

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

EFFECTO DE VOLUMEN DE APLICACIÓN Y TAMAÑO DE GOTA EN
EL CONTROL DE LOS HERBICIDAS SAFLUFENACIL Y
GLUFOSINATO DE AMONIO

por

Valeria Edelweis PINO RAMOS

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

MONTEVIDEO
URUGUAY
2020

Tesis aprobada por:

Directora: _____

Ing. Agr. Dra. Juana Villalba

Ing. Agr. Luciana Rey

Ing. Agr. Ivana Stoletniy

Fecha: 26 de marzo de 2020

Autora: _____

Valeria Edelweis Pino Ramos

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar quiero agradecer a mi tutora de tesis Dra. Ing. Agr. Juana Villalba por la oportunidad, el apoyo académico, tiempo y disposición brindada para la realización de dicho trabajo.

Por otra parte a la Dra. Ing. Agr. Grisel Fernández, quien me acercó a Juana con el ofrecimiento de dicha tesis.

También agradezco a la Ing. Agr. Luciana Rey por la ayuda y contribución en el trabajo de campo y disposición brindada.

A Facultad de Agronomía, por la oportunidad de estudiar y llegar a ser un profesional, a todo el equipo docente y los departamentos de Biblioteca y Bedelías.

Un agradecimiento enorme a mi familia y amigos por el apoyo incondicional y aliento brindado todos estos años a lo largo de la carrera para poder lograr mi meta.

A todos muchas gracias.

TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	V
1. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u>	3
2.1. <u>TECNOLOGÍAS DE APLICACIÓN</u>	3
2.1.1. <u>Volumen de aplicación</u>	3
2.1.2. <u>Tamaño de gota</u>	6
2.2. <u>CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS HERBICIDAS USADOS</u> ..	9
2.2.1 <u>Características de glufosinato de amonio</u>	10
2.2.2 <u>Características de saflufenacil</u>	12
3. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	14
3.1. <u>UBICACIÓN</u>	14
3.2. <u>DISEÑO EXPERIMENTAL</u>	14
3.3. <u>DESCRIPCIÓN DE LOS EXPERIMENTOS</u>	15
3.4. <u>METODOLOGÍA DE INSTALACIÓN</u>	16
3.5. <u>DETERMINACIONES</u>	17
3.6. <u>ANÁLISIS ESTADÍSTICO</u>	17
3.7. <u>CONDICIONES CLIMÁTICAS DURANTE EL EXPERIMENTO</u>	17
4. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	18
4.1. <u>CARACTERIZACIÓN DEL ENMALEZAMIENTO</u>	18
4.2. <u>EXPERIMENTO 1</u>	18
4.3. <u>EXPERIMENTO 2</u>	27
5. <u>CONCLUSIONES</u>	37
6. <u>RESUMEN</u>	38
7. <u>SUMMARY</u>	40
8. <u>BIBLIOGRAFÍA</u>	41

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Detalle de los tratamientos.....	15
2. Temperatura mínima, máxima y precipitaciones de cada mes.....	17
3. Anova para <i>Bowlesia incana</i> en las distintas fechas de evaluación.....	18
4. Control (%) de <i>Bowlesia incana</i> en las diferentes fechas de evaluación para el factor volumen de aplicación.....	19
5. Control (%) de <i>Bowlesia incana</i> en las diferentes fechas de evaluación para el factor tamaño de gota.....	20
6. Anova para <i>Acicarpa tribuloides</i> en las distintas fechas de evaluación.....	20
7. Control (%) de <i>Acicarpa tribuloides</i> en las diferentes fechas de evaluación para el factor volumen de aplicación	21
8. Control (%) de <i>Acicarpa tribuloides</i> en las diferentes fechas de evaluación para el factor tamaño de gota.....	21
9. Anova para <i>Ammi visnaga</i> en las distintas fechas de evaluación.....	22
10. Control (%) de <i>Ammi visnaga</i> en las diferentes fechas de evaluación para el factor volumen de aplicación.....	22
11. Control (%) de <i>Ammi visnaga</i> en las diferentes fechas de evaluación para el factor tamaño de gota.....	22
12. Anova para <i>Gamochoaeta spicata</i> en las distintas fechas de evaluación.....	23
13. Control (%) de <i>Gamochoaeta spicata</i> en las diferentes fechas de evaluación para el factor volumen de aplicación.....	23
14. Control (%) de <i>Gamochoaeta spicata</i> en las diferentes fechas de evaluación para el factor tamaño de gota.....	24

