UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

CONTROL QUÍMICO DE *Amaranthus palmeri*

por

Juan Alberto BESOZZI ITHURSARRY
Manuel SÓÑORA LAGUARDA

TESIS presentada como uno
de los requisitos para obtener
el título de Ingeniero Agrónomo

MONTEVIDEO
URUGUAY
2020

Tesis aprobada por:

Director: ----------
Ing. Agr. Grisel Fernández

Ing. Agr. Juana Villalba

Ing. Agr. Néstor Leguisamo

Fecha: 2 de julio de 2020

Autores: ----------
Juan Alberto Besozzi Ithursarry

Manuel Sóñora Laguarda

AGRADECIMIENTOS

Estamos muy agradecidas con nuestra directora, Grisel, que nos ayudó en todo momento y nos dedicó su tiempo y paciencia para que pudiéramos cumplir nuestra meta.

A nuestras familias y amigos que de alguna forma u otra contribuyeron con su apoyo a lo largo de la carrera y para que este trabajo pudiera ser realizado.

Al Ing. Agr. Néstor Leguisamo, Ing. Agr. Gabriel Bidegain y sus colaboradores por facilitarnos sus instalaciones y equipos para las tareas de campo llevadas a cabo.

¡Muchas gracias!

TABLA DE CONTENIDO

Página

PÁGINA DE APROBACIÓN……... II
AGRADECIMIENTOS……..... III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES……...…….……..VI

1. INTRODUCCIÓN 1
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA 2
2.1 GÉNERO AMARANTHUS 2
2.1.1 Origen 2
2.1.2 Por que es un problema 3
2.1.3 Principales características de la biología de *Amaranthus palmeri* 4
2.2.4 Identificación botánica de *Amaranthus palmeri* 5
2.2.5 Estrategias de control 6
2.2.5.1 Inhibidores de la fotosíntesis 7
2.2.5.2 Inhibidores de la síntesis de lípidos 7
2.2.5.3 Inhibidores de la síntesis de pigmentos fotosintéticos 8
3. MATERIALES Y MÉTODOS 9
3.1 LOCALIZACIÓN 9
3.2 DISEÑO EXPERIMENTAL DE LOS TRATAMIENTOS 9
3.3 INSTALACIÓN DEL EXPERIMENTO 12
3.4 DETERMINACIONES 12
3.5 PROCESAMIENTO DE DATOS 13
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 14
4.1 POBLACIÓN 15
4.2 PRIMERA EVALUACIÓN EN MALEZAS 12/12/2017 16
4.3 SEGUNDA EVALUACIÓN EN MALEZAS 20/12/17 17
4.4 TERCERA EVALUACIÓN EN MALEZAS 02/01/2018 20
4.5 CUARTA EVALUACIÓN EN MALEZAS 22/01/2018 21

4.6 QUINTA EVALUACIÓN EN MALEZAS 09/02/2018 24
4.7 RENDIMIENTO 25
5. CONCLUSIONES 26
6. RESUMEN 27
7. SUMMARY 28
8. BIBLIOGRAFÍA 29

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No. Página

1. Descripción de tratamientos 11

Figura No.

1. Ubicación geográfica del ensayo 9

2. Croquis de distribución de tratamientos ……..…… 10

3. Precipitaciones (mm) promedio mensual en el periodo noviembre 2017 – abril 2018 y promedio histórico para el periodo 1961-1990 …….... 14

4. Población de soja (pl. /m) para los 11 tratamientos estudiados (12 DPS) 15

5. Densidad de *A. palmeri* (pl./m^2) en la determinación del 12/12/17 (34 DPA) para los diferentes tratamientos 16

6. Densidad de *A. palmeri* (pl. /m^2) en la determinación del 20/12/17 (42 DPA) para los diferentes tratamientos 18

7. Precipitaciones ocurridas a partir del momento de la aplicación 19

8. Densidad de *A. palmeri* (pl./m^2) en la determinación del 02/01/18 (54 DPA) para los diferentes tratamientos …….…… 20

9. Composición de la población de *A. palmeri* para los tratamientos 10 y 11 21

10. Densidad de *A. palmeri* (pl./m^2) en la determinación del 22/01/18 (74 DPA) para los diferentes tratamientos ……..……... 22

11. Densidad de *A. palmeri* (pl./m^2) con desarrollo entre 5-9 cm para tratamientos con y sin aplicación post emergente de fomesafen ……..……. 23

12. Densidad de *A. palmeri* (pl./m^2) en la determinación del 09/02/18 (91 DPA pre y 35 DPA post) para los diferentes tratamientos 24

1. INTRODUCCIÓN

La problemática de malezas en soja se ha transformado en una de las limitantes más importantes para la obtención de altos rendimientos en el cultivo. En los últimos años varias han sido las especies que se han convertido en un gran problema debido a la generación de individuos resistentes a las herramientas químicas mayormente utilizadas en el cultivo para su control.

En las últimas campañas, *Amaranthus palmeri* se ha convertido en un problema creciente debido a su gran adaptabilidad, capacidad de dispersarse y la resistencia a diferentes herbicidas. Esto ha determinado la necesidad de evaluar distintas alternativas de control. Si bien existen propuestas de manejo integrado, los herbicidas continúan siendo imprescindibles hasta el presente en el manejo de la maleza, por lo que resulta de interés conocer el comportamiento de los distintos herbicidas disponibles en el país.

A partir de esto, el objetivo del presente trabajo fue ensayar siete herramientas herbicidas mediante la aplicación de diez tratamientos pre emergentes y una sucesiva aplicación post emergente sobre estos.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 GÉNERO AMARANTHUS

El género Amaranthus pertenece a la familia Amaranthaceae que contiene aproximadamente 75 especies en todo el mundo. En Argentina, se han mencionado 27 especies de Amaranthus, de las cuales 8 son adventicias y de las 18 nativas restantes, siete son endémicas (Instituto de Botánica Darwiniano, citado por Morichetti et al., 2013). Varias especies de *Amaranthus*, como *A. retroflexus, A. spinosus, A. viridis, A. blitum, A. albus, A. powellii, A. quitensis* y *A. palmeri*, son conocidos por competir con muchos cultivos, incluyendo cereales y hortalizas en diferentes partes del mundo.

2.2 *Amaranthus palmeri*

Amaranthus palmeri es una especie muy agresiva y de rápido crecimiento. La cual se ha convertido en un problema muy grave en los cultivos de hortalizas y de grano en el Sur de los Estados Unidos (Ehleringer, Keely et al., citados por Metzler, 2009). En los últimos 10 años, se han publicado numerosos informes sobre graves pérdidas de cosechas, resistencia a glifosato y otros herbicidas por parte de *Amaranthus palmeri* (Horak y Peterson, Culpepper et al., Jha et al., citados por Metzler, 2009).

La dispersión de las malezas hoy no se limita sólo a las vías naturales; el hombre interviene, en la mayoría de los casos de manera inconsciente, a través del movimiento de los animales domésticos, el empleo de semillas de dudosa procedencia, el movimiento de las maquinarias, etc. De esta forma contribuye a que un problema de malezas que evolucionó en un determinado lugar pueda afectar a otros sistemas productivos ubicados a una distancia muy variable, a veces muy considerable, y hasta se podría hablar inclusive de una escala global (Papa et al., 2016).

Se cree que el ingreso a Uruguay pudo darse a través de cosechadoras importadas de los Estados Unidos con semilla de esta maleza

2.1.1 Origen

Se trata de una especie nativa de la región Centro-Sur de Estados Unidos y el Norte de México, adaptadas a las diferentes condiciones climáticas (Chahal et al., 2015).

2.1.2 Por qué es un problema

Amaranthus palmeri es una maleza que puede competir con los cultivos por el agua, los nutrientes y la luz, lo que provoca graves reducciones en el rendimiento, la calidad y la eficiencia de la cosecha (Vangessel y Renner, 1990).

Cuando se le permite competir a lo largo de la temporada de crecimiento puede crear pérdidas de rendimiento de hasta 79% en soja (Bensch et al., 2003) para Uruguay hay resultados donde la presencia de *A. palmeri* determinó una pérdida de rendimiento de aproximadamente un 75% (Álvarez et al., 2017).

Esta maleza presenta además una elevada agresividad, por características como, semillas con viabilidad prolongada, latencia y largo periodo de germinación, así como también elevados crecimientos con altas temperaturas, gracias a su extenso sistema radicular, termoestabilidad del mecanismo fotosintético (C4) y alta eficiencia en el uso del agua (Assad et al., 2017).

Además, la rápida evolución de biotipos con resistencia a herbicidas ocurrida en esta especie en los últimos años ha determinado que los problemas con esta maleza se hayan incrementado importantemente.

En el mundo se han reportado casos de resistencia en Estados Unidos, Argentina y Brasil entre otros. En cuanto a Uruguay, en el año 2016 se desató la alerta por parte del MGAP por la presencia de esta maleza en chacras de los departamentos de Colonia, Soriano y Paysandú en las cuales se sospecha que existan biotipos con resistencia a glifosato e inhibidores de ALS.

De acuerdo a la bibliografía, en la mayoría de los biotipos resistentes a herbicidas inhibidores de la enzima ALS la resistencia se debe a cambios en la secuencia de bases del gen, lo que determinan cambios en la configuración de la enzima, impidiendo el buen acoplamiento de esta con los herbicidas (Saari et al., Tranel y Wright, citados por Tuesca et al., 2016).

