



UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA

Proyecto de Trabajo Final presentado para optar al Grado de
Ingeniero Agrónomo

Modalidad: Trabajo final

**“Dinámica de emergencia de *Amaranthus palmeri* con centeno
como cultivo de cobertura y su comportamiento frente a la
aplicación de diferentes herbicidas pre-emergentes”**

Nombre del Alumno: *Repetto Quiroga, Isaías*

DNI: 35.673.044

Director: *Ing. Agr. MSc. Daita, Fernando*

Co-Director: *Lic. MSc. Ibañez, Mercedes*

Río Cuarto-Córdoba

2018

UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA

CERTIFICADO DE APROBACIÓN

Título del trabajo final: **Dinámica de emergencia de *Amaranthus palmeri* con centeno como cultivo de cobertura y su comportamiento frente a la aplicación de diferentes herbicidas pre-emergentes.**

Autor: *Repetto Quiroga, Isaías*

DNI: 35.673.044

Director: *Ing. Agr. MSc. Daita, Fernando*

Co-Director: *Lic. MSc. Ibañez, Mercedes*

Aprobado y corregido de acuerdo con las sugerencias de la Comisión Evaluadora:

Malpassi, Rosana Noemi

Petryna, Miriam Letizia

Fecha de presentación: ____/____/____.

Secretario Académico

ÍNDICE

ÍNDICE DE FIGURAS	II
ÍNDICE DE CUADRO	III
RESUMEN	IV
SUMMARY	V
INTRODUCCIÓN	1
HIPÓTESIS Y OBJETIVOS	10
MATERIALES Y MÉTODOS	11
RESULTADOS Y DISCUSIONES	14
CONCLUSIONES	21
BIBLIOGRAFÍA	22
ANEXOS	27

ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1.** Pecíolo más largo que la lámina foliar en *Amaranthus palmeri* (página 4).
- Figura 2.** Inflorescencia de *A. palmeri* de aproximadamente 80 cm de longitud (página 4).
- Figura 3.** Inflorescencia femenina, con brácteas espinosas al tacto (izquierda) y masculina, suave al tacto (derecha) (página 5).
- Figura 4.** Patrón de crecimiento del meristema apical de *Amaranthus palmeri* (página 5).
- Figura 5.** Planta de *A. Palmeri* de 10 cm de altura con panoja (página 9).
- Figura 6.** Precipitaciones (mm) registradas en el ensayo en el periodo octubre 2014-abril 2015 (página 14).
- Figura 7.** Precipitaciones (mm) registradas en el establecimiento (1990-2015) (página 14).
- Figura 8.** Periodicidad de emergencia de *Amaranthus palmeri* sobre centeno como cultivo de cobertura en el tratamiento testigo en la campaña 2014-2015 (página 16).
- Figura 9.** Periodicidad de emergencia de *Amaranthus palmeri* sobre centeno como CC en los distintos tratamientos (página 16).
- Figura 10.** Tiempo medio de emergencia en días de *Amaranthus palmeri* en la campaña 2014-2015 (página 17).
- Figura 11.** Porcentaje de control de *Amaranthus palmeri* en los diferentes tratamientos a los 39 DDA (página 18).
- Figura 12.** Porcentaje de control de *Amaranthus palmeri* en los diferentes tratamientos a los 86 DDA (página 19).
- Figura 13.** Porcentaje de control de *Amaranthus palmeri* en los diferentes tratamientos a los 119 DDA (página 20).
- Figura 14.** Parcela de centeno donde se llevó a cabo el experimento (página 31).
- Figura 15.** Parcela con aplicación de sulfentrazone a la izquierda y parcela testigo a la derecha 39 DDA (página 31).

ÍNDICE DE CUADRO

Cuadro 1. Tratamientos herbicidas probados en sus dosis/hectárea (página 12).

RESUMEN

En los últimos años, *Amaranthus palmeri* ha incrementado su presencia y se ha diseminado en gran parte del área agrícola del país, principalmente en el sur de Córdoba. La presencia de dicha maleza obliga a conocer cuáles son sus atributos biológicos y competitivos más importantes que hacen que la misma pueda diseminarse por todo el territorio. Uno de los principales problemas es que cada día son más frecuentes los casos de fallas en su control. Con el objetivo de caracterizar la dinámica de emergencia de la maleza y de aumentar la eficacia de su control, se realizó un experimento a campo, en la campaña 2014-2015, en un lote con centeno como cultivo de cobertura donde se estudió la eficacia de distintos herbicidas pre-emergentes. Se concluyó que *A. palmeri* comienza a emerger a mediados de octubre y que su dinámica de emergencia es continua y extensa en el tiempo, lo cual es importante considerar a la hora de planificar la siembra de un cultivo estival. También se pudo concluir que el uso de herbicidas pre emergentes residuales constituyen una herramienta útil para el control y reducción de la población de *A. palmeri*, principalmente Sulfentrazone, herbicida que presentó los mayores controles en los tres momentos de evaluación.

Palabras clave: *Amaranthus palmeri*; Emergencia; Pre-emergentes; Sulfentrazone.

SUMMARY

"Emergence dynamics of *Amaranthus palmeri* with rye as cover crop and its behavior when different pre-emergent herbicides are applied"

In recent years, *Amaranthus palmeri* has increased its presence and has spread in much of the agricultural area of the country, mainly in the south of Cordoba. The presence of this weed makes it necessary to know what are its most important biological and competitive attributes that make it possible to spread throughout the territory. One of the main problems is that each day are more frequent cases of failure in their control. In order to characterize the emergency dynamics of the weed and to increase the effectiveness of its control, an experiment was conducted in the field, in the 2014-2015 campaign, in a batch with rye as a cover crop where the effectiveness of different pre-emergent herbicides was studied. It was concluded that *A. palmeri* begins to emerge in mid-october and that its emergency dynamics is continuous and extensive in time, which is important to consider when planning the sowing of a summer crop. It was also possible to conclude that the use of residual pre-emergent herbicides is a useful tool for the control and reduction of the population of *A. palmeri*, mainly Sulfentrazone, herbicide that presented the greatest controls in the three evaluation moments.

Keywords: *Amaranthus palmeri*; Emergency; Pre-emergent; Sulfentrazone.

INTRODUCCIÓN

Una maleza es una planta que en un momento o lugar dado y en un número determinado resulta molesta, perjudicial o indeseable en los cultivos o en cualquier otra área o actividad realizada por el hombre (Satorre *et al.*, 2004).

Las malezas afectan a los cultivos en forma directa, liberando al medio sustancias que reducen el crecimiento de los mismos (alelopatía) y explotando los recursos (agua, luz y/o nutrientes) que podrían estar disponibles para las especies cultivadas durante su ciclo de crecimiento (competencia), y también en forma indirecta, dificultando la preparación de la cama de siembra, contaminando el producto cosechado, disminuyendo su calidad comercial, dificultando las labores de cosecha, aumentando el riesgo de plagas, enfermedades y actuando como hospedante de las mismas. Cualquiera de estos efectos resulta, directa o indirectamente, en la disminución del rendimiento del cultivo, su calidad o resultado económico (Satorre *et al.*, 2004).

La naturaleza biológica de las malezas determina que evolucionen, adaptándose a aquellas prácticas destinadas a su control. Estas, en algún sentido, resultan convenientes al esquema de producción que en general es el más rentable, ya que son simples y eficaces en el corto plazo y hacen que las malezas se reiteren con elevada intensidad y frecuencia. Por otra parte, la dispersión de las malezas hoy no se limita sólo a las vías naturales, ya que 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, el transporte, 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 (Aapresid, 2014 a).

Este sería el caso de *Amaranthus palmeri* S. Watson, una maleza que llegó a nuestro país desde el hemisferio norte y detectada durante la campaña 2011-2012 en el sur-oeste de la provincia de Córdoba. Con muy escasos registros en los anales de botánica de nuestro país, se sospecha que las semillas ingresadas al país poseen un bagaje de resistencias a herbicidas adquirido en otras latitudes. Es una especie nativa del sur-oeste de América del norte y también fue introducida en Europa, Australia y otras áreas geográficas. En 2006, se detectó la presencia en el norte del estado de Illinois y en 2010 se informó de su hallazgo en el sur-oeste del estado de Michigan, donde registraron la presencia de biotipos resistentes a glifosato y a herbicidas inhibidores de ALS.

