

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

TECNOLOGÍAS DE APLICACIÓN EN EL USO DE DESECANTES PARA EL
CONTROL DE RAIGRÁS RESISTENTE

por

Lorena Sofía MACHADO ECHEZARRETA

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

MONTEVIDEO
URUGUAY
2019

Tesis aprobada por:

Directora: _____

Ing. Agr. Dra. Juana Villalba

Ing. Agr. Dra. Grisel Fernández

Ing. Agr. Edwin Borghi

Ing. Agr. Ivanna Stoletniy

Fecha: 29 de octubre de 2019

Autora: _____

Lorena Sofía Machado Echezarreta

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a mi directora de tesis Ing. Agr. (Dra.) Juana Villalba por darme la oportunidad de realizar este trabajo, por su excelente disposición, por su apoyo incondicional ante cualquier inquietud, por su paciencia y gran capacidad de transmitir tranquilidad frente a dificultades.

A la Ing. Agr (Dra.) Grisel Fernández, quien fue que me recomendó realizar una investigación con Juana y me facilitó su contacto.

Al Ing. Agr. Edwin Borghi por brindarnos las facilidades para realizar el trabajo y a su personal, de los cuales solo tengo palabras de agradecimiento por su gran amabilidad y respeto.

Un especial agradecimiento a Ivana, Josefina, Macarena, Jonathan, Guillermo y a todo el equipo de trabajo que hizo posible que se cumplieran en tiempo y forma con las tareas de campo, lo cual no hubiera sido lo mismo sin su apoyo.

A mi madre, Carolina, por ser mi gran ejemplo, mi respaldo y sostén en estos años de carrera y por enseñarme a nunca bajar los brazos. A mi padre y mi hermano Gonzalo, por ser mi gran admiración y enseñarme la perseverancia y constancia en el trabajo para obtener los resultados. A mi abuelo, Jorge y mi tía, Verónica quienes fueron los que me enseñaron el amor por el campo. A mi tío, Jorgito, por transmitirme su experiencia y conocimientos en el ambiente productivo y a todo el resto de mi familia que estuvieron conmigo, muchas gracias.

Un personal agradecimiento a mi novio, Nacho, el cual fue mi compañero en la realización de este trabajo, por aguantarme largas horas en vela y mis nervios en este último proceso.

A mis amigos de la vida y mis amigas que me regalo la Facultad, gracias por su apoyo en todos estos años.

TABLA DE CONTENIDO

	Página
PAGINA DE APROBACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	VI
1. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u>	2
2.1 PROBLEMÁTICA DE RAIGRÁS RESISTENTE.....	2
2.1.1 <u>Característica especie raigrás</u>	2
2.1.2 <u>Raigrás en los sistemas producción</u>	2
2.1.3 <u>Problemática de resistencia de raigrás</u>	3
2.1.4 <u>Estrategia de control de doble golpe con paraquat</u>	6
2.2 TECNOLOGÍA DE APLICACIÓN.....	7
2.2.1 <u>Generalidades</u>	7
2.2.2 <u>Volumen de aplicación</u>	7
2.2.3 <u>Tamaño de gota</u>	9
2.3 HERBICIDA PARAQUAT.....	12
2.3.1 <u>Características químicas</u>	12
2.3.2 <u>Modo acción herbicida</u>	13
2.3.3 <u>Usos de paraquat</u>	14
3. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	16
3.1 LOCALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO.....	16
3.2 DISEÑO Y DESCRIPCIÓN DE TRATAMIENTOS.....	17
3.3 METODOLOGÍA DE INSTALACIÓN.....	17
3.4 DETERMINACIONES DEL ESPECTRO DE GOTAS.....	18
3.5 DETERMINACIONES DE LA DEPOSICIÓN EN RAIGRÁS.....	18
3.6 DETERMINACIONES DEL CONTROL.....	19
3.7 ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	19

4. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	21
4.1 ESTUDIO POBLACIÓN DE GOTAS EN TARJETAS HIDROSENSIBLES	21
4.2 DEPOSICIÓN DEL TRAZADOR EN RAIGRÁS.....	25
4.3 CONTROL DE RAIGRÁS	28
5. <u>CONCLUSIONES</u>	32
6. <u>RESUMEN</u>	33
7. <u>SUMMARY</u>	34
8. <u>BIBLIOGRAFÍA</u>	35

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Cobertura y tamaño de gotas en base a tipo de herbicida utilizado.....	11
2. Descripción de los tratamientos y las condiciones operativas de ejecución.....	17
3. Condiciones meteorológicas promedio para el periodo de aplicación.....	18
4. ANAVA parámetros característicos de población gotas	21
5. Análisis de varianza de la deposición para cada factor de estudio.....	25
6. Cantidad de azul brillante (mg/g MS) en raigrás para la interacción volumen por tamaño de gota.....	26
7. Análisis de varianza del control para cada factor de estudio.....	28
8. Nivel de control (%) para la interacción volumen por tamaño gota.....	30
Figura No.	
1. Importaciones de paraquat en miles de Kg de ingrediente activo y Kg/lts de producto formulado en Uruguay y su evolución en los años.....	14
2. Raigrás en cobertura de avena.....	16
3. Espectrofotómetro.....	19
4. Densidad de gotas (impactos/cm ²) para volumen y tamaño de gota.....	22

5. Cobertura (%) de gotas para la variable volumen.....	23
6. Cobertura (%) de gotas para la variable tamaño de gota	23
7. Amplitud relativa de gotas para volumen y tamaño de gota.....	24
8. Cantidad de azul en plantas de <i>Lolium multiflorum</i> para el factor volumen.....	27
9. Cantidad de trazador en plantas de raigrás para tamaño de gota	28
10. Nivel de control para los 3 volúmenes en las fechas evaluación.....	29

1. INTRODUCCIÓN

La creciente problemática de raigrás resistente a glifosato, consecuencia del uso indiscriminado y abusivo de este herbicida, agravado por la inclusión de cultivos transgénicos con resistencia al mismo tanto en soja como en maíz, generó elevada presión de selección sobre la maleza. Al presente, predominan a campo biotipos resistentes, los que desarrollaron variadas estrategias de evasión a la acción del glifosato.

Los controles del raigrás previo a la instalación de cultivos estivales se han dificultado por lo anteriormente mencionado y ha obligado al uso de la estrategia de doble golpe. Se entiende por doble golpe, a la aplicación primaria de un herbicida sistémico (como puede ser únicamente glifosato o mezcla de glifosato y un gramicida) y luego de un lapso de 7-14 días, una segunda aplicación con un herbicida de contacto desecante. El principal herbicida usado en esta estrategia como desecante es paraquat.

Paraquat es un herbicida desecante que tiene como características principales su baja o nula sistemia en planta, no selectivo de amplio espectro y de tipo de acción de contacto.

Esto obliga a planificar una aplicación de calidad que asegure la buena llegada del herbicida a la planta. Para ello es necesario alcanzar una óptima cobertura, la que se encuentra directamente relacionada al volumen de aplicación e indirectamente al tamaño de gota.

En este contexto se planteó como objetivo del presente trabajo evaluar la combinación de tres volúmenes de aplicación (50, 80 y 110 L.ha⁻¹) y dos tamaños de gota (fina y ultra gruesa) en la deposición del caldo, en las características de la población de gotas y en la eficiencia de control de paraquat en raigrás resistente.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 PROBLEMÁTICA DE RAIGRÁS RESISTENTE

2.1.1 Característica especie raigrás

Lolium multiflorum, es una especie alógama reconocida por su nombre vulgar como raigrás. Es de origen europeo y pertenece a la familia Poaceae, tribu Poeae. Actualmente se encuentra distribuida en todo el mundo en ambientes templados, adaptándose a una amplia gama de suelos y con varias finalidades, tales como cobertura de invierno en sistemas de siembra directa y como forrajera.

Dicha gramínea invernal es de hábito de vida anual o perenne y florece en el periodo de setiembre-octubre, y sazona desde diciembre a enero (Rosengurt et al., 1970). Presenta macolla rolliza o poco comprimida, hoja glabra, vainas enteras con láminas planas, de cara abaxial lisa y muy brillante (Rosengurt et al., 1960).

Tal especie es muy utilizada como forraje debido a su gran productividad, rápido establecimiento, agresividad frente a otras especies adventicias y su alta calidad nutritiva (Piñeiro et al., 2001). Demuestra muy buena capacidad de semillazón, fácil resiembra, soporta pastoreos intensos y excelente rebrote con gran número de macollas (Carámbula, 2002).

2.1.2 Raigrás en los sistemas producción

En Uruguay, *Lolium multiflorum* es una de las principales especies forrajeras del país, siendo utilizado principalmente como verdeo de invierno, aunque también manejado con otros objetivos como cultivos cobertura, producción de semilla y mejoramiento de campos.

El incremento del área dedicada a la agricultura, en los sistemas agrícolas-ganaderos, y el consecuente aumento de la carga global en la actividad ganadera hicieron más evidente el déficit estacional en la producción invernal de forraje (Scheneiter, s.f.) lo cual mediante el uso de verdeos permiten cubrir deficiencias forrajeras temporales en periodos críticos dentro de los sistemas de producción.

El raigrás como verdeo, muestra buena entrega de forraje en invierno y primavera, muy alto valor nutritivo y muy buena apetecibilidad (Carámbula, 2002).

Se utiliza tanto puro como en mezcla con avena, debido a su buena complementariedad en la producción de materia seca.

Por otra parte, a partir del artículo 5° del Decreto No. 505/2008, el cual requiere la implementación de un Plan de uso y manejo responsable del suelo (MGAP, 2008) se exige una cobertura invernal. El raigrás como cultivo de cobertura, cuenta con los atributos requeridos por dicha disposición, protegiendo el suelo durante el invierno, proporcionando como resultado una disminución de la erosión, mejor control de malezas, mas carbono en suelo, aporte de nitrógeno, aumentos en materia orgánica, mejoras en la calidad física y biológica del suelo (INIA, 2018).

Según Rossi et al. (2019) se consideró especial respecto a las demás forrajeras, debido a que la misma podía ser utilizada como cultivo y al mismo tiempo considerarse una maleza problemática, lo cual llevó a extremar los cuidados en la producción de semilla, evitando de este modo que los semilleros fueran una fuente de contaminación para nuevas áreas.

Por consiguiente, la especie *Lolium multiflorum* es considerada problemática debido a su gran potencial como maleza, sumado a la creciente generación de resistencia de la especie principalmente al glifosato dificultando su control, determinando una limitante en su uso como verdeo invernal o cultivo cobertura.

En un amplio relevamiento de malezas, realizado en el área agrícola tradicional del país, esta especie resultó la maleza más frecuente en barbecho en chacras de trigo y cebada encontrándose presente en 76,6 % de las chacras monitoreadas (Ríos et al., 2005).

Teniendo en cuenta las características de la especie mencionadas, en particular, su gran habilidad de competir con otras especies, colonizar el área en donde se establece y su limitante en el control químico, se estableció como una potencial maleza en los sistemas agrícolas-forrajeros.

