,8 °C). El ajuste del tiempo térmico (Ec. 1) en grados días (°C d) se realizó en base a los datos de temperatura media del aire proporcionados por el grupo de Agrometeorología de la EEA INTA Pergamino.

$$\text{Ec. 1 } TT = \sum_{i=1}^n GDC = \sum_{i=1}^n (Ti - Tb)$$

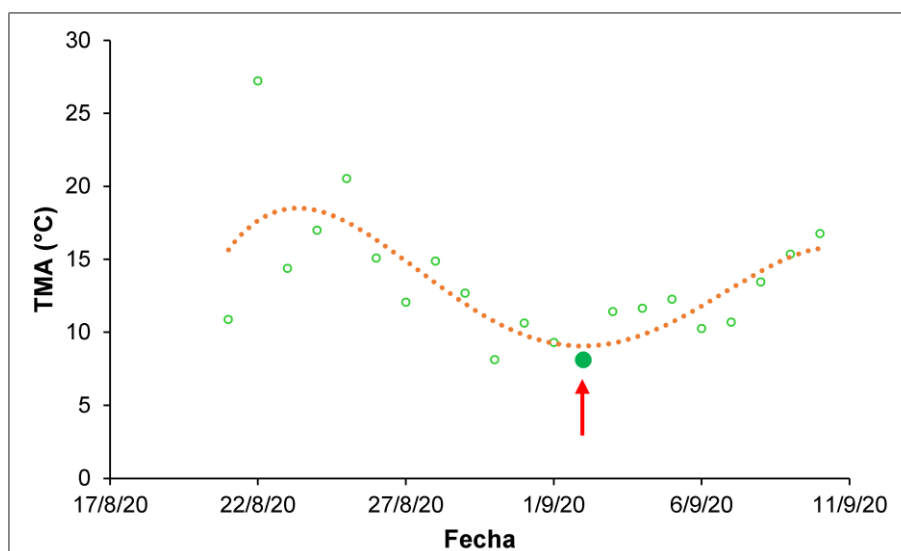
donde *TT* es el tiempo térmico acumulado en *n* días para cada maleza, *Ti* es la temperatura media diaria del día *i* y *Tb* es la temperatura base de cada maleza.

Se utilizaron dos herbicidas experimentales sin registro, (Exp. 1 y Exp. 2), piroxasulfone (Zidua®), saflufenacil (Heat®), clomazone (Command®) y glifosato (Panzer® Gold). A su

vez, en cada una de las mezclas se añadió aceite vegetal metilado (MSO) como coadyuvante. Los tratamientos se aplicaron con una mochila experimental de aire comprimido a presión constante de 1,7 bar, mediante una barra con 6 boquillas distanciadas a 0,33 m entre sí, con pastillas de abanico plano 8001 y un volumen de aplicación de 115 l/ha.

**Tabla 1.** Herbicidas aplicados y dosis del producto formulado. Los tratamientos del 1 al 6 incluyeron 0,96 kg e.a. ha<sup>-1</sup> de glifosato (Panzer® Gold) y 1,15 l ha<sup>-1</sup> de aceite vegetal metilado (Rizo Oil).

| N° | Tratamiento                  | Dosis producto formulado (kg-l/ha) |
|----|------------------------------|------------------------------------|
| 1  | Exp. 1                       | 0,40 l/ha                          |
| 2  | Exp. 1                       | 0,60 l/ha                          |
| 3  | Exp. 2 + piroxasulfone       | 0,08 l/ha + 0,16 kg/ha             |
| 4  | Exp. 2 + piroxasulfone       | 0,10 l/ha + 0,20 kg/ha             |
| 5  | saflufenacil + piroxasulfone | 0,045 kg/ha + 0,20 kg/ha           |
| 6  | Clomazone                    | 2,00 l/ha                          |
| 7  | Sin herbicidas               | -                                  |



**Figura 2.** Temperatura media del aire (TMA, °C) entre fines de agosto y principios de septiembre. Identificación del valor mínimo (8,1 °C el 2/9; flecha) para el inicio de la suma del tiempo térmico. Pergamino, Buenos Aires, Argentina, 2020.

#### ESTABLECIMIENTO DE PARCELAS Y RECuento DE PLÁNTULAS

Sobre la primera mitad de cada franja (3 m x 6,5 m) se ubicaron tres estaciones fijas (parcelas) de 0,5 m x 0,35 m al azar, delimitadas con un marco metálico, donde se realizaron recuentos de tipo destructivo cada 10 días, donde se eliminaron manualmente las plántulas de malezas generando el menor disturbio posible.

#### CULTIVO DE SOJA

Una vez finalizadas las aplicaciones de los herbicidas, el día 18 de noviembre se sembró la soja de forma transversal a las franjas, en la mitad posterior (3 m x 6,5 m). De esta manera, las labores de siembra y el crecimiento posterior del cultivo no interfirieron sobre las estaciones de recuento ubicadas en la mitad anterior de las parcelas. Se sembró un cultivar de soja de grupo de madurez IV intermedio con una máquina sembradora Giorgi de 9 surcos distanciados a 0,525 m.

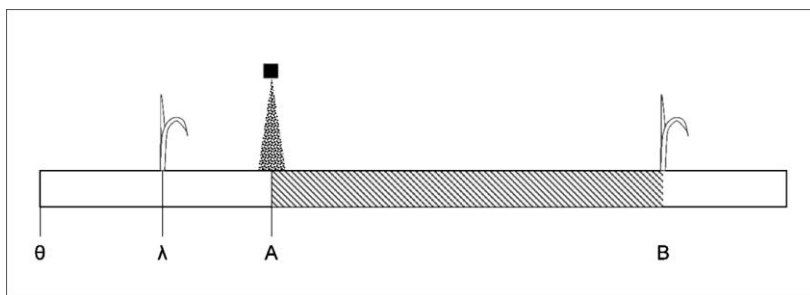
#### EMERGENCIA ACUMULADA Y PERÍODO DE CONTROL EFECTIVO

Con los datos del número de plántulas emergidas se calculó el porcentaje de emergencia acumulado (%Em) para cada tratamiento y momento de aplicación, mediante la siguiente ecuación (Ec. 2):

$$\text{Ec. 2 } \%Em_{ijk} = \frac{\sum(E_0..E_n)_{ijk}}{\sum(E_0..E_n)_{ij}} \cdot 100$$

donde  $\%Em_{ijk}$  es el porcentaje de emergencia acumulada, expresado como la proporción de la sumatoria de plántulas emergidas desde el primer ( $E_0$ ) hasta el último recuento ( $E_n$ ) de la  $i$ ésima especie, en la parcela del  $k$ ésimo tratamiento herbicida ( $k=1..6$ ), aplicado en el  $j$ taésimo momento, en función de la emergencia de esa  $i$ ésima especie en el  $j$ taésimo momento en la parcela sin tratamiento herbicida ( $k=7$ ).

