

UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA
FACULTAD DE AGRONOMIA

EFFECTO DEL RASTROJO Y PRECIPITACIONES EN LA EFECTIVIDAD
DEL SULFENTRAZONE EN EL CONTROL DE *Amaranthus* spp.

por

María Victoria RICCETTO LIENDO

Trabajo final de grado presentado como
uno de los requisitos para obtener el
título de Ingeniero Agrónomo.

MONTEVIDEO
URUGUAY
2022

Trabajo final de grado aprobado por:

Director:

Ing. Agr. Dra. Juana Villalba

Tribunal:

Ing. Agr. Dra. Grisel Fernández

Ing. Agr. PhD. Tiago Kaspary

Ing. Agr. Dra. Juana Villalba

Fecha: 19 de diciembre de 2022

Estudiante:

María Victoria Riccetto Liendo

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar agradecer a mi pareja, mamá, familia y amigas por el apoyo incondicional en el día a día y a lo largo de toda la carrera.

A mi tutora de tesis Ing. Agr. Dra. Juana Villalba, que gracias a su dedicación, compromiso y apoyo, fue posible la realización de este trabajo.

A Facultad de Agronomía y docentes que mediante las herramientas brindadas a lo largo de la carrera me permitieron adquirir conocimientos para lograr mi formación.

TABLA DE CONTENIDO

	Página
PAGINA DE APROBACION.....	III
AGRADECIMIENTOS	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	V
1.INTRODUCCIÓN	1
2.REVISIÓN BIBLIOGRAFICA.....	2
2.1 LA AGRICULTURA ACTUAL.....	2
2.2 EFECTO DEL RASTROJO.....	3
2.3 <i>AMARANTHUS</i> spp.....	7
2.4 HERBICIDAS PREEMERGENTES	10
3.MATERIALES Y MÉTODOS.....	13
3.1 DISEÑO EXPERIMENTAL Y TRATAMIENTOS.....	13
3.2 METODOLOGIA.....	13
3.3 EVALUACIONES	14
3.4 MODELO Y ANALISIS ESTADISTICO.....	15
4.RESULTADOS Y DISCUSIÓN	16
4.1 EVALUACIÓN A LOS 8 DIAS POS APLICACIÓN.....	16
4.2 EVALUACIÓN A LOS 14 DIAS POS APLICACIÓN.....	18
4.3 EVALUACION A LOS 29 DIAS POS APLICACIÓN	20
4.4 EVALUACIÓN A LOS 40 DÍAS POS APLICACIÓN	24
5.CONCLUSIONES	28
6.RESUMEN.....	29
7.SUMMARY	30
8.BIBLIOGRAFIA	31

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Fechas de evaluaciones realizadas y días post aplicación.....	15
2. Análisis de varianza para los factores y sus interacciones	16
3. Valores de la media de emergencias de <i>Amaranthus</i> spp. (%) para interacción rastrojo por dosis de herbicida para 8 días post aplicación.....	17
4. Valores de la media de emergencias de <i>Amaranthus</i> spp. (%) para interacción precipitación por dosis de herbicida para 8 días post aplicación.....	18
5. Valores de la media de emergencias de <i>Amaranthus</i> spp, (%) para interacción rastrojo por dosis de herbicida para 14 días post aplicación.....	19
6. Valores de la media de emergencias de <i>Amaranthus</i> spp. (%) para interacción precipitación por dosis de herbicida para 14 días post aplicación.....	20
Figura No.	
1. Disposición de las macetas y rastrojo sobre ellas luego de la siembra de la maleza... 14	
2. Porcentaje de emergencias para la interacción rastrojo, precipitación para los 3 niveles de herbicida. Letras corresponden a la diferencia para las dosis de herbicida.	21
3. Porcentaje de emergencias para la interacción rastrojo herbicida para los 4 niveles de precipitación. Letras corresponden a la diferencia para los niveles de precipitaciones... 23	
4. Porcentaje de emergencias para la interacción herbicida- precipitaciones para los 3 niveles de rastrojo. Letras corresponden a la diferencia para los niveles de rastrojo.	24
5. Porcentaje de emergencias para la interacción rastrojo - precipitaciones para los 3 niveles de herbicida. Letras corresponden a la diferencia para los niveles de herbicida. 25	
6. Porcentaje de emergencias para la interacción rastrojo - herbicida para los 4 niveles de precipitaciones. Letras corresponden a la diferencia para los niveles de precipitaciones.	26
7. Porcentaje de emergencias para la interacción herbicida - precipitaciones para los 3 niveles de rastrojo. Letras corresponden a la diferencia para los niveles de rastrojo.	27

1. INTRODUCCIÓN

La agricultura en Uruguay se basa en la siembra directa bajo un área de 1.198 mil ha (MGAP. DIEA, 2019), a lo largo de los años se ha producido una intensificación de la producción mediante el doble cultivo anual. Esto hace que las siembras estivales se realicen sobre rastrojo proveniente de la utilización continua de siembra directa, además de que existe una gran utilización de coberturas invernales para así cumplir con el plan de uso y manejo responsable del suelo. Si bien el plan que tiene como objetivo prevenir la erosión hídrica de los suelos, lo que es un problema ambiental muy importante de la producción agropecuaria, se ha comprobado un beneficio adicional de los cultivos de coberturas en la reducción de los enmalezamientos. Los residuos que quedan en el suelo a partir del uso de siembra directa pueden generar ineficiencias en alguno de los herbicidas pre emergentes ya que el rastrojo puede retener el herbicida impidiendo así su correcto funcionamiento, la ocurrencia de retención del herbicida disminuye la efectividad en el control de malezas. El mayor problema se da en el colchón de residuos que queda luego de la cosecha o secado de la cobertura invernal, actuando como aislante entre el herbicida y el suelo, lugar donde el herbicida actúa. La cantidad de herbicida que termina llegando a solución de suelo varía para factores cantidad de rastrojo y nivel de precipitaciones post aplicación.

El uso de pre emergentes ha ido incrementándose para un manejo de malezas adecuado, condicionado por los problemas de resistencias a herbicidas comúnmente usados, en el cultivo de soja, glifosato y los inhibidores de la enzima acetolactato sintetasa (ALS).

El estudio fue realizado en el control de *Amaranthus* spp. por ser una de las malezas más problemáticas en la agricultura. *Amaranthus* spp., es una planta anual de ciclo primavera estival. Puede llegar a alcanzar hasta 1,5 metros de altura. Es una problemática en Uruguay ya que se trata de una maleza sumamente agresiva debido a que posee una muy alta producción de semillas de fácil dispersión y gran adaptabilidad. Es de rápido crecimiento. Posee una gran habilidad de captar recursos con una elevada eficiencia fotosintética por la disposición de sus hojas.

Algunos de los herbicidas usados para el control de *Amaranthus* spp. es el sulfentrazone, un herbicida pre emergente del grupo químico de las triazolinonas, el uso del mismo en Uruguay ha crecido y los últimos datos oficiales sobre las importaciones de este producto mencionan valores de U\$S 2.287.153 equivalente a 75.960 litros de formulado (MGAP, 2020). Siendo eficiente en el control de malezas de hoja ancha como lo es *Amaranthus* spp.

Dentro de este contexto el objetivo principal de este trabajo fue evaluar el efecto de la cantidad de rastrojo y el nivel de precipitaciones en la efectividad del herbicida sulfentrazone en el control de *Amaranthus* spp. Adicionalmente se evaluó el efecto del rastrojo en las emergencias de *Amaranthus* spp.

2. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA

2.1 LA AGRICULTURA ACTUAL

El sector agropecuario es uno de los pilares de la economía uruguaya, contribuyendo al setenta por ciento de las exportaciones y el siete por ciento del producto interno bruto (PIB). En la última década, el sector ha experimentado un período de rápido crecimiento e intensificación. (FAO, 2017).

A principios de los años noventa ingresa en Uruguay la tecnología de la siembra directa, siendo esta la predominante en todo el país (García Préchac et al., 2010).

La siembra directa consiste en depositar la semilla en el suelo sin la realización de un laboreo previo, es decir la semilla queda en contacto con el suelo eliminando el movimiento de tierra y dejando rastrojo en superficie. La salvedad es que no es lo mismo sembrar directo, para lo que es suficiente tener una sembradora que coloque la semilla en contacto con el suelo sin necesidad de laborear, que siembra directa que implica sembrar sin laboreo pero sobre un suelo preparado manejando procesos biológicos que propician un ambiente óptimo para la siembra, germinación, implantación y crecimiento vegetal (Perrachón, 2004).

La sucesión de cultivos dejando rastrojos en superficie y eliminando la manipulación mecánica del suelo, reduce a un mínimo la erosión, produce un aumento en la materia orgánica, aumenta la vida microbiológica y la mesofauna y mejora la estructura del mismo (Marchesi De León, 2000).

Los cultivos cobertura en los últimos años han tomado un rol importante, siendo en el último ejercicio, mediante el mapa de cobertura de uso del suelo 2020/21, una superficie de 236.882 ha de rastrojo de cobertura y 304.622 ha de rastrojo de cultivos cerealeros de invierno (MGAP. DGRN, 2021).

El rastrojo que queda en superficie provoca cambios importantes en el suelo, impide que las precipitaciones golpeen directamente en la superficie del suelo evitando de esta forma la compactación y pérdidas por erosión de los suelos, favorece que la penetración en el suelo de la lluvia se haga lentamente y en mayor volumen. Además existe una menor pérdida de humedad del suelo, logrando una mejor reserva de agua para el próximo cultivo (Perrachón, 2004).

Sawchik et al. (2015) menciona que los cultivos de cobertura tienen un impacto positivo sobre el control de la erosión cuando no hay periodo de cultivo, inmovilizan nutrientes solubles disminuyendo su lixiviación, agregan materia orgánica y mejoran la agregación.

Los periodos de barbecho largos que pueden suceder por ejemplo entre la cosecha de los cultivos de soja de segunda y la soja o maíz de primera generan altos riesgos de erosión, es entonces que se debe solucionar este problema en el corto plazo, generando una cobertura rápida durante el invierno, para proteger el suelo de las gotas de la lluvia, por lo tanto es el periodo más indicado para colocar un cultivo de cobertura (Sawchik et al., 2015).

El Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca (MGAP. DGRN, 2020), en el marco del Decreto Ley N° 15.239 (1982) exige a los productores agropecuarios la presentación de un Plan de Uso y Manejo responsable del suelo que tenga en cuenta los suelos del predio, las prácticas de manejo, la secuencia de cultivos y la erosión tolerable. En 2010 comenzó una etapa piloto y en 2013 se inició la fase obligatoria de presentación para los predios con sistemas agrícolas cerealeros y oleaginosos. Estos Planes de Uso tienen como objetivo prevenir la erosión hídrica de los suelos, problema ambiental más importante asociado a la producción agropecuaria, ya que esta no solo provoca daños en el suelo que erosiona sino a los lugares del paisaje en los que se depositan los sedimentos y también afecta los ecosistemas acuáticos a los que el suelo es exportado. Gradualmente se irán incorporando predios con menores superficies agrícolas y otros sistemas productivos, como los sistemas lecheros por la importancia en área que ocupa de agricultura forrajera (MGAP. DIEA., 2019).

2.2 EFECTO DEL RASTROJO

Cuando se reduce o elimina el laboreo, el rastrojo queda sobre la superficie del suelo. Esto, sumado a la no remoción del suelo determina un enlentecimiento de los procesos de descomposición ya que la misma ocurre en un ambiente deficiente en nitrógeno y muy variable en temperatura y humedad (Ernst y Siri, 1995). Dichos autores mencionan que un suelo fértil puede permitir una rápida descomposición de rastros con alta relación C/N si este es incorporado. De lo contrario se necesita más tiempo para que se descomponga. El mantenimiento de un esquema productivo sin laboreo y sin retirado del rastrojo tiene como resultado la acumulación de restos orgánicos sobre el suelo. Esto determina cambios importantes en cuanto a temperatura, disponibilidad de nutrientes, humedad, dinámica de enfermedades y plagas, entre otras como puede ser la presencia en menor o mayor proporción de malezas, según la cantidad de rastrojo presente (Ernst y Siri, 1995).