En Argentina, esta especie fue coleccionada por primera vez como maleza en 1966 y luego no volvió a citarse ni fue incluida dentro de la flora adventicia. A partir del año 2012 comienza a detectarse frecuentemente convirtiéndose en un problema importante en cultivos estivales (soja, maní, sorgo, maíz) en el sur de las Provincias de Córdoba y San Luis, aunque existen algunos indicios de que se hallaba presente desde 2004-2005 pero era confundida con *A. hybridus* que es muy común en la zona.

La introducción de esta especie en el sur de Córdoba probablemente esté asociada con la importación de semillas de cereales, oleaginosas o forrajeras contaminadas con semillas de esta maleza o a través de maquinaria agrícola introducida al país desde los Estados Unidos (Morichetti *et al.*, 2013).

Uno de los problemas potenciales de esta especie es que puede hibridarse con otras especies de *Amaranthus*, con lo cual puede transferir genes de resistencia a herbicidas hacia otras especies del género, además de estar bien adaptada a condiciones de estrés (Morichetti *et al.*, 2012 a).

En cuanto a su control, se observa que cada día son más frecuentes los casos de fallas en el control en las malezas del género *Amaranthus* y ya hay zonas productivas de nuestro país seriamente comprometidas.

El primer caso de resistencia a herbicidas en Argentina data del año 1996 y corresponde a *Amaranthus quitensis* (actualmente pasó a denominarse *Amaranthus hybridus*) resistente a imazetapir (herbicida inhibidor de la enzima ALS). En el año 2013, se confirmó la resistencia de otra maleza del género, en este caso *Amaranthus palmeri* también a inhibidores de ALS. En el mismo año *A. quitensis* manifestó resistencia a glifosato. En 2015, se logró confirmar la presencia de biotipos de *A. quitensis* con resistencia múltiple a glifosato y ALS y recientemente biotipos de *A. palmeri* resistentes a glifosato. A campo esto ya es más que conocido, al igual que su resistencia múltiple a glifosato y ALS que aún no se declaró científicamente (Aapresid, 2015).

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, que resultan en una enzima menos sensible a la unión con estos herbicidas. Esta secuencia alterada se hereda como un alelo individual con un alto grado de dominancia (Saari *et al.*, 1994). Burgos *et al.* (2001) afirman que una reducción en la absorción y en la translocación del herbicida o un incremento en la tasa metabólica podrían ser también los mecanismos involucrados.

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 (Gaines *et al.*, 2011; Powles, 2010). Este inusual mecanismo de resistencia a los herbicidas es hereditario y puede ser transferido a través del polen de los machos resistentes a la descendencia de las hembras susceptibles.

El rasgo más característico de esta especie es ser dioica y por eso se diferencia muy bien de las otras especies de *Amaranthus* que crecen en Argentina que son todas monoicas. Las inflorescencias son largas y con escasa ramificaciones. Posee inflorescencias femeninas con brácteas espinosas al tacto y las masculinas suaves. Otra característica notable es que el largo del pecíolo de la hoja es igual o mayor al largo de la lámina (Aapresid, 2013).

Si bien es muy difícil que con una sola de las características que se mencionan en la bibliografía (las características también pueden ser variables dentro de una especie e incluso dentro de una misma población en el lote) podamos diferenciar a *A. quitensis* de *A. palmeri*, todas en conjunto nos ayudan a distinguir a estas especies. Estas son las que se describen a continuación según Aapresid (2015):

- Presencia de pelo en tallo y hojas: *A. quitensis* tienen pelos (pubescencia) en sus tallos y superficies de las hojas, en cambio *A. palmeri* no los tiene.
- Forma de la hoja: las hojas de *A. palmeri* son anchas y ovadas en forma de diamante, mientras que las hojas de *A. quitensis* son similares pero tienen pelos. Las plantas que han sido pulverizadas y sobrevivido a múltiples aplicaciones de herbicidas, especialmente inhibidores de la protoporfirinógeno oxidasa (PPO) pueden exhibir formas de hojas variables que pueden no representar correctamente la especie.
- Longitud del pecíolo (Figura 1): en *A. palmeri* los pecíolos, especialmente en las hojas viejas, son tan largo (o más) que la lámina de la hoja en sí. Los pecíolos de *A. quitensis*, por el contrario, son más cortos que sus láminas. Esta es la característica más consistente y confiable.



Figura 1: Pecíolo más largo que la lámina foliar en *Amaranthus palmeri*. Fuente: *Amaranthus palmeri* S. Watson en el sur de Entre Ríos (Leighter y Johnson, 2013).

- Estructura de las inflorescencias (Figura 2 y 3): las plantas “hembras” de *A. palmeri* tienen una larga inflorescencia que puede llegar en algunos casos hasta los 80 cm. Además, tienen brácteas rígidas y agudas que dan una sensación punzante cuando se toca, mientras que las plantas “machos” no poseen esas brácteas por lo tanto son suaves al tacto. En *A. quitensis* esto no sucede porque no existen plantas machos y hembras, al tener ambos sexos presentes en la misma.



Figura 2: Inflorescencia de *A. palmeri* de aproximadamente 80 cm de longitud. Fuente: *A. palmeri* S. Watson en el sur de Entre Ríos (Leighter y Johnson, 2013).



Figura 3: Inflorescencia femenina, con brácteas espinosas al tacto (izquierda) y masculina, suave al tacto (derecha). Fuente: Red de conocimiento de malezas resistentes de Aapresid (Aapresid, 2013).

- Patrón de crecimiento de los meristemas apicales (Figura 4): La forma de la hoja y la longitud del pecíolo de *A. palmeri* son el resultado del patrón de crecimiento del meristema apical, cuyo objetivo es captar la mayor cantidad de luz posible. Esto resulta en una apariencia de roseta (o “Estrella federal”) cuando se mira desde la parte superior de la planta.



Figura 4: Patrón de crecimiento del meristema apical de *Amaranthus palmeri*. Fuente: *Amaranthus Palmeri* S. Watson en el sur de Entre Ríos. (Leighter y Johnson, 2013).

Esta especie posee atributos biológicos que la convierten en una maleza sumamente agresiva y muy difícil de manejar eficazmente con los recursos tecnológicos actualmente disponibles. Estos atributos son:

- Elevada fecundidad densodependiente, una planta aislada puede producir hasta 600.000 semillas.

- Altas tasas de crecimiento (3-4 cm por día). Esto dificulta enormemente el momento de control con herbicidas post-emergentes, ya que es muy breve el tiempo disponible para realizar las aplicaciones con un tamaño de maleza adecuado.

- Es una especie C4 con alta capacidad fotosintética, llegando a su pico de actividad con temperaturas de 36-46°C siendo el óptimo a 42°C. Además, estas plantas poseen diaheliotropismo que les permite orientar sus hojas en forma perpendicular a los rayos solares maximizando la intercepción de luz.

- Gran capacidad competitiva por luz, agua, espacio y nutrientes asociada con su rápido crecimiento erecto, un sistema radicular profundo, eficiencia en el uso del agua y su potencial alelopático.

- Período de emergencia prolongado lo que genera distintas cohortes de plántulas que dificultan su control.

- Elevada tolerancia a condiciones de sequía y altas temperaturas.

- Gran variabilidad genética y facilidad para adquirir resistencia a herbicidas.

- Las semillas son dispersadas principalmente por gravedad y pueden también ser transportadas por agua, aves, mamíferos y por prácticas agrícolas como labranzas, cosecha, etc. Las semillas pueden ser consumidas por insectos (hormigas), roedores, aves y conservar un alto porcentaje de viabilidad, luego de pasar a través del tracto digestivo. Vientos muy fuertes pueden también ser responsables del movimiento de las semillas pero esto es poco frecuente.