Luego se determinó el período de control efectivo (CE) calculado como la suma de los grados días ( $^{\circ}\text{Cd}$ ) desde el inicio del ciclo de emergencia de las malezas hasta la emergencia de nuevas plántulas, luego de la aplicación de los tratamientos herbicida (Figura 3).



**Figura 3.** Diagrama del período de control efectivo (CE) correspondiente a la duración en grados día ( $^{\circ}\text{C d}$ ) desde el inicio de la suma ( $\theta$ ) hasta la aparición de nuevas plántulas (B), incluyendo el inicio de la emergencia de plántulas ( $\lambda$ ) y el momento de la aplicación del tratamiento herbicida (A). (Adaptado de Picapietra y Acciaresi, 2021)

## COSECHA DEL CULTIVO

Cuando el cultivo alcanzó la madurez se tomaron tres muestras de  $1 \text{ m}^2$  de cada una de las parcelas. Se utilizó una varilla de PVC de 0,95 m de largo, se arrojó al azar en un entresurco y se extrajeron las plantas de soja de los dos surcos linderos. Cada muestra se colocó en una bolsa de polipropileno y se llevó al laboratorio. Luego, con una trilladora estática monofásica se obtuvieron los granos, posteriormente se limpiaron de impurezas y



con una balanza electrónica de precisión ( $d=0,01g$ ) se obtuvo la productividad en grano (RTO,  $g\ m^{-2}$ ).

#### **DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

El experimento se llevó a cabo mediante un diseño completamente aleatorizado (DCA) con tres repeticiones. Los datos de %Em, CE y RTO se analizaron mediante modelos lineales mixtos de una sola vía, donde se evaluó el efecto del momento de aplicación para cada tratamiento de herbicida por separado. La comparación de medias se realizó mediante el test de mínimas diferencias significativas (LSD,  $\alpha=0,05$ ). Todos los análisis se realizaron en el programa estadístico InfoStat ver. 2020 (Di Rienzo *et al.*, 2020).

#### **RESULTADOS**

Durante el período experimental se observó que la temperatura media del aire estuvo  $0,4^{\circ}C$  por encima del promedio de los últimos diez años (tabla 2), siendo notablemente significativa para el mes de diciembre ( $p<0,0214$ ) con una diferencia de  $2,3^{\circ}C$ . En tanto que las precipitaciones, si bien mostraron una tendencia de reducción de los valores mensuales, pese a no encontrarse significancias entre los valores registrados y el promedio de los últimos diez años, el total acumulado durante el período septiembre-febrero en el ciclo experimental fue de 438 mm y 687 mm, respectivamente (tabla 2).

**Tabla 2.** Temperatura media mensual del aire (T, °C) y precipitaciones acumuladas mensuales (PP, mm) para el período comprendido entre septiembre y febrero del ciclo experimental (2020/21) y el promedio de los últimos diez años (2010/11 – 2019/20). Valores totales referidos al promedio de temperaturas mensuales y a la suma de precipitaciones.

|                   | T (°C)   |                 | PP (mm) |                 |
|-------------------|----------|-----------------|---------|-----------------|
|                   | 2020/21  | 2010/11–2019/20 | 2020/21 | 2010/11–2019/20 |
| <b>Septiembre</b> | 13,5     | 14,0±1,1        | 62      | 61±27           |
| <b>Octubre</b>    | 16,6     | 16,4±1,2        | 85      | 109±71          |
| <b>Noviembre</b>  | 20,9     | 19,8±1,4        | 77      | 115±71          |
| <b>Diciembre</b>  | 22,1     | 22,3±1,1        | 38      | 115±96          |
| <b>Enero</b>      | 22,8     | 23,1±0,9        | 144     | 146±97          |
| <b>Febrero</b>    | 24,0*    | 21,7±1,0        | 32      | 141±105         |
| <b>Total</b>      | 20,0±4,1 | 19,6±3,7        | 438     | 687             |

(\*) Valores significativos para la probabilidad de distribución Z ( $\alpha=0,05$ ).

#### CONTROL DE *Amaranthus hybridus*.

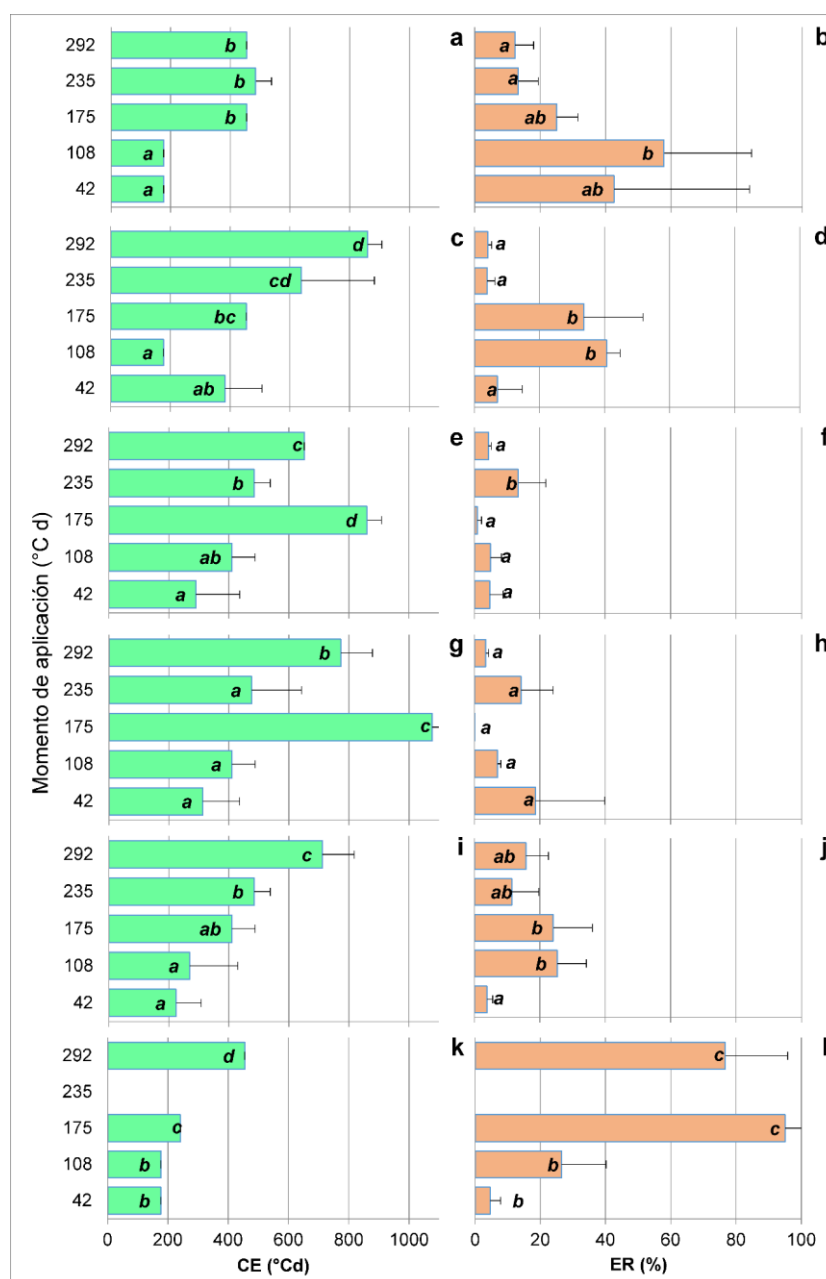
De acuerdo a los resultados obtenidos, se observó que la aplicación de 0,40 l/ha de Experimental 1 a los 235 °C d y 292 °C d (4to y 5to momento de aplicación) redujo significativamente la ER por debajo del 20% ( $p<0,05$ ). Si bien la emergencia fue variable ( $p>0,05$ ), coincidió con la mayor duración del CE que se extendió hasta los 485 °Cd y 455 °Cd, respectivamente ( $p<0,05$ ) (figura 4a-b). En tanto se aumenta la dosis del herbicida a 0,60 l/ha, se puede observar para los mismos momentos de aplicación, una reducción significativa de la ER hasta 4% en ambos casos y una duración del CE de 639 °Cd y 861 °Cd, respectivamente. Cabe mencionar que los valores observados en las parcelas que fueron tratadas con el herbicida a los 42 °Cd (1er momento) presentaron valores bajos de ER, hecho que fue asociado a una menor cantidad de semillas de *A. hybridus* en el suelo y no a una respuesta del tratamiento herbicida (figura 4c-d).