El manejo de malezas es un tema complejo. Sin embargo, el disminuir la labranza del suelo puede apoyar a la reducción de los bancos de semillas, esto en conjunto con el desarrollo de una cobertura con los residuos del cultivo anterior ayuda a minimizar el efecto de malezas (Gopal et al., 2016).

El éxito de la emergencia de malezas a través del rastrojo se relaciona con la capacidad de las plántulas para crecer entre el rastrojo. Los residuos sobre la superficie del suelo pueden reducir la presencia de malezas (Teasdale y Mohler, 2000).

Según INIA. UCTT (2018) los cultivos de cobertura generan un control de malezas, dado por sombreado o alelopatía, pudiendo lograr entre 60 y 80 % de supresión de malezas. Si se complementa con el uso de herbicidas el control podría aumentar al 90%. Los herbicidas sirven para completar la disminución que genera la cobertura, su efecto es mayor en casos de mala implantación, en situaciones de mucho enmalezamiento o en el manejo de malezas resistentes.

Ferber (2016) estudio el impacto de diferentes tipos de coberturas, siendo la avena una de ellas, obteniendo datos de producción de kg de rastrojo de 15113,83 Kg.ha⁻¹ de materia fresca y 4816,91 Kg.ha⁻¹ de materia seca. Siendo la cobertura de mayor producción tanto de materia fresca como de materia seca, en comparación con Triticale, Raigrás 284, Trébol alejandrino, Barbecho químico y Arveja. En relación menciona que los menores niveles de enmalezamiento se encuentran asociadas a las mayores producciones de biomasa.

2.2.1 Consecuencias del rastrojo en la efectividad de herbicidas

Según Locke y Bryson (1997) parte del herbicida aplicado queda retenido en el rastrojo y se vuelve menos bioactivo, o en su defecto al activarse físicamente separado del suelo, disminuye su efectividad, parte del herbicida que es interceptado por el rastrojo puede perderse por diferentes mecanismos como lo son volatilización, lavado por lluvia o biodegradación.

Godoy et al. (2007) señala que existe controversia sobre la influencia del rastrojo sobre la eficacia de los herbicidas aplicado en preemergencia. Mientras algunos autores defienden la hipótesis de que en un sistema de labranza cero se puede reducir o incluso eliminar la aplicación de herbicidas antes de la emergencia ya sea por el efecto físico y/o alelopático del rastrojo sobre las malezas. Otros apoyan la necesidad de aumentar la dosis, debido al hecho de que parte del producto sería retenido en el rastrojo y no podría llegar al suelo. Godoy et al. (2007) señala además que algunos estudios han demostrado la eficacia del rastrojo en la reducción de la población de malezas, aunque en los sistemas de producción de cero laboreo, puede haber grandes variaciones en la cantidad y composición del rastrojo, que pueden o no suprimir la germinación de las comunidades de malezas, así como intervenir en la dinámica de los herbicidas aplicados.

Los herbicidas residuales para que puedan ejercer su actividad sobre las malezas, deben ser aplicados directamente en el suelo, lo que sucede a través de la incorporación por la lluvia, y además depende de la solubilidad del producto. Es entonces que debido al mantenimiento del rastrojo sobre la superficie del suelo se puede,

simultáneamente, reducir el potencial de infestación de la comunidad de malezas, así como afectar el desempeño de los herbicidas (Godoy et al., 2007).

Otro de los efectos que disminuye la efectividad del herbicida, puede explicarse porque el rastrojo que queda en la superficie, más expuesto a la radiación solar, altas temperaturas y por tanto a la degradación. Esto puede implicar que herbicidas menos sensibles a la volatilización y fotodegradación pueden ser más eficaces en el control de las malezas en estas condiciones (Spader y Vidal, 2000).

Según estudios de Cash y Rossini (2011) en las parcelas con rastrojo el control fue de 23%, utilizando Atrazina + Acetocolor, Atrazina + Metolacolor, mientras que en las parcelas sin rastrojo el mismo fue de 52%. La diferencia en la magnitud de los controles puede haber contribuido a la expresión de la interacción detectada en el análisis y está indicando mayores controles con rastrojo retirado.

La intercepción del herbicida aplicado depende de la cantidad y tipo de residuos de cosecha. Por ejemplo, con una proporción del 30 % de la superficie del suelo cubierta, Alletto et al. (2010) encontraron que oscilaba entre el 40 y el 70% de la dosis aplicada para varios herbicidas de pre emergencia. Los procesos de retención están estrechamente asociados con la intercepción, ya que los residuos de cultivos tienen capacidades de adsorción de 10 a 60 veces más altas que el suelo, lo que puede modificar significativamente la biodisponibilidad y el traslado de herbicidas en el suelo, generando una pérdida de eficacia de algunos de ellos.

La retención de herbicidas generalmente se correlaciona positivamente con el contenido de carbono orgánico, aumenta en la capa superior del suelo en cero laboreo. La desorción de herbicidas también se ve afectada por la labranza y mayores proporciones permanecieron adsorbidos en las partículas del suelo y en el rastrojo. Una fracción menor del herbicida permanece disponible para la degradación biológica en siembra directa y en varios casos aumenta la persistencia del mismo en los suelos. Además de esta menor biodisponibilidad por procesos de retención, la presencia de residuos genera una temperatura más baja y una acidez más alta, lo que puede interrumpir o generar enlentecimiento en la actividad de los microorganismos (Alletto et al., 2010).

2.2.2 Efecto de precipitaciones en liberación de herbicidas del rastrojo

Los valores medios de precipitación acumulada anual sobre el país se sitúan entre 1200 y 1600 milímetros, con los menores valores situados al suroeste y los máximos al noreste. Mediante los valores acumulados de lluvia a través del año se puede afirmar que no existe ni una estación seca ni una estación lluviosa bien definida, registrándose acumulados medios mensuales entre 60 mm/mes (litoral oeste en invierno) y 140 mm/mes (noroeste en abril y octubre). (Castaño et al., 2011).

Carbonari et al. (2016) realizaron dos experimentos para examinar los efectos de la cantidad de residuos de caña de azúcar (5, 10, 15 y 20 t ha⁻¹) y tiempo de lluvia (1, 30 y 60 días después de la aplicación del herbicida) en la retención del sulfentrazone. Los volúmenes de lluvia se simularon a 2,5, 5, 10, 20, 35, 50 y 100 mm. Una lluvia de 20 mm promovió la liberación máxima de sulfentrazone en términos del porcentaje de sulfentrazone aplicado, independientemente de la cantidad de residuo evaluado y se observan diferencias con respecto a la liberación de sulfentrazone para cada cantidad de residuos después de 100 mm de lluvia. Es entonces que aproximadamente el 77% de sulfentrazone fue liberado de la menor masa de residuos de caña de azúcar (5 t ha⁻¹) con un evento de lluvia simulado de 20 mm.

Mondon y Oyenard (1998) evaluaron tres volúmenes de rastrojo, seis tratamientos de control, Atrazina + Metolaclor, Metribuzin + Oxiacetamida, Pendimentalin, Prometrina + Acetoclor y Trifluralina, un testigo y tres niveles de precipitación de 0, 10 y 40 mm, en donde los diferentes niveles de precipitación no afectaron las poblaciones de malezas. A los 60 días el comportamiento fue similar obteniéndose controles superiores a 75 % en todos los niveles de precipitación.

La presencia de rastrojo en superficie determina la intercepción de la aspersión que simula la lluvia, en donde un menor número de gotas impactan en el suelo con el aumento en el volumen de rastrojo (Mondon y Oyenard, 1998).

Negrisoli et al. (2011) realizaron un experimento que tuvo como objetivo evaluar los efectos del rastrojo y simulación de lluvia sobre la efectividad de la mezcla formulada clomazone + hexazinone en el control de malezas en un área de caña de azúcar cruda. Se evaluó el control de *Brachiaria decumbens*, *Ipomoea grandifolia*, *Ipomoea hederifolia* y *Euphorbia heterophylla*, como resultado obtuvieron que independientemente de la maleza estudiada, los tratamientos con los mayores porcentajes de control a los 35 días después de aplicados fueron aquellos en los que el herbicida ensayado alcanzó el suelo, ya sea por aplicación directa o lixiviación de herbicidas, promovida por la simulación de lluvia después de su aplicación. Los resultados indicaron que un volumen de lluvia de solo 2,5 mm después de la aplicación del herbicida sobre rastrojo, promovió la lixiviación del producto al suelo y favoreció la absorción del herbicida por la especie.

Correia et al. (2012) estudiaron el control de *Brachiaria decumbens* y *Panicum maximum* por S-metolacloro influenciado por la ocurrencia de lluvia y la cantidad de rastrojo de caña de azúcar en el suelo en donde realizaron experimentos en macetas bajo condiciones controladas y obtuvieron que la respuesta de *B. decumbens* y *P. maximum* a dosis variadas de S-metolacloro no se vio afectada por la cantidad de rastrojo de caña de azúcar en la superficie del suelo. Cuando no había rastrojo cubriendo el suelo, la lluvia simulada que se generó antes o hasta 20 días después de la aplicación del herbicida no afectó la eficacia de S-metolacloro en el control de *B. decumbens* y *P. maximum*. Con 10

ton/ha de paja, el S-metolaclo-ro fue capaz de controlar eficientemente las malezas, incluso cuando llovió hasta 12 días después de la aplicación.

2.3 *AMARANTHUS* spp.

Las especies de *Amaranthus* son plantas de porte herbáceo o subarborescente, anuales, variable entre 0,5 y 2 metros. En el mundo existen cerca de 60 especies clasificadas dentro del género *Amaranthus*, de las cuales 20 poseen importancia como malezas (Pinto de Carvalho, s.f).

En la región conviven diferentes especies del género *Amaranthus* de similares características morfológicas, principalmente en estadios de desarrollo temprano, lo cual dificultan su reconocimiento.

Pinto de Carvalho (s.f) destaca dentro del género *Amaranthus* a *Amaranthus deflexus*, *Amaranthus hybridus*, *Amaranthus retroflexus*, *Amaranthus spinosus*, y *Amaranthus viridis* como malezas, y como nueva especie infestante *Amaranthus palmeri*, a diferencia de las especies mencionadas previamente las cuales son monoicas, *Amaranthus palmeri* es una planta dioica.

La correcta identificación de las especies de *Amaranthus* presentes en el país no es fácil en etapas juveniles, justamente cuando se deben tomar decisiones sobre su control. Las características más útiles para diferenciarlas del “yuyo colorado criollo” (*A. hybridus*) es la falta de pelos de *Amaranthus palmeri* y *Amaranthus tuberculatus*, lo que hace ver al tallo lustroso, y además la disposición de las hojas similar a la de la estrella federal que le permite maximizar la captación de luz solar (García y Fernández, 2018).

En el estado de plántula la característica diferencial de *Amaranthus palmeri*, es la presencia de una espina en la punta de las hojas, coloración rojiza en el envés de la hoja y nervaduras menos marcadas que *Amaranthus hybridus*. Otra característica distintiva respecto a otros *Amaranthus* es que es una especie diclina dioica, lo cual implica que hay plantas femeninas y plantas masculinas. Siendo durante la etapa de floración el momento de mayor facilidad para su reconocimiento, ya que la flor femenina presenta estructuras espinosas que pinchan al tacto, mientras que la flor masculina es suave (Montoya et al., 2015).