- En ambientes xéricos o subhúmedos esta especie tiene un comportamiento oportunista, germinando y completando su ciclo rápidamente en respuesta a la disponibilidad de agua. En presencia de condiciones adecuadas de humedad, las semillas germinan rápidamente y en una elevada proporción, en especial las ubicadas superficialmente. La exposición a la luz favorece la germinación y el rango de temperatura donde ésta puede ocurrir es de 5 a 35°C. Con temperaturas superiores a 35°C el porcentaje de semillas germinadas decrece.

- El proceso de germinación se incrementa con temperaturas alternadas por lo que la emergencia debajo de un canopeo o de una cobertura densa puede ser menor que sobre un suelo descubierto. La viabilidad de las semillas en el suelo disminuye con el tiempo, luego de un año de permanecer enterradas a profundidades de 1 a 10 cm la viabilidad es menor al 50% y luego de

36 meses disminuye a menos del 15%. La longevidad de las semillas aumenta con la profundidad a la que se encuentran enterradas (Aapresid, 2016).

El nuevo escenario agrícola caracterizado por una alta presencia de cultivos de soja y maíz resistentes al glifosato hace necesario conocer la dinámica de emergencia de las poblaciones de malezas emergentes y tolerantes a este herbicida, con el fin de realizar modificaciones en las técnicas de control a través del empleo de otros herbicidas, dosis y momentos de aplicación (Zorza *et al.*, 1997).

La emergencia de las plántulas de las malezas generalmente ocurre en intervalos específicos y en alta concentración. La latencia de las semillas y las características de emergencia varían según la especie y están fuertemente influenciadas por el medio ambiente (Foley, 2001).

Cuando las malezas anuales de verano, ej. *A. palmeri*, dispersan las semillas en otoño, la pérdida de latencia de las mismas, el crecimiento de la radícula e inicio del proceso de germinación ocurre sólo a altas temperaturas. En la primavera siguiente a su dispersión, el suelo se calienta en forma gradual y el crecimiento de la radícula ocurre cuando la temperatura de éste y la que favorece a la germinación se superponen (Gutterman, 2000).

Para el caso de *A. palmeri*, Garay *et al.* (2015 a) observaron que en la localidad de Villa Mercedes, San Luis, la emergencia de esta maleza comienza entre mediados de octubre y mediados de noviembre, cuando se han alcanzado los grados día necesarios para la germinación y ocurre una lluvia primaveral de importancia. Posteriormente, con el incremento de las lluvias y las temperaturas en verano, su tasa de crecimiento es muy elevada (más de 3 cm/ día). Otras variables o procesos como temperaturas alternadas y nivel de dormición, podrían modificar el momento inicial de emergencia de la maleza, así como también de manejo (sistema de labranzas, cultivos antecesores y rastrojo en superficie). Además observaron que el período de emergencia es muy extendido llegando hasta marzo y abril. Todo esto lleva a pensar en la importancia que tiene conocer la dinámica de emergencia para esta maleza tan particular.

Como alternativa para tratar de manejar a la maleza, integrada con otra técnica como es el control químico, se propone la realización de cultivos de cobertura. Los cultivos de cobertura son definidos como "una cobertura vegetal viva que cubre el suelo y que es temporal o permanente, el cual está cultivado en asociación con otras plantas" (CIDICCO, 2003). Generalmente, se usan como coberturas especies gramíneas y algunas especies de leguminosas que son capaces de mantener y/o mejorar las condiciones de fertilidad de los suelos agrícolas. Debido a esto, uno de los propósitos de promover la utilización de los cultivos de cobertura es

reducir la dependencia de fertilizantes de síntesis química, los cuales son costosos y muchas veces no disponibles localmente, para lograr producciones adecuadas de alimentos (Flores, 1991).

Entre las gramíneas, el centeno es un cultivo rústico, altamente resistente al estrés ambiental y que a través del tiempo demostró ser un efectivo “limpiador” de malezas (Rice, 1984). Dentro de los muchos compuestos alelopáticos que posee, los ácidos hidroxámicos, dimboa y diboa, han sido señalados como responsables principales de sus propiedades alelopáticas. Ambas moléculas no sólo están presentes en tejido vivo y en sus residuos, sino que también se exudan en forma activa a través de las raíces del cereal (Pérez y Ormeño-Nuñez, 1991).

En lo que respecta a los herbicidas, estos son productos químicos capaces de alterar la fisiología de la planta causando la muerte o desarrollo anormal de la misma. Los mismos generan su efecto letal actuando sobre un sitio primario de acción y generando una serie de efectos secundarios y terciarios que conllevan a la muerte de la planta (Aapresid, 2014 b).

Las prácticas tendientes al control deben comenzar luego de la cosecha del cultivo estival, ya que es frecuente, en ese momento, encontrar plantas jóvenes que al finalizar el verano y comenzar el otoño, acortan su ciclo alcanzando el estado reproductivo con tamaños pequeños (15 a 20 cm) (Figura 5). Estas plantas son capaces de producir semillas viables con el consiguiente aporte al banco, por lo que deben ser eliminadas a través de tratamientos con herbicidas diferentes al glifosato como por ejemplo paraquat, glufosinato de amonio, carfentrazone-etil, piraflufen-etil o saflufenacil. La combinación de herbicidas hormonales (2,4-D, dicamba o picloram) con los anteriores puede mejorar el resultado final. En la primavera (octubre a diciembre) pueden registrarse nuevas emergencias que también deben ser eliminadas tempranamente. En función de algunas de las características principales de esta maleza como la elevada producción de semillas, la germinación superficial y continua durante la primavera y el verano, el empleo de herbicidas con acción residual y con un mecanismo de acción diferente a los inhibidores de ALS como por ejemplo: metribuzín, sulfentrazone, flumioxazin, fomesafen, acetoclor, s-metolaclor y atrazina, no es opcional y deben, de manera ineludible, incluirse en el programa de manejo (Aapresid, 2016).



Figura 5: Planta de *A. palmeri* de 10 cm de altura con panoja. Fuente: Red de conocimiento de malezas resistentes de Aapresid (Aapresid, 2016).

OBJETIVOS

OBJETIVOS GENERALES

- A. Caracterizar la dinámica de emergencia de la maleza a nivel regional.
- B. Evaluar la eficacia de diferentes herbicidas pre-emergentes registrados para su control.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar la dinámica de emergencia de *Amaranthus palmeri* a través de la periodicidad y el tiempo medio de emergencia, con centeno como cultivo de cobertura.
- Seleccionar él o los herbicidas pre-emergentes más eficaz o eficaces para el control de *Amaranthus palmeri*.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un experimento a campo en la campaña 2014/2015 en un lote con rastrojo de soja y con centeno como cultivo de cobertura. El mismo se situó 12 km al Oeste de la localidad de Del Campillo, provincia de Córdoba (34°22'53.45"S; 64°50'17.40"O), dentro de lo que se llama "Región Pampeana Semiárida", sub-región geomorfológica denominada "Pampa Arenosa o Planicie Medanosa". Esta región está constituida por llanuras aluviales de origen loésico, donde predominan los suelos "haplustolesénticos". Los suelos se caracterizan por ser poco desarrollados, de bajo contenido de materia orgánica (1,2%), muy ricos en fósforo y con la capa freática cercana a la superficie (1,8 – 2,0 m). La estructura del suelo es frágil, muy susceptible a erosión eólica. El clima es de tipo monzónico, la temperatura media del mes más cálido (enero) es de 23,5°C y del mes más fresco (julio) es de 8,2°C, el periodo libre de heladas es de 168 días. El régimen hídrico es de 713 mm anuales y se caracteriza por la concentración de las precipitaciones durante los meses de octubre – marzo, donde en promedio llueven 549 mm, mientras que en el semestre de abril – septiembre en promedio llueven 172 mm (Imbellone *et al.*, 2006). El suelo es de textura franca arenosa a arenosa franca. Estos suelos están en el límite del uso agrícola, siendo sus principales limitaciones el clima, la baja retención de humedad y una grave susceptibilidad a la erosión eólica.

a) Implantación del cultivo de cobertura (centeno):

Dicho cultivo se realizó bajo siembra directa el 30/05/14, con un espaciamiento entre hileras de 21 cm y a una densidad de 200 plantas/m².

b) Aplicación de herbicidas:

En el experimento se utilizaron distintos herbicidas, los cuales fueron aplicados con una mochila pulverizadora utilizando las dosis correspondientes para cada producto. La misma está provista de una fuente de presión de dióxido de carbono. El ancho del botalón fue de 1,5 m y la distancia entre picos 0,52 m. Se utilizó pastillas Teejet 8002.