15. Anova para <i>Nicotiana longiflora</i> en las distintas fechas de evaluación.....	24
16. Control (%) de <i>Nicotiana longiflora</i> en las diferentes fechas de evaluación para el factor volumen de aplicación.....	25
17. Control (%) de <i>Nicotiana longiflora</i> en las diferentes fechas de evaluación para el factor tamaño de gota.....	25
18. Anova para <i>Bowlesia incana</i> en las distintas fechas de evaluación.....	27
19. Control (%) de <i>Bowlesia incana</i> en las diferentes fechas de evaluación para el factor volumen de aplicación.....	28
20. Control (%) de <i>Bowlesia incana</i> en las diferentes fechas de evaluación para el factor tamaño de gota.....	28
21. Anova para <i>Acicarpa tribuloides</i> en las distintas fechas de evaluación.....	29
22. Control (%) de <i>Acicarpa tribuloides</i> en las diferentes fechas de evaluación para el factor volumen de aplicación.....	29
23. Control (%) de <i>Acicarpa tribuloides</i> en las diferentes fechas de evaluación para el factor tamaño de gota.....	29
24. Anova para <i>Ammi visnaga</i> en las distintas fechas de evaluación.....	30
25. Control (%) de <i>Ammi visnaga</i> en las diferentes fechas de evaluación para el factor volumen de aplicación.....	30
26. Control (%) de <i>Ammi visnaga</i> en las diferentes fechas de evaluación para el factor tamaño de gota.....	31
27. Anova para <i>Gamochaeta spicata</i> en las distintas fechas de evaluación.....	31
28. Control (%) de <i>Gamochaeta spicata</i> en las diferentes fechas de evaluación para el factor volumen de aplicación.....	32
29. Control (%) de <i>Gamochaeta spicata</i> en las diferentes fechas de evaluación para el factor tamaño de gota.....	32
30. Anova para <i>Conyza spp.</i> en las distintas fechas de evaluación.....	33

31. Control (%) de <i>Coryza spp.</i> en las diferentes fechas de evaluación para el factor volumen de aplicación.....	33
32. Control (%) de <i>Coryza spp.</i> en las diferentes fechas de evaluación para el factor tamaño de gota.....	33
33. Anova para <i>Nicotiana longiflora</i> en las distintas fechas de evaluación....	34
34. Control (%) de <i>Nicotiana longiflora</i> en las diferentes fechas de evaluación para el factor volumen de aplicación.....	34
35. Control (%) de <i>Nicotiana longiflora</i> en las diferentes fechas de evaluación para el factor tamaño de gota.....	35

Figura No

1. Detalle del enmalezamiento inicial.....	16
2. Aplicación de los herbicidas glufosinato y saflufenacil.....	16
3. Daños de fitotoxicidad encontrados en los tratamientos con el herbicida saflufenacil.....	36

1. INTRODUCCIÓN

La agricultura en el Uruguay ha aumentado exponencialmente en los últimos años, impulsado principalmente por el crecimiento ininterrumpido del área de soja, produciéndose un proceso de “veranización de la agricultura” ya que más del 70% del área corresponde a cultivos de verano según MGAP. DIEA (2018); este proceso adicional al doble cultivo invierno/verano y a la proporción de cultivos en siembra directa, ha llevado a un aumento en el uso de fitosanitarios. Puede asumirse como comprobación de ello, el aumento en las importaciones de fitosanitarios que se ha registrado (MGAP. DIEA, 2017).

Por otra parte, en los últimos años se ha constatado un aumento importante de resistencias de malezas a herbicidas conllevando a un aumento en las dosis por hectárea y la necesidad de realizar re aplicaciones para contrarrestar dicha problemática. Un caso de ello es la creciente resistencia al glifosato que han adquirido diferentes especies de malezas, lo que ha provocado un aumento en el uso de cultivos resistentes al glufosinato de amonio, que permiten utilizar dicho herbicida en la post emergencia para el control de malezas, como lo es la soja LL y maíz LL (resistentes al glufosinato de amonio). Otro caso es la resistencia a herbicidas ALS que han creado diversas especies de malezas en sistemas de producción de trigo, este cultivo es tolerante al saflufenacil, por lo que este herbicida ha tomado un rol importante en el control de malezas de hoja ancha en trigo en Estados Unidos (Frihauf, 2009). En el Uruguay los herbicidas saflufenacil y glufosinato de amonio han aumentado su uso ya que se utiliza en el control de malezas como *Conyza spp.* y *Amaranthus* principalmente, con la técnica del doble golpe. El cual consiste en la aplicación de uno o más herbicidas sistémicos y luego en un intervalo de tiempo dado se aplica un herbicida desecante como lo es saflufenacil, glufosinato de amonio, entre otros.