Amaranthus hybridus es una especie anual, monoica, erecta, a menudo pigmentada, con hojas lanceoladas simples, dispuestas en forma helicoidal alterna. inflorescencia terminal o axilar, verdosa o violácea, con flores masculinas y femeninas. (Pinto de Carvalho, s.f).

García y Fernández (2018) comunican que se ha reportado presencia e infestación de *Amaranthus hybridus* (yuyo colorado “criollo”) en chacras agrícolas

durante el verano. En los últimos años, sin embargo, se ha constatado la presencia de otras especies del género *Amaranthus*, que no habían sido reportadas en el país históricamente.

Estos autores mencionan que ambas especies exóticas (*Amaranthus palmeri* y *Amaranthus tuberculatus*), presentan una gran plasticidad y habilidad para maximizar la captación de nutrientes agua y luz, lo que las hace unas competidoras muy agresivas y eficientes. En estas especies se han reportado tasas de crecimiento inicial de hasta 2 cm por día.

Si bien en Uruguay había presencia de *Amaranthus*, la especie *palmeri* llegó en la zafra 2011/12 a la agricultura de Argentina y rápidamente afectó a Uruguay, se presume que a través de maquinaria agrícola usada, importada desde Estados Unidos y sin desinfectar. Eso motivó a que el Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca, a partir de noviembre de 2016, resolviera que toda maquinaria agrícola usada que se importe, debe entrar con un certificado de desinfección emitido por la autoridad fitosanitaria del país de origen. Las especies de *Amaranthus* que existen en Uruguay producen 230.000 semillas por planta, pero *palmeri* tiene entre 500.000 y 600.000 semillas por planta, lo que implica gran dificultad para controlarlo (Una nueva maleza, 2017).

El *Amaranthus palmeri* es una especie nativa del sur-oeste de América del Norte que también ha sido introducida en Europa, Australia y otras áreas geográficas. Actualmente, es una maleza muy importante en el sur de Estados Unidos, donde afecta a cultivos de algodón, maní, maíz y soja. Esta maleza amenaza las actividades productivas por ser agresiva, resistente a los herbicidas, de elevada tasa de crecimiento, diseminación y adaptabilidad a ambientes adversos (Amaro y Pauletti, 2017).

Según Montoya et al. (2015) el género *Amaranthus* comprende unas ochenta especies nativas de las regiones tropicales hasta las templado cálidas. Comúnmente conocida como “Yuyo Colorado Gigante o Bledo”, *Amaranthus palmeri*, es una especie nativa de Estados Unidos de la zona de Texas y del Norte de México, regiones con características similares a la zona semiárida de Argentina. Desde que fue identificado en 2005 en una remota área del estado de Georgia, el *Amaranthus palmeri*, el cual es resistente al Glifosato, ha invadido las regiones sur y centro de Estados Unidos, dejando a su paso campos abandonados y un uso masivo de herbicidas. En Estados Unidos, *Amaranthus palmeri* es resistente no sólo a Glifosato, sino también a herbicidas inhibidores de la enzima ALS y a inhibidores fotosintéticos del fotosistema II. Además también se ha registrado resistencia a herbicidas inhibidores de la síntesis de carotenoides, y a herbicidas que inhiben la síntesis de enzimas PPO.

Amaranthus palmeri exhibe un crecimiento agresivo y competitivo con los cultivos. En condiciones ideales los individuos pueden crecer 5 a 7,5 centímetros por día (Metzler, 2015).

Según García y Fernández (2018) ensayos de campo realizados en el país han constatado que tanto el glifosato, como herbicidas dentro de la familia de los inhibidores de la ALS, como pueden ser el diclosulam o clorimuron, no son efectivos para el control de *Amaranthus*. Además la efectividad de los herbicidas hormonales y desecantes para el control de plantas emergidas se reduce notoriamente luego que las mismas superan los 10 cm. Dentro de los herbicidas con mayor eficacia de control se encuentran el paraquat para el control de plántulas emergidas. En el caso de soja, los herbicidas sulfentrazone y flumioxazin tienen buenos controles en preemergencia, tanto de la maleza como del cultivo de soja. Después de la emergencia del cultivo de verano las opciones herbicidas se reducen y los controles son muchas veces erráticos.

Papa y Tiesca (2017) realizaron evaluaciones de control de *Amaranthus palmeri* en un estado relativamente avanzado de su ciclo con 25 a 35 cm de altura y un 45 % de los individuos en inicio de floración. A Los 30 días luego de la aplicación, el mayor impacto se logró con la combinación de paraquat y 2,4D, seguido por el tratamiento correspondiente a glifosato con pyraflufen etil y 2,4D. En la evaluación de los 60 días post aplicación, lejos de mejorar, la situación empeoró con la manifestación de rebrotes que determinaron una caída de los valores de control respecto a la primera evaluación. La excepción a esto correspondió a la combinación de glifosato con glufosinato de amonio y 2,4D que mantuvo los valores de control iniciales que, de cualquier manera, eran bajos. El mejor desempeño correspondió a los tratamientos secuenciales o de doble golpe destacándose, como tratamiento de segundo golpe, el paraquat seguido por glufosinato de amonio y por saflufenacil.

Más del 80% de los productos que son utilizados para controlar *Amaranthus* spp. tienen un mismo modo de acción (PPO) que puede ser usado sólo o en mezclas. A causa de esto, es clave remarcar la importancia de cuidar las herramientas disponibles para retardar al máximo la aparición de resistencia a PPO (Syngenta, AR, 2017).

Según Metzler (2015) existen herbicidas disponibles que controlan eficazmente *Amaranthus palmeri* en maíz. En los lotes con alta infestación, en dicho cultivo, se puede ser eficaz en la reducción de las poblaciones de esta maleza. El número de herbicidas disponibles para utilizar en soja es importante, pero son pocos los que tienen control de *Amaranthus palmeri*. Además, se deben aplicar en individuos pequeños para que el control sea consistente ya que la principal limitante es para los herbicidas postemergentes, por lo tanto, el manejo con herbicidas se debe realizar en los barbechos y con herbicidas residuales.

Los herbicidas residuales deben ser la base para el manejo de *Amaranthus palmeri* en soja. Estos herbicidas son eficaces sobre el punto más débil que es la emergencia, logrando una reducción sustancial en el número de plantas que necesitaran de la aplicación de un herbicida postemergente. Reduciendo así la presión de selección que se ejerce sobre las pocas opciones de herbicidas pos emergentes. Se debe aplicar estos herbicidas residuales lo más cerca de la siembra de soja como sea posible para maximizar la actividad del producto en el cultivo (Metzler, 2015).

El control cultural es un complemento obligatorio del control químico, el cual hasta el presente es imprescindible. Existen muchos herbicidas propuestos y muchas mezclas, en donde se deben tener en cuenta ciertos criterios, es decir, diversificar modos de acción, es fundamental el control temprano, se debe superponer efectos residuales y complementar con herbicidas postemergentes. Se debe realizar un manejo óptimo de cada herbicida. Una forma de realizar control cultural, es realizar coberturas, cultivos de servicio, los cuales son una herramienta muy importante en el manejo de malezas, teniendo en cuenta la cobertura del suelo, la cantidad de materia seca, los efectos alelopáticos y la correcta desecación en tiempo y forma.

Según García (2019) existen diferentes tácticas de manejo proactivo, manejos culturales como son rotación de cultivos y pasturas, densidad de población, distancia entre surcos, fecha de siembra, ubicación del fertilizante y cultivos cobertura. Manejo mediante herbicidas, existen varios herbicidas como se mencionó anteriormente, con diferentes mecanismos de acción.

Evaluaciones de control de *Amaranthus* spp. brindan información que los mejores niveles de control se dan con herbicidas inhibidores de PPO (sulfentrazone y/o flumioxazin en pre siembra pre emergencia de soja. Además se puede repasar con aplicaciones pos emergentes de fomesafen + S-Metolaclor, eliminar plantas aisladas o manchones manualmente y minimizar dentro de las posibilidades la entrada de nueva semilla con maquinaria (García, 2019).

Amaro y Pauletti (2017) mencionan que para controlar el *Amaranthus palmeri* se debe evitar que florezca y se disperse ya que la semilla es trasladada por palomas, maquinarias, en las semillas del cultivo cosechado, transporte, etc. Además se debe monitorear caminos y banquinas, eliminándolas en caso de que estén presentes. Si la cantidad no es mucha, se recomienda arrancar las plantas y no cortarlas porque rebrotan. Se deben realizar rotaciones de cultivos con praderas, lo que permite usar diferentes herbicidas.

2.4 HERBICIDAS PREEMERGENTES

En respuesta a la resistencia que se está generando hacia el glifosato se busca nuevas alternativas para combatir las malezas presentes, frente a esto cada vez más se

utilizan herbicidas pre emergentes los cuales presentan un buen comportamiento frente a ciertas malezas.

Conocer cómo actúa, desde el punto de vista fisiológico un herbicida nos da los parámetros que podemos utilizar a la hora de decidir uno u otro principio activo y alternar el uso de diferentes modos de acción limita la presión de selección sobre la maleza disminuyendo el riesgo de aparición de resistencia (Benítez y Benítez, 2011).

Los herbicidas se pueden clasificar de diferentes maneras, una de ellas es según el momento de aplicación, los pre emergentes son aquellos que se aplican entre la siembra del cultivo y su emergencia (en cultivos arbóreos, la pre emergencia se refiere solo a las malas hierbas) (De Prado y Osuna, 1999).

El sulfentrazone, herbicida en estudio, es un herbicida selectivo, pre emergente. Pertenece al grupo químico de las triazolinonas. Es absorbido por las raíces y el follaje. Es un compuesto muy lixiviable, requiere que los suelos tengan más de 2 % de materia orgánica a fin de ser retenido y degradado (Modernel, 2016). El momento de aplicación es entre la siembra y la emergencia del cultivo, antes de que aparezcan malezas. Las malezas que controla son de hoja ancha.

El sulfentrazone está catalogado como herbicida para el control previo a la emergencia de dicotiledóneas y especies monocotiledóneas en la agricultura en áreas utilizadas para caña de azúcar, café, cítricos, cultivos de eucalipto y soja (Correia et al., 2013). También se aplica regularmente a los residuos de la cosecha de caña de azúcar para el control de las malezas en preemergencia (Carbonari et al., 2016).

En cuanto a las propiedades físicas y químicas del sulfentrazone de interés agronómico para entender su comportamiento en suelo, destacamos que presenta una solubilidad en agua a 25°C es de 110 mg/L a pH 6, de 780 mg/L a pH 7 y de 16000 mg/L a pH 7.5 (INECC, s.f).

Montoya (s.f.) dice que el sulfentrazone es moderadamente adsorbido a los coloides del suelo, por lo tanto el herbicida puede hallarse disponible en la solución del suelo. El riesgo de lixiviación y carryover es alto. Los suelos con alto contenido de arcilla y materia orgánica tienden a adsorber más el sulfentrazone que aquellos con bajo contenido de materia orgánica y texturas más gruesas. Es bastante persistente (110 a 280 días) y móvil en suelos arenosos.

Correia et al. (2013) realizó varios estudios con sulfentrazone, obtuvieron que para intervalos de lluvia (20, 40, 60 o 90 días después de la aplicación) y dosis de sulfentrazone de 0,6 y 0.9 kg ha⁻¹, la densidad y biomasa no variaron para las especies *Ipomoea hederifolia* e *Ipomoea quamoclit*, sí variaron para *Ipomoea hederifolia*. La lluvia simulada poco después de la aplicación del herbicida a la dosis más alta de

sulfentrazone resultó en una menor densidad de plantas, que difirió de los resultados obtenidos con $0,6 \text{ kg ha}^{-1}$ de sulfentrazone. El control de *I. hederifolia* e *I. quamoclit* por el herbicida no tuvo dependencia con la cantidad de tiempo entre la aplicación del herbicida y primera lluvia (dentro de 90 días). Sin embargo, sin la aplicación de herbicida la densidad de plantas y la biomasa dependía del intervalo de lluvias.