El día 26/10/14 se procedió al secado del cultivo de centeno con la aplicación de 2,5 l/ha de glifosato en el estado de espigazón.

El día 16/11/14 se pulverizó el ensayo completo con 2 l/ha de paraquat (27 %) para disponer de parcelas libres de malezas antes de la aplicación de los herbicidas a evaluar.

La aplicación de los diferentes tratamientos se realizó el día 28/11/14 con una cobertura de centeno del 65 % y fueron:

Tratamiento	Principio activo	Dosis (i.a/ha)
1	Sulfentrazone (50%)	0,8 l/ha
2	Atrazina (50%)	2 l/ha
3	Flumioxazim (48%)	0,2 l/ha
4	Metolaclor (96%)	1 l/ha
5	Metribuzin (48%)	0,7 l/ha
6	Testigo	-

Cuadro 1: Tratamientos herbicidas pre-emergentes en sus dosis/hectárea

c) Observaciones y mediciones realizadas:

1. Condiciones ambientales

El experimento se realizó bajo condiciones de secano. A partir del día 30/05/14 (implantación del cultivo de cobertura) se midieron las precipitaciones ocurridas en el ensayo con un pluviómetro.

2. Censo de plántulas

Para determinar la periodicidad de la especie, luego de realizar las aplicaciones herbicidas (tratamientos), en el tiempo comprendido entre la emergencia y la ocurrencia de la primera helada, se realizó el conteo cada 15 días de las plántulas emergidas y se procedió en cada uno de ellos a la eliminación. El experimento se realizó en un diseño en bloques completos, con tres repeticiones por tratamiento. Dentro de cada repetición, los datos se tomaron en 3 estaciones de muestreo fijas distribuidas a lo largo de una transecta. Los valores obtenidos fueron analizados estadísticamente mediante un análisis de varianza ($\alpha= 0,05$) y, posteriormente, las medias se compararon mediante la prueba de Duncan ($\alpha= 0,05$). Todos los análisis se realizaron con el programa estadístico Infostat (Di Rienzo *et al.*, 2017). Las estaciones de muestreo cubrieron una superficie de 0,25 m², y se utilizó para ello un marco de 0,5 x 0,5 m. En

cada estación de muestreo las malezas diferentes al objeto de estudio también fueron eliminadas manualmente.

Para calcular el tiempo medio de emergencia (*TME*) de la especie se utilizó la ecuación propuesta por Molher y Teasdale (1993).

$$TME = \frac{\sum n_i d_i}{\sum n_i}$$

donde,

n_i , N° de plántulas en el tiempo i .

d_i , N° de días desde el tiempo 0 (Tiempo inicial de emergencia).

A los valores obtenidos del estimador se le realizó un análisis de la varianza y el test de comparación de medias de Duncan ($\alpha= 0,05$) (Di Rienzo *et al.*, 2017).

3. Control

El control de *A. palmeri* se evaluó en forma cuantitativa tomando como referencia al testigo (0% de control). Para obtener el porcentaje de control se sumó el número de plántulas emergidas a los 39, 86 y 119 días después de las aplicaciones (DDA) herbicidas y se obtuvieron los porcentajes correspondientes comparando con el tratamiento testigo en cada caso, donde 0 es falta total de control y 100 % es control total.

La variable control fue analizada mediante el análisis de la varianza ($\alpha= 0,05$) y la prueba de comparación de medias de Duncan ($\alpha= 0,05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

a) Precipitaciones

En la Figura 6 se observan las precipitaciones ocurridas durante el experimento, en el periodo octubre de 2014 - abril de 2015. En la Figura 7 se observan las precipitaciones históricas del establecimiento. Es necesario conocer dichas precipitaciones para caracterizar la dinámica de emergencia de *A. palmeri*.

Como se puede observar las precipitaciones fueron continuas, registrando en total 701 mm en el periodo analizado, siendo un 8 % superior a la media histórica (25 años) del establecimiento para el mismo periodo de octubre – abril.

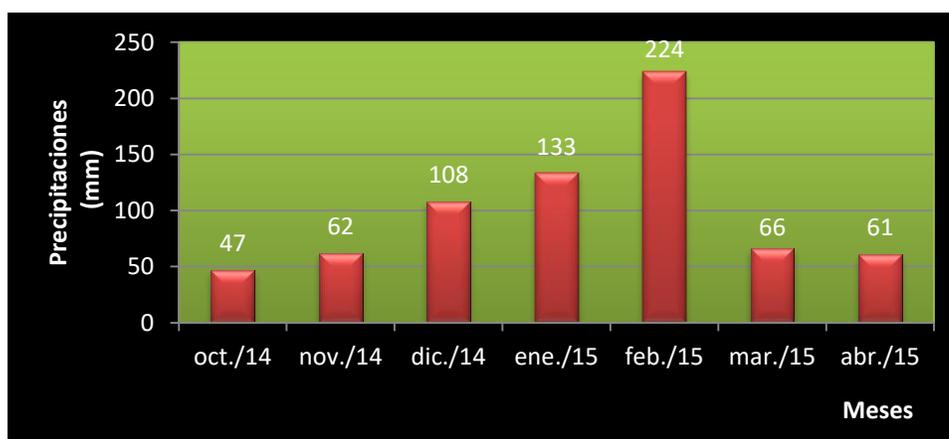


Figura 6: Precipitaciones (mm) registradas en el ensayo en el periodo octubre 2014-abril 2015.

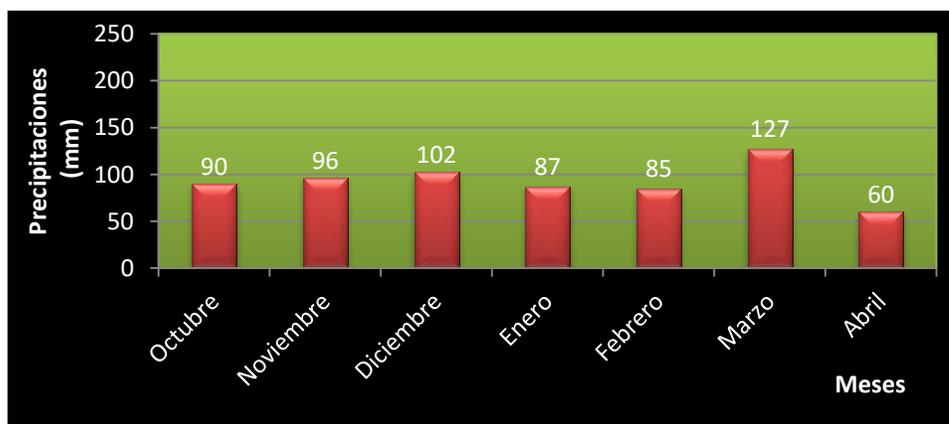


Figura 7: Precipitaciones históricas (mm) registradas en el establecimiento (1990-2015).

Es importante remarcar las precipitaciones ocurridas durante diciembre de 2014 y febrero de 2015, ya que las mismas seguramente favorecieron el largo periodo de emergencia de la maleza.

b) Tiempo inicial de emergencia (TIE)

Cada especie tiene su característica particular respecto del momento de ocurrencia de las emergencias (dependiente de la humedad disponible y la temperatura, entre otros factores), de la extensión de este período y del número de camadas que puede producir.