2.1.3 Problemática de resistencia de raigrás

El abuso en la utilización de los agroquímicos llevó a serios desequilibrios ecológicos, originando que una especie forrajera de gran interés económico en sistemas ganaderos, paralelamente, sea una de las principales

malezas de barbechos y cereales de invierno en los sistemas agrícolas debido a la generación de resistencia a los herbicidas.

La tendencia a nivel mundial ha sido la utilización del glifosato como la principal medida para el control de malezas, lo que ha llevado a que se registren casos de resistencias.

Al respecto, Fischer y Valverde (2005) definieron la resistencia como la capacidad hereditaria natural de algunos biotipos dentro de una población para sobrevivir y reproducirse después de la aplicación de un herbicida que, bajo condiciones normales de uso, controla eficazmente a esa población. La resistencia a uno o varios herbicidas es una característica cuya transmisión a generaciones sucesivas de plantas depende de la naturaleza del gen o genes involucrados, ya sea por dominancia, dominancia incompleta o recesividad, y su aparición está relacionada con la presión de selección impuesta por el uso de los mismos herbicidas.

En varios países de la región se fue detectado resistencia del raigrás al glifosato. El primer reporte fue en Chile, donde se detectaron poblaciones resistentes en huertos de naranjos con historia de 8 a 10 años de uso del herbicida (Pérez y Kogan, 2003). También se detectó resistencia con 12 años de aplicación de glifosato en barbecho para trigo o avena (Espinoza y Díaz, 2005). En Brasil dicho fenómeno fue detectado en sistemas extensivos (Galli et al., 2005). Mientras que, en Argentina se detectó resistencia a glifosato en la región Sur de la provincia de Buenos Aires hace más de 10 años atrás (Vigna et al., 2008). El primer reporte en Uruguay se confirmó en 2016 (para progenie colectada en 2014), en el cual se confirmó la existencia de poblaciones de raigrás con resistencia al glifosato en el litoral Suroeste del país (Félix y Urioste, 2016). Actualmente en todo el mundo existen 26 reportes de casos de resistencia a glifosato en dicha especie (Heap, 2019).

Según Preston et al. (2009) se hallaron dos mecanismos principales de resistencia del raigrás al glifosato. Uno de ellos es un cambio en el patrón de translocación del glifosato, acumulando el herbicida en el ápice de las hojas en vez de en los meristemos de crecimiento, lo que podría estar asociado a una translocación diferente de dicho herbicida por los diferentes biotipos.

Al respecto Galván et al. (2010) obtuvieron que los biotipos resistentes se caracterizaban por la presencia de un mesófilo con mayor espacio intercelular y una menor cantidad de floema al compararse con el xilema, lo cual hubiera podido colaborar a tener una menor sensibilidad al herbicida.

El segundo mecanismo de resistencia comprende las mutaciones en el gen EPSPS causando la sustitución de los aminoácidos prolina por serina en la posición 106 (Baerson et al., 2002).

Existen poblaciones de raigrás que poseen los dos mecanismos de resistencia, con relación a esto Ponsa (s.f.) afirma que cada uno de estos mecanismos de resistencia se hereda como una característica monogénica que es ampliamente dominante. Como tales especies de raigrás son alogamas estrictas, esto asegura que los alelos de resistencia puedan moverse tanto en el polen como en la semilla

Por otra parte, es conocida la importancia que tiene la acumulación de genes menores de carácter aditivo para especies de tipo alógama como lo es raigrás. Por lo tanto, el uso de dosis baja es condicionante en la aparición de resistencia por la acumulación de esos genes menores (Busi y Powles, citados por Fernández et al., 2013).

Roman et al. (2004) evaluaron la susceptibilidad de dos biotipos de raigrás a la aplicación de glifosato, donde consideraron biotipo sensible a las plantas que se desarrollaron en sitios sin glifosato y biotipo resistente aquellas plantas que sobrevivieron a la aplicación de éste. Los autores concluyeron que el biotipo sensible, se controló totalmente con dosis de 360 g ia.ha¹ del herbicida evaluado, en contra parte, dosis de hasta 1440 g ia.ha¹ de glifosato, no afectaron significativamente la acumulación de materia seca en los biotipos resistentes.

Por su parte, Owen y Powles (2010) realizaron un estudio sobre la resistencia del raigrás al glifosato en la región Oeste de Australia. En el mismo, experimentaron a partir de tres poblaciones que habían sobrevivido a aplicaciones de glifosato, y con las mismas evaluaron respuestas a diferentes dosis (0, 135, 270, 540, 1,080, 2,160, 4,320 y 8,640 g ia.ha¹) de glifosato y perfil de resistencia de raigrás con otros modos de acción de los herbicidas. Los autores concluyeron, que el valor de dosis requerida para causar el 50% de mortalidad (DL₅₀), era 11 veces mayor para las poblaciones resistentes que para las susceptibles. Al mismo tiempo comprobaron que las poblaciones resistentes, presentaron susceptibilidad a otros herbicidas como paraquat, trifluralina, haloxyfop, pinoxaden, sulfometuron, sethoxydim y butroxydim a partir del perfil de resistencia con otros modos de acción.

Trabajos realizados por Vargas et al. (2016) con el objetivo de verificar mecanismos de resistencia al glifosato en biotipos de raigrás, estudiaron la cuantificación de acumulación de ácido siquimico (precursor de aminoácidos aromáticos) en respuesta a la aplicación de glifosato, los cuales obtuvieron

como resultado una mayor acumulación de siquimato en plantas susceptibles que en biotipos resistentes de raigrás, independientemente de la dosis de herbicida que utilizaron. Al mismo tiempo, investigaron posibles mutaciones en el gen EPSPs en ambos biotipos, susceptible y resistente, donde no encontraron ninguna mutación puntual asociada previamente con la resistencia al glifosato.

2.1.4 Estrategia de control de doble golpe con paraquat

Con la problemática establecida en Uruguay y la región, de resistencia de raigrás y con varios focos identificados como resistentes al herbicida glifosato, se plantean métodos alternativos químicos para el control de raigrás dentro del sistema productivo.

Dentro de las herramientas empleadas para el manejo de malezas resistentes, una de las alternativas empleadas es la aplicación de un herbicida sistémico no selectivo, como ser glifosato, con la posterior aplicación de un herbicida desecante, como ser paraquat. Dicho manejo se conoce comúnmente como doble golpe.

Al respecto, Papa y Tuesca (2014) afirmaron que la técnica de doble golpe consiste primero en la aplicación de un herbicida sistémico (como ser glifosato) y luego de un lapso de 7-14 días, se realiza la segunda aplicación con un herbicida de contacto por ejemplo un bipyridilo (paraquat). Aseguraron que, con dicha medida de control, se logra retrasar la evolución de la resistencia a herbicidas, así como también, controlar exitosamente poblaciones densas y malezas relativamente avanzadas en su ciclo, reduciendo así la probabilidad del rebrote posterior.

Estudios realizados por Vigna et al. (2011) en busca de opciones para complementar y aumentar la eficiencia del control químico en dichas especies problemáticas, llevó a cabo un experimento con diferentes combinaciones de herbicidas aplicándolos en mezcla de tanque o separados para el control de poblaciones de *Lolium multiflorum* con resistencia a glifosato. Los autores concluyeron que utilizando glifosato y gramínicidas, seguidos por aplicaciones de paraquat, obtuvieron mayores niveles de control sobre raigrás resistente, reforzando de tal manera, que dicha técnica del doble golpe, puede ser una alternativa para utilizar en casos donde se trabaja con poblaciones de raigrás difíciles de controlar o con grados importantes de resistencia a glifosato.

Estos resultados están correlacionados con experimentos realizados por Rossi et al. (2019), los cuales determinaron que aquellas plantas que se escapan del control de la primera aplicación, ya sea por resistencia adquirida o

por nuevas emergencias de plántulas, requieren de una segunda aplicación para su correcto control, en la cual recomiendan la utilización de herbicidas del grupo D, de la familia de los bipiridilo, como el paraquat.

2.2 TECNOLOGÍA DE APLICACIÓN

2.2.1 Generalidades

La aplicación de agroquímicos es un proceso de gran complejidad. En el período que media entre la preparación del producto y su acción contra las plagas, suceden transformaciones y pérdidas que pueden impactar negativamente en la acción de los agroquímicos (Magdalena et al., 2010).

Los principales factores que influyen en la tecnología de aplicación son el volumen utilizado y el tamaño de gota producido. La cobertura lograda por una aplicación es directamente proporcional al volumen aplicado e indirectamente proporcional al tamaño de gota.

El volumen de agua utilizado influye en la capacidad operacional de la máquina pulverizadora, de esta forma a menor volumen de aplicación se logra mayor rendimiento con la misma capacidad del tanque. Las variaciones en la carga están estrechamente relacionadas con el objetivo a tratar y con la cantidad de impactos necesarios, lo cual está condicionado por el modo de acción del agroquímico utilizado (contacto o sistémico). Comúnmente debido a la mayor utilización de herbicidas sistémicos la predisposición es hacia la reducción del volumen del caldo.

En cuanto al tamaño de gota, la misma está determinada principalmente por el tipo de boquilla, las cuales establecen el caudal aplicado por hectárea, permitiendo una adecuada distribución del líquido en toda la superficie bajo tratamiento y en menor medida determinada por la presión de trabajo. De tal modo, Homer et al. (2010) se refieren al tamaño de gotas como el principal factor a considerar por su importancia en la sustentabilidad de las aplicaciones de agroquímicos.

2.2.2 Volumen de aplicación

En Uruguay, las tasas de aplicación utilizadas son muy amplias, entre un rango de 50 a 150 L.ha⁻¹ (Olivet, 2016). Sin embargo, se afirma que el 75% utiliza tasas de aplicación que van desde 70 a 110 L.ha⁻¹.

Según Cunha et al. (2006) las aplicaciones de volúmenes mayores a $160 \text{ L}\cdot\text{ha}^{-1}$ podrían escurrirse y no ser retenidos por la superficie foliar.

En contraposición, Boller y Schlosser (2010) mencionan como medida de seguridad en aplicaciones terrestres, una tasa mínima de $150 \text{ L}\cdot\text{ha}^{-1}$, menores volúmenes solo podrían ser utilizados en condiciones meteorológicas favorables y con equipos en óptimas condiciones y adecuadamente regulados.

Asimismo, Bueno et al. (2013) afirman que la utilización de bajos volúmenes, con niveles similares de control reduce el impacto ambiental y proporciona un menor costo, ya que hay una mayor eficiencia en la aplicación y menos reposiciones, llenado del tanque de la pulverizadora.

Experimentos realizados por Creech et al. (2015), para el herbicida sistémico glifosato, en el cual se probaron distintos volúmenes de aplicación (47, 70, 94, 140, 187, 281 L/ha) determinaron que los mejores controles se alcanzaron con 47 y 187 L/ha de caldo, significando un control de 95 y 94% respectivamente (aunque solo diferentes estadísticamente cuando se utilizó 94 L/ha y sin diferencia al haber utilizado 70 y 140 L/ha).