La resistencia a glifosato en la mayoría de los casos estudiados estaría asociada a la amplificación génica, ya que en los biotipos resistentes habría más de 100 copias del gen que rige la biosíntesis de la enzima EPSPS determinando así la sobreexpresión de dicha enzima. Estas cantidades adicionales de la enzima son suficientes como para absorber el glifosato aplicado y paralelamente mantener una cantidad de enzima activa permitiendo así que la planta continúe en actividad (Powles, Gaines et al., citados por Tuesca et al., 2016). Este mecanismo de resistencia a los herbicidas es novedoso, poco usual, hereditario y puede ser transferido a través del polen de los machos resistentes a la descendencia de las hembras susceptibles. También se han detectado biotipos en Estados

Unidos en los que la resistencia a glifosato estaba asociada a una reducción en la translocación del herbicida.

Además, se ha informado sobre resistencia a diversos herbicidas del tipo inhibidores de HPPD (mesotrione, tembotrione, topramezone) y casos de resistencia múltiple a dos grupos de herbicidas: inhibidores de ALS y de EPSPS e inhibidores del Fotosistema II y de HPPD como así también resistencia a tres grupos: inhibidores de ALS, de EPSPS y de HPPD y en otros casos a inhibidores de ALS, EPSPS y Fotosistema II (Steckel et al., citados por Tuesca et al., 2016).

Según Salas et al. (2016) debido al intenso uso de herbicidas del grupo de los PPO se han detectado biotipos de *A. palmeri* resistentes a aplicaciones foliares de Fomesafen en el estado de Arkansas. En ese biotipo la resistencia estuvo asociada con un cambio en la secuencia de aminoácidos de la enzima PPO.

2.1.3 Principales características de la biología de *Amaranthus palmeri*

A. palmeri se caracteriza por ser una planta dioica lo que favorece la diversidad genética facilitando además la dispersión de los genes de resistencia a herbicidas más rápidamente cuando se someten a la presión de selección (Ward et al., 2013).

También la capacidad de adaptación a diferentes ambientes se ve favorecida por la característica recientemente citada, transformándola en una planta de alta agresividad. Evidencias de adaptabilidad pueden observarse claramente en los Estados Unidos y Argentina, donde es posible verificar el crecimiento de esa invasora en ambientes con temperaturas medias por debajo de las temperaturas preferidas por las poblaciones nativas (Tuesca et al., 2016)

Las plantas pueden crecer de 5 a 7 centímetros por día en condiciones ideales (Legleiter y Johnson, 2013). Por esta característica se puede ver afectado el control con herbicidas post emergentes por un acortamiento del periodo de selectividad al tratamiento, habiéndose comprobado que para la mayoría de los herbicidas post emergentes esta especie solo es susceptible hasta los 10 centímetros de altura.

Otro aspecto que hace importantemente a la agresividad de la maleza es su prolificidad. El número de semillas por planta puede variar en función de las condiciones que las plantas se someten durante su desarrollo y la presencia o no de plantas que compiten por los recursos de los medios. En promedio el número de semillas por planta se sitúa entre 80.000 a 250.000, aunque producciones iguales o superiores a 1 millón de semillas por planta se han reportado (Ward et al., 2013). Además de producir una alta cantidad de semillas, las mismas presentan dormancia en las pruebas de germinación, las semillas de *A. palmeri* germinaron rápidamente (entre 1-2 días), en un

amplio rango de temperaturas constantes o alternas entre 15-40 °C, con los porcentajes de germinación más altos y la germinación más rápida entre 30-35°C (Steckel et al., 2004). También en la tesis de Birriel y Damboriarena (2016) se demostró que la germinación se completaba en los primeros 3 días, y esta presentaba respuesta a factores como grado de madurez de la semilla, donde semillas más maduras y de estratos inferiores de la planta presentaban mayor dormancia. Condiciones de ausencia de luz presentaban germinaciones 10% inferiores y sensibilidad de la condición hídrica, donde se reducía en un 50% a presiones de -6 bares.

2.2.4 Identificación botánica de *Amaranthus palmeri*

El parecido de *Amaranthus palmeri* a otras especies como *Amaranthus retroflexus, Amaranthus hybridus y Amaranthus rudis* puede generar dificultades al momento de identificarlo, especialmente durante etapas vegetativas de crecimiento, pero existen varias características que la diferencian de otras especies (Legleiter y Johnson, 2013):

- La presencia de pelo: es una forma rápida y fácil de diferenciar *A. retroflexus y A. hybridus de A. rudis y A. palmeri* en los cuales hay ausencia de estos.
- Longitud del pecíolo: en *A. palmeri* los pecíolos (especialmente en las hojas más viejas) serán tan largos o más largo que la propia hoja, mientras que los pecíolos de *A. rudis* serán más corto que sus hojas.
- Patrón de crecimiento de meristemas apicales: se asemeja a la apariencia de roseta cuando se observa de arriba debido al arreglo y disposición de sus hojas en sus estadios iniciales, evitando la superposición de hojas, lo que, sumado a la longitud de sus peciolos, le permite a la planta ser muy eficiente en la captación de luz.
- Estructuras de las inflorescencias: las hembras de *A. palmeri* tienen una inflorescencia terminal principal larga que puede alcanzar hasta 30 centímetros de largo con presencia de brácteas rígidas y afiladas que dan a las cabezas de las semillas un aspecto espinoso sensible al tacto mientras que *A. rudis* tiene múltiples cabezas de semillas ramificadas que son similares en longitud y carecen de las brácteas rígidas y espinosas.
- Resistencia a herbicidas: en la actualidad no es una característica excluyente para la identificación ya que se han reportado casos de resistencia múltiples en *A. rudis* de hasta 5 modos de acción en los Estados Unidos (Heap, 2014). En Uruguay la empresa RUTILAN S.A. para la zafra 2016/2017 (Sorrondegui, 2017) hizo pública la detección de *A. rudis* resistente a glifosato en chacras próximas a la ciudad de Cardona y *A. hybridus* resistente a glifosato en chacras próximas a la ciudad de Dolores. No se

descarta la posibilidad de cruzamientos entre especies que puedan generar híbridos fértiles.

2.2.5 Estrategias de control

La recomendación de control en esta especie hace énfasis en la necesidad de realizar manejos integrados para la obtención de niveles aceptables de control. Esto implica la combinación de métodos de control químico, cultural y mecánico, inclusive estrategias de control manual (Legleiter y Johnson, 2013).

En consideración de los objetivos del presente estudio en el que se pretendió ensayar distintas alternativas de control con herbicidas, se plantea además la revisión de aspectos relacionados exclusivamente al control químico.

Según Chahal et al. (2015) un adecuado manejo químico involucra herbicidas de distintos modos de acción. El manejo ideal sería con una quema prescripta de las plantas ya emergidas, seguido por un herbicida pre emergente con residualidad que reduzca los nuevos flujos de emergencia, y otro tratamiento post emergente, en lo posible también incluyendo residualidad, para evitar los últimos flujos de emergencia de la maleza dentro del cultivo.

Aplicaciones de herbicidas residuales deben de realizarse tan cerca de la siembra de soja como sea posible para maximizar la actividad del producto en el cultivo. La investigación científica ha demostrado que los productos con los activos flumioxazin o sulfentrazone proporcionan los niveles más altos de control cuando se aplica solo; sin embargo, estos herbicidas comenzarán a descomponerse dos a tres semanas después de la aplicación. Productos que además contienen metribuzin, S-metolachlor, piroxasulfone y dimethenamid-P proporcionarán supresión marginal de *A. palmeri*, pero reforzarán un programa residual cuando se apliquen en combinación con los anteriores. El residuo más robusto se obtuvo de programas de aplicación combinando dos o tres de estos activos (Legleiter y Johnson, 2013).

Resultados obtenidos en un experimento realizado por Tuesca et al. (2016) muestran que el desempeño de los tratamientos secuenciales fue estadísticamente superior al de los tratamientos simples. Considerando los tratamientos simples, el mejor desempeño en la primera instancia evaluatoria correspondió a la combinación de flumioxazin con S-metolaclor. A los 64 días después de la aplicación (DDA) flumioxazin y sulfentrazone mostraron resultados similares entre sí y respecto al flumioxazín con S-metolaclor. El tratamiento con metribuzín solo o combinado con S-metolaclor, tuvo la performance menos eficaz.

De acuerdo al ensayo realizado por Ponzio y Rossi (2015) se encontró un efecto de control de *Amaranthus sp.* en dosis en torno a 200-250gr/ha de diflufenican.

Según Legleiter y Johnson (2013) los herbicidas post-emergente en soja son limitados a los inhibidores de PPO (fomesafen) y herbicidas glufosinato, dicamba y 2,4-D; que se pueden habilitar para su uso en cultivos mediante la selección de paquetes de rasgos específicos como LibertyLink, Xtend o Enlist. Cada uno de estos herbicidas, si se cronometra adecuadamente, puede ser efectivo para el manejo de *A. palmeri*, pero se debe tener cuidado para garantizar que se logre un control completo o de lo contrario, existe un riesgo considerable de que la resistencia evolucione a estos herbicidas. La consistencia y el control general de los herbicidas post-emergentes se reduce drásticamente una vez que las plantas de *A. palmeri* son más altas que 10 centímetros (Legleiter y Johnson, 2013).

A continuación, se agrega una descripción resumida de los herbicidas ensayados en el presente estudio.