En este caso, el momento inicial de emergencia de *A. palmeri* se registró a mediados de octubre, coincidiendo con lo encontrado por Garay *et al.* (2015 a), quienes observaron para la localidad de Villa Mercedes, San Luis, que la emergencia inicial de esta maleza se produce entre mediados de octubre y mediados de noviembre cuando se han alcanzado los grados día necesarios para la germinación y ocurre una lluvia primaveral de importancia. Posteriormente con el incremento de las lluvias y las temperaturas en verano, su tasa de crecimiento es muy elevada. Otras variables o procesos, como temperaturas alternadas y nivel de dormición, podrían incidir en estas variaciones de ocurrencia de los flujos de emergencia, así como también de manejo (sistema de labranzas, cultivos antecesores y rastrojo en superficie); y coincidiendo también con lo encontrado por Olea *et al.* (2014) en el Departamento Leales, provincia de Tucumán, donde la primer emergencia de esta maleza se produce a mediados de octubre con la ocurrencia de una lluvia primaveral de importancia.

c) Periodicidad de emergencia (PDE) (Número de plántulas / m²)

La emergencia de la maleza a lo largo del experimento presentó dos picos de emergencia. El primero de ellos se manifestó el 19 de diciembre y el segundo (de mayor importancia), el 23 de enero. Este resultado difiere de lo encontrado por Garay *et al.* (2015 b), quienes observaron en Villa Mercedes, San Luis, en el periodo octubre 2013 – marzo 2014, que la maleza presentó un primer pico de emergencia el 22 de octubre y el segundo el 5 de diciembre. Ambos picos de emergencia pueden relacionarse con el nivel de precipitaciones, ya que durante estos dos meses hubo condiciones de humedad necesaria para que se produjeran emergencias significativas de la maleza. Coincidiendo con Tuesca *et al.* (2014) se pudo observar que la emergencia fue continua, ya que se registraron emergencias de la maleza durante todo el experimento, desde diciembre a fines de marzo, y la tasa de emergencia disminuyó marcadamente a partir del mes de febrero.

Por lo tanto podemos indicar que *A. palmeri* tiene un periodo de emergencia muy extenso, presentando nacimiento desde mediados de octubre a fines de marzo.

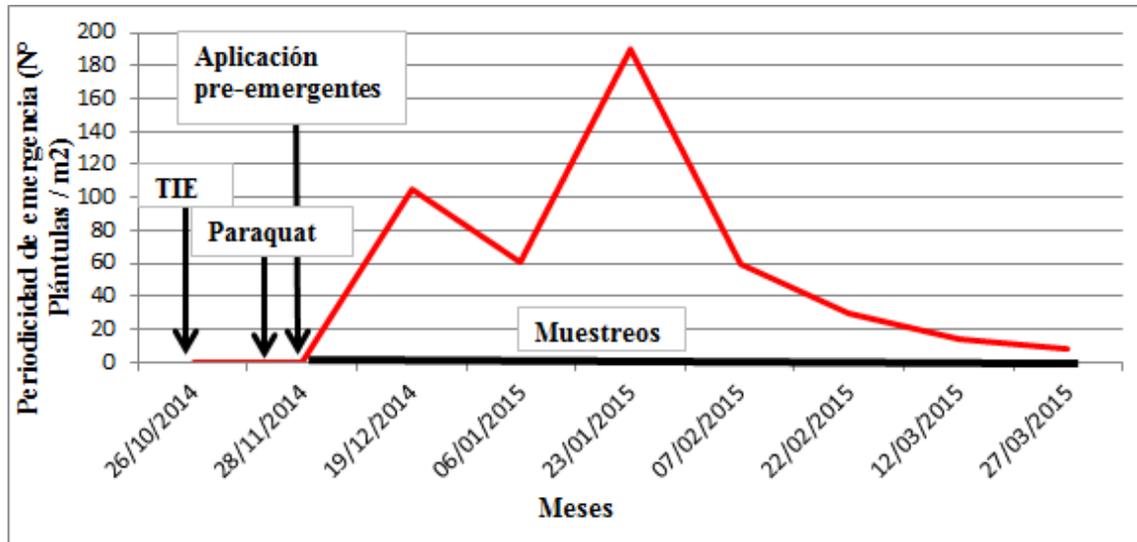


Figura 8: Periodicidad de emergencia de *Amaranthus palmeri* sobre centeno como cultivo de cobertura en el tratamiento testigo en la campaña 2014-2015.

En la Figura 9 se observa que la emergencia de *A. palmeri* es continua y extensa en el tiempo, y la magnitud de emergencia en el tratamiento testigo es superior a todos los tratamientos herbicidas, lo que pone en evidencia el control ejercido.

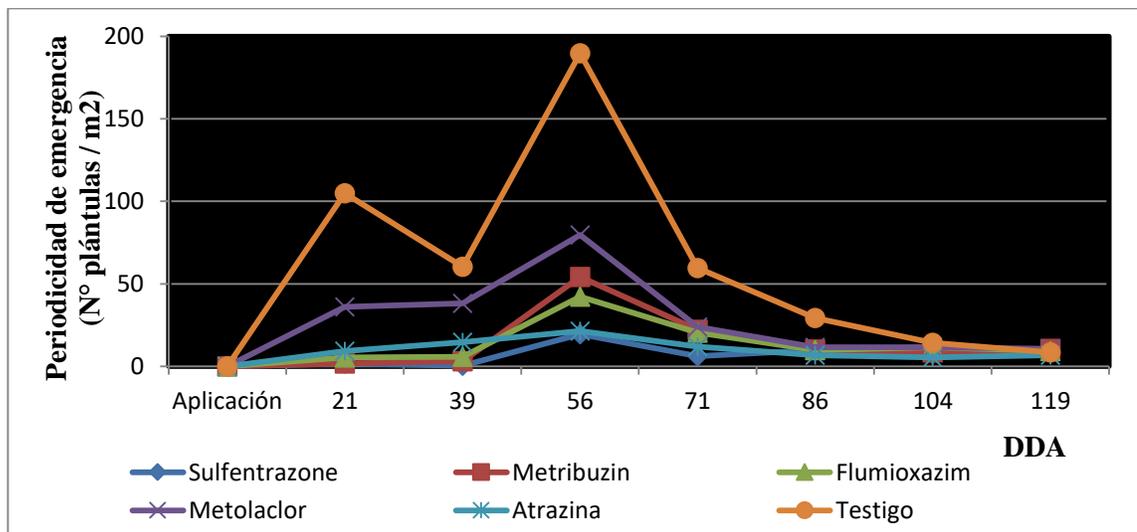


Figura 9: Periodicidad de emergencia de *Amaranthus palmeri* sobre centeno como CC en los distintos tratamientos.

d) Tiempo medio de emergencia (TME) (Días)

El análisis de la varianza realizado para la variable mostró diferencias estadísticamente significativas ($p= 0,0003$) entre los tratamientos (anexo 1). La comparación de medias realizada con la prueba de Duncan presentó diferencias significativas. El mayor TME se obtuvo con Sulfentrazone, el cual se diferenció significativamente del resto de los tratamientos. Los menores TME fueron con los tratamientos testigo y Metolaclor, los cuales se diferenciaron significativamente con los TME de los tratamientos con Metribuzin, Flumioxazin y Atrazina. Coincidiendo con Ravotti (2016), el mayor TME fue en el tratamiento con Sulfentrazone y el menor TME fue en el tratamiento testigo. Sin embargo, el TME en el tratamiento con Sulfentrazone es superior al valor encontrado por Ravotti (2016) para el control de *A. palmeri*, y mayor a los valores encontrados por Daita *et al.* (2011) para el control de la especie *Ipomoea purpurea* en soja. Dichos valores fueron de 46 y 45 días para los experimentos de los ciclos agrícolas 2008/09 y 2000/01, respectivamente.