Independientemente de la cantidad de residuos, los 20 mm de lluvia aplicado el día 7 y el día 14 después la ocurrencia de los primeros 100 mm de lluvia no logró promover la liberación de cantidades significativas de sulfentrazone, Por lo tanto, independientemente de la cantidad de residuos, una fracción significativa de la dosis aplicada permanece fuertemente retenida dentro del residuo y no puede ser lixiviado desde el residuo al suelo, a pesar de las altas precipitaciones o la ocurrencia de precipitaciones el día siguiente a la aplicación.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento fue realizado en la Estación Experimental Dr Mario A. Cassinoni (EEMAC), ubicada en la Ruta Nacional 3, km 363, en el departamento de Paysandú (Uruguay).

La instalación del mismo fue en condiciones semi controladas, debajo de telado, y se instaló el 23 de octubre del 2019.

3.1 DISEÑO EXPERIMENTAL Y TRATAMIENTOS

El diseño experimental utilizado fue el completamente al azar (DCA), en donde la unidad experimental (UE) fueron macetas sembradas con 100 semillas de la maleza. Los tratamientos constituían un factorial 3x3x4, siendo los factores Rastrojo, Herbicida y Precipitaciones. A continuación se detalla los niveles para cada factor:

- Rastrojo 0 KgMS/ha
 3000 KgMS/ha
 6000 KgMS/ha

- Herbicida 0 L/ha
 0.5 L/ha de producto comercial (1/2 dosis)
 1 L/ha de producto comercial (dosis completa)

- Precipitaciones 0 mm
 20 mm
 40 mm
 80 mm

3.2 METODOLOGIA

La tierra usada para el experimento fue una mezcla de 3 partes de tierra y 1 parte de arena. Luego de la colocación de la tierra en cada maceta, se realizó la siembra de las semillas de *Amaranthus* spp., colocando 100 semillas por maceta.

Ese mismo día en aquellos tratamientos que llevaban rastrojo de 3000 y 6000 Kg Ms/ha, se colocó el mismo, simulando la cantidad por ha.



Figura 1. Disposición de las macetas y rastrojo sobre ellas luego de la siembra de la maleza.

El día siguiente, se realizó la aplicación del herbicida Sulfentrazone, según la dosis de los tratamientos, 0.5 L/ha o 1 L/ha. Las condiciones climáticas al momento de la aplicación fue una temperatura de 20°C grados, sin viento. Para la aplicación de los tratamientos se utilizó un equipo pulverizador costal de presión constante, presurizado con CO₂, el cual consta con una barra de 4 boquillas, distanciadas a 50 cm entre cada una. El volumen de aplicación al que fue calibrado fue de 120 L/ha.

La simulación de las precipitaciones fue realizada el mismo día, y fue realizada por aspersores colocados a 1.5 m de las macetas, realizando los cálculos para las cantidades de lluvia de los diferentes tratamientos.

El riego realizado mediante el periodo de evaluación se realizó por tortuosidad, desde las bandejas en las cuales se colocaron las macetas, en donde se llenaban de agua, esto se realizó de dicha manera para no intervenir en la interacción entre el herbicida y las precipitaciones.

3.3 EVALUACIONES

Las evaluaciones de las emergencias comenzaron 5 días pos aplicación, realizando un total de 10. Las primeras 6 fueron cada 2 días, luego se realizaron más espaciadas, cada una semana aproximadamente. Donde se realizó el conteo de las emergencias.

A continuación se detalla fechas de evaluaciones realizadas y los días post aplicación a los que correspondieron.

Cuadro 1. Fechas de evaluaciones realizadas y días post aplicación.

Evaluación	Fecha	Días post aplicación
1	29/10/2019	5
2	1/11/2019	8
3	4/11/2019	11
4	7/11/2019	14
5	11/11/2019	18
6	15/11/2019	22
7	22/11/2019	29
8	2/12/2019	39
9	9/12/2019	46
10	17/12/2019	54

3.4 MODELO Y ANALISIS ESTADISTICO

En cuanto al modelo estadístico el mismo se desarrolla a continuación con sus respectivos componentes.

$$Y_{ijk} = \mu + \tau_{ijk} + \epsilon_{ijk}$$

$$Y_{ijk} = \mu + R_i + H_j + P_k + (RH)_{ij} + (RP)_{ik} + (HP)_{jk} + (RHP)_{ijk} + \epsilon_{ijk}$$

R_i: efecto rastrojo
H_j: efecto herbicida
P_k: efecto precipitaciones

La variable a estudiar fue la emergencia de *Amaranthus* spp. y las fuentes de variación, el nivel de rastrojo, las dosis de herbicida y las diferentes cantidades de precipitaciones.

Para la realización del análisis estadístico de los datos se utilizó el software SAS, mediante el cual se ingresan los datos, y se obtiene así el análisis de varianza.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación se presentan y discuten los efectos de los factores y sus interacciones en el control de *Amaranthus* spp., evaluado como porcentaje de emergencias. Se seleccionaron 4 fechas para realizar el correspondiente análisis, el análisis de varianza de cada fecha se presenta en el Cuadro 2, en aquellos casos que el p-valor presentó un nivel de significancia de 0.05, se procedió a realizar la separación de medias a través de test de Tukey.

Cuadro 2. Análisis de varianza para los factores y sus interacciones

Efecto	p - valor			
	8 DPA	14 DPA	29 DPA	40 DPA
Rastrojo	0,05	0,0075	0,0013	0,0008
Precipitación	0,0318	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Herbicida	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Rastrojo*Precipitación	0,1284	0,0694	0,0233	0,0003
Rastrojo*Herbicida	<0,0001	<0,0001	0,0011	0,0017
Precipitación*Herbicida	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Rastrojo* precipitación * Herbicida	--	--	<0,0001	<0,0001

En cuanto a las interacciones triples solo fueron significativas a los 29 y 40 dpa, por tanto en las primeras fechas se analizaron las interacciones dobles y para las últimas fechas se analizaron las interacciones doble rastrojo- precipitación para cada nivel del factor herbicida, rastrojo- herbicida para cada nivel de precipitación, precipitación-precipitación- herbicida dentro de cada nivel de rastrojo.

4.1 EVALUACIÓN A LOS 8 DIAS POS APLICACIÓN

A los 8 días pos aplicación (DPA), en el tratamiento sin rastrojo y sin herbicida fue donde se constató la mayor emergencia de plántulas, alcanzando el 27% (Cuadro 3). En presencia de rastrojo se disminuye la cantidad de emergencias, indicando que el rastrojo suprimió las emergencias de la maleza, independientemente de la cantidad del mismo.

Cuadro 3. Valores de la media de emergencias de *Amaranthus* spp. (%) para interacción rastrojo por dosis de herbicida para 8 días post aplicación

Rastrojo	Dosis de herbicida		
	0 L/ha	0.5 L/ha	1 L/ha
0 Kg MS/ha	27 aA	0,17 bA	0 bA
3000 Kg MS/ha	16 aB	0,43 bA	0 bA
6000 Kg MS/ha	14 aB	1 bA	0 bA

Letras minúsculas comparan dentro de rastrojo. Letras mayúsculas comparan dentro de dosis herbicida ($p < 0,05$), test de Tukey.

El control que propició el rastrojo en esta fecha fue de 45%, hubo efecto del rastrojo sobre la emergencia de *Amaranthus* spp. Resultados similares son mencionados en la bibliografía, donde indican que el rastrojo se puede comportar como una barrera para el desarrollo de las malezas, lo cual puede disminuir la aparición de las mismas, este efecto suele ser temporario y responde a la interferencia por luz (Teasdale y Mohler, 2000). Estos autores comentan que los residuos sobre la superficie del suelo pueden reducir la aparición de malezas, ya que el éxito de la emergencia de malezas a través de residuos se relaciona con la capacidad de las plántulas para crecer entre el rastrojo bajo condiciones de luz limitantes. También puede haber una interferencia química, alelopática, en acuerdo con lo dicho por INIA. UCTT (2018). Comentan que los cultivos de cobertura generan un control de malezas, dado por sombreado o alelopatía, pudiendo lograr entre 60 y 80 % de supresión de malezas.

En los tratamientos con herbicida no hubo aporte del rastrojo en la disminución de las emergencias, y tampoco hubo interacción del rastrojo en la acción del herbicida. Incluso en las cantidades mayores de rastrojo, se obtuvieron excelentes controles de la maleza en todas las cantidades de rastrojo, y tampoco hubo diferencias en control entre dosis de herbicida. Era esperable este control de la maleza por parte del Sulfentrazone ya que el mismo está catalogado como herbicida para el control previo a la emergencia de la maleza. Papa y Tuesca (2016) en un experimento realizado evaluando herbicidas residuales selectivos en el cultivo de soja para el manejo de *Amaranthus* spp, obtuvieron que para tratamientos simples con Metribuzin, Flumioxazin y Sulfentrazone, los dos últimos lograron un mayor control de *Amaranthus* spp., un 86% de control a los 36 días después de aplicación. Según García (2019) en evaluaciones realizadas para control de *Amaranthus* spp. obtuvieron los mejores niveles de control con herbicidas inhibidores de PPO (sulfentrazone y/o flumioxazin en pre siembra y pre emergencia de soja).

En relación a la efectividad del herbicida interaccionando con las precipitaciones, los resultados indican que en ausencia de herbicida, las emergencias de *Amaranthus* spp. presentaron respuesta a la precipitación generada, siendo máxima a los 80 mm (Cuadro 4).

Cuadro 4. Valores de la media de emergencias de *Amaranthus* spp. (%) para interacción precipitación por dosis de herbicida para 8 días post aplicación

Precipitación	Dosis de herbicida		
	0 L/ha	0.5 L/ha	1 L/ha
0 mm	11 aC	2,3 bA	0 bA
20 mm	18 aB	0 bB	0 bA
40 mm	23 aAB	0 bB	0 bA
80 mm	25 aA	0 bB	0 bA

Letras minúsculas comparan dentro de precipitación. Letras mayúsculas comparan dentro de dosis de herbicida ($p < 0,05$). Realizado por Test de Tukey.

Esto puede estar explicado porque, con mayores precipitaciones se produce mayor imbibición y germinación de las semillas, ello en ausencia de herbicidas, generó una mayor cantidad de emergencias.

En esta primera evaluación, la efectividad de la media dosis de herbicida dependió de la ocurrencia de lluvia, mientras que en la dosis completa no hubo un efecto de la misma. Con la mitad de la dosis de herbicida, es decir 0.5 L/ha se obtuvo un 100 % de control de emergencias con 20 mm de lluvia. Esto valoriza la necesidad de respetar las dosis recomendadas para alcanzar controles satisfactorios, ya que si no existieran lluvias el efecto del herbicida podría verse comprometido con sub dosis. Aun cuando el herbicida presenta una solubilidad media lo que lo hace disponible con humedad en suelo pero es trascendente que la dosis sea la adecuada. La dosis recomendada por etiqueta, es de 0,6 a 1,0 L/ha.

Con la aplicación de 1 L/ha de herbicida existió un control total de la emergencia de *Amaranthus* spp. sin importar la cantidad de precipitación. Considerando el excelente control alcanzado en esta fecha de evaluación, se puede concluir que no fue una limitante la lluvia.