2.2.5.1 Inhibidores de la fotosíntesis

Los herbicidas dentro de este modo de acción, inhiben uno de varios sitios de enlace en el proceso de la fotosíntesis. Los herbicidas no inician su actividad hasta que las plantas emergen y se exponen a la luz (Anzalone, 2007).

Metribuzin este herbicida pertenece al grupo C1 (inhibidores del fotosistema II) por HRAC y clase No. 5 por WSSA. Bajo condiciones normales durante el proceso fotosintético algunas moléculas de O_2 son producidas, siendo disipadas por la acción de los carotenoides; sin embargo, en presencia de inhibidores de la fotosíntesis el sistema disipador de energía de los carotenoides se ve altamente desbordado por las moléculas de clorofila excitadas, lo que origina un exceso de formas activas de O_2, generando la destrucción de los lípidos a través de la formación de radicales lipídicos en ácidos grasos polinsaturados (Hess, citado por Anzalone, 2007).

2.2.5.2 Inhibidores de la síntesis de lípidos

Típicamente inhiben la síntesis de lípidos de las plantas. Si no se producen lípidos dentro de la planta entonces no continua la producción de membranas celulares, por lo que se detiene el nuevo crecimiento (Anzalone, 2007).

S- metolaclor este herbicida pertenece al grupo K3 (inhibidores de la síntesis de ácidos grasos de cadena larga) por HRAC y clase No. 15 por WSSA. Los lípidos de cadena larga (más de 20 carbonos) y algunos compuestos derivados poseen un papel muy importante en la estructuración de la membrana plasmática, su estabilización (como ácidos grasos polinsaturados o cerebrosidos) y en la protección de las hojas, por la formación de ceras cuticulares (Schmalfuß, Duke y Dayan, citados por Anzalone, 2007). Además, los lípidos y sus derivados pueden constituirse como importantes compuestos de reserva energética de las plantas. Estos herbicidas también poseen efecto sobre la

síntesis de proteínas en plántulas y semillas en germinación, por lo que se consideran inhibidores del crecimiento y se utilizan en aplicaciones al suelo (Anzalone, 2007).

2.2.5.3 Inhibidores de la síntesis de pigmentos fotosintéticos

El modo de acción de la inhibición de pigmentos trabaja previniendo la producción de compuestos que protegen a la planta de la destrucción de la clorofila. En vez de ser verdes, los tejidos se tornan blancos (Anzalone, 2007).

Diflufenican pertenece al grupo F1 (inhibidores de la síntesis de caroteno) por HRAC y clase No. 12 por WSSA. Los carotenoides tienen como función la protección del sistema fotosintético de la acción destructiva del exceso de energía en forma de oxígeno activo o clorofila activada, la cual disipan en forma de calor (Böger y Sandmann, citados por Anzalone, 2007); también tienen funciones como receptores de luz, son precursores para la síntesis de ácido abscísico y dan el color a flores y frutos para la atracción de polinizadores o agentes de dispersión de semillas (Cunningham y Gantt, citados por Anzalone, 2007).

Los principios activos fomesafen, flumioxazin, saflufenacil y sulfentrazone pertenecen al grupo E (inhibidores PPO) por HRAC y clase No. 14 por WSSA. La formación de protoporfirina IX es un paso crucial en la síntesis de la clorofila y de otros compuestos. La inhibición de la PROTOX (enzima que cataliza esta reacción) resulta en una acumulación del protoporfirinógeno IX en los cloroplastos, que posteriormente difundirá hacia el citoplasma. Esta acumulación sucede debido a que el control sobre la síntesis de porfirinas es realizado por el hemo y, como la inhibición del proceso sucede antes de la síntesis de este compuesto, se sigue sintetizando protoporfirinógeno IX de manera descontrolada. Ya en el citoplasma el protoporfirinógeno IX es oxidado por una enzima citoplasmática aún desconocida, que probablemente posee menor sensibilidad que la enzima PROTOX a la acción inhibitoria de los herbicidas (Yamato, Matsumoto, citados por Anzalone, 2007) y se genera protoporfirina IX. La protoporfirina IX es un compuesto altamente fotodinámico y su oxidación en presencia de luz genera oxígeno activo, que es capaz de producir una rápida peroxidación de los lípidos de la membrana celular, observándose una profunda necrosis en los tejidos tratados, síntoma característico de este grupo de herbicidas. El proceso es alimentado constantemente por un aumento del flujo de carbono desde la fotosíntesis debido a la ausencia de síntesis de clorofila, que es un compuesto regulador de la ruta; esto produce una continua formación de protoporfirinógeno IX que incrementa los daños descritos (Merotto y Vidal, citados por Anzalone, 2007).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 LOCALIZACIÓN

Para la selección del área experimental se tuvo en cuenta un lugar con infestación elevada y homogénea.

El experimento se instaló en establecimiento San Juan, chacra comercial ubicada en el departamento de Rio Negro, Uruguay; coordenadas S 33°15'; O 58°16', durante la zafra 2017/2018. El cual cuenta con historial de intensa agricultura asociado a siembra directa, sobre suelos del grupo 11.2, sobre formación Fray Bentos.

Figura 1. Ubicación geográfica del ensayo

El año en que se instaló el ensayo se caracterizó por ser del tipo niña con precipitaciones muy por debajo de las normales.

3.2 DISEÑO EXPERIMENTAL DE LOS TRATAMIENTOS

El diseño experimental utilizado para el análisis de los efectos de los tratamientos pre emergentes fue un diseño de bloques completos al azar (DBCA) con tres repeticiones; seguido por una aplicación en post emergencia que lo convierte en un diseño de bloque dividido, tal como se esquematiza en el croquis (Figura 2). Por este motivo el tamaño de parcela en el caso del primer diseño fue de 2,5 metros de ancho por 8 metros y en el caso del segundo diseño de 2,5 metros por 4 metros.

N

Bloque III	T1	T8	T4	T10	T7	T2	T11	T5	T9	T3	T6
	T1	T8	T4	T10	T7	T2	T11	T5	T9	T3	T6

Bloque II	T3	T6	T2	T5	T8	T4	T9	T11	T1	T10	T7
	T3	T6	T2	T5	T8	T4	T9	T11	T1	T10	T7

Bloque I	T9	T7	T3	T5	T1	T11	T10	T6	T2	T4	T8
	T9	T7	T3	T5	T1	T11	T10	T6	T2	T4	T8

Con aplicación post emergente

Figura 2. Croquis de distribución de tratamientos

Los tratamientos estudiados en pre emergencia se muestran en el siguiente cuadro.

Cuadro 1. Descripción de tratamientos

T.	Prinicipio activo	Producto comercial	g.i.a/L	Dosis/ha	g.i.a./ ha
1	Sulfentrazone	Boral	500 g/L	0,5 L	250
2	Flumioxazin	Versátil	480 g/L	0,150 L	72
3	Diflufenican	Boydal FE	500 g/L	0,250 L	125
4	Sulfentrazone	Boral	500 g/L	0,5 L	250
	S-metolaclor	Dual Gold	960 g/L	1 L	960
5	Flumioxazin	Versátil	480 g/L	0,150 L	72
	S-metolaclor	Dual Gold	960 g/L	1 L	960
6	Diflufenican	Boydal FE	500 g/L	0,250 L	125
	S-metolaclor	Dual Gold	960 g/L	1 L	960
7	Sulfentrazone	Boral	500 g/L	0,5 L	250
	Metribuzin	Sencor	480 g/L	0,8 L	384
8	Flumioxazin	Versátil	480 g/L	0,150 L	72
	Metribuzin	Sencor	480 g/L	0,8 L	384
9	S-metolaclor	Dual Gold	960 g/L	1,5 L	1440
	Fomesafen	Fomax	240 g/L	0,75 L	180
10	Saflufenacil	Heat	700 g/kg	50 g	35
11	Saflufenacil	Heat	700 g/kg	35 g	24,5

Inhibidores de la protoporfirinógeno oxidasa (PPO)
Inhibidores de la síntesis de caroteno
Inhibidores de la síntesis de ácidos grasos de cadena larga
Inhibidores del fotosistema II
Inhibidores de la EPSPS

g.i.a: gramos de ingrediente activo. Todos los tratamientos del 1 al 9 llevaron Gramoxone (276 g/L dicloruro de paraquat) 2 L/ha + Dash (Esteres metilicos de ácidos grasos de aceite vegetal 75%) 0,3 L/ha. Los tratamientos 10 y 11 llevaron Gliserb supra II (glifosato sal potasica 66%) 2 L/ha + Dash 0,3 L/ha.

La aplicación de fomesafen (tratamiento en post emergencia) se realizó cuando la mayor parte de las plantas *A. palmeri* se encontraban entre 10-15 centímetros de altura (56 DDA), recibiendo una dosis de 1,250 litros/ha de Fomax (25%).

3.3 INSTALACIÓN DEL EXPERIMENTO

Las aplicaciones se realizaron con una mochila de pulverización experimental de CO_2, utilizando un volumen equivalente a 100 litros/ha. Las condiciones ambientales que pudieron afectar la correcta aplicación como la temperatura, humedad relativa y velocidad del viento no resultaron limitantes al momento de realizar los tratamientos pre y post emergentes.

Los tratamientos de pre emergencia fueron aplicados 6 días previos a la siembra de la soja. La siembra se realizó el día 14 de noviembre de 2017 con sembradora directa a 19 centímetro con densidad de 7 plantas/metro.