En cuanto a la mezcla de los herbicidas Experimental 2 y piroxasulfone se observó que, tanto a la dosis mínimas como máximas (tratamientos N° 3 y 4, respectivamente), la máxima

eficiencia en el control se obtuvo cuando se aplicó a los 175 °Cd. De esta manera, se logró un CE máximo de 861 °Cd y 1077 °Cd para ambos tratamientos, respectivamente, con diferencias significativas con el resto de los momentos evaluados ( $p < 0,05$ ) (figura 4e-g). Si bien mayormente no se observaron diferencias significativas entre la ER de los dos tratamientos aplicados en diferentes momentos ( $p > 0,05$ ), cuando las mezclas se aplicaron a los 175 °Cd el control de plántulas en esas parcelas fue casi total, con una ER de 1% y 0% para las dosis mínimas y máximas, respectivamente (figura 4f-h).

En lo que respecta a la aplicación de saflufenacil y piroxasulfone, el mayor control de plántulas de *A. hybridus* se registró en las parcelas aplicadas a los 292 °Cd (5to momento), donde se observó el máximo período de CE (712 °C d) significativamente superior al resto de los momentos ( $p < 0,05$ ), pero cuya ER que, aunque presentó valores menores de 20%, no fueron estadísticamente significativos (figura 4i-j). Es importante resaltar que, al igual que lo ocurrido anteriormente, la aplicación a los 42 °Cd (1er momento) mostró un menor ER el cual fue atribuido a una menor presión de semillas en el banco del suelo y no al efecto herbicida.

La aplicación de clomazone mostró una disparidad entre la duración del CE y la ER. Es decir, mientras que para los otros herbicidas evaluados los controles más eficientes mostraron una mayor duración de CE al mismo tiempo que reducían la ER, esto no ocurrió con clomazone. La mayor duración del CE para clomazone se observó al aplicarlo a los 292 °Cd, con un CE de 455 °Cd, significativamente superior al resto ( $p < 0,05$ ), mientras que la ER fue de 77%, siendo estadísticamente superior a las aplicaciones tempranas ( $p < 0,05$ ). Por otra parte, pese a que la aplicación temprana a los 108 °Cd redujo la ER a 27%, presentó un CE de 177 °C d (figura 4k-l).



**Figura 4.** Periodo de control efectivo (CE) y emergencia relativa acumulada (ER) de *A. hybridus* para cada uno de los momentos de aplicación (°C d, eje vertical) de los tratamientos herbicidas evaluados: 0,40 l/ha de Experimental 1 (a-b); 0,60 l/ha de Experimental 1 (c-d); 0,08 l/ha de Experimental 2 y 0,16 kg/ha de piroxasulfone (e-f); 0,10 l/ha de Experimental 2 y 0,20 kg/ha de piroxasulfone (g-h); 0,045 kg/ha de saflufenacil y 0,20 kg/ha de piroxasulfone (i-j); 2,00 l/ha de clomazone (k-l). Letras iguales indican que no hay diferencias significativas, las medidas de dispersión se corresponden con el desvio estándar. Letras iguales indican que no hay diferencias significativas en el CE/ER en función al momento de aplicación, las medidas de dispersión se corresponden con el desvio estándar.