4.2 EVALUACIÓN A LOS 14 DIAS POS APLICACIÓN.

La segunda evaluación que se toma como referencia es a los 14 días post aplicación. En esta fecha, al igual que en la primera, las interacciones que resultaron significativas fueron las mismas, rastrojo por dosis de herbicida y precipitación por dosis de herbicida.

En ausencia de herbicida las emergencias continuaron aumentando en comparación a la fecha anterior (Cuadro 5), lo cual se puede relacionar con la temperatura ambiente y las condiciones del suelo, ya que hay una alta relación de estos factores con el proceso de germinación. Se obtuvo respuesta similar en la presencia de rastrojo, menos emergencias, igual a la fecha anterior, aunque comienza a desvanecerse la magnitud del control, alcanzando solo el 30%. Esto si bien no puede considerarse como un control aceptable, es importante destacar, que a nivel práctico, determina una

mayor ventana de aplicación para los herbicidas postemergentes, aumentando su efectividad por la menor densidad de maleza.

En esta fecha se manifestó la interacción del rastreo sobre el herbicida, esto puede deberse a la barrera física generada por el rastreo, reteniendo el herbicida, no había sido evidente en la fecha anterior. Esto coincide con Locke y Bryson (1997), quienes mencionan que parte del herbicida aplicado queda retenido en el rastreo y se vuelve menos bioactivo, o en su defecto al activarse físicamente separado del suelo, disminuye su efectividad. Este efecto de la interacción del rastreo solo se obtuvo en la media dosis de herbicida, ya que en la dosis completa el control fue excelente en cualquier situación, con rastreo o sin rastreo. Nuevamente se destaca la importancia de respetar las dosis completa para obtener efectividades altas en el control de *Amaranthus* spp. En esta especie es fundamental, ya que es una especie que crece entre 5 y 7,5 cm por día y que produce cantidades muy altas de semillas, 250000 semillas por planta, señala Metzler (2015). Es importante aplicar la dosis correcta del producto según etiqueta, ya que bajas dosis puede generar resistencia, lo que se hace notar semanas posteriores a la aplicación y no en los primeros días.

Existe una clara respuesta al herbicida, para dosis completa, con controles excelentes en esta fecha, al igual que en la anterior no hay respuesta a la dosis independientemente de la presencia y cantidad de rastreo.

Cuadro 5. Valores de la media de emergencias de *Amaranthus* spp, (%) para interacción rastreo por dosis de herbicida para 14 días post aplicación

Rastreo	Dosis de herbicida		
	0 L/ha	0.5 L/ha	1 L/ha
0 Kg MS/ha	34 aA	0 bB	0 bA
3000 Kg MS/ha	25 aB	0,4 bAB	0 bA
6000 Kg MS/ha	23 aB	1,1 bA	0 bA

Letras minúsculas comparan dentro de rastreo. Letras mayúsculas comparan dentro de dosis herbicida ($p < 0,05$). Realizado por Test de Tukey.

En ausencia de herbicida el aumento de las emergencias, continuaron manteniendo la tendencia de la primera fecha, con máxima respuesta a los 80 mm aunque sin diferencias con 20 y 40 mm (Cuadro 6). Solo fue diferente estadísticamente a la ausencia de lluvias, esto demuestra la escasa exigencia de disponibilidad hídrica de la maleza para la germinación.

Cuadro 6. Valores de la media de emergencias de *Amaranthus* spp. (%) para interacción precipitación por dosis de herbicida para 14 días post aplicación

Precipitación	Dosis de herbicida		
	0 L/ha	0.5 L/ha	1 L/ha
0 mm	24 aB	3,4 bA	1 bA
20 mm	26 aAB	0 bB	0 bA
40 mm	27 aAB	0,2 bB	0 bA
80 mm	31 aA	0,5 bB	0 bA

Letras minúsculas comparan dentro de precipitación. Letras mayúsculas comparan dentro de dosis de herbicida ($p < 0,05$). Realizado por Test de Tukey.

Nuevamente la efectividad de la media dosis de herbicida dependió de la lluvia, remarcando la necesidad del uso de la dosis recomendada, como se mencionó anteriormente.

Carbonari et al. (2016) realizaron experimentos para examinar los efectos de la cantidad de residuos de caña de azúcar (5, 10, 15 y 20 t ha⁻¹) y tiempo de lluvia (1, 30 y 60 días después de la aplicación del herbicida) en la retención del sulfentrazone. Obtuvieron que una lluvia de 20 mm era suficiente para promover la liberación máxima de sulfentrazone independientemente de la cantidad de residuo evaluado y se observaron diferencias con respecto a la liberación de sulfentrazone para cada cantidad de residuos después de 100 mm de lluvia. Es entonces que aproximadamente el 77% de sulfentrazone fue liberado de la menor masa de residuos de caña de azúcar (5 t ha⁻¹) con un evento de lluvia simulado de 20 mm como sucede en este caso para media dosis, en donde se necesitaron 20 mm de precipitaciones para lograr la efectividad del herbicida.

Es importante recordar también que dependiendo de la intensidad de la precipitación, del producto y del tiempo transcurrido entre la aplicación y la lluvia, los niveles de precipitación pueden generar efectos negativos en la efectividad de herbicidas. Porque elevadas precipitaciones pueden generar lavado del herbicida permitiendo alguna emergencia, esto no se constató en este caso.

4.3 EVALUACION A LOS 29 DIAS POS APLICACIÓN

La tercera evaluación se realizó a los 29 días post aplicación, en donde se constató interacción triple, la cual es estudiada, para cada factor dentro de las diferentes combinaciones de interacciones dobles. Por ello se presenta el análisis de la incidencia de precipitación para la interacción doble rastrojo herbicida, efecto herbicida dentro de la interacción rastrojo precipitación y por último, el efecto rastrojo dentro de la interacción herbicida precipitación.

En el caso donde se comparan las dosis de herbicida dentro de las combinaciones de rastrojo y precipitación (figura 2). Para la combinación de rastrojo

cero con las diferentes cantidades de precipitaciones siempre hubo efecto del agregado de herbicida, no existiendo diferencias entre la dosis media y completa.

Con 3000 Kg de rastrojo, para la combinación de cero precipitaciones hubo un efecto del herbicida, ya que sin herbicida se dio la mayor cantidad de emergencias, y hubo efecto de la dosis, debido a que existió diferencia entre dosis media y completa. Fueron necesario 20 mm de lluvia para que no haya diferencia entre dosis de herbicida.

En el caso de 6000 Kg de rastrojo y sin precipitaciones la menor cantidad de emergencias se dio con la aplicación de dosis completa, es decir el mayor control se obtuvo con la dosis completa, manteniendo el comportamiento mencionado anteriormente. El rastrojo generó una barrera física, por lo que si no se aplica la dosis adecuada de herbicida no se logra un correcto efecto en el control de la maleza. Como menciona Spader y Vidal (2000) la menor efectividad de los herbicidas aplicados sobre el rastrojo de la superficie puede ser explicada por mayor exposición a la radiación solar, altas temperaturas y adsorción a los residuos vegetales, quedando el herbicida más vulnerable. Cuando las precipitaciones fueron de 20 y 40 mm, no existieron diferencias entre dosis, pero con 80 mm sí, para este resultado no se encontraron explicaciones. Se descartó que pudiera haber ocurrido lavado del herbicida por la cantidad de precipitaciones como explica Locke y Bryson (1997) quienes comentan que parte del herbicida que es interceptado por el rastrojo puede perderse por lavado por lluvia perdiendo su efectividad, porque este comportamiento no se evidenció en los 3000 kg de rastrojo.

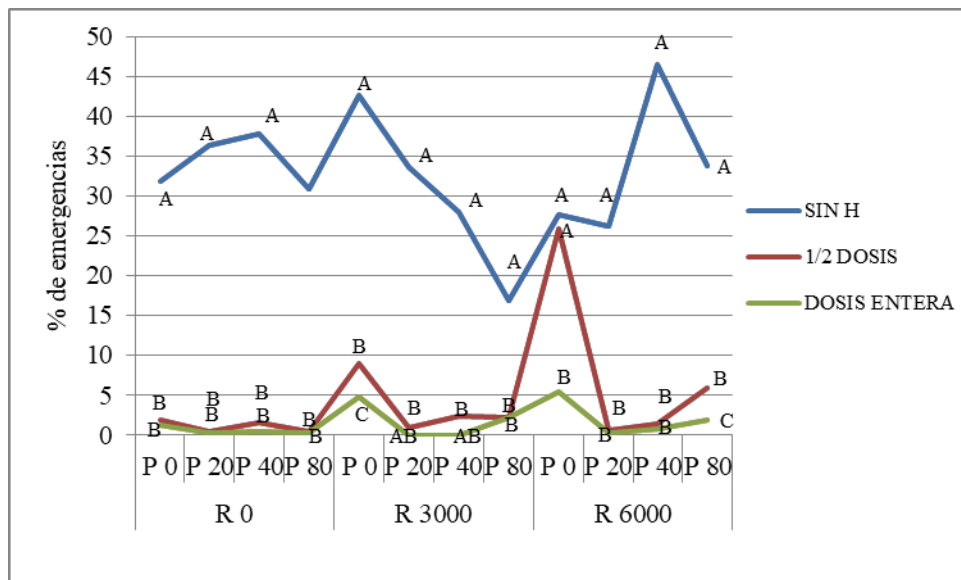


Figura 2. Porcentaje de emergencias para la interacción rastrojo, precipitación para los 3 niveles de herbicida. Letras corresponden a la diferencia para las dosis de herbicida.

En cuanto a las diferentes cantidades de precipitaciones, para la combinación sin rastrojo y sin herbicida (figura 3) no hay efectos de las precipitaciones en la emergencia de *Amaranthus* spp., al igual que en caso de sin rastrojo y con media dosis y dosis completa.

Con 3000 Kg MS y sin aplicación de herbicida, hubo más emergencias sin precipitaciones, que cuando hubo precipitaciones, y el menor porcentaje de emergencias se dio con precipitaciones de 80 mm. Esto quizás explicado porque un elevada nivel de agua en la maceta, haya generado un entierro de la semilla a mayor profundidad. Con 3000 Kg MS y media dosis de herbicida, se necesitaron 20 mm para la efectividad del herbicida y sin diferencias con las mayores precipitaciones, esto se dio porque el rastrojo retuvo el herbicida en la superficie, y con 20 mm de lluvia permitió que el mismo se incorporara al suelo, logrando una correcta efectividad, como menciona Mondon y Oyenard (1998). Estos autores comentan que la presencia de rastrojo en superficie determina la intercepción de la aspersión que simula la lluvia, en donde un menor número de gotas impactan en el suelo con el aumento en el volumen de rastrojo impidiendo la correcta germinación de las semillas ya que necesitan de agua para germinar y desarrollarse. Con dosis completa y 3000 Kg de rastrojo no existió efecto de las precipitaciones, dando constancia de la importancia de la aplicación de la dosis correcta.

En la combinación de 6000 Kg de rastrojo y sin aplicación de herbicida, 40 mm de precipitaciones generaron una mayor cantidad de emergencias, esto por el efecto de las condiciones ambientales que generan un excelente desarrollo de la maleza. Con 6000 Kg de rastrojo y media dosis de herbicida, con 20 y 40 mm de precipitación se obtuvo el mayor control, explicado porque el agua determinó que el herbicida atravesara la capa de rastrojo y quedara disponible, sin embargo con 80 mm el control fue menor, esto quizás explicado por la combinación de lavado de herbicida y menor dosis, lo que determinara mayores emergencias, porque el riesgo de lixiviación en este herbicida es alto menciona Montoya (s.f.) Con la dosis completa se repitió el comportamiento con los 20 mm de precipitación, por lo mencionado previamente.