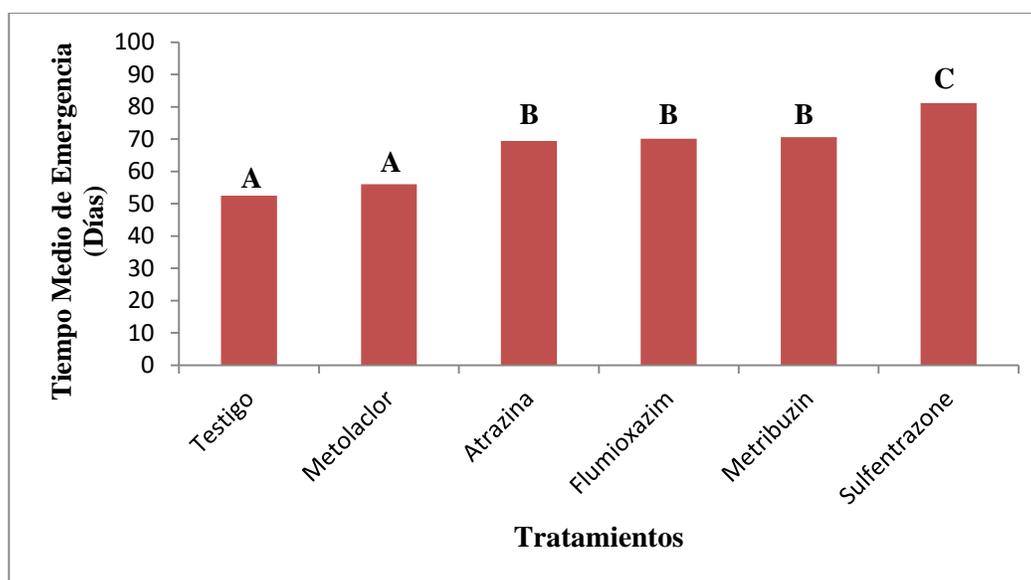


Figura 10: Tiempo medio de emergencia en días de *Amaranthus palmeri* en la campaña 2014-2015, con diferentes tratamientos pre-emergentes. Letras distintas indican diferencias significativas, Duncan ($p \leq 0,05$).

e) Control

A los 39 DDA (figura 11) todos los tratamientos superaron el 90 % de control excepto Metolaclor con 53 %. Diferiendo a lo encontrado con Tuesca y Papa (2016), quienes registraron porcentajes de control a los 36 DDA para Sulfentrazone y Flumioxazin de 87 y 86 %, respectivamente, y solo el 51 % para Metribuzin. También difirió de lo encontrado por

Morichetti *et al.* (2012 b), quienes registraron un porcentaje de control apenas superior al 80% para Sulfentrazone y Flumioxazin a los 30 DDA.

El análisis de la varianza para el porcentaje de control a los 39 DDA mostró diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,0001$) entre los seis tratamientos (anexo 2). Posteriormente se realizó la prueba de Duncan y no se encontraron diferencias significativas entre Sulfentrazone, Metribuzin, Flumioxazim y Atrazina. El menor valor fue Metolaclor y se diferenció significativamente del resto de los tratamientos.

En cuanto a Metolaclor, éste presentó sólo el 53 % de control con dosis de 1 l/ha a los 39 DDA, coincidiendo con lo encontrado por Morichetti *et al.* (2012 b), quienes obtuvieron porcentajes de control apenas del 50 % en ensayos realizados en la localidad de Vicuña Mackenna.

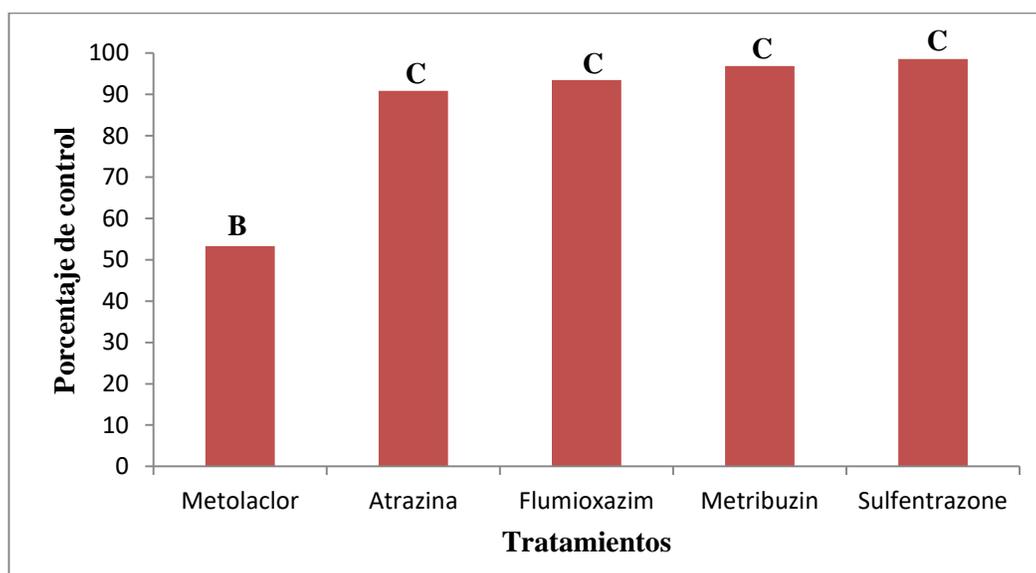


Figura 11: Porcentaje de control de *Amaranthus palmeri* en los diferentes tratamientos a los 39 DDA. Letras distintas indican diferencias significativas, Duncan ($p \leq 0,05$)

En lo que respecta al porcentaje de control a los 86 DDA, el análisis de la varianza mostró diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,0001$) (anexo 3). El tratamiento con Sulfentrazone superó el 90 % de control (Figura 12) y no se diferenció de Atrazina, pero sí del resto de los tratamientos. No se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos con Atrazina, Flumioxazim y Metribuzin. Estos últimos tratamientos se diferenciaron de Metolaclor.

A los 86 DDA, Atrazina presentó valores del 87% de control, coincidiendo con lo encontrado por Garay *et al.* (2015 b), quienes obtuvieron con este mismo herbicida pero

utilizado en mezcla con otros productos, un porcentaje de control cercanos al 90% en Villa Mercedes, San Luis.

Ravotti (2016) observó a los 77 DDA controles superiores al 90 % para los tratamientos con Sulfentrazone, Flumioxazin y Atrazina y mayor al 80 % para los tratamientos con Metribuzin y Metolaclor, lo que difiere a lo encontrado en este estudio. También difiere con Morichetti *et al.* (2012 b), quienes observaron a los 70 DDA, 78 % de control para dosis de 200 cc/ha de Sulfentrazone y 70 % para dosis de 150 cc/ha de Flumioxazin.

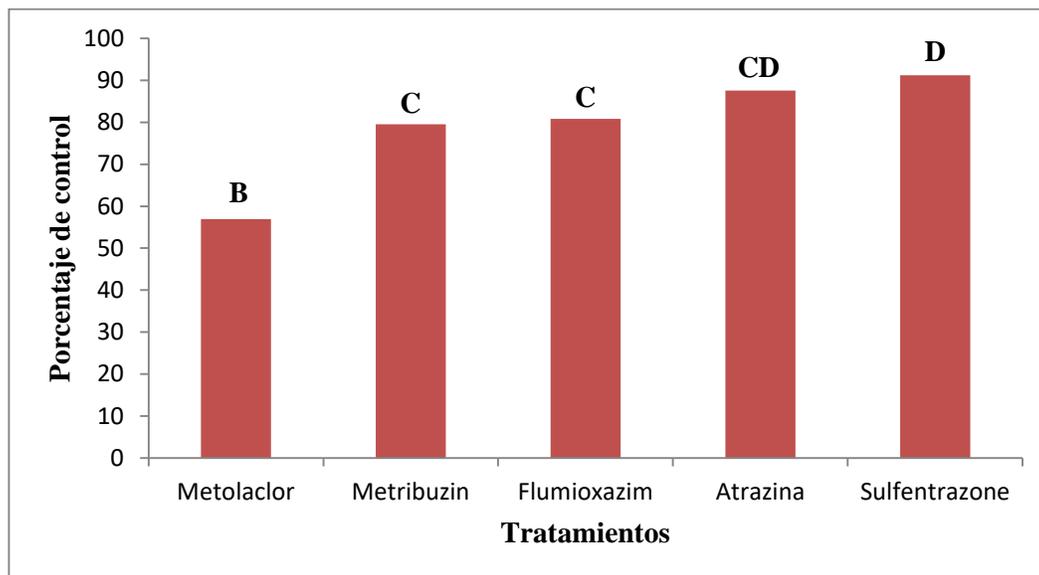


Figura 12: Porcentaje de control de *Amaranthus palmeri* en los diferentes tratamientos a los 86 DDA. Letras distintas indican diferencias significativas, Duncan ($p \leq 0,05$)

Con respecto al control a los 119 DDA el análisis de la varianza mostró diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,0001$) entre los distintos tratamientos (anexo 4). Sulfentrazone y Atrazina presentaron valores de 88 y 85 %, respectivamente, diferenciándose del resto de los tratamientos. Flumioxazin y Metribuzin se diferenciaron de Metolaclor, quien presentó porcentaje de control apenas del 54 %. Este resultado difiere de lo encontrado por Ravotti (2016), quien observó a los 111 DDA valores superiores al 80 % para los mismos tratamientos realizados en este estudio.