La aplicación de post emergencia se realizó el día 05 de enero de 2018 y coincidió con el estado de cultivo V9.

3.4 DETERMINACIONES

Se realizaron determinaciones a nivel del enmalezamiento y del cultivo de soja.
A nivel de la maleza las determinaciones consistieron en:

- Densidad: se estimó la densidad de la maleza a partir del conteo del número de plantas en cuadros de 0.09 m2 por parcela en cinco momentos. Estos registros fueron llevados al número de plantas por m2 para su procesamiento.
- Estado de desarrollo: en la misma oportunidad que se determinó la densidad de plantas se registró el grado de desarrollo de la maleza

A nivel de la soja las determinaciones realizadas fueron:

- Implantación: a los 20 días post siembra se procedió al conteo del total de plantas de soja en 3 muestreos de 50 cm por parcela. Para el procesamiento se expresó el total por metro lineal.
- Rendimiento en soja: en todos los casos se estimó rendimiento y componentes de éste a partir de número de plantas a cosecha, número de vainas por planta, grano por planta y peso de mil granos en tres medios metros por subparcela (con y sin fomesafen); dada la baja fiabilidad de los resultados obtenidos no serán tomados en cuenta para este trabajo.

3.5 PROCESAMIENTO DE DATOS

El análisis de los datos estadísticos obtenidos en este experimento se realizó con el software estadístico Infostat.

Todas las variables obtenidas fueron sometidas a análisis de varianza (ANAVA) y una posterior comparación de medias a través de prueba de Tukey con un Alfa (α) =0,05.

Se realizaron 3 análisis de varianza:

- El ANAVA 1 tuvo por objetivo evaluar la acción pre emergente de los herbicidas aplicados a la siembra. Incluyó los tratamientos 1 al 11 y se usó para todas las determinaciones entre la siembra y el 22 de enero.
- El ANAVA 2 fue utilizado para el análisis de las estimaciones realizadas a partir del 22 de enero, momento en que las parcelas con los tratamientos pre emergentes fueron divididas en dos, una mitad permaneció con solo los tratamientos pre emergentes y la otra mitad recibió tratamientos post emergentes. Este análisis, tuvo por objetivo el análisis de la residualidad de los pre emergentes a partir de las estimaciones realizadas en la mitad de la parcela que no recibió tratamiento post emergente.
- El ANAVA 3 fue procesado para la evaluación de los efectos de la combinación de pre emergentes y post emergentes en las mitades de parcela que recibieron la segunda aplicación de los posts emergentes el 22 de enero como ya fue mencionado.

3.6 MODELO A UTILIZAR EN ANÁLISIS DE VAR

En todos los casos el diseño experimental consistió en el DBCA, con tres repeticiones.

A continuación, se presenta el modelo estadístico correspondiente:

$Yij = \mu + \tau i + \beta j + \varepsilon ij$ siendo,

Yij: variable analizada en el i-ésimo tratamiento y el j-ésimo bloque

μ: media general

τi: efecto del i-ésimo tratamiento

βj: efecto del j-ésimo bloque

εij:error experimental

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación, se presentan y discuten los resultados obtenidos en el experimento.

Cabe destacar en primera instancia que durante el periodo experimental ocurrió una muy importante deficiencia hídrica lo que condicionó fuertemente los resultados obtenidos. En la figura siguiente se detallan las precipitaciones en el periodo y se comparan con el promedio histórico de 1961 a 1990.

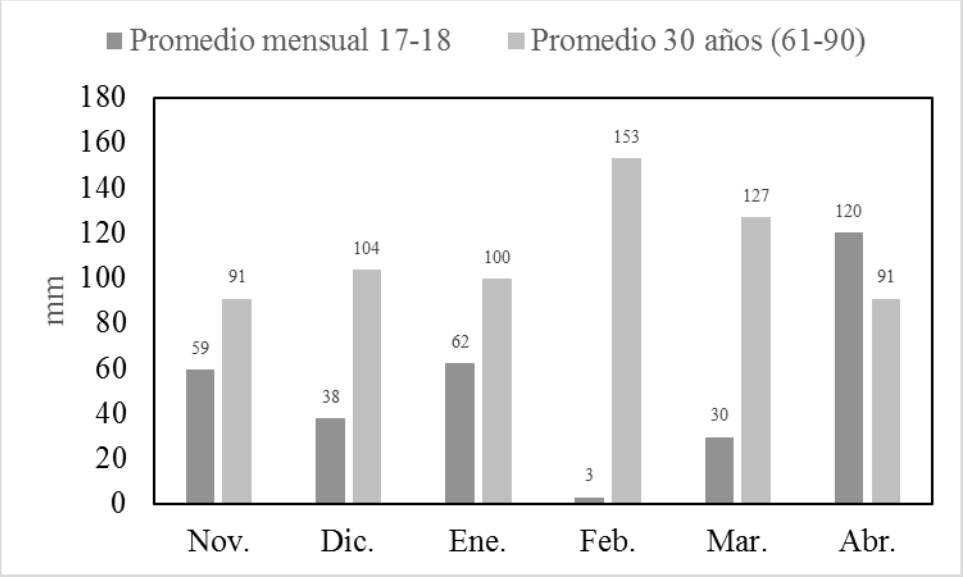


Figura 3. Precipitaciones (mm) promedio mensual en el periodo noviembre 2017 – abril 2018 y promedio histórico para el periodo 1961-1990

El registro para el periodo experimental corresponde al realizado en pluviómetro ubicado en establecimiento donde fue instalado el ensayo mientras que el promedio histórico se calculó a partir de los registros de la estación meteorológica Mercedes.

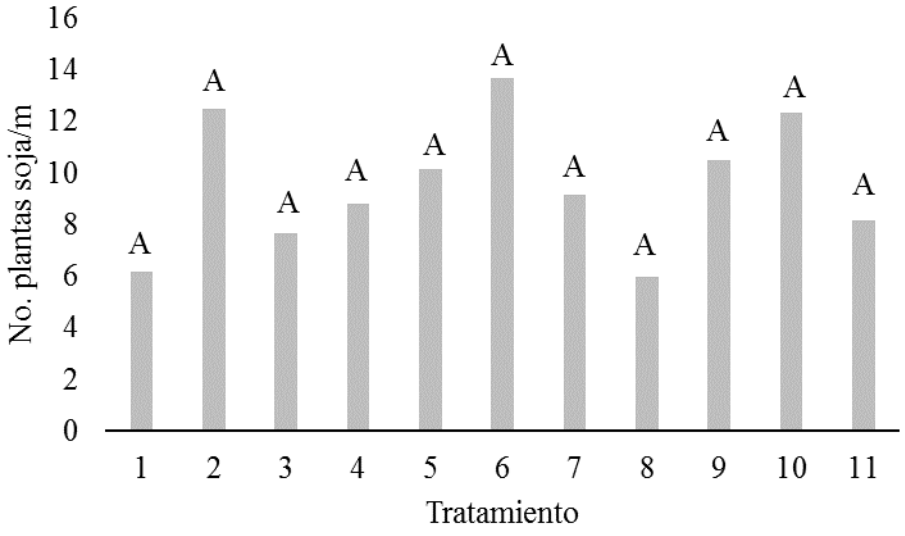
Se puede observar que las deficiencias hídricas fueron extendidas hasta previas a la finalización de la estación de cultivo. Las etapas de crecimiento vegetativo y también el periodo crítico del cultivo fueron severamente afectadas.

4.1 POBLACIÓN

La población resultó optima, lográndose un promedio en el experimento de 9,56 plantas/m de surco lineal.

El ANAVA detectó una tendencia para el efecto de los tratamientos (p=0,08) aunque al realizar la comparación de medias por Tukey no fue posible separar las medias.

En consideración con la tendencia mencionada y tal como puede observarse en la figura que sigue, se observa que los tratamientos con sulfentrazone, diflufenican y flumioxazin+metribuzin alcanzaron las más bajas implantaciones comparativas, alrededor del 50% de las obtenidas en el de mayor dosis de saflufenacil (T10), flumioxazin (T2) y diflufenican+ S-metolaclor (T6).



Letras iguales no difieren estadísticamente (α=0,05).
T1=sulfentrazone; T2=flumioxazin; T3=diflufenican; T4=sulfentrazone+S-metolaclor; T5=flumioxazin+S-metolaclor; T6=diflufenican+S-metolaclor; T7=sulfentrazone+metribuzin; T8=flumioxazin+metribuzin; T9=fomesafen+S-metolaclor; T10=saflufenacil 50g; T11=Testigo.