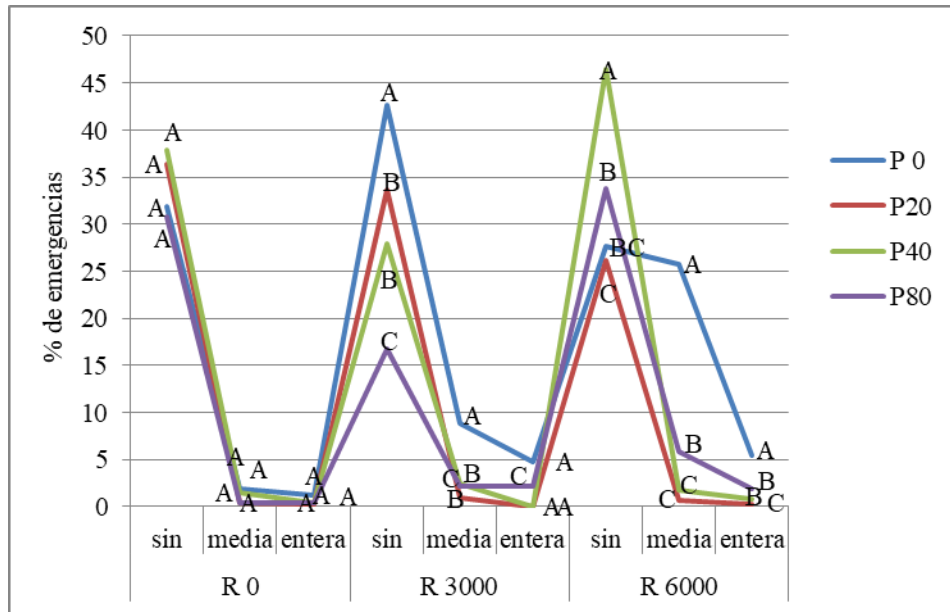


Figura 3. Porcentaje de emergencias para la interacción rastrojo herbicida para los 4 niveles de precipitación. Letras corresponden a la diferencia para los niveles de precipitaciones.

En la figura 4 se grafica la interacción precipitación y dosis de herbicida para las diferentes cantidades de rastrojo. En el caso de sin aplicación de herbicida y sin precipitaciones la mayor cantidad de emergencia se da en presencia de 3000 Kg de rastrojo, no existen diferencias entre ausencia de rastrojo y 6000 Kg de rastrojo, el rastrojo genera una barrera física, por lo tanto menor emergencia por parte del *Amaranthus* spp. Sin herbicida y con una lluvia de 20 mm la menor cantidad de emergencia ocurrió con 6000 kg de rastrojo, esto se dio porque el agua es necesaria para la germinación de las semillas y la mayor cantidad de rastrojo genera una barrera física que disminuye la germinación como menciona Teasdale y Mohler (2000) en donde dice que el éxito de la emergencia de malezas a través del rastrojo se relaciona con la capacidad de las plántulas para crecer entre el rastrojo bajo condiciones de luz limitantes por lo tanto los residuos sobre la superficie del suelo pueden reducir la presencia de malezas. Sin embargo con 40 mm de precipitación, el rastrojo no frenó las emergencias de la maleza, la mayor cantidad de emergencias ocurrió con la cantidad de 6000 Kg de rastrojo.

Con media dosis de herbicida y sin precipitaciones la mayor cantidad de emergencias ocurrió con 6000 Kg de rastrojo, aquí vemos como una sub dosis de herbicida no generó control teniendo rastrojo en superficie, manifestándose un comportamiento similar a cuando no había herbicida. Con precipitaciones de 20 y 40 mm no existen diferencias en las diferentes cantidades de rastrojo en cuanto a la emergencia de plantas. En cuanto a la combinación de media dosis y 80 mm de

precipitaciones la mayor cantidad de emergencias ocurrió con 6000 Kg de rastrojo, en comparación con 0 y 3000 Kg.

En cuanto a las combinaciones de dosis completa de herbicida y diferentes cantidades de precipitaciones, la única diferencia que ocurre es cuando no hay precipitaciones, sin presencia de rastrojo, esto puede explicarse porque se secan las semillas en la superficie de suelo sin rastrojo y sin lluvias.

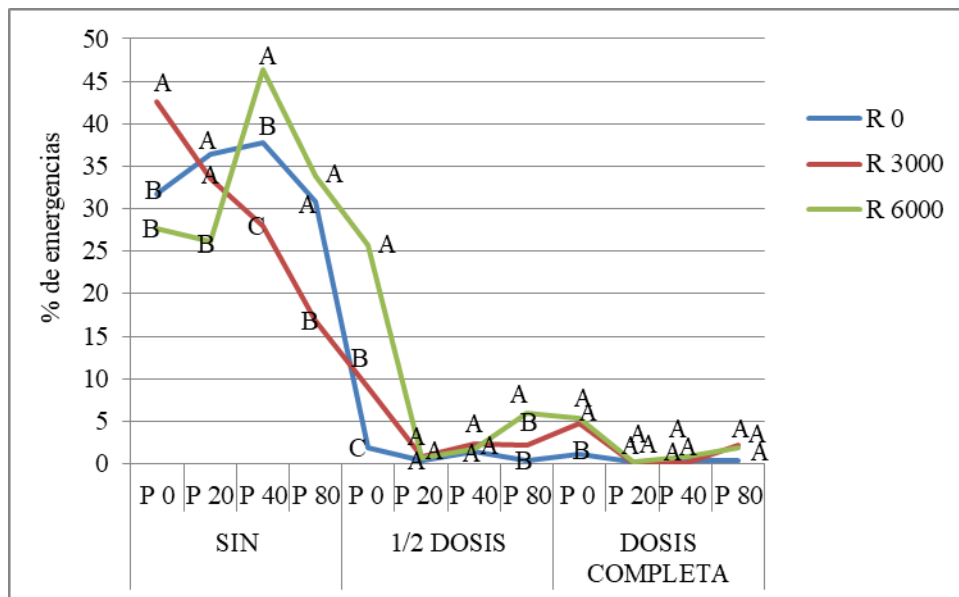


Figura 4. Porcentaje de emergencias para la interacción herbicida- precipitaciones para los 3 niveles de rastrojo. Letras corresponden a la diferencia para los niveles de rastrojo.

4.4 EVALUACIÓN A LOS 40 DÍAS POS APLICACIÓN

Para la última fecha de evaluación realizada, en cuanto a la comparación de las dosis de herbicida dentro de las combinaciones rastrojo y precipitación (figura 5), en el caso de ausencia de rastrojo, independientemente de las precipitaciones, las mayores emergencias ocurren cuando no hay herbicida. El control, en este caso de ambas dosis no presentaron diferencias significativas y fue excelente.

Con 3000 kg de rastrojo y ausencia de precipitaciones, hubo efecto de la dosis de herbicida, indicando que la sub dosis no fue suficiente para realizar un control exitoso con restricciones hídricas al momento de la aplicación. En esa cantidad de rastrojo y las restantes precipitaciones, no hubieron diferencias entre dosis de herbicida en esta fecha. Los 20 mm de precipitaciones aseguraron que el herbicida traspasara la capa de rastrojo, llegara al suelo y se activara logrando un control adecuado.

En la combinación de 6000 Kg de rastrojo y sin precipitaciones, también hubo respuesta a la dosis de herbicida como en la mitad de rastrojo, pero la diferencia fue de mayor magnitud, e incluso la media dosis de herbicida no presentó diferencias significativas con el tratamiento sin herbicida, seguramente explicado por inactivación del herbicida por parte del rastrojo, remarcando nuevamente la importancia, como ya se ha dicho anteriormente, de la aplicación de la dosis correcta y recomendada, ya que en este caso, si no ocurren precipitaciones, y con una dosis incorrecta, no logro el control deseado sobre la maleza. A partir de los 20 mm de lluvia, siempre hubo respuesta a la dosis de herbicida.

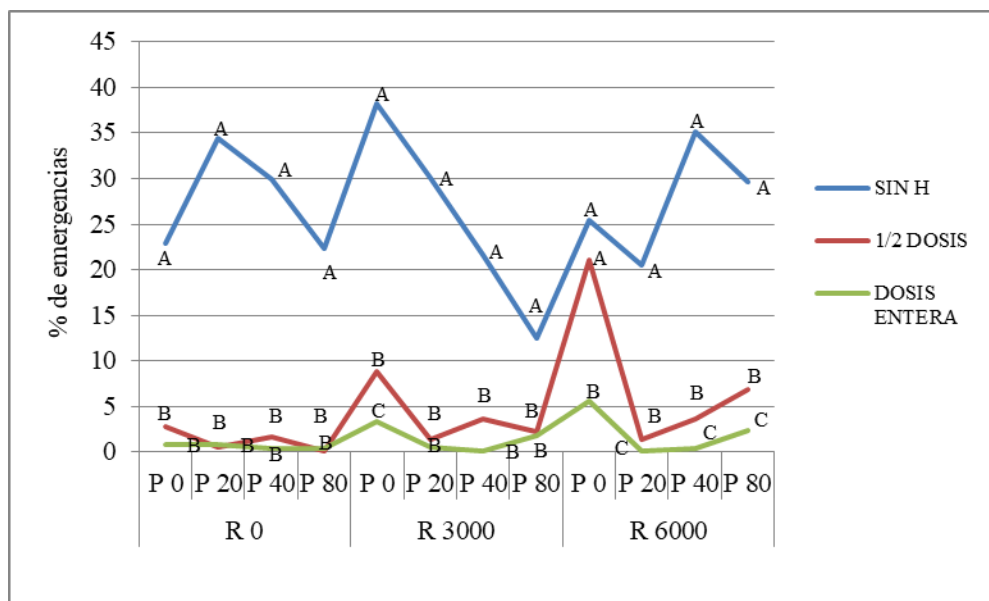


Figura 5. Porcentaje de emergencias para la interacción rastrojo - precipitaciones para los 3 niveles de herbicida. Letras corresponden a la diferencia para los niveles de herbicida.

En cuanto a las diferentes precipitaciones, para las combinaciones de ausencia de rastrojo y dosis de herbicida (figura 6), las menores emergencias se dan para ausencia de precipitaciones y 80 mm, sugiriendo como fuera comentado, el exceso de agua en la maceta pudo llevar las semillas a mayores profundidades. Otra hipótesis es que desde el rastrojo se liberan compuestos alelopáticos para *Amaranthus* spp. y esto se ve acentuado con mayores precipitaciones. No existieron diferencias en las combinaciones de ausencia de rastrojo y ambas dosis de herbicida, para las diferentes cantidades de precipitaciones.

En el caso de 3000 Kg de rastrojo y sin aplicación de herbicida, a medida que las precipitaciones fueron mayores, menores fueron las emergencias de *Amaranthus* spp. siguiendo la línea de hipótesis mencionada anteriormente. Con aplicación de herbicida,

tanto para media dosis, como para dosis completa, la mayor cantidad de emergencias ocurrieron en ausencia de precipitaciones.

Para la combinación de 6000 kg de rastrojo y sin aplicación de herbicida, se mantuvo el comportamiento de la fecha anterior, en donde 40 mm de precipitaciones generaron una mayor cantidad de emergencias, debido a que las condiciones ambientales fueron las propicias para el correcto desarrollo de la maleza. Para la misma cantidad de rastrojo pero con la aplicación de media dosis de herbicida, 20 y 40 mm fueron los tratamientos que generaron mejores controles no logrando explicación satisfactoria para las mayores emergencias con 80 mm.

Con la aplicación de dosis completa, se dieron controles similares en 20, 40 y 80 mm.