Garay *et al.* (2015b) observaron a los 90 DDA que Glifosato + Flumioxazin presentaron el mayor control sobre *A. palmeri*, alrededor del 90 %.

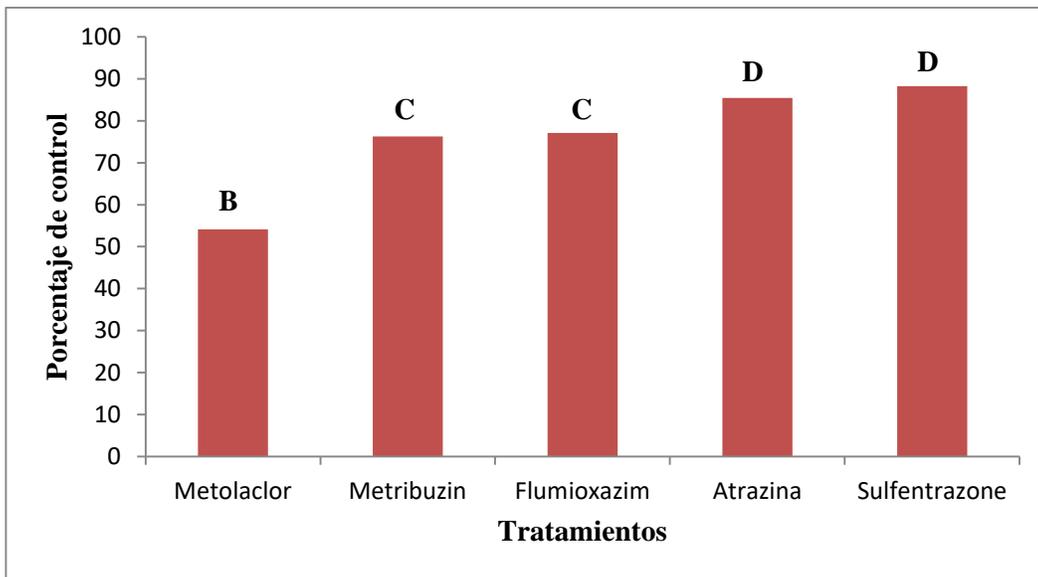


Figura 13: Porcentaje de control de *Amaranthus palmeri* en los diferentes tratamientos a los 119 DDA. Letras distintas indican diferencias significativas, Duncan ($p \leq 0,05$)

CONCLUSIONES

- 1- La dinámica de emergencia de la maleza se produce en forma continua y prolongada en el tiempo, por lo que se hace necesario planificar la siembra de un cultivo estival en presencia de *A. palmeri*.
- 2- El uso de herbicidas pre-emergentes residuales constituyen una herramienta útil para el control y reducción de la población de *A. palmeri*.
- 3- El herbicida Sulfentrazone tuvo un desempeño superior a los demás tratamientos en los tres momentos de evaluación, por lo que es recomendable la utilización del mismo para el control de *A. palmeri*.

BIBLIOGRAFIA

- AAPRESID. 2013. REM AMARANTHUS-PALMERI. En: <http://www.aapresid.org.ar/rem/amaranthus-palmeri/>. Consultado: 09/09/2014.
- AAPRESID. 2014a. AGRITOTAL 2014 INFORMACION TÉCNICA – AGRICULTURA – OTROS. En: <http://agritotal.com/0/vnc/nota.vnc?id=6552#gallery1v03087v2>. Consultado: 29/10/2014.
- AAPRESID. 2014b. Conceptos básicos de resistencia a herbicidas. En: <https://www.aapresid.org.ar/rem/conceptos-basicos-de-resistencia-a-herbicidas/>. Consultado: 04/03/2017.
- AAPRESID. 2015. Yuyos Colorados resistentes. Herbicidas disponibles y manejo complementario. En: <https://www.aapresid.org.ar/rem/wp-content/uploads/sites/3/2015/10/Herbicidas-Amaranthus-actualizacion-10-15.pdf>. Consultado: 27/02/2016.
- AAPRESID. 2016. *Amaranthus palmeri* (S.) Watson. Bases para su manejo y control en sistemas de producción. En: <http://www.aapresid.org.ar/blog/tag/amaranthus-palmeri-bases-para-su-manejo-y-control-en-sistemas-de-produccion/>. Consultado: 08/03/2017.
- BURGOS, N.R.; Y.I. KUK y R.E. TALBERT. 2001. *Amaranthus palmeri* resistance and differential tolerance of *Amaranthus palmeri* and *A. hybridus* to ALS – inhibitor herbicides. *Pest Manag. Sci.* 57: 449-457.
- CENTRO INTERNACIONAL DE INFORMACIÓN SOBRE CULTIVOS DE COBERTURA. CIDICCO. 2003. Catálogo de Abonos verdes / cultivos de cobertura (CCAV), empleados por pequeños productores de los trópicos. Honduras, p. 7. En: <http://www.bdigital.unal.edu.co/712/1/7075003.2009.pdf>. Consultado: 19/10/2014.

- DAITA, F.; E.J. ZORZA y E. FERNANDEZ. 2011. Control de *Ipomoea purpurea* (L.) Roth con diferentes dosis de sulfentrazone en Soja. En: <http://www.mercosoja2011.com.ar/site/>. Consultado: 06/03/17
- DI RIENZO, J.A.; F. CASANOVES, M.G. BALZARINI, L. GONZALEZ, M. TABLADA y C.W. ROBLEDO. InfoStat versión 2017. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>
- FLORES M. 1991. El uso del frijol terciopelo *Mucuna pruriens* en Honduras para el control de malezas y asociación con maíz. Carta No 2, p. 4. En: <http://www.bdigital.unal.edu.co/712/1/7075003.2009.pdf>. Consultado: 19/10/2014.
- FOLEY, M.E. 2001. Seed dormancy: an update on terminology, physiological genetics, and quantitative trait loci regulating germinability. *Weed Science* 49:305-317.
- GAINES, T.A.; D.L. SHANER, S.M. WARD, J.E. LEACH y P. WESTRA. 2011. *Mechanism of resistance of evolved glyphosate-resistant Palmer amaranth (Amaranthus palmeri)*. J. Agricult. Sci. Food Chem. 59: 5886-5889.
- GARAY, J.A.; J.M. CERVILLINI y J.C. MONTOYA. 2015 a. Amarantáceas en la región semiárida del país: La Pampa y San Luis. En: http://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_bdt_113_amaranthus.pdf. Consultado: 05/03/2017.
- GARAY, J.A.; J.C. COLAZO, E. SCAPPINI, A. RIVAROLA, A. VERGES, H. BERNASCONI y A. SUAREZ. 2015 b. Patrón de emergencia del Yuyo Colorado (*Amaranthus palmeri* S. Watson) en la provincia de San Luis. En: http://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_patron_de_emergencia_para_el_yuyo_colorado_en_la_pcia_de_san_luis_-_garay.pdf. Consultado: 04/03/2017.
- GUTTERMAN, Y. 2000. Maternal effects on seeds during development. 59-84 in M. Fenner, ed. *Seeds: the ecology of regeneration in plant communities*. New York: CABI Pub.