Otro trabajo realizado por Bueno et al. (2014) con la misma finalidad de experimentar en base a volúmenes contrastantes de 30, 50, 100 y 150 L/ha de caldo, utilizando el herbicida glifosato, no obtuvieron diferencias en cuanto a la deposición de producto dado por los distintos volúmenes. A la hora de analizar el control logrado por el herbicida, a los 14 días, los controles fueron similares, superando el 90% de control para los diferentes volúmenes, aunque a los 7 días, el mejor tratamiento fue el realizado con 150 L/ha.

Para el caso de herbicidas de contacto, que presentan nula sistemia en planta, la utilización de volúmenes de caldo bajos, condicionan desfavorablemente la efectividad del producto y su control.

De tal modo, trabajos realizados por Almeida et al. (2016) determinando la eficiencia de aplicación, en base a la cobertura de gotas al utilizar dos volúmenes 100 y 200 L/ha de diquat, obtuvieron que con volúmenes de 200 L/ha lograron mayores deposiciones de la pulverización y con volúmenes de 100 L/ha, obtuvieron mejores deposiciones del ingrediente activo sobre el objetivo establecido. Luego de 7 días post aplicación observaron que el control fue de 63,3% en el tratamiento de 200 L/ha, con un significativo aumento de 2,9% en relación con utilizar 100 L/ha, destacando que uno de los posibles factores de dicho aumento sea una mayor velocidad de desecación de las plantas. Sin embargo, a los 14 y 21 días post aplicación dichas diferencias en control desaparecieron.

Otro experimento realizado por Ramsdale y Messersmith (2001), experimentando distintos volúmenes de aplicación en herbicida carfentrazone (47, 94 y 190 L/ha) siendo el mismo un herbicida de contacto al igual que paraquat, lograron mejores controles con volúmenes mayores de 94 y 190 L/ha comparado a menores tasas de 47 L/ha. En el mismo estudio, pero utilizando imazamox, el cual es un herbicida sistémico, observaron que la eficiencia en control fue similar tanto con 47, 94 o 190 L/ha.

Trabajos realizados por Charbonnier et al. (2011) evaluaron diferentes volúmenes de aplicación (32.4, 60.7 y 102 L.ha⁻¹) y tamaños de gota contrastantes, en la deposición y eficiencia en el control una enfermedad en trigo. Los tratamientos no evidenciaron diferencias significativas en la deposición para los diferentes volúmenes estudiados, sin embargo, obtuvieron mayor densidad de impactos y mayor nivel de control en los volúmenes mayores de 60.7 y 102 L.ha⁻¹. Los resultados obtenidos para tamaño de gota, presentaron diferencias significativas, donde se contabilizaron mayor número de impactos con el uso de gotas finas (100- 175 µm) en comparación al uso de gotas muy gruesas (375- 450 µm).

Estudios realizados por Balbuena y Stábile (2018) con el herbicida paraquat, utilizando volúmenes de 50, 80 y 110 L.ha⁻¹ de caldo combinado con 2 tamaños de gota fina y muy gruesa, encontraron diferencias en cuanto a la deposición y control utilizando uno u otro volumen dependiendo de la especie evaluada. Para el caso de *Bromus sp* y *Stipa sp* se obtuvieron mayores deposiciones con volúmenes de 110 l.ha⁻¹, en cambio para *Conyza spp* y *Medicago sativa* se registraron las mismas con 80 l.ha⁻¹. En cuanto al control, no se registraron cambios significativos en *Bromus sp.* y *Medicago sativa* luego de los 14 días post aplicación, contrariamente para la especie de *Conyza spp* y *Stipa sp* los mayores controles se dieron con 80 l.ha⁻¹ y 110 l.ha⁻¹ respectivamente.

2.2.3 Tamaño de gota

El proceso de formación de gotas se da por el paso del líquido a cierta presión a través de las pastillas; éstas se ubican a lo largo de la barra de aspersión (botalón); en equipos terrestres esto determina el ancho de trabajo (Leiva, s.f.).

Las gotas se constituyen en el vehículo más frecuente para llevar la sustancia activa diluida en un líquido hasta el objetivo deseado (Castillo, 2010).

Los principales parámetros descriptivos de una población de gotas son el diámetro volumétrico mediano (DVM), diámetro numérico mediano (DNM), diámetro volumétrico 0,1 (Dv0,1) y el diámetro volumétrico 0,9 (Dv0,9).

El DVM es el diámetro de gota que divide al volumen pulverizado en dos partes iguales, a diferencia del DNM el cual establece el diámetro de gota que divide a la población total de gotas formadas, en dos mitades numéricamente iguales (Lauric et al., s.f.).

Respecto a Dv0,1 Olivet (2016) define al mismo como diámetro tal que las gotas de menor tamaño acumulan el 10% del volumen pulverizado y Dv0,9 como diámetro tal que las gotas de menor tamaño acumulan el 90% del volumen pulverizado.

Uno de los indicadores de la heterogeneidad del tamaño de gotas se determina mediante la amplitud relativa (AR). La misma indica la uniformidad del espectro de gotas pulverizadas y se define como: $AR = (Dv0,9 - Dv0,1) / Dv0,5$. Cuanto más estrecho o próximo a 1 es la amplitud, mayor la uniformidad en el tamaño de gota.

Según la norma ASAE S-572.1, se clasifican los tamaños de gotas en 8 categorías. Se define como gotas extra fina a aquellas de DVM menor a 50 μm , gotas muy finas en el rango de DVM menores a 136 μm , finas a las que comprenden DVM de 136-177 μm , gotas medianas las que se encuentran en un DVM entre 177-218 μm , tamaño de gota gruesa su DVM entre 218-349 μm , gotas muy gruesas comprenden DVM de 349-428 μm , gotas extremadamente gruesas su DVM entre 428-622 μm y finalmente las gotas ultra gruesas son las que corresponden a DVM mayores a 622 μm .

Asimismo, existe una relación entre el tamaño y cobertura de gotas de manera que, al reducir el diámetro a la mitad, el número de gotas se multiplica por 8, así, de una gota de 400 micras se obtienen 8 de 200. De esta manera una cobertura de 30 gotas. cm^{-2} se puede lograr con un volumen de 5.3 $\text{L}\cdot\text{ha}^{-1}$ asperjando gotas de 150 micras, o con 42.4 $\text{L}\cdot\text{ha}^{-1}$ utilizando un tamaño de gotas de 300 micras (IAC -Wageningen, citado por Leiva, s.f.).

Según Olivet (2016) las recomendaciones de ámbito general sobre el tamaño de gotas más adecuado y cobertura necesaria, se pueden resumir en el siguiente cuadro.

Cuadro No. 1. Cobertura y tamaño de gotas en base a tipo de herbicida utilizado

Producto	Cobertura (gotas/cm ²)	Tamaño de gota (µm)
Herbicida		
Preemergente	20-30	300-400
Plántula	30-40	150-250
Planta (contacto)	50-70	150-250
Planta (sistémico)	30-40	150-250

La cantidad de gotas producidas depende de las características de las boquillas en cuanto a la presión, el tipo y el tamaño de orificio de salida de estas.

Respecto a las boquillas, Shepard et al. (2006) determinan que las mismas poseen tres funciones: determinan el caudal aplicado por hectárea, producen gotas de un tamaño determinado y proporcionan una adecuada distribución del líquido en toda la superficie bajo tratamiento. Por lo tanto, el tipo de boquilla puede afectar el volumen de caldo aplicado, la uniformidad y la cobertura sobre el objetivo.

Figueredo et al. (2007) han determinado que gotas grandes generan una baja cobertura superficial al igual que una baja uniformidad de la distribución, mientras que gotas pequeñas generan mayor uniformidad de distribución, pero pueden provocar problemas de deriva como la contaminación de zonas alejadas al sitio de aplicación. Cuanto menor es la gota, mayor es la potencialidad de sufrir deriva (Herrera et al., 2008).

La deriva se define como aquella parte de la aspersion que no alcanza el blanco objetivo del tratamiento.

Por otro lado, el tamaño de gota necesario es determinado por el modo de acción del producto a utilizar. Así, se afirma que para productos de acción sistémica se necesitan menos cantidad de impactos si se compara con productos de acción de contacto.

Al respecto, Texeira (2010) estableció que para fungicidas de acción sistémica son necesarias entre 20 a 30 gotas.cm⁻² y para productos de acción de contacto las gotas necesarias están entre las 50 a 70 gotas.cm⁻².

Trabajos realizados por Almeida et al. (2016) los cuales experimentaron sobre *Eichhornia crassipes*, investigaron 3 tamaños de gota (fina,

extremadamente gruesa y ultra gruesa) combinando con 2 volúmenes de caldo (100 y 200 L.ha⁻¹) en la aplicación del herbicida de contacto diquat. Los autores concluyeron que utilizando un volumen de 100 L.ha⁻¹, lograron menores densidades de gotas (gotas por cm²) solo con la clase gotas finas, sin embargo, con dicho volumen se redujo el porcentaje de cobertura objetivo con todas las clases de gotas. En cambio, afirmaron que la clase de gota fina no obtuvo diferencia significativa con la extremadamente gruesa para las variables densidad y cobertura de gotas. En contraparte, la clase de gotas ultra gruesas presentaron menores densidades y cobertura. Con volúmenes de aplicación de 200 L.ha⁻¹, obtuvieron mejor cobertura con gotas finas en comparación a las extremadamente gruesas y ultra gruesas. Asimismo, en la eficacia de control de la aplicación del herbicida diquat, los tamaños de gotas no difirieron en el control luego de 28 días desde la aplicación.

Balbuena y Stábile (2018) evaluaron dos tamaños de gota, fina y muy gruesa, con 3 volúmenes de aplicación (50, 80 y 110 L.ha⁻¹) para determinar deposición y eficiencia de control de la aplicación de herbicida paraquat, en especies de *Conyza spp.*, *Stipa sp.*, *Bromus sp.* y *Medicago sativa*. Los resultados que obtuvieron variaron dependiendo de las especies. Para el caso de *Bromus sp* obtuvieron mayor deposición en el tratamiento con gotas finas y volumen de 110 L.ha⁻¹, sin embargo, no hubo diferencias en los tratamientos con gotas gruesas para los 3 volúmenes en estudio. En el caso de *Medicago sativa* el único tratamiento que presentó diferencias significativas, fue el de 80 L.ha⁻¹ donde se obtuvo mayor deposición con gota fina. Sin embargo, al corroborar eficiencia de control en estas especies luego de 14 días de la aplicación, todos los tratamientos presentaron igual comportamiento. Para *Conyza spp* no se obtuvieron diferencias en cuanto a tamaño de gota, para las variables de estudio deposición y eficiencia de control, pero se obtuvieron mayores deposiciones con 50 L.ha⁻¹. En contraparte, para la especie *Stipa sp* el tratamiento que determinó mayor deposición fue el con gota muy gruesa, sin embargo, el tratamiento que presentó mayor control fue el de 110 L.ha⁻¹, independientemente del tamaño de gota.