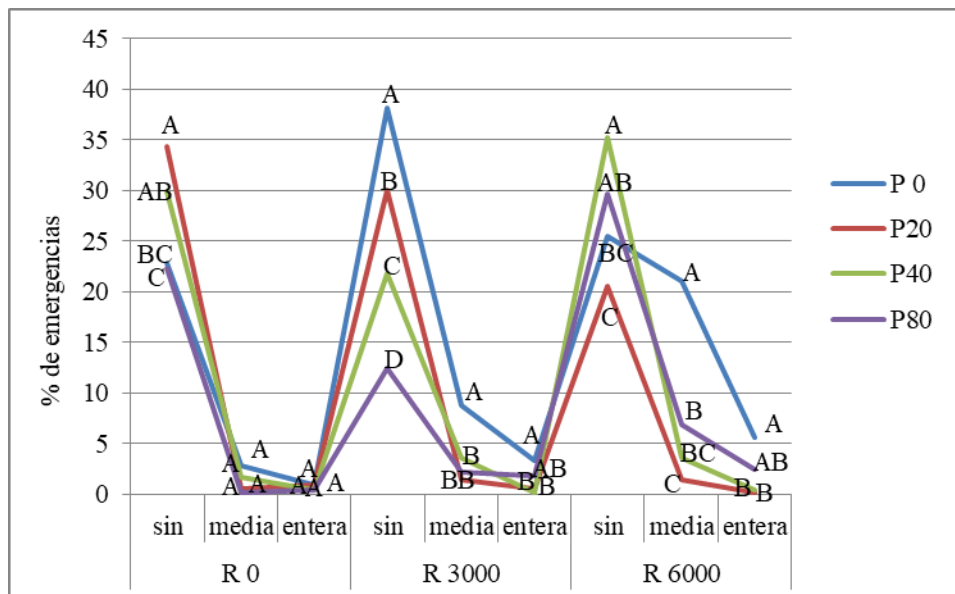


Figura 6. Porcentaje de emergencias para la interacción rastrojo - herbicida para los 4 niveles de precipitaciones. Letras corresponden a la diferencia para los niveles de precipitaciones.

Cuando se compararon las diferentes cantidades de rastrojo para combinaciones de herbicida y precipitación (figura 7) en la última fecha de evaluación, se observó que para el caso de no aplicar herbicida y ausencia de precipitaciones, al igual que en la fecha anterior la mayor cantidad de emergencias se dio con 3000 Kg de rastrojo, lo cual marca que 3000 Kg de rastrojo no son suficientes para generar un control sobre el *Amaranthus* spp. mediante una barrera física, pero sí lo son 6000 Kg de rastrojo. Sin rastrojo las emergencias fueron igualmente bajas, quizás por la falta de condiciones para la germinación. Sin herbicida y con 20 mm de precipitación, se mantuvo el comportamiento de la fecha anterior, en donde las menores emergencias fueron con

6000 Kg, manifestándose el efecto inhibitorio del rastreo sobre la germinación de la maleza. Para combinaciones de 40 y 80 mm de lluvia y sin aplicación de herbicida, el comportamiento también fue de la misma magnitud que en la fecha anterior.

No existen diferencias entre esta última fecha de análisis con la fecha anterior en cuanto a las combinaciones de media dosis de herbicida y las diferentes cantidades de precipitaciones en cuanto al efecto del rastreo.

Lo mismo sucede para la dosis completa en combinación con las precipitaciones, los controles fueron excelentes y no hubo efecto de inactivación del rastreo.

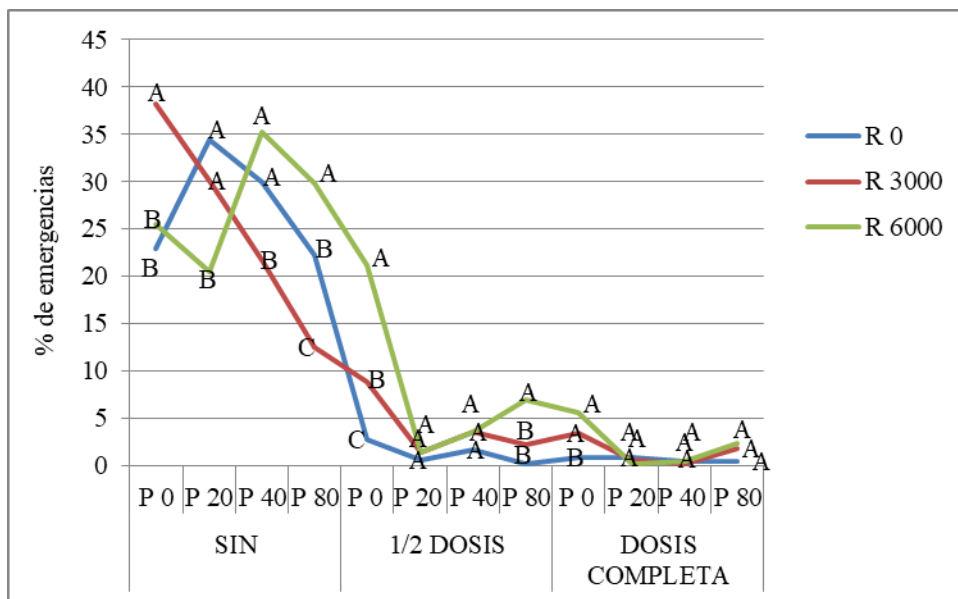


Figura 7. Porcentaje de emergencias para la interacción herbicida - precipitaciones para los 3 niveles de rastreo. Letras corresponden a la diferencia para los niveles de rastreo.

5. CONCLUSIONES

Los mayores controles de *Amaranthus* spp. se dieron con aplicación de sulfentrazone en dosis completa. Se logró un control total, independientemente de la lluvia generada el día siguiente de la aplicación. En ausencia de rastrojo el control del sulfentrazone fue excelente.

La interacción del rastrojo con el herbicida varió en el tiempo y para la dosis utilizada. Sin precipitaciones, y con cantidades mayores de rastrojo, 6000 kg/ha, fue fundamental la aplicación de la dosis recomendada del herbicida.

El rastrojo, en cantidades de 6000 kg/ha generó una barrera física, disminuyendo la emergencia de la maleza, disipándose dicho efecto con el tiempo. No siendo suficientes 3000 Kg de rastrojo para dicho control.

6. RESUMEN

Los sistemas de producción agrícola en los últimos tiempos se han intensificado realizando doble cultivo anual. Esto hace que las siembras estivales se realicen sobre rastrojo proveniente de la utilización continua de siembra directa, además de que existe hoy en día una gran utilización de coberturas invernales con el fin de disminuir la erosión y lograr un mayor control de malezas no solo en base a productos químicos, sino incluyendo controles culturales. Estos cultivos cobertura mediante su rastrojo pueden suprimir la maleza, pero pueden tener la desventaja de interaccionar con el herbicida pre emergente provocando una disminución en su efecto. Por otra parte *Amaranthus* spp. el mayor control se da mediante el uso de herbicidas pre emergentes, siendo uno de ellos sulfentrazone. El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar el efecto de la cantidad de rastrojo y el nivel de precipitaciones en la efectividad del herbicida sulfentrazone en el control de *Amaranthus* spp. Se instaló el experimento en la EEMAC en condiciones semi controladas. Se sembraron en macetas 100 semillas de *Amaranthus* spp. en cada una. En aquellos tratamientos que llevaban rastrojo de avena se colocó el mismo, simulando la cantidad de 0, 3000 y 6000 Kg Ms/ha. Se realizó la aplicación del herbicida sulfentrazone, en dosis diferentes, 0, 0.5 L/ha y 1 L/ha (dosis recomendada). Luego se simularon las precipitaciones de 0, 20, 40 y 80 mm. Las evaluaciones comenzaron 5 días pos aplicación, realizando el conteo de las emergencias de cotiledones en cada unidad experimental. Para las dos primeras evaluaciones fueron significativas las interacciones rastrojo por herbicida y precipitación por herbicida. A los 29 y 40 días pos aplicación se constató interacción triple. En las primeras evaluaciones existió un control de *Amaranthus* spp. por parte del rastrojo suprimiendo las emergencias. En los tratamientos con herbicida el rastrojo no generó disminución de las emergencias. Se obtuvieron excelentes controles de la maleza en todas las cantidades de rastrojo, y tampoco hubo diferencias en control entre dosis de herbicida. A medida que pasaron los días se comenzó a notar la acción del rastrojo sobre el herbicida, en donde el rastrojo generó una barrera física reteniendo el herbicida. Los mayores controles de *Amaranthus* spp. se dieron con aplicación de sulfentrazone en dosis completa. Se logró un control total, independientemente de la lluvia generada el día siguiente de la aplicación. En ausencia de rastrojo el control del sulfentrazone fue excelente. La interacción del rastrojo con el herbicida varió en el tiempo y para la dosis utilizada. Sin precipitaciones, y con cantidades mayores de rastrojo, 6000 kg/ha, fue fundamental la aplicación de la dosis recomendada del herbicida.

Palabras clave: rastrojo, sulfentrazone, *Amaranthus*

7. SUMMARY

Agricultural production systems in recent times have been intensified by performing double annual cultivation. This means that summer sowings are carried out on stubble from the continuous use of direct sowing, in addition to the fact that there is today a great use of winter covers in order to reduce erosion and achieve greater control of weeds, not only on the basis of chemicals, but including cultural controls. These cover crops through their stubble can suppress weeds, but may have the disadvantage of interacting with the pre-emergence herbicide, causing a decrease in its effect. On the other hand *Amaranthus* spp. the greatest control is given by the use of pre-emergence herbicides, one of them being sulfentrazone. The objective of this work was to evaluate the effect of the amount of stubble and the level of rainfall on the effectiveness of the herbicide sulfentrazone in the control of *Amaranthus* spp. The experiment was installed at the EEMAC under semi-controlled conditions. 100 *Amaranthus* spp. seeds were sown in pots. in each one. In those treatments that carried oat stubble, the same was placed, simulating the amount of 0, 3000 and 6000 Kg Dm/ha. The herbicide sulfentrazone was applied at different doses, 0, 0.5 L/ha and 1 L/ha (recommended dose). Then the precipitations of 0, 20, 40 and 80 mm were simulated. The evaluations began 5 days after application, counting the cotyledon emergence in each experimental unit. For the first two evaluations, stubble by herbicide and precipitation by herbicide interactions were significant. At 29 and 40 days after application, a triple interaction was verified. In the first evaluations there was a control of *Amaranthus* spp. by the stubble suppressing emergencies. In the herbicide treatments, the stubble did not generate a decrease in emergencies. Excellent weed control was obtained in all amounts of stubble, and there were also no differences in control between doses of herbicide. As the days passed, the action of the stubble on the herbicide began to be noticed, where the stubble generated a physical barrier retaining the herbicide. The greatest controls of *Amaranthus* spp. they were given with full-dose sulfentrazone application. Total control was achieved, regardless of the rain generated the day after the application. In the absence of stubble, sulfentrazone control was excellent. The interaction of the stubble with the herbicide varied in time and for the dose used. Without rainfall, and with higher amounts of stubble, 6000 kg/ha, it was essential to apply the recommended dose of the herbicide.