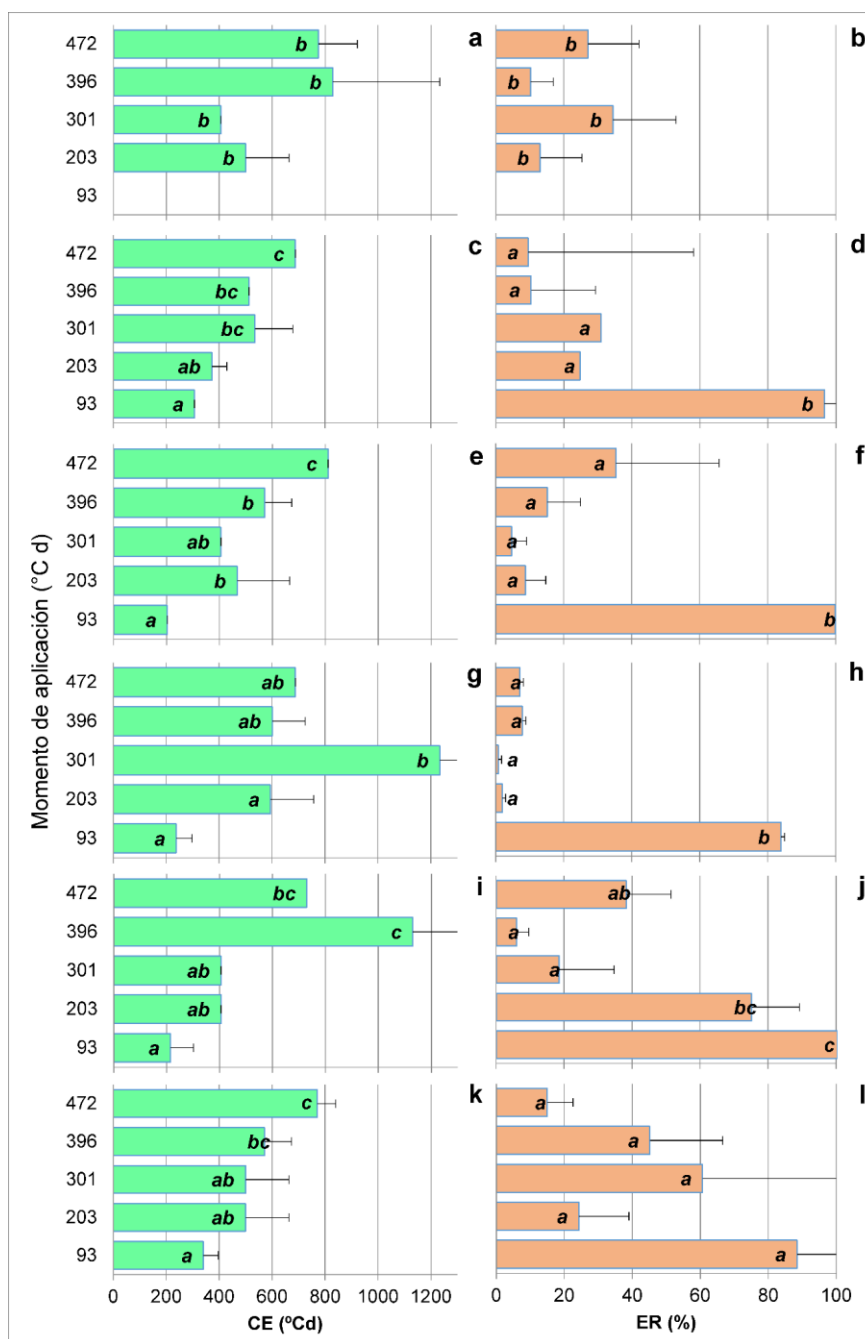
## CONTROL DE *Echinochloa colona*

De acuerdo a los resultados obtenidos, se observó que las parcelas tratadas con 0,40 l/ha de Experimental 1 en todos los momentos de aplicación evaluados no presentaron diferencias significativas, tanto para CE como para ER ( $p>0,05$ ). Sin embargo, la aplicación a los 396 °Cd (4to momento) mostró un CE máximo de 828 °Cd que se condice con la mínima ER igual a 10% (figura 5a-b). En virtud de este tratamiento herbicida, el aumento de la dosis a 0,60 l/ha no mejora el control sino que, por el contrario, se observó un CE de 513 °Cd. Además, las aplicaciones realizadas a los 301, 396 y 472 °Cd (3er, 4to y 5to momento, respectivamente) no presentaron diferencias significativas entre sí ( $p>0,05$ ) en el CE y ER (figura 5c-d).

Para la mezcla de los herbicidas Experimental 2 y piroxasulfone se observó que, tanto a la dosis mínima como máxima (tratamientos N° 3 y 4, respectivamente), la máxima reducción en el número de plántulas emergidas se obtuvo cuando se aplicó a los 301 °Cd, alcanzando una ER de 5% y 1% (figura 5f-h), aunque sin diferencias significativas con los valores obtenidos para las aplicaciones del 2do, 4to y 5to momento ( $p>0,05$ ). Para el tratamiento N° 3 el máximo CE se obtuvo al aplicarse a los 472 °Cd, significativamente superior al resto de los momentos ( $p<0,05$ ), mientras que para el tratamiento N° 4 no se encontraron diferencias entre los CE del 3er, 4to y 5to momento ( $p>0,05$ ), sin embargo, en el 3er momento se alcanzó un valor de 1233 °Cd (figura 5e-g).

Para la aplicación de saflufenacil y piroxasulfone, el mayor control de plántulas de *E. colona* se obtuvo en la parcela tratada a los 396 °Cd (4to momento), donde se observó un CE de 1130 °Cd y una ER de 6% (figura 5i-j). Si bien entre el 4to y 5to momento no fueron estadísticamente diferentes, al aplicar esta mezcla a los 472 °Cd se reduce el CE a 729 °Cd mientras que la ER se eleva a 38%, lo cual manifiesta un control deficiente.

Con la aplicación de clomazone a los 472 °Cd (5to momento) se observó un CE de 770 °Cd y una ER de 15%, sin diferencias significativas con el 4to momento de aplicación ( $p>0,05$ ). Sin embargo, este último mencionado presentó un CE de 571 °Cd y una ER de 45%, lo cual indica un control deficiente de la maleza (figura 5k-l).



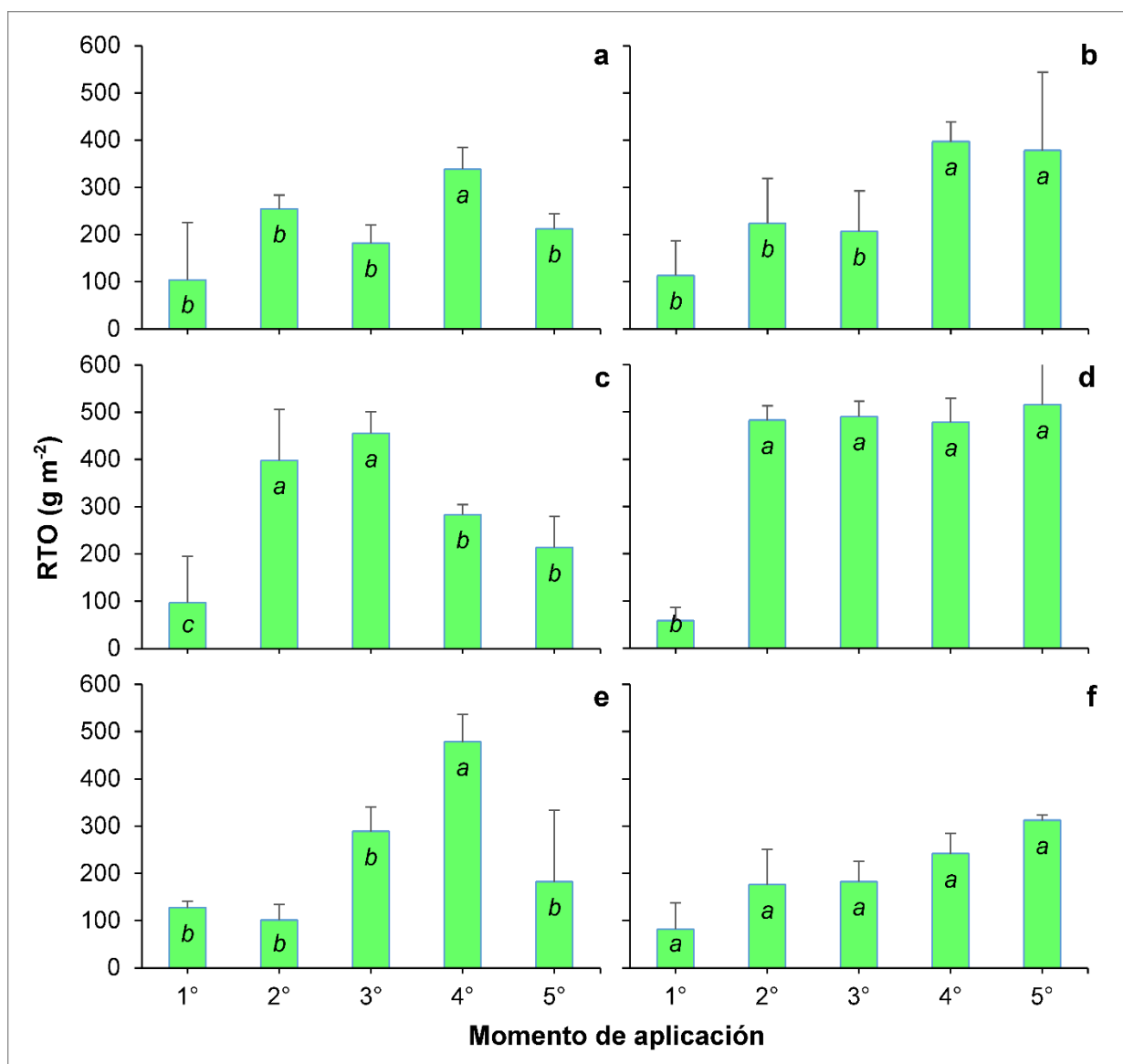
**Figura 5.** Periodo de control efectivo (CE) y emergencia relativa acumulada (ER) de *E. colona* para cada uno de los momentos de aplicación (°C d, eje vertical) de los tratamientos herbicidas evaluados: 0,40 l/ha de Experimental 1 (a-b); 0,60 l/ha de Experimental 1 (c-d); 0,08 l/ha de Experimental 2 y 0,16 kg/ha de piroxasulfone (e-f); 0,10 l/ha de Experimental 2 y 0,20 kg/ha de piroxasulfone (g-h); 0,045 kg/ha de saflufenacil y 0,20 kg/ha de piroxasulfone (i-j); 2,00 l/ha de clomazone (k-l). Letras iguales indican que no hay diferencias significativas en el CE/ER en función al momento de aplicación, las medidas de dispersión se corresponden con el desvío estándar.