2.3 HERBICIDA PARAQUAT

2.3.1 Características químicas

El paraquat se trata de un herbicida no selectivo de amplio espectro desecante y de tipo de acción de contacto. Pertenece a la familia química del bipyridilo, y su nomenclatura química 1,1'-dimethyl-4,4'-bipyridinium. El principio activo de este herbicida es el paraquat al 27,6%. Se presenta en concentrado soluble- SL (SATA, 2019).

El mecanismo de acción se trata de un inhibidor de la fotosíntesis en el fotosistema I (FSI). Debido a su tipo de acción de contacto, se recomienda su utilización en conjunto con surfactantes permitiendo mayor superficie de mojado y mejorando la penetración foliar (Centro de Investigación de Paraquat, 2017)

2.3.2 Modo acción herbicida

Se destaca de la información que se obtuvo del texto del Centro de Investigación de Paraquat (2017) las principales características de dicho herbicida de contacto.

El mismo actúa en presencia de la luz de manera post emergente, secando todas las partes verdes con las cuales entra en contacto el mismo, afectando principalmente el proceso de fotosíntesis. Luego de ser aplicado, la penetración del herbicida a través de la superficie foliar ocurre casi de inmediato, donde la absorción se ve favorecida con alta intensidad de luz y humedad.

El lugar donde actúa el paraquat es en los cloroplastos, sobre el sistema de membranas de la fotosíntesis denominado fotosistema I, que produce electrones libres para accionar la fotosíntesis. Los mismos reaccionan con el ion de paraquat para darle forma de radical libre.

Dicho radical libre en contacto con oxígeno se transforma, produciendo en dicho proceso super óxidos, los cuales atacan a los ácidos grasos insaturados de la membrana, generando que las mismas se colapsen y se desintegren, así como también los tejidos de las células. La ruptura de las membranas celulares permite la liberación del agua almacenada en el follaje, provocando la desecación.

La actividad herbicida se desarrolla rápidamente en unas pocas horas frente a condiciones cálidas y soleadas, alta actividad fotosintética, provocando como resultado desecamiento y marchitamiento de las plantas asperjadas. No obstante, frente a condiciones nubladas o de menor intensidad lumínica, la acción desecante es más lenta debido a una menor fotosíntesis.

Por lo tanto, se considera como factores claves para un buen resultado la luz, oxígeno y clorofila para obtener los rápidos efectos herbicidas característicos del paraquat.

2.3.3 Usos de paraquat

El herbicida paraquat ha sido una alternativa de gran efectividad en el control de malezas y también es utilizado para la desecación de diversos cultivos incluyendo sorgo, algodón y maíz.

Al respecto, la RAP-AL (s.f.) ha determinado que dicho herbicida, es ampliamente usado en la agricultura en Uruguay, y muy especialmente en las malezas tolerantes o resistentes que han aparecido en los últimos años en los cultivos de la soja transgénica, como es el caso de la conyza, seguida por el raigrás y actualmente se están viendo problemas con el yuyo colorado (de la especie *Amaranthus palmeri*).

Dicho incremento en su utilización se vio reflejado en las importaciones de paraquat en Uruguay, las cuales se multiplicaron 12 veces desde 2014 al 2018 según la MGAP. DGSSAA (2018, figura 1).

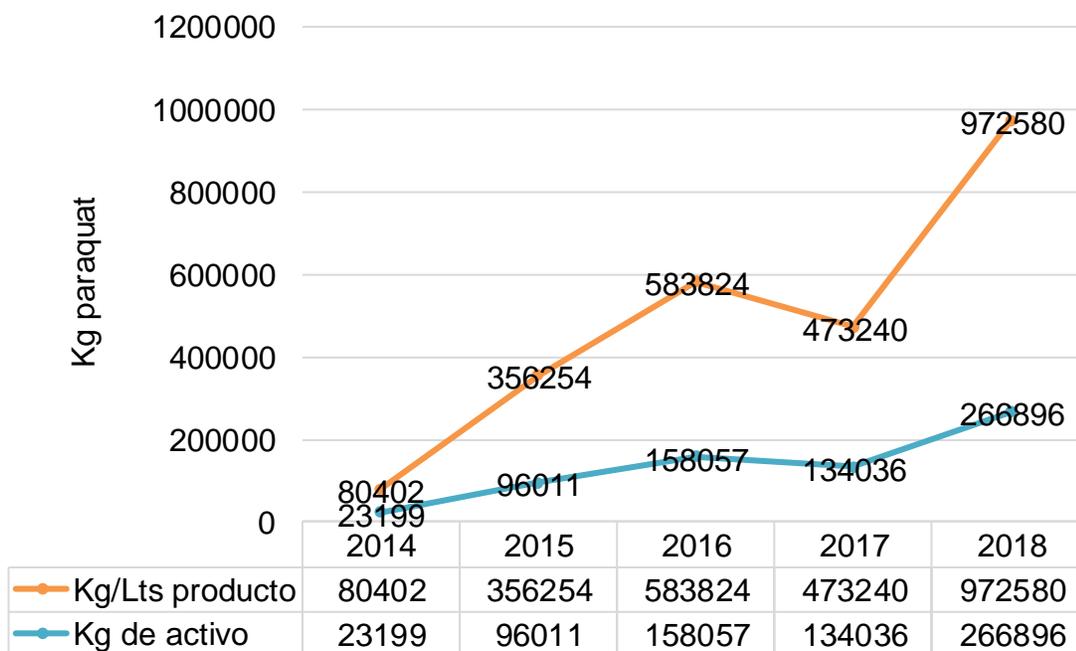


Figura No. 1. Importaciones de paraquat en miles de Kg de ingrediente activo y Kg/lts de producto formulado en Uruguay y su evolución en los años

En cuanto a los resultados obtenidos de los herbicidas tipo desecantes, se destaca el trabajo de Evers (2002), el cual evaluó la desecación de distintos herbicidas sobre las gramíneas perennes. Como herbicidas se utilizaron el paraquat, el glifosato y el dalapon. Se obtuvieron los mejores resultados utilizando el paraquat, respecto al resto de los utilizados, ya que proporcionó una desecación rápida y completa.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 LOCALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO

El experimento se realizó sobre un raigrás espontaneo enmalezamiento de una cobertura de avena. El mismo estaba ubicado próximo a Lorenzo Geyres, en el departamento de Paysandú (coordenadas 31°58'26.5"S 58°01'46.6" W).

La cobertura había recibido 20 días antes una aplicación de glifosato (1440 g ea/ha) + 2.4- D (0.6 kg ia/ha) la cual controló la avena, pero el raigrás con visible expresión de resistencia no fue controlado.



Figura No. 2. Raigrás en cobertura de avena

Al momento de la aplicación el raigrás se encontraba en etapa de pleno y profuso macollaje.

3.2 DISEÑO Y DESCRIPCIÓN DE TRATAMIENTOS

El diseño experimental fue de bloques completos al azar, con arreglo factorial de los tratamientos, siendo los factores volumen de aplicación y tamaño de gota, con tres repeticiones.

Los tratamientos correspondieron a 3 volúmenes de aplicación, 50, 80 y 110 L/ha y dos tamaños de gota, que buscaban ejemplificar gota fina y gota gruesa. Pero para las boquillas y condiciones operativas utilizadas, según la descripción del catálogo Teejet, las mismas correspondieron a las que se describen en el cuadro 2. Igualmente, de manera de simplificar, las mismas serán nombradas como gota fina y ultra gruesa.

Cuadro No. 2. Descripción de los tratamientos y las condiciones operativas de ejecución

Trat.	Volumen (L.ha ⁻¹)	Tamaño de gota*	Boquilla	Presión de trabajo	Velocidad avance (km/h)
T1	50	Fina	XR 110015	2.7	16
T2		Ultra gruesa	TTI 110015	2.7	16
T3	80	Fina	XR 11003	2.5	17
T4		Ultra gruesa	AI 11003	2.5	17
T5	110	Media	XR 11004	2.8	17
T6		Ultra gruesa	AI 11004	2.8	17

*Tamaño de gota determinado según el catálogo Teejet.

3.3 METODOLOGÍA DE INSTALACIÓN

La aplicación fue realizada el 3 de octubre de 2016, con un equipo pulverizador terrestre autopropulsado marca PLA MAP 3500, con un ancho operativo de 32 metros y con una capacidad de 3500 litros en el tanque, con distancia entre boquillas de 0.5m. Para la confección de los tratamientos en cada mitad del botalón se pusieron las boquillas para diferente tamaño gota en el mismo caudal.

El horario de aplicación fue entre las 13 y 14 horas, siendo las condiciones meteorológicas promedio de ese periodo las que se presentan en el cuadro 3.

Cuadro No. 3. Condiciones meteorológicas promedio para el periodo de aplicación

Aplicación	Hora	Temp. (°C)	HR (%)	Viento (km/h)
50 L	13:10	28.3	48.5	8.2
80 L	13:32	28.3	45.6	4.5
110 L	13:44	27.7	45.8	5.2

El herbicida usado para el control de raigrás fue paraquat (dicloruro de 1,1'-dimetil-4,4'-bipiridilo) a la dosis comercial de 2 L.ha⁻¹.

Al caldo se le adicionó un trazador, azul brillante (FD&C Azul No.1) previamente diluido para la cuantificación de la deposición sobre las hojas de raigrás.

Previo a la dilución del herbicida en el tanque, se tomó una muestra de agua para el análisis. Los datos de dureza fueron de 149.7 mg/L CaCO³.

Luego de la preparación de cada mezcla según volumen a aplicar se tomó una muestra para ajustar exactamente la cantidad de trazador agregado para la estimación de la cantidad que llegó de lo aplicado.

3.4 DETERMINACIONES DEL ESPECTRO DE GOTAS

Se colocaron tarjetas hidrosensibles en soportes metálicos a 30 cm del suelo para conocer el espectro de gotas de cada tratamiento.

Luego de la aplicación fueron retiradas y acondicionadas para ser escaneadas y luego evaluadas con el programa de conteo de gotas CIR 1.5, el cual permitió determinar las características poblacionales de las gotas, como la densidad de impactos, el DVM, DVM 0.1, DVM 0.9, amplitud relativa y porcentaje de cobertura de gotas.

3.5 DETERMINACIONES DE LA DEPOSICIÓN EN RAIGRÁS

Luego de finalizada la aplicación de todos los tratamientos, se procedió a la recolección de 20 macollos por parcela. Los mismos fueron acondicionados en bolsas de nylon previamente identificadas, para luego ser lavados con 60 mL de agua para retirar el azul de las hojas. La solución resultante fue almacenada en envases plásticos sin incidencia de luz hasta su cuantificación.

Para la evaluación de la absorbancia de la solución depositada en cada macollo se utilizó un espectrofotómetro marca UNICO, en una longitud de onda de 630 nm.