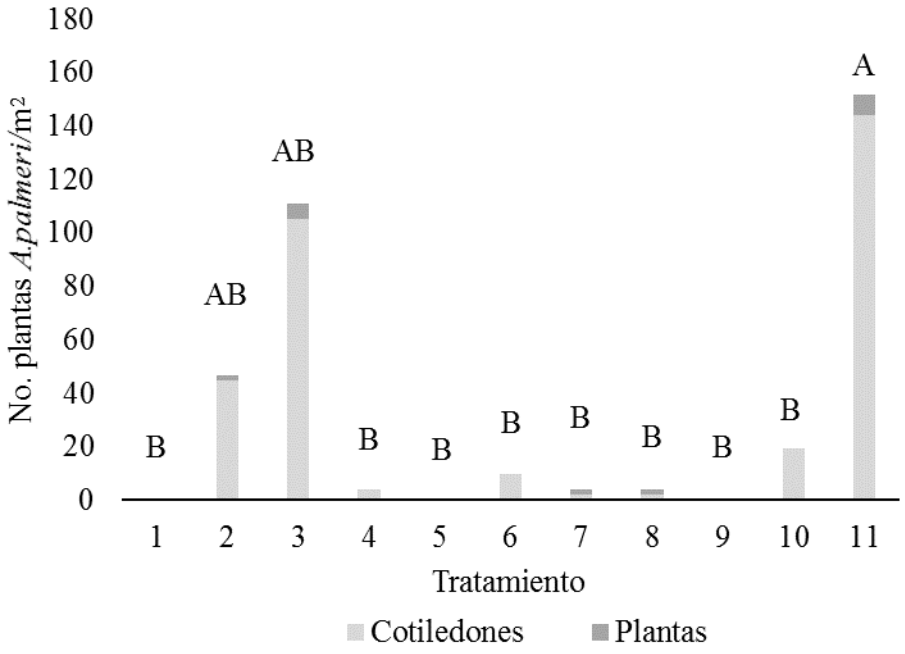
Figura 4. Población de soja (pl. /m) para los 11 tratamientos estudiados (12 DPS)

Pese a las variaciones comentadas, cabe destacar que ninguno de los tratamientos se diferenció del testigo (T11) pudiendo afirmarse que los tratamientos pre emergentes no afectaron a la población de plantas del cultivo.

4.2 PRIMERA EVALUACIÓN EN MALEZAS 12/12/2017 (34 DPA)

Cabe destacar que la densidad de *A. palmeri* en esta primera evaluación estuvo constituida en un 95% por plántulas en estado de cotiledón. Por otra parte, se constató una importante variabilidad (CV 257%) a nivel de parcelas lo cual estuvo seguramente asociado a las deficiencias hídricas a nivel edáfico que pudieron haber afectado la implantación de la maleza.

Pese a la enorme variabilidad en la totalidad de emergencias de la maleza, el ANAVA mostró efecto muy significativo de tratamiento (p=0.005) y el test de Tukey detecto diferencias entre tratamientos tal como se muestra a continuación (Figura 5).



Letras iguales no difieren estadísticamente (α=0,05).
T1=sulfentrazone; T2=flumioxazin; T3=diflufenican; T4=sulfentrazone+S-metolaclor; T5=flumioxazin+S-metolaclor; T6=diflufenican+S-metolaclor; T7=sulfentrazone+metribuzin; T8=flumioxazin+metribuzin; T9=fomesafen+S-metolaclor; T10=saflufenacil 50g; T11=Testigo.

Figura 5. Densidad de *A. palmeri* (pl./m^2) en la determinación del 12/12/17 (34 DPA) para los diferentes tratamientos

Como puede observarse, el testigo presenta la mayor infestación de *A. palmeri*, lo cual podría considerarse obviamente lo esperable.

También podría considerarse esperable altos totales de cotiledones en los tratamientos con herbicidas cuya acción dependen de la luz como los PPO (T1, T2 y T10) e inhibidores de síntesis de carotenoides (T3). Como se observa en la figura, tanto flumioxazin (T2) como diflufenican (T3) se asemejaron al testigo, aunque llamativamente sulfentrazone (T1) y saflufenacil (T10) se diferenciaron del mismo mostrando lo que podría considerarse una más rápida acción para estos herbicidas también dependientes de la luz para su acción.

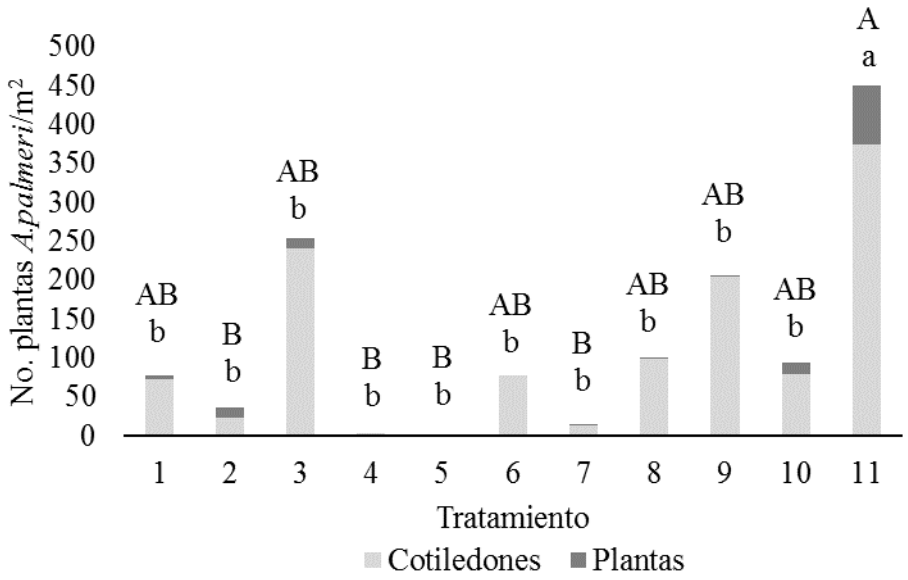
De cualquier forma y aunque el ANAVA no fue significativo puede observarse que en el tratamiento 3 se estimó un número apreciable de plántulas con mayor desarrollo que cotiledones. Si bien con las determinaciones realizadas en este experimento no es posible entender las causas de este peor comportamiento podría pensarse que es un herbicida con mayor sensibilidad a la condición hídrica del suelo para su acción o más sensibles a la retención por rastrojo. Si bien el rastrojo en superficie ha demostrado interaccionar con la actividad de los pre emergentes, no constituirá una explicación para el caso del presente experimento ya que al momento de realizar las aplicaciones las cantidades de rastrojo en superficie eran bajas.

4.3 SEGUNDA EVALUACIÓN EN MALEZAS 20/12/17 (42 DPA)

También en esta fecha la infestación de *Amaranthus palmeri* se encontraba constituida mayoritariamente por cotiledones (Figura 6). Esto estaría indicando que muchos de los cotiledones registrados en la evaluación anterior no sobrevivieron.

Considerando el modo de acción de los herbicidas pre emergentes ensayados se espera que, aun ocurriendo la emergencia, la muerte ocurra inmediatamente después con la exposición a la luz en el caso de los PPO y también los inhibidores de los carotenoides.

Solo se observó sobrevivencia significativa de cotiledones en el testigo en la medida en que el enmalezamiento en la presente determinación estaba compuesto en un 83% por emergencias nuevas, pero también existía un 17% del total (76 plantas) en estados con mayor desarrollo de 1-2 hojas y hasta 14 cm de altura.



Letras iguales no difieren estadísticamente (α=0,05).
Letras mayúsculas corresponden a individuos totales y letras minúsculas corresponden a cotiledones.
T1=sulfentrazone; T2=flumioxazin; T3=diflufenican; T4=sulfentrazone+S-metolaclor; T5=flumioxazin+S-metolaclor; T6=diflufenican+S-metolaclor; T7=sulfentrazone+metribuzin; T8=flumioxazin+metribuzin; T9=fomesafen+S-metolaclor; T10=saflufenacil 50g; T11=Testigo.

Figura 6. Densidad de *A. palmeri* (pl. /m^2) en la determinación del 20/12/17 (42 DPA) para los diferentes tratamientos

El número total de plantas de *A. palmeri*, en esta determinación fue mayor comparado con la medición anterior. Esto pudo estar relacionado con las mejores condiciones hídricas previas a la evaluación favoreciendo flujos de emergencias. Tal como se muestra en la figura siguiente, ocurrió una precipitación de 11 mm días antes de realizar la medida.