## PRODUCTIVIDAD DEL CULTIVO

La productividad del cultivo mostró grandes variaciones entre tratamientos de herbicidas y los momentos de aplicación. La tendencia generalizada para todos los tratamientos fue una menor productividad del cultivo cuando el tratamiento herbicida se aplicó en el primer momento (figura 6). Para el Experimental 1 a las dos dosis evaluadas (tratamiento 1 y 2) la mayor productividad de soja se observó cuando el herbicida se aplicó en el cuarto momento, lo que significó 338 y 397 g m<sup>-2</sup>, respectivamente (figura 6a-b). En el cuarto momento a la dosis mayor no se encontraron diferencias significativas ( $p>0,05$ ) con las parcelas tratadas en el quinto momento (378 g m<sup>-2</sup>).

Las mezclas de herbicidas Experimental 2 y pyroxasulfone a las dos dosis evaluadas (tratamientos 3 y 4) mostraron la mayor productividad del cultivo en las parcelas tratadas en el segundo y tercer momento de aplicación, sin diferencias entre sí ( $p>0,05$ ), con 398 g m<sup>-2</sup> y 455 g m<sup>-2</sup> para el tratamiento 3 y 483 g m<sup>-2</sup> y 490 g m<sup>-2</sup> para el tratamiento 4, respectivamente (figura 6c-d). Además, a la dosis mayor no se observaron diferencias significativas ( $p>0,05$ ) entre las aplicaciones del segundo al quinto momento, con valores entre 478 g m<sup>-2</sup> y 516 g m<sup>-2</sup>.

Para la aplicación de la mezcla pyroxasulfone y saflufenacil, la productividad del cultivo de soja en las parcelas tratadas en el cuarto momento fue superior al resto ( $p<0,05$ ) con un rendimiento de 478 g m<sup>-2</sup> (figura 6e). En tanto que la aplicación de clomazone en los cinco momentos evaluados no presentó diferencias significativas ( $p<0,05$ ) en el rendimiento de la soja con un promedio cercano a los 200 g m<sup>-2</sup> (figura 6f).



**Figura 6.** Productividad en grano del cultivo de soja (RTO, g/m<sup>2</sup>) en función de los diferentes momentos de aplicación (1°: 28/9, 2°: 16/10, 3°: 27/10, 4°: 9/11, 5°: 16/11) de las mezclas de 0,96 kg e.a./ha de glifosato con a) 0,40 l/ha de Experimental 1, b) 0,60 l/ha de Experimental 1, c) 0,08 l/ha de Experimental 2 y 0,16 kg/ha de piroxasulfone, d) 0,10 l/ha de Experimental 2 y 0,20 kg/ha de piroxasulfone, e) 0,045 kg/ha de saflufenacil y 0,20 kg/ha de piroxasulfone y f) 2,00 l/ha de clomazone. Letras iguales indican que no hay diferencias significativas entre momentos de aplicación, las medidas de dispersión se corresponden con el desvío estándar.

## DISCUSIÓN



## EFICIENCIA DE CONTROL RESIDUAL DE MALEZAS

La extensión del período de residualidad de Experimental 1 se vio afectada por la dosis del herbicida, es decir, en el incremento de 0,4 a 0,6 l/ha del herbicida hubo un aumento en el CE de 17 y 44 días para el 4to y 5to momento, respectivamente. Este efecto fue más marcado en *A. hybridus* que en *E. colona*, posiblemente debido a una mayor afinidad del ingrediente activo para el control de la maleza latifoliada. Este mismo efecto en el incremento de la dosis de una misma mezcla de herbicidas como en el caso de los tratamientos N° 3 y 4, favoreció el aumento de la residualidad y la disminución del número de plántulas emergidas de las dos especies evaluadas, en este caso. Estas observaciones concuerdan con lo descrito por Congreve y Cameron, (2019) quienes detallan que el aumento de la dosis de un herbicida favorece a prolongar el efecto residual. Por otra parte, el herbicida Experimental 2 en mezcla con piroxasulfone resultó un tratamiento muy efectivo para el control de *A. hybridus* y *E. colona*, siendo que el uso de piroxasulfone no es efectivo para ser utilizado de forma individual (Belfry *et. al*, 2015).