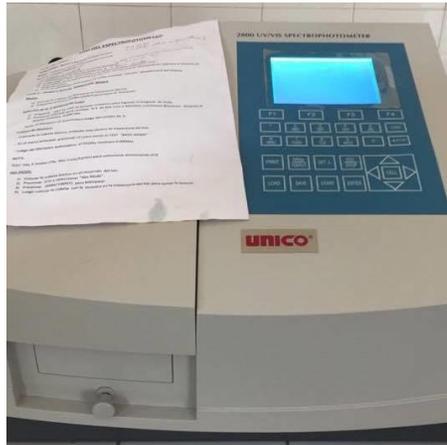


Figura No. 3. Espectrofotómetro

Previamente se elaboraron curvas de absorbancia a partir de cantidades conocidas de azul brillante, con lo cual, mediante los parámetros de la regresión y el dato de absorbancia de cada muestra se estimó la cantidad de trazador por macollo.

Inmediatamente de lavadas las plantas, fueron colocadas en sacos de papel y ubicadas en estufas a temperatura de 65°C para la obtención del peso seco, de esta forma se expresó la cantidad de azul en ppm/g de materia seca (MS).

3.6 DETERMINACIONES DEL CONTROL

A los 3, 7 y 10 días post- aplicación se realizaron evaluaciones de control del raigrás usando la escala de fitotoxicidad, donde planta sin control es 0 y 100% corresponde a una planta muerta, con valores intermedios de control.

3.7 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Las variables cantidad de azul brillante expresado en ppm de producto por gramo de MS fueron analizados siguiendo el siguiente modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_k + L_i + H_j + (LH)_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

Y_{ijk} = Variable aleatoria observable

μ = Media general.

β_k = efecto del k-ésimo bloque
 L_i = Efecto del i-ésimo volumen
 H_j = Efecto del j-ésimo tamaño de gota
 $(LH)_{ij}$ = Interacción entre volumen y tamaño de gota
 ϵ_{ijk} = Error experimental

Para el análisis estadístico de los datos se utilizó el programa INFOSTAT. Las medias de ppm de producto por gramo de MS fueron comparadas usando el test de Tukey.

Todos los datos fueron comparados con un 10% de significancia.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 ESTUDIO POBLACIÓN DE GOTAS EN TARJETAS HIDROSENSIBLES

En el estudio de población de gotas, realizado sobre las tarjetas hidrosensibles, el análisis estadístico fue hecho para cada parámetro individual. En el mismo se estableció la densidad, cobertura y amplitud relativa de gotas para cada variable.

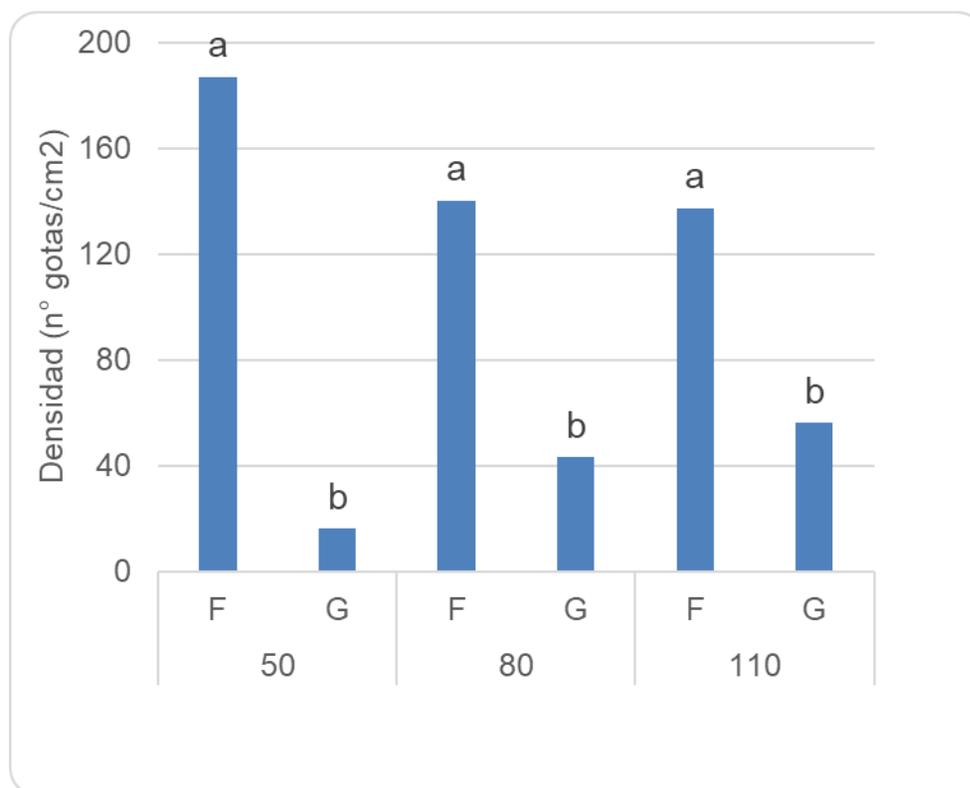
El análisis estadístico de las medidas para la cuantificación de la población de gotas se refleja en el cuadro 4. En el mismo, la densidad de gotas presentó efectos significativos para tamaño de gota y para la interacción volumen por tamaño de gota, en la cobertura se evidenció significancia para la interacción y para los factores principales, mientras que, para la amplitud relativa solo se observó diferencias en las variables principales, volumen y tamaño de gota.

Cuadro No. 4. ANAVA parámetros característicos de población gotas

	Densidad (no. gotas/cm ²)	Cobertura	Amplitud relativa
	p- valor		
Volumen (Vol.)	0.82	0.0001	0.001
Tamaño gota (TG)	0.0001	0.01	0.002
Vol. * TG	0.02	0.06	0.38

En el gráfico 4, se observa que las mayores densidades de gotas se registraron para el tamaño de gota fina, sin diferencias significativas entre los tres volúmenes, y con superioridad en todos los casos frente a la gota ultra gruesa, tal como era deseado y esperable, ya que, al utilizar un herbicida de contacto como paraquat a mayor cantidad impactos mayor superficie de acción.

El menor volumen de aplicación, 50 L.ha⁻¹, presentó en promedio 187 impactos por cm², utilizando boquillas de abanico plano (fina). Asimismo, para dicho volumen se obtuvieron las menores densidades de gotas (16 impactos/cm²) utilizando boquillas de aire inducido (ultra gruesa).



Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p < 0,10$).

Figura No. 4. Densidad de gotas (impactos/cm²) para volumen y tamaño de gota

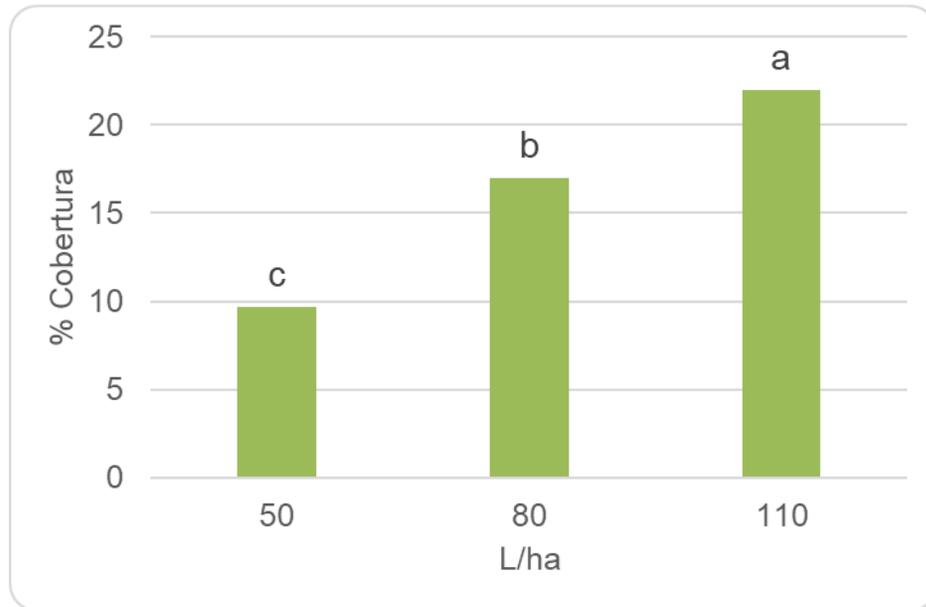
En los gráficos de las figuras 5 y 6, se presentan las coberturas de gotas para los factores volumen y tamaño de gota respectivamente.

Al analizar el efecto del volumen, se observa que la cobertura aumenta a medida que los mismos crecen, presentando valores significativamente diferentes para los 3 volúmenes estudiados.

El mayor porcentaje de cobertura (22%), como era de esperarse, se obtuvo utilizando 110 L.ha⁻¹, el cual fue 12% y 5% superior respecto a los volúmenes de 50 y 80 L.ha⁻¹ respectivamente.

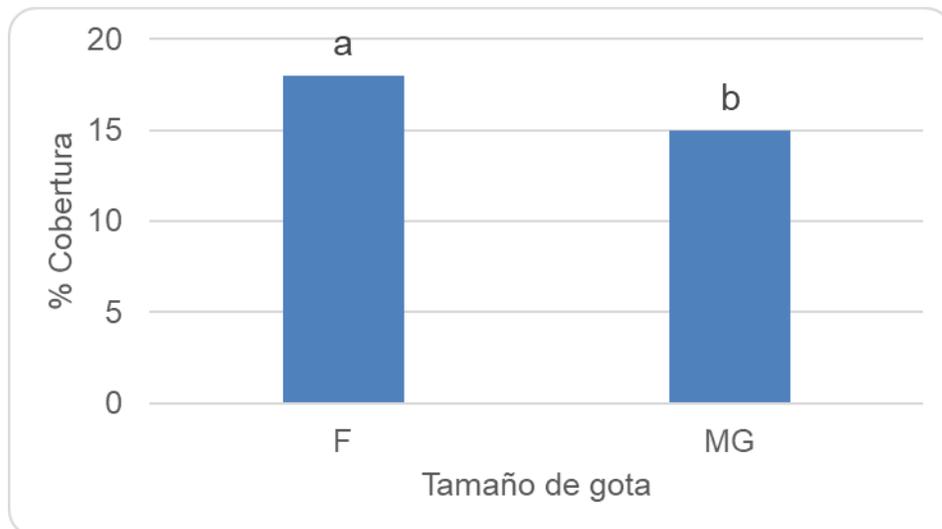
En cuanto al tamaño de gota, tal como se vienen reflejando en los resultados, hubo efecto significativo, presentando mayor cobertura con boquillas de abanico plano en contraparte de boquillas de aire inducido. Dichos resultados determinan la variabilidad en la cobertura determinada por los

distintos volúmenes y boquillas utilizadas, tendiendo a ser mayor utilizando mayor volumen y gota fina.



Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p < 0,10$).