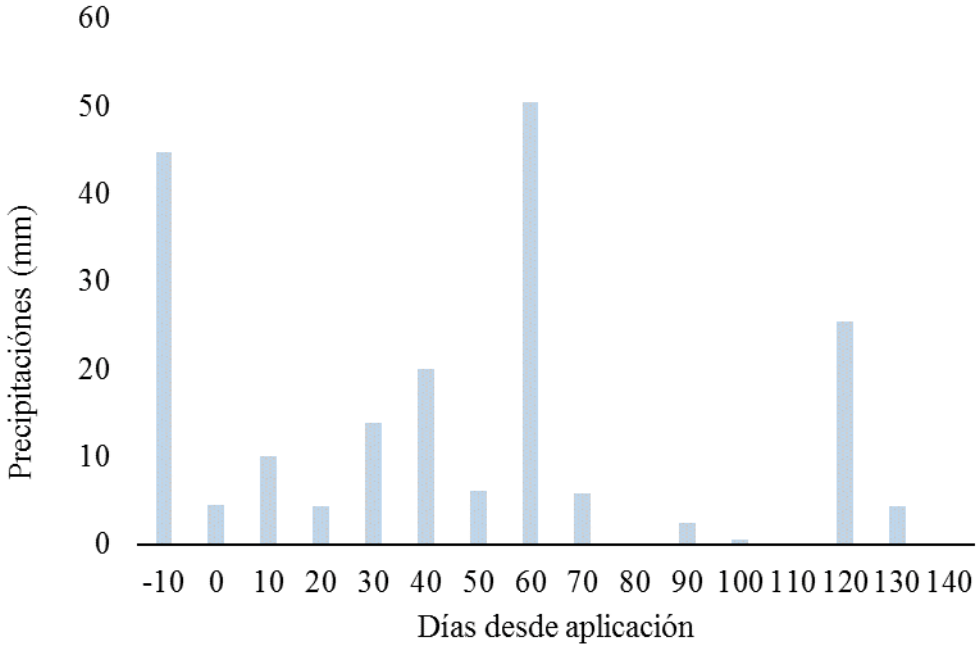


Figura 7. Precipitaciones ocurridas a partir del momento de la aplicación

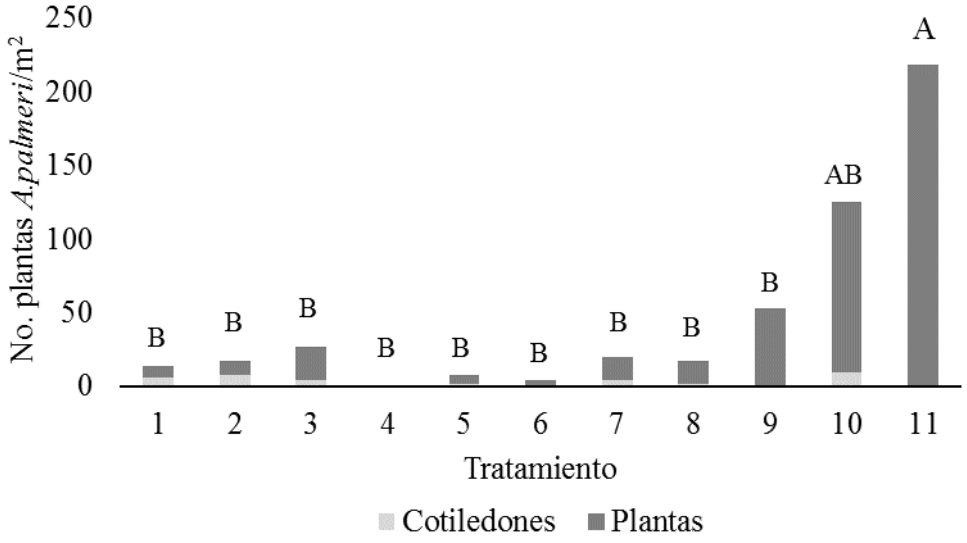
También en esta fecha se detectó efecto de tratamiento (p=0.01). En términos generales se profundiza la diferencia entre la utilización o no de pre emergentes. El tratamiento 11 (testigo) fue el más enmalezado y se observaron cambios en el comportamiento de los tratamientos con enmalezamiento intermedio. En la evaluación anterior ocho tratamientos resultaron diferentes al testigo y en este caso solo cuatro logran diferenciarse del testigo y un número más alto (6) pasan a tener comportamiento intermedio sin diferenciarse del testigo.

Considerando los tratamientos de mejor comportamiento, cabe resaltar el cambio observado en el tratamiento 2 (flumioxazin), pudiendo interpretarse que las precipitaciones tuvieron algún efecto de activación del herbicida. Por otra parte, es de destacar el mejor comportamiento de los tratamientos en mezcla con s-metolaclor en relación a los tratamientos simples.

Cabe mencionar que aun cuando los promedios del total de plantas con desarrollos mayores al cotiledonar presentaron diferencias, el test de Tukey solo diferenció el testigo de los tratamientos aplicados pero ninguna diferencia entre tratamientos de pre emergencia.

4.4 TERCERA EVALUACIÓN EN MALEZAS 02/01/2018 (54 DPA)

Según ANAVA para los datos de tercera evaluación hubo diferencias significativas entre tratamientos (p=0.0001). Como se muestra en la Figura 8 el tratamiento testigo (T11) continúa mostrando los niveles más altos de enmalezamiento seguido por el tratamiento 10 (saflufenacil a la dosis más alta) que se encuentra en un nivel intermedio según test Tukey.



Letras iguales no difieren estadísticamente (α=0,05).
T1=sulfentrazone; T2=flumioxazin; T3=diflufenican; T4=sulfentrazone+S-metolaclor; T5=flumioxazin+S-metolaclor; T6=diflufenican+S-metolaclor; T7=sulfentrazone+metribuzin; T8=flumioxazin+metribuzin; T9=fomesafen+S-metolaclor; T10=saflufenacil 50g; T11=Testigo.

Figura 8. Densidad de *A. palmeri* (pl./m^2) en la determinación del 02/01/18 (54 DPA) para los diferentes tratamientos

El número total de plantas de *A. palmeri* para todos los tratamientos disminuyó respecto a la evaluación anterior, esto sería la consecuencia de un menor flujo de emergencias, así como muerte de algunas plantas emergidas anteriormente.

A diferencia de la evaluación anterior todos los tratamientos excepto el 10 difieren del testigo sin mostrar diferencias entre ellos. En esta fecha (54 DPA) los tratamientos con mejor comportamiento (del 1 al 9) mostraron un nivel de control promedio mayor al 90% respecto al testigo.

En cuanto al tratamiento 10 se considera que el comportamiento es lo esperable en consideración de su menor residualidad comparativa a los demás tratamientos. Sin embargo, parece destacable que a la fecha se encontraba con un 44% menos de

enmalezamiento respecto al testigo y con individuos de estado de desarrollo menor a los presentes en el testigo tal y como se muestra en el siguiente gráfico.

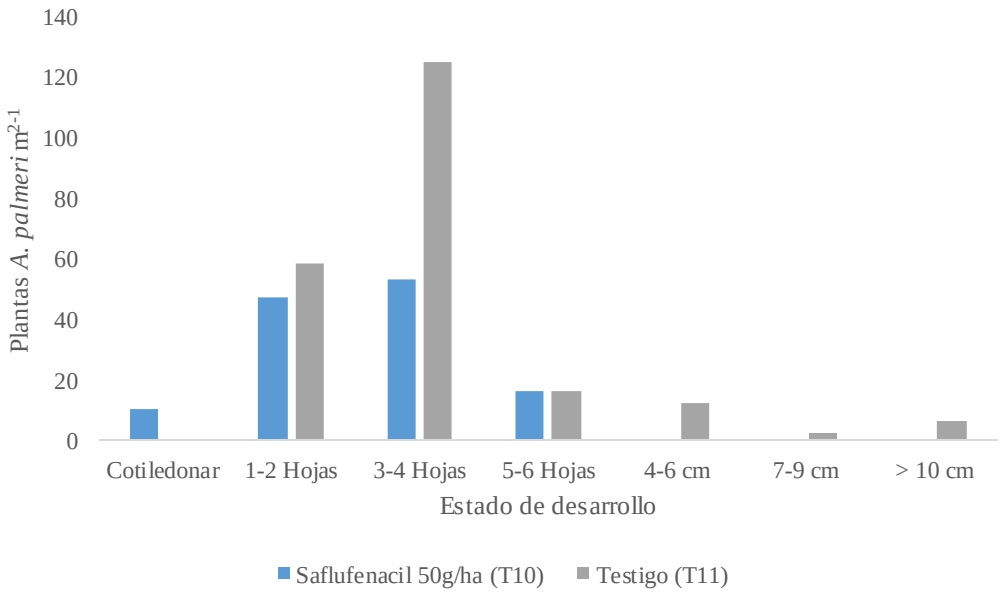


Figura 9. Composición de la población de *A. palmeri* para los tratamientos 10 y 11

El buen comportamiento del tratamiento 10 respecto del 11 en fechas anteriores es la razón de que para esta evaluación se tengan individuos de menor desarrollo, lo que podría considerarse como una ventaja para la aplicación de herramientas post emergente.

Finalmente, en relación a los cotiledones y como puede observarse en la Figura 8 prácticamente no había presencia de estos. Solo fueron registrados 10 cotiledones en el tratamiento de saflufenacil a alta dosis, ninguno en los tratamientos 4, 6, 9 y 11 y pocos en los restantes tratamientos, no detectándose por anava ningún efecto de tratamiento a nivel de cotiledones.

4.5 CUARTA EVALUACIÓN EN MALEZAS 22/01/2018 (74 DPA PRE EMERGENTES Y 17 DPA POST EMERGENTE)

En esta fecha se incluyó la evaluación de los tratamientos para el post emergente aplicado 17 días antes.

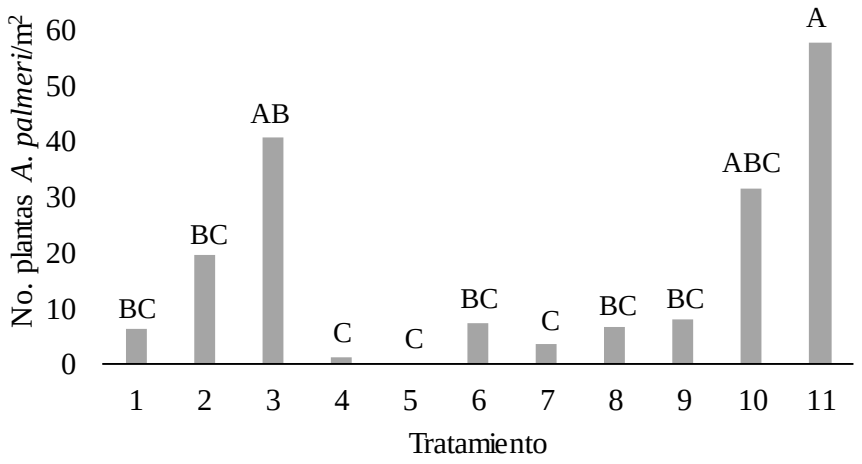
El procesamiento estadístico detecto efecto de tratamientos pre emergentes pero ningún efecto para la aplicación del post emergente para el total de plantas de la maleza.