Existe actualmente una mayor presión de la sociedad por los impactos ambientales y en la salud humana respecto al uso de los fitosanitarios, por lo cual hay que tener presentes las buenas prácticas agrícolas, capacitando al personal en contacto directo con los agroquímicos así como productores, trabajadores rurales y población en general y promover con ello la sostenibilidad de uso de los mismos, entre los factores de preocupación, está la disminución de la ocurrencia de deriva. Siendo alguno de los factores determinantes de la deriva, las características y técnicas de la pulverización, como el tipo de boquillas, presión y volumen utilizados y las condiciones ambientales en que se realizan las aplicaciones.

Este contexto de aumento del uso de fitosanitarios y el creciente reclamo social respecto a su uso indiscriminado e irresponsable conducen a la

preocupación de generar información respecto al uso de tecnologías de aplicación que aseguren una mayor eficiencia tanto biológica como económica y con el menor riesgo de contaminación ambiental.

Se planteó como objetivo de este trabajo, evaluar el efecto de diferentes tamaños de gotas y volúmenes de aplicación, en la efectividad de los herbicidas saflufenacil y glufosinato de amonio en el control de malezas.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 TECNOLOGÍAS DE APLICACIÓN

El objetivo de la aplicación de agroquímicos radica en el control de las malezas para ello el momento oportuno es el determinante del éxito, ese momento es cuando se logra la mayor eficiencia biológica donde se logre una buena deposición de producto sobre el objetivo, una distribución uniforme de la aplicación en el perfil del cultivo y las menores pérdidas posibles en el ambiente.

El ingreso de los agroquímicos a las plantas va a estar dado por la intercepción, retención, absorción y translocación. En herbicidas sistémicos (con sistemía), la translocación le permite una buena expansión del producto a toda la planta, no requiriendo altos volúmenes de aplicación; mientras tanto en herbicidas de contacto (los cuales tienen baja o nula translocación) requieren de una buena cobertura de la planta por ello su efectividad se relaciona al uso de volúmenes mayores, de forma de asegurar una importante intercepción y retención del producto. También a una mayor cobertura se relaciona un tamaño de gota más fina. Por lo anteriormente dicho, la cobertura es muy importante en herbicidas de contacto, la cual se relaciona directamente con el volumen y es inversamente proporcional al diámetro de gota y a la superficie vegetal; por lo que se lograría una mayor cobertura con mayor volumen y menor tamaño de gota, el problema de utilizar un menor tamaño de gota es que aumenta la probabilidad de generar deriva. Dado lo anterior es que a continuación se presenta información de estos dos aspectos de tecnologías de aplicación que fueron fuente de estudio en este trabajo.

2.1.1 Volumen de aplicación

La deposición (llegada del producto al blanco) depende fundamentalmente de las características de la planta, el blanco o el objetivo, el producto, tamaño de gota, volumen de aplicación, condiciones meteorológicas y uso de adyuvante.

El volumen de aplicación está relacionado con el objetivo a ser tratado, las características del agroquímico, la cobertura necesaria, entre otros.

Cunha et al. (2006) indican que utilizar volúmenes de aplicación más altos generaría mayor retención del herbicida. Lo cual sería posible hasta el punto en que la superficie de las hojas ya no son capaces de retener más el producto y se da el escurrimiento provocando pérdidas indeseadas. Algunos

agroquímicos son estrictos en cuanto a la cobertura necesaria para su efectividad y por ello necesitan un mayor volumen de caldo a aplicar, determinando una mayor deposición de producto (Boller y Schlosser, 2010). Antiguas recomendaciones de uso de herbicidas de contacto como son el glufosinato de amonio y saflufenacil indicaban normalmente volúmenes entre 250-350 L/ha, mientras en el caso de los herbicidas sistémicos los volúmenes de aplicación recomendados no eran mayores a 100-200 L/ha (Kogan y Pérez, 2003). Por otra parte, se esgrime como argumento a usar menores volúmenes, la utilización de menor cantidad de líquido, lo que llevaría a un menor número de abastecimientos de producto y con ello un aumento de la capacidad operativa y la disminución de los costos de aplicación (Teixeira, 2010).