En vista de la efectividad lograda en el tratamiento de saflufenacil más piroxasulfone para el control de *A. hybridus*, se debe destacar que piroxasulfone posee una corta vida media (Dt 50) de 22 días, lo cual indica una baja persistencia en el suelo (PPDB, 2023), y que el control foliar dado por saflufenacil y glifosato, posiblemente, permitieron prolongar el CE al aplicar esta mezcla en los últimos momentos evaluados. Investigaciones realizadas por Picapietra y Acciaresi, (2021) demostraron que la mezcla de saflufenacil y piroxasulfone para el control de *E. colona* fue efectivo al ser aplicado aproximadamente a los 400 °Cd, lo cual coincide con las observaciones de este presente trabajo.

El tratamiento con clomazone no fue efectivo para el control de *A. hybridus* por lo que, a pesar de que algunos autores señalan que clomazone presenta un control eficiente sobre *Amaranthus* (Raimondi *et al.*, 2015), los resultados del presente trabajo no acuerdan con dicha sentencia. Más aun, otros autores (Vencill *et al.*, 1990; Kudsk *et al.*, 2012) señalan que existe un mecanismo que evita que el herbicida clomazone sea fitotóxico dentro de la planta y que dicho proceso se encuentra más marcadamente en *A. hybridus* que en *A. lividus* o *A. retroflexus*. En lo que respecta al tratamiento de clomazone para el control de *E. colona*, los resultados de este trabajo final coinciden con varios autores (Esqueda, 2000; Picapietra y Acciaresi, 2021) que observaron que las aplicaciones cercanas a la siembra

del cultivo son más efectivas en comparación con las aplicaciones realizadas de forma temprana.

Es de importancia mencionar que las parcelas que fueron aplicadas con los 6 tratamientos herbicida, a los 93 °Cd (1er momento), presentaron valores elevados de ER hecho que fue asociado a una mayor cantidad de semillas de *E. colona* en el banco de semillas (BSS) y no a una menor respuesta al tratamiento herbicida. En ese sentido, la distribución del BSS a nivel experimental, es muy irregular, los movimientos de las semillas dependen de la localización de la planta madre, de la topografía del terreno y de la influencia relativa de los distintos agentes de dispersión (Besnier, 1989).

#### **INCIDENCIA DEL CONTROL DE MALEZAS EN LA PRODUCTIVIDAD DEL CULTIVO**

Las parcelas que fueron tratadas en el primer momento de aplicación, para las seis mezclas de herbicidas evaluadas, registraron la menor productividad del cultivo, donde el rendimiento promedio en grano no superó los 100 g/m<sup>2</sup>. Si bien no se evaluó la competencia con las malezas, en estas parcelas se registraron la mayor cantidad de plántulas emergidas y la menor duración del control residual.

En cuanto a la duración del período residual, la aplicación en el primer momento significó un promedio de 206 y 261 °Cd para *E. colona* y *A. hybrydus*, respectivamente. Esto significó que, a mediados de octubre e inicios de noviembre, respectivamente, comenzaron a emerger las malezas justo antes de la siembra del cultivo, lo cual implicó que la soja convivió con malezas desde el inicio del ciclo. En este punto, tal como señalaron Salomão *et al.* (2021), cuando el cultivo de soja crece sin control de malezas el rendimiento disminuye considerablemente debido al efecto del enmalezamiento.

Cuando la residualidad de los herbicidas se extiende hasta dentro del ciclo del cultivo, como se observó en las aplicaciones desde el segundo al quinto momento de aplicación, el control de las malezas benefició a la productividad del cultivo en comparación con las aplicaciones del primer momento, con un incremento promedio de 200%. Estos resultados coinciden con la respuesta de la soja ante el uso de herbicidas preemergentes descrita por Roncatto *et al.* (2023), quienes observaron que esta mejora del rendimiento se debe al desplazamiento y la reducción del período crítico de control de malezas.

## CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos en el presente trabajo, fue posible hallar un momento dentro del período de emergencia de *Echinochloa colona* y *Amaranthus hybridus* en donde la aplicación de una mezcla de herbicidas de acción foliar y residual alcanzó una máxima eficiencia de control y manifestó una mayor productividad del cultivo. Estas observaciones respaldan la aceptación de las dos hipótesis planteadas.

Sería importante que en investigaciones futuras se evalúen otras mezclas de herbicidas de otros mecanismos de acción para, de esta manera, poder considerar no solo la reducción del volumen de herbicidas utilizado, sino también la rotación de diferentes mecanismos de acción y contribuir, así, con un aporte significativo al manejo integrado de malezas.

## BIBLIOGRAFÍA

- Acciaresi, H; Lavezzari, D; Pincipiano, MA. 2018. Evolución de la distribución de malezas resistentes y tolerantes en el NO de la Provincia de Buenos Aires (en línea). Cuarto informe. Ediciones Inta. Pergamino, Buenos Aires, Argentina. Consultado 15 de jun. 2023. Disponible en [https://repositorio.inta.gob.ar/bitstream/handle/20.500.12123/2954/INTA\\_CRBsAsNorte\\_EEAPergamino\\_Acciaresi\\_Horacio\\_Evoluci%c3%b3n\\_en\\_la\\_distribucion\\_de\\_malezas\\_resistente\\_y\\_tolerantes\\_a\\_herbicidas\\_en\\_el\\_NO\\_de\\_la\\_Provincia\\_de\\_Buenos\\_Aires.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.inta.gob.ar/bitstream/handle/20.500.12123/2954/INTA_CRBsAsNorte_EEAPergamino_Acciaresi_Horacio_Evoluci%c3%b3n_en_la_distribucion_de_malezas_resistente_y_tolerantes_a_herbicidas_en_el_NO_de_la_Provincia_de_Buenos_Aires.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Acciaresi, H; Lavezzari, D; Pincipiano, MA. 2019. Distribución y abundancia de malezas resistentes y tolerantes a herbicidas en el noroeste de la Provincia de Buenos Aires (en línea). Sexto informe. Ediciones Inta. Pergamino, Buenos Aires, Argentina. Consultado 10 de abr. 2024. Disponible en [https://repositorio.inta.gob.ar/bitstream/handle/20.500.12123/4790/INTA\\_CRBsAsNorte\\_EEAPergamino\\_Acciaresi\\_Horacio\\_Distribucion\\_y\\_abundancia\\_de\\_malezas\\_resistentes\\_y\\_tolerantes\\_a\\_herbicidas\\_en\\_el\\_noroeste\\_de\\_la\\_Provincia\\_de\\_Buenos\\_Aires.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.inta.gob.ar/bitstream/handle/20.500.12123/4790/INTA_CRBsAsNorte_EEAPergamino_Acciaresi_Horacio_Distribucion_y_abundancia_de_malezas_resistentes_y_tolerantes_a_herbicidas_en_el_noroeste_de_la_Provincia_de_Buenos_Aires.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Acciaresi, HA; Pincipiano, MA; 2020a. Estado de situación del uso de herbicidas en cultivos extensivos agrícolas de la región norte de la provincia de Buenos Aires (en línea).