El resultado no fue lo esperado y entre las posibles explicaciones para la falta de efectividad del tratamiento post emergente ensayado puede considerarse que no hubo efecto del herbicida por la sequía, que la expresión de control se haya demorado por la condición hídrica desfavorable, que la cobertura del cultivo al momento de la aplicación haya interferido en la llegada del post emergente a la maleza o que el grado de desarrollo de la misma fuera mayor al recomendado para la aplicación del herbicida.

Sin embargo, analizando la composición por grados de desarrollo del enmalezamiento al momento de esta determinación parecería que esta última razón no permitiría explicar los resultados ya que la proporción de plantas con desarrollos superiores a los recomendados para la aplicación de fomesafen era menor al 11% en el testigo y algo más baja aun en los restantes tratamientos.

El análisis diferenciado por grados de desarrollo en esta determinación permitió relevar algunos otros resultados de interés. En primer lugar, no se detectaron nuevas emergencias posiblemente debido a las condiciones de deficiencia hídrica imperantes.

Por otra parte, aun cuando no se detectaron respuesta al post emergente, si se continuaron detectando para los pre emergentes. Para las plantas menos desarrolladas (1-2; 3-4 hojas) los efectos resultaron significativos y muy significativos respectivamente. Para los estadios de desarrollo 5-6 hojas y 5-9 cm fueron significativos con p menor a 0.01 mostrando similares tendencias en los comportamientos de los tratamientos (Figura 10).



Letras iguales no difieren estadísticamente (α=0,05).
T1=sulfentrazone; T2=flumioxazin; T3=diflufenican; T4=sulfentrazone+S-metolaclor; T5=flumioxazin+S-metolaclor; T6=diflufenican+S-metolaclor; T7=sulfentrazone+metribuzin; T8=flumioxazin+metribuzin; T9=fomesafen+S-metolaclor; T10=saflufenacil 50g; T11=Testigo.

Figura 10. Densidad de *A. palmeri* (pl./m^2) en la determinación del 22/01/18 (74 DPA) para los diferentes tratamientos

Como puede observarse los tratamientos 10 y 3 con 42% y 32% de control respectivamente no difirieron del testigo. Este pobre comportamiento del tratamiento 10 se había observado en la evaluación anterior, constatándose la desaparición de sus efectos de residualidad de control.

En cuanto al tratamiento 3 el resultado para esta determinación muestra variación con respecto a la determinación anterior, en la que se diferenció del testigo. Podría ser debido a una menor residualidad comparativa a los otros tratamientos.

Los tratamientos 5, 4 y 7 merecen destaque resultando con muy altos niveles de control cercanos al 100%, diferenciándose claramente del testigo y del tratamiento 3, aunque llamativamente similares estadísticamente al T10.

El otro resultado interesante en esta determinación fue la comprobación de efectos de control (p=0,0018) con fomesafen en las plantas con 5-9cm de altura.

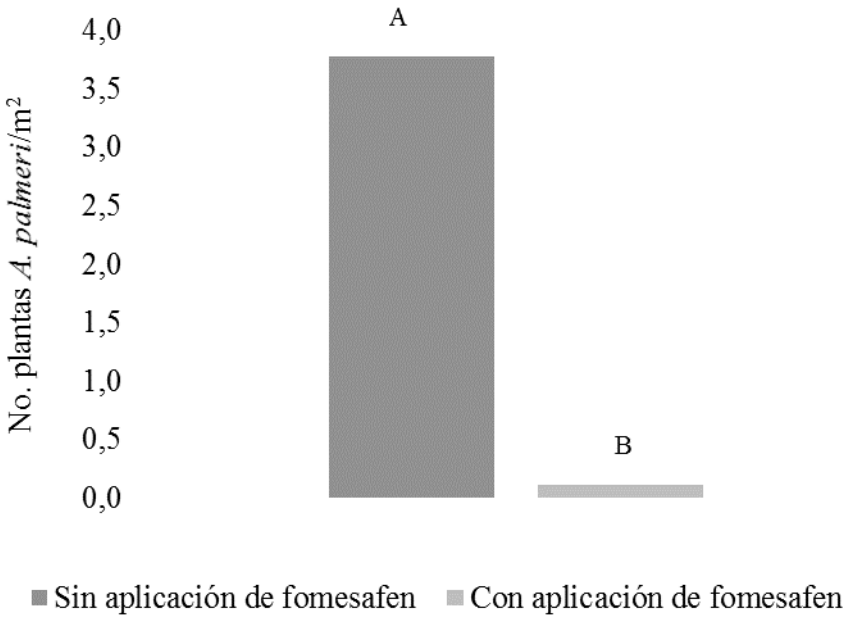


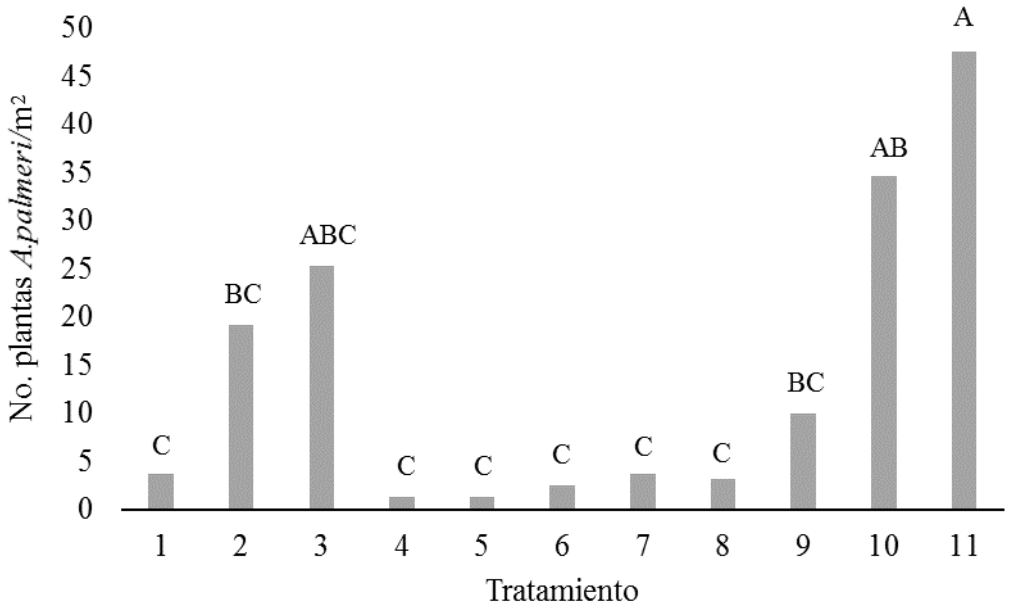
Figura 11. Densidad de *A. palmeri* (pl./m^2) con desarrollo entre 5-9 cm para tratamientos con y sin aplicación post emergente de fomesafen

Cabe destacar que las plantas con este desarrollo solo constituían el 15% de la población lo cual puede explicar porque no se detectaron efectos en el total *A. Palmeri*.

4.6 QUINTA EVALUACIÓN EN MALEZAS 09/02/2018 (91 DÍAS POST APLICACIÓN PRE EMERGENTE Y 35 DÍAS POST APLICACIÓN POST EMERGENTE)

En esta medición, igual que en la anterior no se observaron emergencias.

Una vez más el ANAVA no detecto efecto para el post emergente. Para los tratamientos pre emergentes se detectó efecto significativo (p=0,0001) en las plantas entre 1-2; 3-4; 5-6 hojas, 5-9; 10-14 cm y para la suma de todas estas, la que representaba el 91% del total de la población (Figura 12).



Letras iguales no difieren estadísticamente (α=0,05).
T1=sulfentrazone; T2=flumioxazin; T3=diflufenican; T4=sulfentrazone+S-metolaclor; T5=flumioxazin+S-metolaclor; T6=diflufenican+S-metolaclor; T7=sulfentrazone+metribuzin; T8=flumioxazin+metribuzin; T9=fomesafen+S-metolaclor; T10=saflufenacil 50g; T11=Testigo.

Figura 12. Densidad de *A. palmeri* (pl./m^2) en la determinación del 09/02/18 (91 DPA pre y 35 DPA post) para los diferentes tratamientos

Como se observa, el comportamiento comparativo de los tratamientos pre emergentes se mantiene relativamente similar a lo observado en la determinación anterior. Solo los tratamientos 3 y 10 se asemejan al testigo con controles de solo el 30 y hasta el 50% en el caso del tratamiento 3.

Los restantes tratamientos difieren todos del testigo, mostrando excelentes controles en el caso de los tratamientos 1, 4, 5, 6, 7, y 8 y aceptables en el caso de los tratamientos 2 y 9.

Los resultados de esta última determinación, al igual de lo que se venía estimando de las anteriores, destacan el comportamiento de los pre emergentes sulfentrazone y flumioxazin en mezcla con S-metolaclor los que se mostraron en forma consistente a lo largo de todo el experimento como una opción de excelente control.

4.7 RENDIMIENTO

El rendimiento en grano final de soja no pudo ser analizado estadísticamente puesto que el modelo no resulto significativo. Muy probablemente, una asociación entre los problemas derivados de la sequía imperante y un muy reducido tamaño de parcela final por la subdivisión de la misma luego de la aplicación en post emergencia, tengan que ver con la elevadísima variabilidad encontrada a nivel de este parámetro.