Figura No. 5. Cobertura (%) de gotas para la variable volumen

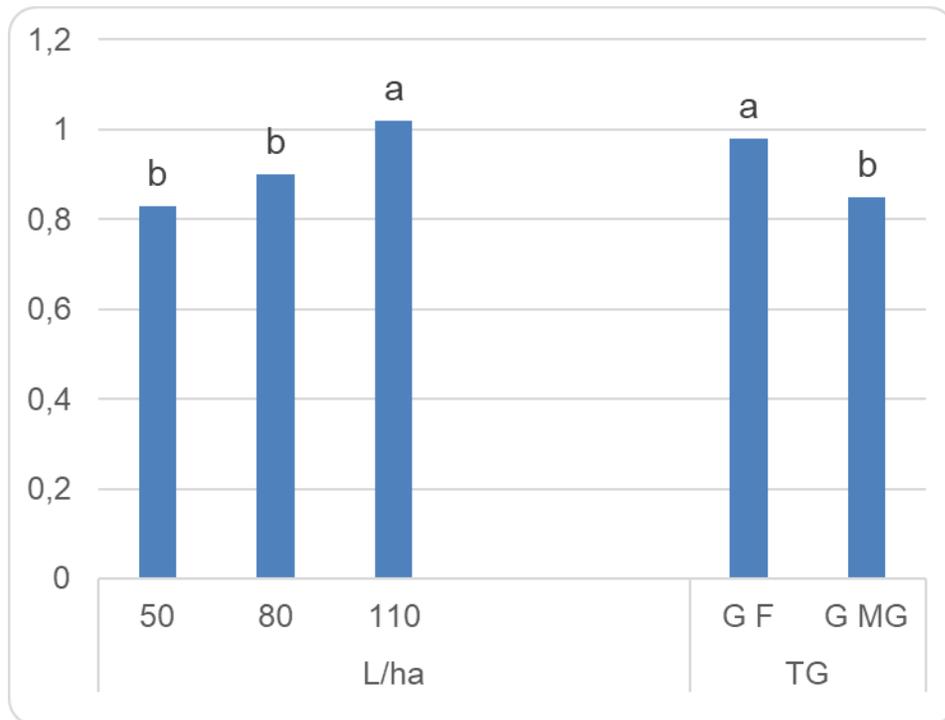


Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p < 0,10$).

Figura No. 6. Cobertura (%) de gotas para la variable tamaño de gota

El último parámetro analizado para el estudio de la población de gotas fue la amplitud relativa. En el gráfico de la figura 7, se presentan las distintas amplitudes para volumen y tamaño de gota. Cuando se trabajó con volúmenes de 50 y 80 L.ha⁻¹, se obtuvieron valores similares, entre 0,83 y 0,9 respectivamente, mientras que con 110 L.ha⁻¹, el valor fue significativamente diferente a los anteriores, registrando 1,02 de dispersión para dicho volumen.

Al analizar el tamaño de gota, las cuales presentaron diferencias significativas, la gota fina registro un valor de 0,98, mientras que la gota ultra gruesa presento un valor de 0,85. Estos resultados obtenidos, reflejan una superioridad en la uniformidad de las gotas para los menores volúmenes en estudio y utilizando tamaños de gotas ultra gruesa.



Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p < 0,10$).

Figura No. 7. Amplitud relativa de gotas para volumen y tamaño de gota

4.2 DEPOSICIÓN DEL TRAZADOR EN RAIGRÁS

El análisis estadístico de la cantidad de producto que llegó a cada planta de raigrás se analizó para los factores principales y para la interacción de estos, volumen por tamaño de gota (cuadro 5).

La deposición presentó diferencias significativas para las dos variables de estudio, volumen, tamaño de gota y también para la interacción de los mismos.

Cuadro No. 5. Análisis de varianza de la deposición para cada factor de estudio

Variable Factor	Deposición
	p-valor
Volumen	0.0001
Tamaño de gota (TG)	0.0013
Volumen * TG	0.0001

Tal como se puede percibir en el cuadro 6, el tratamiento con el cual se logró la mayor deposición fue con el volumen de 110 L.ha⁻¹, utilizando tamaño de gota fina, en el cual se obtuvo 3,4450 mg/g MS de raigrás y con diferencia significativa ($p \leq 0.10$) en la deposición con la gota ultra gruesa en dicho volumen.

En relación al volumen, no se encontraron diferencias significativas para los volúmenes mayores, de 80 y 110 L.ha⁻¹ utilizando gota fina, aunque si se evidenciaron las menores deposiciones para el volumen de 50 L.ha⁻¹. Para el tratamiento de 80 L.ha⁻¹, no se obtuvieron diferencias con el mayor volumen, al igual que tampoco se evidenciaron diferencias en los tamaños de gota.

Teniendo en cuenta el buen desarrollo vegetativo del raigrás al momento de la aplicación, no se lograron buenas deposiciones con bajos volúmenes, reflejándose una diferencia inferior de 65% respecto al mayor volumen en estudio.

Considerando el comportamiento dentro de cada tamaño de gota, para el caso de gota fina, no hubo diferencias significativas para los distintos caldos de aplicación estudiados, sin embargo, para gota ultra gruesa se reflejó menor deposiciones en el mayor volumen de aplicación, quizás explicado por un posible escurrimiento para ese volumen de las gotas de mayor peso.

Estos resultados se asimilan a los obtenidos por Almeida et al. (2016), los cuales en experimento con diquat, herbicida de contacto, determinaron que con mayores volúmenes de aplicación se presentaban mayores deposiciones, como en dicho estudio.

Cuadro No. 6. Cantidad de azul brillante (mg/g MS) en raigrás para la interacción volumen por tamaño de gota

Volumen (L/ha)	Tamaño de gota	
	Fina	Ultra gruesa
50	1.2388 Ba	1.4600 Ca
80	3.2473 Aa	2.9163 Aa
110	3.4450 Aa	2.1689 Bb

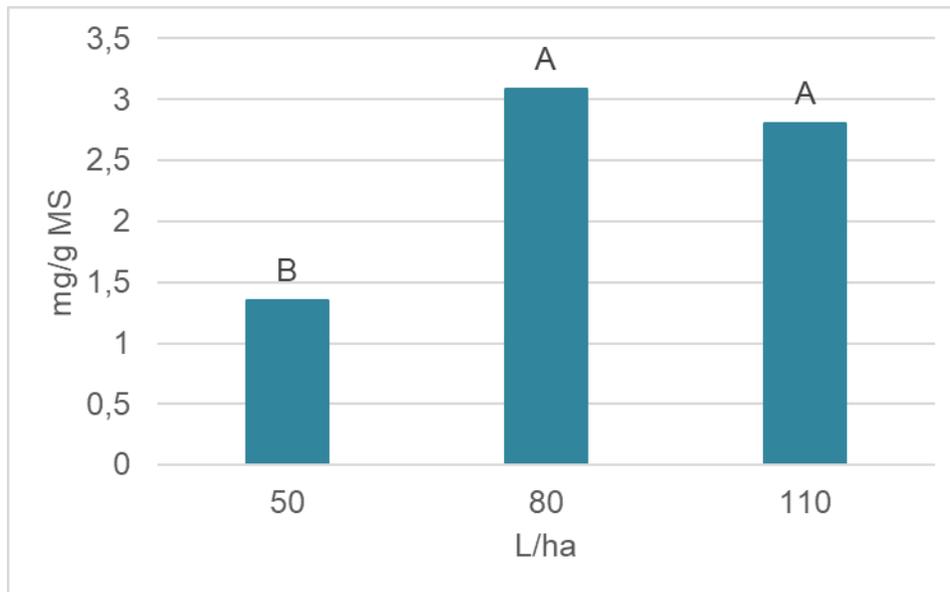
Letras mayúsculas compara volumen para cada tamaño de gota y letras minúsculas compara tamaño de gota en cada volumen ($p < 0,10$).

Al analizar los factores principales, desconsiderando la interacción, en lo que respecta a la variable volumen, se puede observar en el gráfico de la figura 8, las mayores deposiciones para 80 y 110 L.ha⁻¹, sin diferencia significativas entre ambos, pero con una superioridad del 10% para el volumen medio del experimento.

Contrariamente para al volumen de 50 L.ha⁻¹, las deposiciones disminuyeron en un 55% en relación a los restantes volúmenes en estudio.

Al comparar estos resultados con los obtenidos por Ramsdale y Messersmith (2001), los cuales obtuvieron aumentos en las deposiciones al utilizar mayores volúmenes de aplicación, se observan semejanzas con los expresados en dicho estudio.

En cambio, experimentos realizados por Bueno et al. (2014), los cuales trabajaron con el herbicida glifosato, de acción sistémica a diferencia del trabajado en este ensayo, los autores no obtuvieron diferencias significativas en la deposición utilizando volúmenes contrastantes, que iban de 30 a 150 L.ha⁻¹. En base a los resultados mencionados, se puede identificar la clara asociación de las deposiciones con los volúmenes utilizados, en relación con el mecanismo de acción de los herbicidas.



Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p < 0,10$).

Figura No. 8. Cantidad de azul en plantas de *Lolium multiflorum* para el factor volumen

Al analizar las deposiciones del efecto del tamaño de gota, se identificó una superioridad en los tratamientos con gota fina de un 17% mayor respecto a los tratados con gota ultra gruesa, presentando diferencias significativas entre ambas, tal como se presenta en la figura 9. Pero como fuera comentado anteriormente, este análisis debe considerar la interacción y solamente para el mayor volumen se constató ventajas de la gota fina.

Estos resultados coinciden con los obtenidos por Charbonnier et al. (2011), donde los autores obtuvieron mayores deposiciones en los tratamientos con gota fina en contraparte a resultados obtenidos con gota ultra gruesa.



Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p < 0,10$).

Figura No. 9. Cantidad de trazador en plantas de raigrás para tamaño de gota

4.3 CONTROL DE RAIGRÁS

En el cuadro 7, se presenta los análisis de varianza de los niveles de control en las plantas de raigrás para cada factor y los días de evaluación.

En las distintas fechas de evaluación solo hubo efecto en el volumen de aplicación, no presentando diferencias significativas para tamaño de gota y tampoco interacción de los factores estudiados.

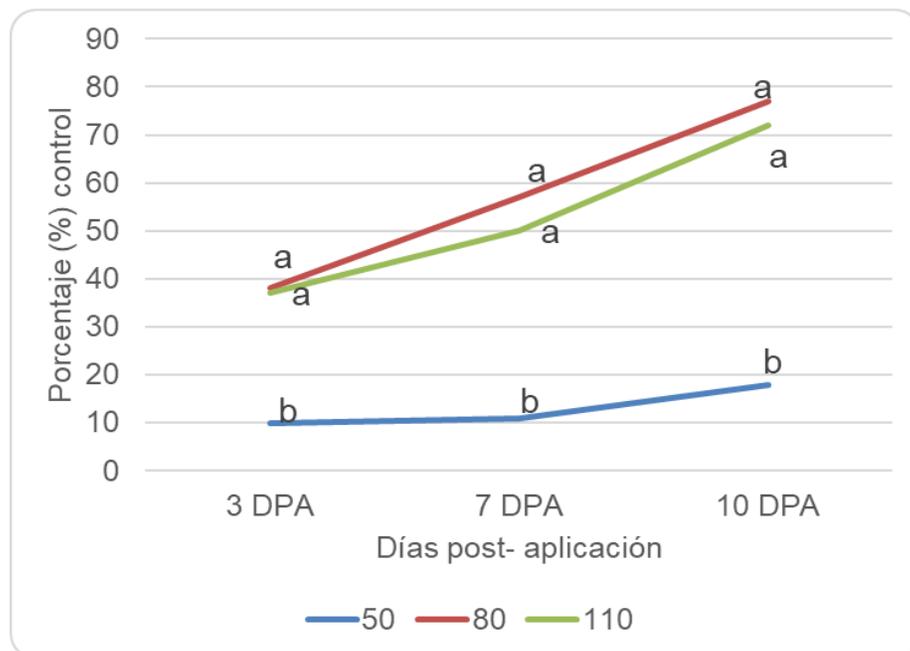
Cuadro No. 7. Análisis de varianza del control para cada factor de estudio

Factor Variable	Control 3 DPA*	Control 7 DPA	Control 14 DPA
	p-valor		
Volumen	<0.0001	<0.0001	0.0008
Tamaño de gota (TG)	0.6208	0.8773	0.8450
Volumen * TG	0.1388	0.3071	0.9850

*DPA: días post- aplicación.