Segundo informe. Ediciones INTA. Pergamino Buenos Aires, Argentina. Consultado el 10 abr. 2024. Disponible en

[https://repositorio.inta.gob.ar/bitstream/handle/20.500.12123/7146/INTA\\_CRBsAsNorte\\_EAPergamino\\_Acciaresi\\_Horacio\\_Estado\\_de\\_situaci%3%b3n\\_uso\\_herbicidas\\_cultivos\\_extensivos\\_agr%3%adcolas\\_regi%3%b3n\\_norte\\_provincia\\_Buenos\\_Aires.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.inta.gob.ar/bitstream/handle/20.500.12123/7146/INTA_CRBsAsNorte_EAPergamino_Acciaresi_Horacio_Estado_de_situaci%3%b3n_uso_herbicidas_cultivos_extensivos_agr%3%adcolas_regi%3%b3n_norte_provincia_Buenos_Aires.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

- Acciaresi, H; Pincipiano, MA. 2020b. Distribución y abundancia de malezas resistentes y tolerantes a herbicidas en el norte de la Provincia de Buenos Aires (en línea). Octavo informe. Ediciones Inta. Pergamino, Buenos Aires, Argentina. Consultado 10 de abr. 2024. Disponible en

[https://repositorio.inta.gob.ar/bitstream/handle/20.500.12123/7110/INTA\\_CRBsAsNorte\\_EAPergamino\\_Acciaresi\\_Horacio\\_Distribucion\\_y\\_abundancia\\_de\\_malezas\\_resistentes\\_y\\_tolerantes\\_a\\_herbicidas\\_en\\_el\\_norte\\_de\\_la\\_prov\\_bs\\_as.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.inta.gob.ar/bitstream/handle/20.500.12123/7110/INTA_CRBsAsNorte_EAPergamino_Acciaresi_Horacio_Distribucion_y_abundancia_de_malezas_resistentes_y_tolerantes_a_herbicidas_en_el_norte_de_la_prov_bs_as.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

- Buhler, DD.1992. Population dynamics and control of annualweeds in corn (*Zea mays*) as influenced by tillage systems. *Weed Science*. 40:241-248.

- Besnier, F; 1989. Semillas, biología y tecnología. Editorial Mundi-Prensa. Madrid. 147-173.

- Belfry, KD; McNaughton, KE; Sikkema, PH. 2015. Weed control in soybean using pyroxasulfone and sulfentrazone. *Canadian Journal of Plant Science*. 95(6):1199-1204.

- Bedmar, F; Eyherabide, J; Satorre, EH. 2002. Bases para el manejo de malezas. Bases para el manejo del maíz, el girasol y la soja. 273-311.

- Cardina, J; Regnier, E; Harrison, KT. 1991. Long term tillage effects on seed banks in three Ohio soils. *Weed Science*. 39:186-194.

- Chauhan, BS; Johnson, DE. 2009. Seed germination ecology of junglerice (*Echinochloa colona*): A Major Weed of Rice. *Weed Science*. 57:235–240.

- Congreve, M; Cameron, J. 2019. Soil behavior of pre-emergent herbicides in Australian farming systems: A national reference manual for agronomic advisers (en línea). 2nd edition. Grains Research and Development Corporation publication, Australia. Consultado 26 dic. 2023. Disponible en <https://grdc.com.au/resources-and-publications/all-publications/publications/2023/soil-behaviour-of-pre-emergent-herbicides>

- Chauhan, BS. 2020. Grand Challenges in Weed Management. *Frontiers in Agronomy*. 1:3.

- Di Rienzo, JA; Casanoves, F; Balzarini, MG; Gonzalez, L; Tablada, M; Robledo, CW. 2020. InfoStat versión 2020. Grupo InfoStat FCA. Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. Disponible en <http://www.infostat.com.ar>
- Esqueda, VA. 2000. Control de malezas en arroz de temporal con clomazone, solo y en mezcla con propanil 2, 4-d. Agronomía mesoamericana. 11(1): 51-56.
- Faccini, D; Vitta, J. 2007. Efecto de la profundidad de siembra, cobertura de rastrojo y ambiente térmico sobre la germinación y emergencia de *Amaranthus quitensis* K. Agri Scientia. 24(1):19-27.
- Fernández, OA; Leguizamón, ES; Acciaresi, HA. 2014. Malezas e invasoras de la Argentina. Tomo I: ecología y manejo (en línea). 1 ed. Bahía Blanca, Argentina. EdiUNS. Consultado 25 de nov. 2022. Disponible en <https://hrac-argentina.org/wp-content/uploads/biblioteca/Malezas-e-Invasoras-de-la-Argentina.pdf>
- González-Díaz, L; Martínez Jiménez, P; Bastida, F; González-Andújar, JL. 2009. Decision Support System for integrated plant protection in pepper. Expert systems with applications. 36:8975–8979.
- González-Andújar, JL; Fernández-Quintanilla, C; Bastida, F; Calvo, R; Izquierdo, J; Lezaun, JA. 2011. Assessment of a decision support system for chemical control of annual ryegrass (*Lolium rigidum*) in winter cereals. Weed research. 51:304-309.
- Heap, I. 2022. Base de datos internacional sobre malezas resistentes a herbicidas (en línea). Consultado 2 de jun. 2022. Disponible en [www.weedscience.org](http://www.weedscience.org)
- Kudsk, P; Taberner, A; Troiani, RM; Sánchez, TM; Mathiassen, S. 2012. Herbicide tolerance and seed survival of grain amaranth (*Amaranthus sp.*). Australian Journal of Crop Science. 6(12):1674-1680.
- Labrada, R; Caseley, JC; Parker, C. 1996. Manejo de Malezas para Países en Desarrollo: Estudio FAO Producción y Protección Vegetal. Softcover. Roma, Italia. FAO Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 120.
- Lovell, ST; Wax, LM; Horak MJ; Peterson, DE. 1996. Imidazolinone and sulfonylurea resistance in a biotype of common waterhemp (*Amaranthus rudis*). Weed Science. 44(4):789–794.