Keywords: stubble, sulfentrazone, *Amaranthus*

8. BIBLIOGRAFIA

1. Alletto, L.; Coquet, Y.; Benoit, P.; Heddadj, D.; Barriuso, E. 2010. Tillage management effects on pesticide fate in soils: A review. *Agronomy for Sustainable Development*. 30: 367 - 400.
2. Amaro, C.; Pauletti, M. 2017. Una nueva amenaza: El *Amaranthus Palmeri*. (en línea). *Revista Plan Agropecuario*. no. 161: 62. Consultado 16 abr. 2020. Disponible en <https://www.planagropecuario.org.uy/web/173/revista-online/marzo-2017-n%C2%B0161.html>
3. Benítez, C.; Benítez, G. 2011. Mecanismos de acción de los herbicidas: Resistencia, tolerancia y cultivos resistentes. (en línea). Buenos Aires, Engormix. s.p. Consultado 25 feb. 2022. Disponible en <https://www.engormix.com/agricultura/articulos/herbicidas-preemergentes-t28678.htm>
4. Carbonari, C.; Gomes, G.; Trindade, M.; Silva, J.; Velini, E. 2016. Dynamics of sulfentrazone applied to sugarcane crop residues. *Weed Science*. 64(1): 201 - 206.
5. Cash, R.; Rossini, P. 2011. Evaluación de distintas opciones herbicidas en el control de malezas en un cultivo de maíz de segunda, bajo la modalidad de siembra directa en condiciones de presencia-ausencia de rastrojo. (en línea). Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la Republica. Facultad de Agronomía. 54 p. Consultado 15 abr. 2020. Disponible en <https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/9711/1/3721cas.pdf>
6. Castaño, J. P.; Giménez, A.; Ceroni, M.; Furest, J.; Aunchayna, R.; Bidegain, M. 2011. Caracterización agroclimática del Uruguay 1980-2009. Montevideo, INIA. 33 p. (Serie Técnica no. 193).
7. Correia, N. M.; Gomez, L. P.; Perussi, F. J. 2012. Control of *Brachiaria decumbens* and *Panicum maximum* by S-metolachlor as influenced by the occurrence of rain and amount of sugarcane straw on the soil. *Acta Scientiarum: Agronomy*. 34(4): 379 - 387.
8. _____; Camilo, E. H.; Santos, E. A. 2013. Sulfentrazone efficiency on *Ipomoea hederifolia* and *Ipomea quamoclit* as influenced by rain and sugarcane straw. *Planta Daninha*. 31(1): 165 - 174.
9. De Prado, R.; Osuna, M. D. 1999. Resistencia a herbicidas: detección en campo y laboratorio. *In: Sociedad Española de Malherbología. Congreso (6º., 1999, Logroño, España). Trabajos presentados. Logroño, Gobierno de La Rioja. pp. 435 - 440*

10. Decreto Ley N° 15239. 1982. Uso y conservación de los suelos y de las aguas superficiales destinados a fines agropecuarios. (en línea). Montevideo, IMPO. s.p. Consultado nov. 2022. Disponible en <https://www.impo.com.uy/bases/decretos-ley/15239-1981>
11. Una nueva maleza resistente preocupa al sector agrícola. 2017. (en línea). El País, Montevideo, UY, feb. 23: s.p. Consultado 23 feb. 2022. Disponible en <https://www.elpais.com.uy/negocios/rurales/nueva-maleza-resistente-preocupa-sector-agricola.html>
12. Ernst, O.; Siri, G. 1995. Rastrojo en superficie: Entre ventajas y problemas. (en línea). Cangüé. 2(4): 15 - 19. Consultado 15 feb. 2022. Disponible en http://www.eemac.edu.uy/cangué/joomdocs/Cangué_4/15-19.pdf
13. FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, ITA). 2017. Integración de la Agricultura en los Planes Nacionales de Adaptación (PNA): Estudio de caso Uruguay. (en línea). Roma. 16 p. Consultado 16 abr. 2020. Disponible en <http://www.fao.org/3/a-i8237es.pdf>
14. Ferber, C. 2016. Efecto de distintas coberturas invernales en la dinámica del enmalezamiento. (en línea). Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 70 p. Consultado 14 set. 2022. Disponible en <https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/handle/20.500.12008/19679>
15. García, A.; Fernández, G. 2018. Aportes a la identificación y el manejo de biotipos de yuyo colorado resistentes a herbicidas presentes en el país. (en línea). Montevideo, MTO. 3 p. Consultado 23 feb. 2022. Disponible en http://mto.org.uy/wp-content/uploads/Comunicado-MTO-Amaranthus_29.10.2018.pdf
16. _____. 2019. Manejo de malezas resistente en Uruguay. (en línea) In: Jornada Manejo de Malezas (2019, La Estanzuela, Uruguay). Trabajos presentados. La Estanzuela, INIA. 31 p. Consultado 25 feb. 2022. Disponible en http://www.inia.uy/Documentos/P%C3%ABlicos/INIA%20La%20Estanzuela/Actividades%202019/malezas_destacada/Garcia_INIA_Destacada_Malezas.pdf
17. García Préchac, F.; Ernst, O.; Arbeletche, P.; Pérez, M.; Pritsch, C.; Ferenczi, A.; Rivas, M. 2010. Intensificación Agrícola: Oportunidades y amenazas para un país productivo y natural. (en línea). Montevideo, Udelar. 126 p. Consultado ene. 2022. Disponible en https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/9510/1/libro_blanco_intensificacion_agrocolafagro.pdf

18. Godoy, M.; Meschede, D.; Carbonari, C.; Correia, M.; Velini, E. 2007. Efeito da cobertura morta de milheto (*Pennisetum americanum*) sobre a eficácia do herbicida metribuzin no controle de *Ipomoea grandifolia* e *Sida rhombifolia*. *Planta Daninha*. 25(1): 79 - 86.
19. Gopal, R.; Leal, J.; López, P. 2016. El rastrojo, un aliado ante la emergencia de malezas. (en línea). Estado de México, CIMMYT. s.p. Consultado ene. 2022. Disponible en <https://idp.cimmyt.org/el-rastrojo-un-aliado-ante-la-emergencia-de-malezas/>
20. INECC (Instituto de Ecología y Cambio Climático, MX). s.f. Sulfentrazone. (en línea). Ciudad de México. s.p. Consultado 2 mar. 2022. Disponible en <http://www2.inecc.gob.mx/sistemas/plaguicidas/pdf/sulfentrazone.pdf>
21. INIA. UCTT (Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria. Unidad de Comunicación y Transferencia de Tecnología, UY). 2018. Cultivos de servicio, cultivos de cobertura, puentes verde: ¿Es todo lo mismo? (en línea). *Revista INIA*. no. 52: 44 - 47. Consultado feb. 2022. Disponible en <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/8975/1/Revista-inia-52-10.pdf>
22. Locke, M. A.; Bryson, C. T. 1997. Herbicide-soil interactions in reduced tillage and plant residue management systems. *Weed Science*. 45(2): 307 - 320.
23. Marchesi de León, E. 2000. Conceptos generales sobre siembra directa. (en línea). In: *Tecnologías para siembras sin laboreo*. La Estanzuela, INIA. pp. 1 - 7. (Actividades de Difusión no. 240). Consultado ene. 2022. Disponible en http://www.inia.org.uy/publicaciones/documentos/le/ad/2000/ad_240.htm
24. Metzler, M. 2015. Alerta: *Amaranthus palmeri* S. Watson en el Sur de Entre Ríos. (en línea). Entre Ríos, INTA. 3 p. Consultado nov. 2022. Disponible en https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta-alerta_amaranthus_palmeri_s_watson_sur_e_r.pdf
25. MGAP (Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca, UY). 2020. Importaciones de productos fitosanitarios. (en línea). Montevideo. s.p. Consultado mar. 2022. Disponible en <https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/sites/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/files/2021-07/IMPORTACIONES.ods>
26. MGAP. DGRN (Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. Dirección General de Recursos Naturales, UY). 2020. Planes de uso y manejo de suelo. (en línea). Montevideo. s.p. Consultado feb. 2022. Disponible en <https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/politicas-y-gestion/planes-uso-manejo-suelos>

27. _____. _____. 2021. Actualización de cobertura y uso del suelo del Uruguay al año 2020/2021. (en línea). Montevideo. s.p. Consultado mar. 2022. Disponible en <https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/comunicacion/noticias/actualizacion-cobertura-uso-del-suelo-del-uruguay-ano-20202021>
28. MGAP. DIEA (Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. Dirección de Investigaciones Estadísticas Agropecuarias, UY). 2019. Anuario estadístico agropecuario 2019. (en línea). Montevideo. 255 p. Consultado 15 abr. 2020. Disponible en <https://descargas.mgap.gub.uy/DIEA/Anuarios/Anuario2019/Anuario2019.pdf>
29. Modernel, R. 2016. Guía Sata: Guía uruguaya para la protección y nutrición vegetal. 14a. ed. Montevideo, Sata. 609 p.
30. Mondon, M.; Oyenard, J. 1998. Efecto de herbicidas preemergentes en siembra directa de cultivos de verano con diferentes volúmenes de rastrojo y niveles de precipitación. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 50 p.
31. Montoya, J. s.f. Comportamiento de los herbicidas en el suelo. Argentina, INTA. s.p.
32. _____.; Garay, J. A.; Cervellini, J. M. 2015. Amarantáceas en la región semiárida central Argentina: La Pampa y San Luis. La Pampa, INTA. 28 p. (Boletín de Divulgación Técnica no. 113).
33. Negrisoli, E.; Velini, E. D.; Correa, M. R.; Rossi, C. V. S.; Carbonari, C. A.; Costa, A. G. F.; Perim, M. 2011. Influência da palha e da simulação de chuva sobre a eficacia da mistura formulada clomazone + hexazinone no controle de plantas daninhas em área de cana-crua. Planta Danhina. 29(1): 169 - 167.
34. Papa, J.; Tiesca, D. 2016. Manejo de Amaranthus Palmeri S. Watson con herbicidas residuales selectivos para el cultivo de soja. (en línea). Para mejorar la producción. no. 54: 155 - 158. Consultado nov. 2022. Disponible en <https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta-18.manejo-de-amaranthus-palmeri-con-herbicidas-residuales-soja.pdf>
35. _____.; _____. 2017. Evaluación de alternativas de control químico de Amaranthus palmeri de tamaño mayor a 25 cm de altura. (en línea). Para mejorar la producción. no. 56: 123 - 126. Consultado 24 feb. 2022. Disponible en <https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta.evaluacion-alternativas-control-quimico-amaranthus-palmeri-tamano-mayor-25-cm-altura.pdf>

36. Perrachón, J. 2004. Siembra Directa: ¿Qué es? (en línea). Revista Plan Agropecuario. no. 110: 54 - 57. Consultado ene 2022. Disponible en https://www.planagropecuario.org.uy/publicaciones/revista/R110/R110_54.pdf
37. Pinto de Carvalho, S. s.f. Identificacao de especies de plantas daninhas de genero *Amaranthus*. Brasil, HRAC-BR. 2 p.
38. Sawchik, J.; Siri, G.; Ayala, W.; Barrios, E.; Bustamante, M.; Ceriani, M.; Gutiérrez, F.; Mosqueira, J.; Otaño, C.; Pérez, M.; Piñeiro, G.; Pinto, P.; Terra, J.; Zarza, R. 2015. El sistema agrícola bajo amenaza: ¿Qué aportan los cultivos de cobertura y/o las pasturas cortas? *In*: Ribeiro, A.; Barbazán, M. eds. Simposio Nacional de Agricultura (4º., 2015, Paysandú, Uruguay). Buscando el camino para la intensificación sostenible para la agricultura. Paysandú, Facultad de Agronomía. pp. 149 - 168.
39. Spader, V.; Vidal, R. A. 2000. Eficácia de herbicidas gramínicos aplicados em pré-emergência no sistema de semeadura direta do milho. *Planta Daninha*. 18(2): 373 - 380.
40. Syngenta, AR. 2017. Malezas: Controlar *Amaranthus* es un arte. (en línea). Buenos Aires. s.p. Consultado nov. 2022. Disponible en <https://www.syngenta.com.ar/news/eventos/malezas-controlar-amaranthus-es-un-arte?>
41. Teasdale, J. R.; Mohler, C. 2000. The quantitative relationship between weed emergence and the physical properties of mulches. *Weed Science*. 48: 385 - 392.