En la figura 10 se presenta los resultados de control por efecto del volumen, siendo que fue el único factor con diferencias significativas. Al analizar la evolución del control, a los 3 días post-aplicación, se aprecia que los tratamientos que lograron un menor control fueron al aplicar con volúmenes de 50 L.ha⁻¹, el cual fue cercano al 10%, mientras que los restantes tratamientos lograron controles de un promedio de 40% aproximadamente. Luego de 7 días, el menor control se registró nuevamente para el menor volumen, con valores de 8,3% y manteniéndose la superioridad de los mayores volúmenes cercanos al 54% de control. En la última evaluación registrada los porcentajes de control fueron muy buenos cercanos al 75%, para los tratamientos de 80 y 110 L.ha⁻¹, sin embargo para el tratamiento de menor caudal los niveles no superaron el 20% de control de raigrás con el herbicida paraquat, indicando que ya era evidente un rebrote de las plantas de este tratamiento.

Al comparar estos resultados con otros en productos también de baja sistemía como los fungicidas, se observa que se asemejan a los obtenidos por Charbonnier et al. (2011) ya que obtuvieron mayores niveles de control con los mayores volúmenes de 60.7 y 102 L.ha⁻¹, independientemente del tamaño de gota, comportamiento que fue identificado para todas las fechas de evaluación correspondientes en dicho estudio.



Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p < 0,10$).

Figura No. 10. Nivel de control para los 3 volúmenes en las fechas evaluación

Aun cuando no se constató interacción entre tamaño de gota y volumen de aplicación, se presentan los valores promedio para interacción en el cuadro 8.

Como era deseado, luego de 10 días de realizada la aplicación se registraron niveles de control cercanos al 78% para el volumen medio (80 L.ha¹), con una superioridad de 7% y 58% respecto a 110 y 50 L.ha¹ respectivamente.

A partir de dichos resultados, se puede determinar que no existen ventajas de utilizar gotas finas por sobre las gotas ultra gruesas, para obtener mayor eficiencia de control de raigrás. Esto es ventajoso ya que permite disminuir riesgos de deriva, y atiende a la creciente preocupación y reclamo de la sociedad respecto a las aplicaciones de fitosanitarios.

Cuadro No. 8. Nivel de control (%) para la interacción volumen por tamaño gota

Variable	Control (%) 3 DPA	Control (%) 7 DPA	Control (%) 10 DPA
50 L.ha ⁻¹			
Fina	7	8	18
Ultra gruesa	12	12	22,5
80 L.ha ⁻¹			
Fina	45	68	78
Ultra gruesa	32	45	78
110 L.ha ⁻¹			
Fina	35	50	72
Ultra gruesa	38	50	72

Letras mayúsculas compara volumen para cada tamaño de gota y letras minúsculas compara tamaño de gota en cada volumen ($p < 0,10$).

A modo de síntesis de los resultados obtenidos, hubo interacción de los factores volumen por tamaño de gota para la deposición, densidad y cobertura de gotas. Sin embargo, la eficiencia de control del raigrás, solo respondió al volumen de aplicación con la que se aplicó el paraquat.

La respuesta del control se asoció más a la cantidad de producto que llegó a las plantas, cuantificado en la deposición de trazador aplicado, más que a la densidad de gotas y cobertura de estas, que demostraría la distribución del producto en la planta. Y a pesar que la cobertura de los 80L.ha⁻¹ fueron diferentes del mayor volumen esto no condicionó el control de la maleza.

Claramente la mayor densidad de gotas obtenidas por aplicar con boquilla que generan gotas finas, no propiciaron un mayor control.

5. CONCLUSIONES

En las condiciones particulares de este experimento, la deposición del pulverizado y el control en raigrás fue dependiente del volumen de aplicación, donde se puede concluir que el volumen utilizado de 80 L.ha-1 determinó las mejores deposiciones y control de raigrás, independiente del tamaño de gota, utilizando herbicidas de contacto como paraquat.

6. RESUMEN

La creciente problemática de raigrás resistente a glifosato, consecuencia del uso indiscriminado de herbicidas con el mismo mecanismo de acción, ha generado una mayor presión de selección sobre las malezas a campo, predominando biotipos tolerantes o resistentes, que desarrollan ciertas estrategias que determinan el incremento de resistencia a herbicidas. Los controles del raigrás previo a la instalación de cultivos estivales se han dificultado por lo anteriormente mencionado y ha obligado a utilizar diferentes alternativas para su control. En este contexto se planteó como objetivo para este trabajo evaluar la combinación de tres volúmenes de aplicación (50, 80 y 110 L.ha⁻¹) y dos tamaños de gota (fina y ultra gruesa) en la deposición del caldo, características de la población de gotas y la eficiencia de control de paraquat en raigrás resistente. El experimento fue realizado sobre un raigrás de espontaneo enmalezamiento de una cobertura de avena, próximo a Lorenzo Geyres, ubicado en el departamento de Paysandú. El diseño utilizado fue de bloques completamente al azar, con 3 repeticiones, en los que se combinaron los 3 volúmenes de aplicación y los 2 tamaños de gota. Para la evaluación de deposición se utilizó el trazador Azul Brillante, el que se aplicó junto con el herbicida y fue recolectado 20 plantas por parcela, las que fueron lavadas con agua destilada para posterior evaluación en espectrofotómetro a 630 nmy expresar la cantidad de Azul por gramo de materia seca. Las características de la población de gotas fueron realizadas a partir del conteo en tarjetas hidrosensibles. El control en la maleza fue realizado por observaciones de daño en diferentes fechas post aplicación. Hubo interacción de los factores volumen por tamaño de gota para la deposición, densidad y cobertura de gotas. Sin embargo, la eficiencia de control del raigrás, solo respondió al volumen de aplicación con la que se aplicó el paraquat. Siendo el volumen de 80L.ha⁻¹ el de mayor control independientemente del tamaño de gota.

Palabras clave: Paraquat; Volumen; Tamaño de gota; Densidad.

7. SUMMARY

The growing problem of glyphosate resistant ryegrass, a consequence of the indiscriminate use of herbicides with the same mechanism of action, has generated a greater selection pressure on weeds in the field, with tolerant or resistant biotypes prevailing, which develop certain strategies that determine the increase in herbicide resistance. The rootstock controls prior to the installation of summer crops have been hindered by the aforementioned and forced to use different alternatives for their control. In this context, the objective of this work was to evaluate the combination of three application volumes (50, 80 and 110 L.ha⁻¹) and two drop sizes (fine and ultra thick) in the deposition of the broth, characteristics of the Drop population and control efficiency of paraquat in sturdy ryegrass. The experiment was carried out on a sponge roots in a covering of oats, next to Lorenzo Geyres, located in the department of Paysandú. The design used was completely randomized blocks, with 3 repetitions, in which the 3 application volumes and the 2 drop sizes were combined. For the deposition evaluation, the Bright Blue tracer was used, which was applied together with the herbicide and was collected 20 plants per plot, which were washed with distilled water for subsequent spectrophotometer evaluation at 630 nm and expressing the amount of Blue per gram of dry matter. The characteristics of the population of drops were made from the counting on water-sensitive cards. Weed control was performed by observations of damage at different post application dates. There was interaction of the factors volume by size of drop for the deposition, density and coverage of drops. However, the ryegrass control efficiency only responded to the volume of application with which the paraquat was applied. The volume of 80 L.ha⁻¹ being the most controlled regardless of the size of drop used.

Keywords: Paraquat; Volume; Drop size; Density.

8. BIBLIOGRAFÍA

1. Almeida, D. P.; Agostini, A. R.; Yamauchi, A. K.; Decaro, J. R.; Ferreira, M. C. 2016. Volumes de aplicação e tamanhos de gotas para aplicação do herbicida diquat no controle de *Eichhornia crassipes*. Planta Daninha. 34 (1):171-179.
2. Baerson, S. R.; Rodriguez, D.; Tran, M.; Feng, Y.; Biest, N. A.; Dill, G. M. 2002. Glyphosate-resistant goosegrass. Identification of a mutation in the target enzyme 5-enolpyruvylshikimate-3- phosphate synthase. Plant Physiology. 129:1265-1275.
3. Balbuena, J.; Stábile, G. 2018. Efectos de distintas tecnologías de aplicación en la deposición y control de herbicida paraquat. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 47 p.
4. Boller, W.; Schlosser, J. F. 2010. Consideraciones operativas de las boquillas pulverizadoras. In: Magdalena, J. C. coord. Tecnología de aplicación de agroquímicos. Alto Valle, INTA. pp. 89-95.
5. Bueno, M. R.; Alves, G. S.; Paula, A. D. M.; Cunha, J. P. A. R. 2013. Volumes de calda e adjuvante no controle de plantas daninhas com glyphosate. Planta Daninha. 31 (3):705-713.
6. _____; Cunha, J. P. A. R.; Naves, M. G.; Tavares, R. M. 2014. Deposição de calda e controle de plantas daninhas empregando pulverizador de barra convencional e com barra auxiliar, em volumes de calda reduzidos. Planta Daninha. 32(2):447-454.
7. Carámbula, M. 2002. Pasturas y forrajes: potenciales y alternativas para producir forraje. Montevideo, Hemisferio Sur. t. 1, 357 p.
8. Centro de Información del Paraquat, ES. 2017. La ciencia del paraquat. Modo de acción. (en línea). s.l. s.p. Consultado 20 jul. 2019. Disponible en <http://paraquat.com/es/banco-de-conocimientos/la-ciencia-del-paraquat>