- Leguizamón, ES; Lovato Echeverría, R. 2014. *Digitaria sanguinalis* (L.) Scop. y otras gramíneas anuales. Bases para su manejo y control en sistemas de producción. Red de conocimiento en malezas resistentes (REM). Aapresid. 4:6-13.
- Larran, AS. 2018. Resistencia a herbicidas en poblaciones del género *Amaranthus*: Mecanismos moleculares y expresión de alelos *als* resistentes en plantas de *A. thaliana* y trigo. Facultad de ciencias agrarias Rosario. 1-175.
- MAGYP. 2023. Monitor del comercio granario (en línea). Consultado 10 de may. 2023. Disponible en <https://monitorssma.magyp.gob.ar/>
- Olea; I, Sabaté; S, Vinciguerra ; F. Devani; L. 2014. Pautas para el manejo de malezas en cultivos extensivos en el Noroeste Argentino (en línea). Consultado el 26 de ago. 2023. Disponible en <https://www.aapresid.org.ar/blog/pautas-para-el-manejo-de-malezas-en-cultivos-extensivos-en-el-noroeste-argentino/>
- Patterson, DT. 1976. C<sub>4</sub> Photosynthesis in Smooth Pigweed. Weed Science. 24:127-130.
- Parker, CG. 2004. Decision support systems: barriers to uptake and use. Aspects of Applied Biology. 72: 31-41.
- Papa, JC; Tuesca, D; Bacigaluppo, D. 2010. Detección reciente en la provincia de Santa Fe de biotipos de *Echinochloa colona* sospechosos de presentar resistencia a glifosato. INTA EEA Oliveros. 45:91-94.
- Picapietra, G; Ponsa, JC. 2015. Competencia y manejo de Capín Arroz (*Echinochloa colona* L. Link) en el cultivo de soja (*Glycine max* L. Merr.) (en línea). EEA Inta Pergamino. Consultado 7 de abr. 2024. Disponible en [https://aws.agroconsultasonline.com/ticket.html/Competencia-y-manejo-de-Capin-de-Arroz-en-el-cultivo-de-Soja-Picapietra%20Gabriel.pdf?op=d&ticket\\_id=11828&evento\\_id=24699](https://aws.agroconsultasonline.com/ticket.html/Competencia-y-manejo-de-Capin-de-Arroz-en-el-cultivo-de-Soja-Picapietra%20Gabriel.pdf?op=d&ticket_id=11828&evento_id=24699)
- Peerzada, AM; Bajwa, AA; Ali, HH; Chauhan ,BS. 2016. Biology, impact, and management of *Echinochloa colona* (L.) Link. Crop Protection. 83:56-66.
- Principiano, MA; Acciaresi, HA. 2017. Costo financiero e impacto ambiental del control de malezas en diferentes secuencias de cultivos en el NO de la provincia de Buenos Aires. RTA: Revista de Tecnología Agropecuaria. 10(34):37-41.

- Picapietra, G; Acciaresi, HA. 2018. Uso de un modelo predictivo de la emergencia de capín (*Echinochloa colona*) para optimizar el uso de herbicidas preemergentes en el cultivo de maíz (*Zea mays*) In. Sea maíz XI Congreso Nacional de Maíz. 1-7
- Principiano, MA; Acciaresi, HA. 2018a. Estado de situación del uso de herbicidas en cultivos extensivos agrícolas de la región noroeste de la provincia de Buenos Aires y el impacto ambiental asociado (en línea). Ediciones INTA. Pergamino Buenos Aires, Argentina. Consultado 6 de nov. 2020. Disponible en <https://inta.gob.ar/documentos/estado-de-situacion-del-uso-de-herbicidas-en-cultivos-extensivos-agricolas-de-la-region-noroeste-de-la-provincia-de-buenos-aires-y-el-impacto-ambiental-asociado>
- Principiano, M; Acciaresi, HA. 2018b. Diversidad e intensidad de secuencias de cultivos: Efecto ambiental y económico del control químico de malezas. Revista de Tecnología Agropecuaria-RTA. 10(37):33-37.
- Picapietra, G; Acciaresi; HA. 2021. Junglerice (*Echinochloa colona* L.) seedling emergence model as a tool to optimize pre-emergent herbicide application. Italian Journal of Agronomy. 16(4).
- Picapietra, G; González-Andújar, JL; Acciaresi, HA. 2021. Predicting junglerice (*Echinochloa colona* L.) emergence as a function of thermal time in the humid pampas of Argentina. International Journal of Pest Management. 67(4):328-337.
- PPDB. 2024. Pesticide Properties Database (en línea). Consultado 2 ene. 2024. Disponible en <https://sitem.herts.ac.uk/aeru/ppdb/en/>
- REM (Red de conocimientos de malezas resistentes). 2015. Consultado 7 abr. De 2024 Disponible en <https://www.aapresid.org.ar/rem>.
- Raimondi, MA; Oliveira, RS; Constantin, J; Rios, FA; Gemelli, A; Raimondi, RT. 2015. Dose-response curve to soil applied herbicides and susceptibility evaluation of different amaranthus species using model identity. Planta Daninha. 33(1):137-146.
- Roncatto, E; Barroso, AA; Albrecht, AJ; Novello, BD; Silva, RG; Backes, CB. 2023. Shortening critical period of weed control at soybean by residual herbicide mixtures. Adv Weed Sci. 41:e020220075.

- Rodríguez, S; Kruk, BC; Satorre, EH. 2019. Percepción de los agricultores de la Región Pampeana sobre las adversidades bióticas de los cultivos de grano. *Agronomía y ambiente: Revista de la facultad de agronomía UBA*. 39(1):16-25.
- Satorre, EH. 1988. The competitive ability of spring cereals. University of Reading, UK. 262.
- Salomão, HM; Trezi, MM; Viecegli, M; Pagnoncelli Junior, FDB; Patel, F; Damo, L; Frizzon, G. 2021. Weed management with pre-emergent herbicides in soybean crops. *Communications in Plant Sciences* 11:60-66.
- Scursoni, JA; Vila Aiub, MM; Tuesca, D; Balassone, F; Morello, JP; Medina Herrera, D; Lescano, C; Montero Bulacio, N; Crespo, RJ; Depetris, M. 2020. Respuesta a herbicidas con diferentes modos de acción (HRAC) en poblaciones de *Amaranthus hybridus* L. de la Argentina. *Malezas*. 4:72-84.
- Vencill, WK; Hatzios, KK; Wilson, HP.1990. Absorption, translocation and metabolism of <sup>14</sup>C-clomazone in soybean (*Glycine max*) and three *Amaranthus* weed species. *Journal of Plant Growth Regulation*. 9(1):127-132.
- Wu, H; Walker, S; Rollin, MJ; Tan, D; Werth, G. 2007. Germination, persistence and emergence of flaxleaf fleabane (*Conyza bonariensis* L.). *Weed Biology Management*. 7:192–199.
- Werle, R; Sandell, LD; Buhler, DD; Hartzler, RG; Lindquist, JL. 2014. Predicting emergence of 23 summer annual weed species. *Weed Science*. 62(2):267-279.
- Zaiser, E; Cosci, F; Coyos, T. 2018. Biología de malezas (en línea). Consultado 29 de ago. de 2023. Disponible en <https://www.aapresid.org.ar/rem-malezas/mapa-malezas/archivos/emergencias/documentos/zaiser-cosci-y-coyos-biolog-a-de-malezas-chacra-bandera-2017-2018.pdf>
- Zhu, Y; Wu, J; Han, L; Wang, X; Li, W; Guo, H; Wei, H. 2020. Nanozyme sensor arrays based on heteroatom-doped graphene for detecting pesticides. *Analytical chemistry*. 92(11):7444-7452.