Al momento de cosechar resulto extremadamente difícil encontrar áreas representativas que tuvieran una población de plantas uniforme y en competencia perfecta. Por las razones expuestas no fue posible lograr áreas de cosecha que aseguraran una estimación confiable y se resolvió no incluir el análisis de esta variable.

5. CONCLUSIONES

Las severas deficiencias hídricas ocurridas durante el periodo experimental condicionaron los resultados obtenidos.

Se encontraron muy importantes efectos de control con los herbicidas de pre emergencia estudiados, destacando el muy buen comportamiento del sulfentrazone y flumioxazin en mezclas con s-metolaclor, con los que se alcanzaran porcentajes de control por encima del 90% prácticamente en todas las evaluaciones. Diflufenican solo y saflufenacil 50g aun mostrando buenos desempeños iniciales, no lograron diferenciarse del testigo a partir de los 54dpa resultando en controles más pobres que los restantes pre emergentes evaluados.

No fue posible detectar efectos de control para el herbicida aplicado en post emergencia (fomesafen). Es importante resaltar que no se brindaron las condiciones necesarias para lograr un efecto significativo, debido al avanzado estado de desarrollo del cultivo (V9) y la reducida distancia entre hileras, lo que probablemente haya dificultado el contacto del herbicida con la maleza.

6. RESUMEN

En las últimas campañas, *Amaranthus palmeri* se ha convertido en un problema creciente debido a su gran adaptabilidad, capacidad de dispersarse y la resistencia a diferentes herbicidas. Teniendo en cuenta la importancia de las herramientas de control químico, el objetivo del presente trabajo fue evaluar el resultado de control de 10 opciones de pre emergentes y una opción post emergente. El experimento se llevó a cabo en una chacra comercial del departamento de Rio Negro con una alta infestación de esta maleza, donde se evaluó densidad y estado de desarrollo de la maleza e implantación y rendimiento del cultivo. Los resultados obtenidos muestran que se encontraron muy importantes efectos de control con los herbicidas de pre emergencia estudiados, destacando el muy buen comportamiento el sulfentrazone y flumioxazin en mezclas con s-metolaclor, con los que se alcanzaron porcentajes de control por encima del 90% prácticamente en todas las evaluaciones. Diflufenican y saflufenacil 50g aun mostrando buenos desempeños iniciales, no lograron diferenciarse del testigo a partir de los 54dpa resultando en controles más pobres que los restantes pre emergentes evaluados. Por otra parte, no fue posible detectar efectos de control para el herbicida post emergente (fomesafen) ensayado.

Palabras clave: *Amaranthus palmeri*; Malezas resistentes; PPO; Pre emergentes; Sulfetrazone; Flumioxazin; Saflufenacil; S-metolaclor; Soja.

7. SUMMARY

In the past few years, *Amaranthus palmeri* has become a growing problem due to its great adaptability, ability to disperse and resistance to different herbicides. Considering the importance of chemical control, the purpose of this study was to evaluate the control effectiveness for 10 pre-emergent options and one post-emergent option. The experiment was carried out in a commercial farm in the department of Rio Negro with a high infestation of this weed, where density and state of development of the weed and implantation and crop yield were evaluated. Results determined that pre-emergency herbicides studied shows very important control effects, standing out a very good behavior of sulfentrazone and flumioxazin when they were mixed with metolachlor, in which control percentages were reached above 90% in most of the evaluations. diflufenican alone and saflufenacil 50g even showing good initial performances, failed to differentiate from the treatment with no herbicide at 54dpa resulting in poorer controls than the remaining pre-emergencies evaluated. On the other hand, it was not possible to detect control effects for the post-emergent herbicide tested (fomesafen).

Keywords: *Amaranthus palmeri*; Weed resistance; PPO; Pre-emergent; Sulfetrazone; Flumioxazin; Saflufenacil; S-metolaclor; Soybean.

8. BIBLIOGRAFÍA

1. Álvarez, E.; De Vries, J.; Gabriel A. 2017. Evaluacion de estrategias para el control quimico de *Amaranthus palmeri* S. Wats en pre emergencia de soja. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 73 p.

2. Anzalone, A. 2007. Herbicidas: modos y mecanismo de acción en plantas. Barquisimeto, Venezuela, Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado". 65 p

3. Assad, R.; Reshi, Z. A.; Jan, S.; Rashid, I. 2017. Biology of Amaranthus. (en línea). The Botanical Review. 83(4):382-436. Consultado 12 feb. 2018 Disponible en https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs12229-017-9194-1

4. Bensch, C. N.; Horak, M. J.; Peterson, D. 2003. Interference of redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus*), Palmer amaranth (*A. palmeri*), and common waterhemp (*A. rudis*) in soybean. Weed Science. 51(1):37-43. Consultado 12 feb. 2018 Disponible en https://doi.org/10.1614/0043-1745(2003)051[0037:IORPAR]2.0.CO;2

5. Birriel, I.; Damboriarena, F. 2016. Estudio de factores planta y ambientales afectando la capacidad germinativa de semillas de *Amaranthus palmeri*. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 52 p.

6. Chahal, P. S.; Aulakh, J. S., Jugulam, M.; Jhala, A. J. 2015. Herbicide-resistant palmer amaranth (*Amaranthus palmeri* S. Wats.) in the United States: mechanisms of resistance, impact, and management. (en línea). In: Price, A.; Kelton, J.; Sarunaite, L. eds. Herbicides, Agronomic Crops and Weed Biology. Rijeka, InTech. pp. 1-29. Consultado 12 feb. 2018. Disponible en https://www.intechopen.com/books/herbicides-agronomic-crops-and-weed-biology/herbicide-resistant-palmer-amaranth-amaranthus-palmeri-s-wats-in-the-united-states-mechanisms-of-res

7. Heap, I. 2014. Global perspective of herbicide-resistant weeds (en línea). Pest Management Science. 70(9):1306-1315. Consultado 12 feb. 2018. Disponible en http://doi.wiley.com/10.1002/ps.3696.

8. Legleite, T. Johnson, B. 2013. Palmer amaranth biology, identification, and management. (en línea). West Lafayette, Purdue University. Purdue Extension. 13 p. Consultado 12 feb. 2018. Disponible en

https://www.extension.purdue.edu/extmedia/WS/WS-51-W.pdf

9. Metzlr, M. J. 2009. *Amaranthus palmeri* S. Watson: biología y manejo. (en línea). Parana, INTA. pp. 4-16. Consultado 12 feb. 2018 Disponible en https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta-_amaranthus_palmeri__s-_watson-_biologa_y_manejo.pdf

10. Morichetti, S.; Cantero, J. J.; Núñez, C.; Barboza, G.; Ariza, L; Amuchastegui, A.; Ferrell, J. 2013. Sobre la presencia de *Amaranthus palmeri* (amaranthaceae) en Argentina. (en línea). Boletin Sociedad Argentina de Botánica. 48(0):347-354. Consultado 4 mar. 2018 Disponible en https://revistas.unc.edu.ar/index.php/BSAB/article/view/6269/7355

11. Papa, J. C.; Tuesca, D. 2016. Manejo de *Amaranthus palmeri* S . Watson cultivo de soja. INTA. Para Mejorar la Producción. no. 54:155-158.

12. Salas, R. A; Burgos, N. R.; Tranel, P. J.; Singh, S.; Glasgow, L.; Scott, R. C.; Nichols, R. L. 2016. Resistance to PPO-inhibiting herbicide in Palmer amaranth from Arkansas. (en línea). Pest Management Science 72(5):864-869. Consultado 3 mar.2018. Disponible en https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1002/ps.4241

13. Steckel, L. E.; Sprague, C. L.; Stoller, E. W.; Wax, L. M. 2004. Temperature effects on germination of nine Amaranthus species. (en línea). Weed Science. 52(2):217-221. Consultado 20 ago. 2019 Disponible en https://www.cambridge.org/core/journals/weed-science/article/temperature-effects-on-germination-of-nine-amaranthus-species/5D21BBDBB5C98202B403D4893740A002

14. Tuesca, D.; Papa, J. C.; Morichetti, S. 2016. *Amaranthus palmeri* (S.) Watson. Bases para su manejo y control en sistemas de producción. (en línea). AAPRESID. Manejo de malezas problemas. v.6. 31 p. Consultado 20 ago. 2019 Disponible en http://www.aapresid.org.ar/rem-malezas/archivos/emergencias/documentos/tuesca-papa-y-morichetti-manejo-de-malezas-problema-amaranthus-palmeri-s-watson.pdf

15. Vangessel, M. J.; Renner, K. A. 1990. Redroot Pigweed (*Amaranthus retroflexus*) and Barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*) Interference in Potatoes (*Solanum tuberosum*). (en línea). Weed Science. 38(4-5):338-343. Consultado 11 feb. 2018. Disponible en https://www.cambridge.org/core/journals/weed-science/article/redroot-pigweed-amaranthus-retroflexus-and-barnyardgrass-echinochloa-

crusgalli-interference-in-potatoes-solanum-tuberosum/16DC006B0F566FE44E794450AE7321AF

16. Ward, S. M.; Webster, T. M.; Steckel, L. E. 2013. Palmer Amaranth (*Amaranthus palmeri*): a review (en línea). Weed Technology. 27(1):12-27. Consultado 11 feb. 2018 Disponible en https://www.researchgate.net/publication/260139060_Palmer_Amaranth_Amaranthus_palmeri_A_Review