9. Charbonnier, G.; Nadal, N.; Lafluf, P. I. 2011. Efecto del tipo de boquillas y el volumen en las aplicaciones para el control de enfermedades en trigo. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 52 p.
10. Cunha, J. P. A. R.; Dos Reis, E. F.; De Oliveira Santos, R. 2006. Controle químico da ferrugem asiática da soja em função de ponta de pulverização e de volume de calda. *Ciência Rural*. 36 (5):1360-1366.
11. Creech, C. F.; Henry, R. S.; Fritz, B. K.; Kruger, G. R. 2015. Influence of herbicide active ingredient, nozzle type, orifice size, spray pressure, and carrier volume rate on spray droplet size characteristics. (en línea). *Weed Technology*. 29(2):298-310. Consultado 11 ago. 2019. Disponible en <https://www.cambridge.org/core/journals/weed-technology/article/abs/influence-of-herbicide-active-ingredient-nozzle-type-orifice-size-spray-pressure-and-carrier-volume-rate-on-spray-droplet-size-characteristics/A7BB976E8B1275624D8886D28E75EAC4>
12. Evers, G. W. 2012. Herbicides for desiccating dallisgrass (*Paspalum dilatatum*), bermudagrass (*Cynodon dactylon*), pasture sod prior to overseeding with annual ryegrass (*Lolium multiflorum*). (en línea). *Weed Technology*. 16 (1):235-238. Consultado 24 jul. 2019. Disponible en [https://doi.org/10.1614/0890-037X\(2002\)016\[0235:HFDDPD\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1614/0890-037X(2002)016[0235:HFDDPD]2.0.CO;2)
13. Espinoza, N.; Díaz, J. 2005. Situación de la resistencia de malezas a herbicidas en cultivos anuales en Chile. In: Seminario Taller Iberoamericano Resistencia a Herbicidas y cultivos Transgénicos (2005, Colonia del Sacramento). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 74-82.
14. Félix, E.; Urioste, S. 2016. Primer reporte de resistencia a glifosato en *Lolium multiflorum* Lam en Uruguay y susceptibilidad de estas a herbicidas inhibidores de la accasa. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 50 p.

15. Fernández, G.; Villalba, J.; Scaglia, L. 2013. El manejo de herbicidas y la situación actual de malezas. In: Simposio Nacional de Agricultura (3º., 2013, Paysandú). Trabajos presentados. Montevideo, Hemisferio Sur. pp. 125-132.
16. Figueiredo, J.; Teixeira, M.; Coutinho, M.; Carvalho, F.; Herrera, M. 2007. Evaluación de la uniformidad de aplicación y del espectro de gotas de boquillas hidráulicas. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*. 16:47-52
17. Fischer, A.; Valverde, B. E. 2005. Evolución de resistencia a herbicidas, diagnóstico y manejo de malezas en arroz. In: Seminario Taller Iberoamericano de Resistencia a Herbicidas y Cultivos Transgénicos (2005, Colonia de Sacramento). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 20-41.
18. Galli, A. J. B.; Marochi, A. I.; Christoffoleti, P. J.; Trentin, R.; Tochetto, S. 2005. Ocorrência de *Lolium multiflorum* Lam resistente a glyphosate no Brasil. In: Seminario Taller Iberoamericano Resistencia a Herbicidas y Cultivos Transgénicos (2005, Colonia del Sacramento). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 61-71.
19. Galvan, J.; Rizzardi, M. A.; Scheffer-Baso, S. M. 2010. Aspectos morfológicos de biotipos de azevém com distinta susceptibilidade ao glifosato. In: Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas (27º., 2010, Ribeirão Preto, SP). Trabalhos apresentados. Ribeirão Preto, SP, Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas. pp. 865-869.
20. Heap, I. 2019. International survey of herbicide resistant weeds. (en línea). s.n.t. s.p. Consultado 07 ago. 2019. Disponible en <http://www.weedscience.org>
21. Herrera, M. I.; Rodríguez, G. J.; Texeira, M. M. 2008. Características operacionales de las boquillas de pulverización hidráulicas de chorro plano y cono hueco. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*. 17:61-67.
22. INIA (Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria, UY). 2018. Cultivos de servicio, cultivos de cobertura, puentes verdes ¿Es todo lo mismo? *Revista INIA*. no. 52:44-47.

23. Lauric, A.; De Leo, G.; Carbonell, C.; Vigna, M.; Leiva, D. s.f. Utilización de tarjetas hidrosensibles para evaluar el efecto de la presión sobre la calidad de aplicación. Bordenave, Buenos Aires, INTA. 8 p.
24. Leiva, P. D. s.f. Consideraciones generales en cuanto a la tecnología de aplicaciones de fungicidas. Pergamino, Buenos Aires, INTA. 8 p.
25. Magdalena, J. C.; Castillo Herrán, B.; Di Prinzio, A.; Homer Bannister, I.; Villalba, J. 2010. Tecnología de aplicación de agroquímicos. Alto Valle, INTA. 196 p.
26. MGAP. DGSSAA (Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. Dirección General de Servicios Agrícolas, UY). 2018. Datos estadísticos de importaciones de productos fitosanitarios. Importación de productos fitosanitarios 2018. (en línea). Montevideo. s.p. Consultado 20 jul. 2019. Disponible en <https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/datos-y-estadisticas/datos/importaciones-productos-fitosanitarios-0>
27. _____. DIEA (Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. Dirección de Investigaciones Estadísticas Agropecuarias, UY). 2018. Anuario estadístico agropecuario 2018. Montevideo. 211 p.
28. Olivet, J. 2016. Teórico: tecnología de aplicación. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 16 p.
29. Owen, M.; Powles, S. 2010. Glyphosate-Resistant Rigid Ryegrass (*Lolium rigidum*) populations in the Western Australian Grain Belt. (en línea). Weed Technology. 24 (1):44-49. Consultado 11 ago. 2019. Disponible en <https://doi.org/10.1614/WT-09-054.1>.
30. Papa, J.; Tuesca, D. 2014. El doble golpe como táctica para controlar “malezas difíciles”. Características de una técnica poco comprendida. (en línea). Santa Fe, INTA. 2014. Consultado 13 ago. 2019. Disponible en <http://inta.gob.ar/documentos/el-doble-golpe-como-tactica-para-controlar-malezas201cdificiles201d.-caracteristicas-de-una-tecnica-poco-comprendida/>.

31. PE (Poder Ejecutivo, UY). 2008. Decreto No. 405/008: regulación de uso y conservación de suelos y aguas superficiales. (en línea). Montevideo. s.p. Consultado 15 ago. 2019. Disponible en <https://www.impo.com.uy/bases/decretos/405-2008>
32. Pérez, A.; Kogan, M. 2003. Glyphosate-resistant *Lolium multiflorum* in Chilean orchards. *Weed Research*. 43(1):12-19.
33. Piñeiro, J.; Díaz, N.; Pérez, M. 2001. Raigrás italiano. *Agricultura Revista Agropecuaria*. no. 828:437-443.
34. Ponsa, J. C. s.f. Estrategias de control de raigrás resistente. (en línea). Pergamino, INTA. 12 p. Consultado 15 ago. 2019. Disponible en <https://www.aapresid.org.ar/wp-content/uploads/sites/3/2018/06/Ponsa-Estrategias-de-control-de-raigra%CC%81s-resistente-.pdf>
35. Preston, C.; Wakelin A. M.; Dolman, F. C.; Bostaman, Y.; Boutsalis, P. 2009. A decade of glyphosate resistant *Lolium* around the world: mechanisms, genes, fitness and agronomic management. *Weed Science*. 57(4):435-441.
36. Ramsdale, B. K.; Messersmith, C. G. 2001. Nozzle, spray volume, and adjuvant effects on carfentrazone and imazamox efficacy. (en línea). *Weed Technology*. 15(3):485-491. Consultado 15 ago. 2019. Disponible en [https://doi.org/10.1614/0890-037X\(2001\)015\[0485:NSVAAE\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1614/0890-037X(2001)015[0485:NSVAAE]2.0.CO;2)
37. RAP-AL (Red de Acción de Plaguicidas y sus Alternativas para América Latina). s.f. Utilización de paraquat en la agricultura. (en línea). s.l. s.p. Consultado 18 ago. 2017. Disponible en <https://www.rapaluruquay.org/que-es-rap-al/>
38. Ríos, A.; Fernández, G.; Collares, L. 2005. Estudio de las comunidades de malezas asociadas a los sistemas de siembra directa en Uruguay. In: Seminario-Taller Iberoamericano (2005, Colonia del Sacramento). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 129-141.

39. Roman, E. S.; Vargas, L.; Rizzardi, M. A.; Mattei, R. W. 2004. Resistência de azevém (*Lolium multiflorum*) ao herbicida glyphosate. *Planta Daninha*. 22(2):301-306.
40. Rosengurtt, B.; Arrillaga, B.; Sierra de Soriano, B. 1960. Caracteres vegetativos y forrajeros de 175 gramíneas del Uruguay. Montevideo, Facultad Agronomía. 137 p.
41. _____.; _____.; Izaguirre, P. 1970. Gramíneas de ciclo invernal, poáceas: *Lolium* l. In: Gramíneas uruguayas. Montevideo, Universidad de la República. Departamento de Publicaciones. pp. 119-123.
42. Rossi, C.; Garcia, A.; Kaspary, T.; Marques, S. 2019. Raigrás: cultivo forrajero y maleza. Consideraciones para su manejo en la fase invernal de nuestros sistemas agrícolas y agrícola-ganaderos. Montevideo, INIA. 7 p.
43. SATA, UY. 2019. Guía uruguaya para la protección y nutrición animal. (en línea). Montevideo. s.p. Consultado ago. 2019. Disponible en <https://www.laquiasata.com/home>
44. Scheneiter, J. O. s.f. El raigrás anual en las regiones pampeana y Sur de la Mesopotamia. Pergamino, INTA. 38 p.
45. Shepard, D.; Agnew, M.; Fidanza, M.; Kaminski, J.; Dant, L. 2006. Selecting nozzles for fungicide spray applications. (en línea). Pennsylvania, USA, s.e. 6 p. Consultado 18 jul. 2019. Disponible en http://www.turf.uconn.edu/pdf/research/kaminski/gcm_74_83.pdf.
46. Texeira, M. 2010. Estudio de la población de gotas de pulverización. In: Magdalena, J. C. coord. Tecnología de aplicación de agroquímicos. Alto Valle, INTA. pp. 67-75.
47. Vargas, L.; Ruchel, Q.; Agostinetto, D.; Lamego, F. P.; Langaro, A. C.; Piesanti, S. R. 2016. Verification of the mechanism of glyphosate resistance in italian ryegrass biotypes. *Planta Daninha*. 34(3):565-573.

48. Vigna, M. R.; López, R. L.; Gigón, R.; Mendoza, J. 2008. Estudios de curvas-dosis respuesta de poblaciones de *Lolium multiflorum* a glifosato en el SO de Buenos Aires, Argentina. In: Congreso Latinoamericano de Malezas (19°. , 2008, Ouro Preto, Brasil). Actas. Ouro Preto, CLAM. pp. 50-53.
49. _____.; _____.; _____. 2011. Evaluación de la técnica del doble golpe para el control de poblaciones de *Lolium multiflorum* en el SO de Buenos Aires. In: Congreso de la Asociación Latinoamericana de Malezas (20°. , 2011, Viña del Mar, Chile). Trabajos presentados. Viña del Mar, ALAM. s.p.