- IMBELLONE, P.A.; J. GIMENEZ y L. PANIGATTI. 2006. *Suelos de la región pampeana*. Instituto de Geomorfología y Suelos – Facultad de Ciencias Naturales y Museo – UNLP. Pag 158-160.
- LEGLEITER, T. y B. JOHNSON. 2013. *Palmer Amaranth biology, identification, and management*. Purdue Extension. Purdue University. En: <https://www.engormix.com/agricultura/articulos/amaranthus-palmeri-watson-sur-t32327.htm#> = . Consultado: 04/03/2017.
- MOHLER, C.L. y J.R. TEASDALE. 1993. Response of weed emergence to rate of *vicia villosa* Roth and *secale cereale* L. residue. *Weed Res.* 33: 487-499.
- MORICHETTI, S.A.; J.J. CANTERO, C. NUÑEZ, G.E. BARBOZA, L. ESPINAR, A. AMUCHASTEGUI y J. FERREL. 2012 a. *Amaranthus palmeri* (Amaranthaceae) en Argentina. En: <http://www.ciacabrera.com.ar/docs/JORNADA%2027/18-Morichetti%20Sergio%20-%20AGD.pdf>. Consultado: 27/02/2016.
- MORICHETTI, S.A.; G.R. RINAUDO y M.G. MIGNANI. 2012 b. Control de *Amaranthus palmeri* mediante la aplicación pre-emergente de herbicidas en el cultivo de maní. En: http://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_control_de_amaranthuspalmeri_mediante_la_aplicac.pdf. Consultado: 07/03/2017.
- MORICHETTI, S.; J.C. PAPA y D. TUESCA. 2013. *Amaranthus palmeri*, una maleza arribada a nuestro país desde el hemisferio Norte. En: http://inta.gob.ar/documentos/amaranthus-palmeri-una-maleza-arribada-a-nuestro-pais-desde-el-hemisferio-norte/at_multi_download/file/INTA-Alerta-amaranthus-palmeri.pdf. Consultado: 11/10/2014.
- OLEA, I.; S. SABATÉ, F. VINCIGUERRA y L. DEVANI. 2014. Pautas para el manejo de malezas en cultivos extensivos en el Noroeste Argentino. En: <http://www.eeaoc.org.ar/up-load/descargas/Dossier35-3.pdf>. Consultado: 16/03/2017.

- PEREZ, F.J. y N.J. ORMEÑO-NUÑEZ. 1991. Root exudates of wildoats: allelopathic effect on spring wheat. *Phytochemistry* 30 (7): 2199-2202.
- POWLES, S.B. 2010. Gene amplification delivers glyphosate-resistant weed evolution. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 107: 955-956.
- RAVOTTI, L. 2016. *Dinámica de emergencia de Amaranthus palmeri con cultivo de trigo como cultivo de cobertura y su comportamiento frente a diferentes herbicidas*. Tesis. Fac. de Agronomía y Veterinaria, Universidad Nacional de Río Cuarto, Río Cuarto, Argentina. 32 p.
- RICE, E. L. 1984. *Allelopathy*, 2nd edition. Academic Press, Orlando, 189 p.
- SAARI, L.L.; J.C. COTTERMAN y D.C. THILL. 1994. *Resistance to acetolactate synthase inhibiting herbicide*. Pages 83-139 in S.B. Powles and J.A.M. Holtum eds. *Herbicide resistance in plants: Biology and Biochemistry*. Boca Raton, FL: Lewis Publishers.
- SATORRE, E.H.; R.L. BENECH ARNOLD, G.A. SLAFER, E.B. DE LA FUENTE, D.J. MIRALLES, M.E. OTEGUI y R. SAVIN. 2004. *Producción de granos. Bases funcionales para su manejo*. 1 ra ed. Ed. Facultad de Agronomía, Bs. As, Argentina.
- TUESCA, D.; J.C. PAPA y J.M. MÉNDEZ. 2014. *Amaranthus palmeri* S. Watson en el sur de la provincia de Santa Fe. En: <http://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta-alerta-amaranthus-palmeri-2015.pdf>. Consultado: 06/03/2017.
- TUESCA, D. y J.C. PAPA. 2016. INTA EEA OLIVEROS. Manejo de *Amaranthus palmeri* S. Watson con herbicidas residuales selectivos para el cultivo de soja. En: <http://inta.gob.ar/documentos/manejo-de-amaranthus-palmeri-s-watson-con-herbicidas-residuales-selectivos-para-el-cultivo-de-soja>. Consultado: 17/04/2017.
- ZORZA, E.; F. DAITA, C. BIANCO y F. SAYAGO. 1997. Efecto de distintos sistemas de labranzas sobre la emergencia de malezas en cultivos estivales. IV Jornadas Científico –

Técnicas. Facultad de Agronomía y Veterinaria. UNRC. Río Cuarto – Córdoba.
Consultado: 24/02/2016.

ANEXOS

Anexo 1. Tiempo medio de emergencia TME

Análisis estadísticos

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
TME	54	0.71	0.57	12.25

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor (Error)
Modelo.	5787.56	17	340.44	5.10	<0.0001
Bloque	40.81	2	20.40	0.31	0.7385
Tratamiento	5021.43	5	1004.29	13.85	0.0003
Bloque*Tratamiento	725.33	10	72.53	1.09	0.3975
Error	2402.69	36	66.74		
Total	8190.25	53			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 72.5329 gl: 10

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
Testigo	52.53	9	2.84	A
Metolaclor	56.06	9	2.84	A
Atrazina	69.48	9	2.84	B
Flumioxazim	70.18	9	2.84	B
Metribuzin	70.63	9	2.84	B
Sulfentrazone	81.15	9	2.84	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Anexo 2. Porcentaje de control 39 DDA

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
%control	39 54	0.97	0.95	11.05

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor (Error)
Modelo.	69754.07	17	4103.18	64.53	<0.0001
Bloque	173.60	2	86.80	1.36	0.2683
Tratamiento	68995.36	5	13799.07	235.84	<0.0001
Bloque*Tratamiento	585.11	10	58.51	0.92	0.5260
Error	2289.26	36	63.59		
Total	72043.33	53			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 58.5108 gl: 10

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
Testigo	0.00	9	2.55	A
Metolaclor	53.29	9	2.55	B
Atrazina	90.81	9	2.55	C
Flumioxazim	93.44	9	2.55	C
Metribuzin	96.82	9	2.55	C
Sulfentrazone	98.51	9	2.55	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Anexo 3. Porcentaje de control 86 DDA

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
%control	86 54	0.97	0.96	10.31

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor(Error)
Modelo.	54359.66	17	3197.63	69.09	<0.0001
Bloque	313.19	2	156.60	3.38	0.0450
Tratamiento	53486.33	5	10697.27	190.98	<0.0001
Bloque*Tratamiento	560.13	10	56.01	1.21	0.3173
Error	1666.10	36	46.28		
Total	56025.76	53			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 56.0130 gl: 10

Tratamiento	Medias	n	E.E.		
Testigo	0.00	9	2.49	A	
Metolaclor	56.92	9	2.49		B
Metribuzin	79.52	9	2.49		C
Flumioxazim	80.84	9	2.49		C
Atrazina	87.55	9	2.49		C D
Sulfentrazone	91.24	9	2.49		D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Anexo 4. Porcentaje de control 119 DDA

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
%Control 119	54	0.97	0.95	10.60

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor(Error)
Modelo.	51107.54	17	3006.33	66.24	<0.0001
Bloque	469.46	2	234.73	5.17	0.0106
Tratamiento	50093.32	5	10018.66	183.91	<0.0001
Bloque*Tratamiento	544.76	10	54.48	1.20	0.3233
Error	1633.92	36	45.39		
Total	52741.46	53			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 54.4762 gl: 10

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
Testigo	0.00	9	2.46	A
Metolaclor	54.11	9	2.46	B
Metribuzin	76.30	9	2.46	C
Flumioxazim	77.11	9	2.46	C
Atrazina	85.47	9	2.46	D
Sulfentrazone	88.28	9	2.46	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Anexo 5. Figuras del ensayo



Figura 14: Parcela de centeno donde se llevó a cabo el experimento.



Figura 15. Parcela con aplicación de sulfentrazone a la izquierda y parcela testigo a la derecha 39 DDA