De acuerdo con Olivet et al. (2014), la reducción del volumen de aplicación se puede lograr disminuyendo el tamaño de gotas por ende aumentado su número, lo que conlleva a un aumento de la superficie cubierta a igual volumen de líquido. Logrando con gotas más finas mayor adherencia y menores pérdidas por escurrimiento como se da en las gotas más gruesas. También se puede reducir el volumen de líquido a aplicar controlando la homogeneidad de la población de gotas, cuando se trabaja a mayor presión mayor es la heterogeneidad del tamaño de gota y lleva a más riesgos de deriva. En los pulverizadores modernos un factor que puede afectar la aplicación son los equipos que regulan automáticamente el flujo de caldo de acuerdo a la velocidad de avance, la manera que tienen para hacerlo es en base a aumento o disminución de la presión; si uno aumenta la velocidad al doble, para mantener el mismo volumen es necesario cuadruplicar la presión de trabajo. Esto conlleva a que a bajas velocidades las variaciones de la presión queden dentro del rango para el cual las boquillas fueron diseñadas, pero a velocidades altas, hacen que se trabaje con presiones por debajo de lo previsto por el fabricantes de boquillas (Wolf, 2009). Esto permite que no haya ni sobredosificaciones, ni sub-dosificaciones, pero si las condiciones de presiones son por debajo del óptimo se puede ver afectada la calidad de aplicación por no lograr los tamaños de gota planificados.

El volumen a usar por hectárea o tasa de aplicación dependerá del modo de acción de los herbicidas, del tipo y desarrollo de las malezas y del equipo de aplicación (Kogan y Pérez, 2003).

Para definir la tasa de aplicación se toma en cuenta la información de la etiqueta y las recomendaciones técnicas. El volumen de aplicación determinado no debería diferir mucho de aquella prevista al elegir la boquilla (Homer, 2010).

Creech et al. (2015) señalan que para el herbicida glufosinato de amonio (herbicida de contacto) el porcentaje de control fue mayor a partir de 140 L/ha, mientras que en el caso del glifosato (herbicida sistémico) la eficacia se maximizó utilizando volúmenes de 70 a 94 L/ha. En base a estos datos se reafirma que en aplicaciones con herbicidas de contacto se deben usar volúmenes mayores para maximizar la eficacia de los mismos en comparación a los herbicidas sistémicos. Así mismo, según estos autores, la estimación visual del control fue generalmente mayor cuando se aplicó glufosinato de amonio usando volúmenes mayores a 94 L/ha. Al aplicar tratamientos con glufosinato, el volumen de aplicación más alto de 281 L/ha proporcionó el mejor control del maíz. Estos resultados sugieren que la eficacia del glufosinato aumentó a medida que aumentó el volumen de aplicación.

El aumento del volumen de aplicación resultó en un aumento del control de *Avena fatua* por parte de imazamethabenz, otro herbicida de contacto, perteneciente al grupo químico imidazolinonas (Brewster y Appleby, 1990).

Contrariamente, Kogan y Pérez (2003) comentan que la actividad de herbicidas GSPE como son fluazifop-but, haloxyfop-metil y sethoxidim (herbicidas sistémicos), disminuye en la medida que el volumen aumenta. Según experimento de Sandbert et al. (1978) la capacidad de rebrote de las plantas fue menor de las plantas tratadas con 15 L/ha que cuando se usó un volumen de aplicación de 200 y 600 L/ha, observándose que a un mayor volumen de aplicación se produjo un mayor número de rebrotes. Así mismo, Buhler y Burnside (1984) indicaron que la fitotoxicidad para el sorgo forrajero por parte de estos herbicidas aumentó a medida que el volumen de aplicación disminuyó de 570 a 24 L/ha.

Messersmith et al. (2003), encontraron que la eficacia del glifosato aumento a medida que se disminuyó el volumen de aplicación de 190 a 24 L/ha, dada esa mayor eficiencia por un tamaño de gotas más chicas, una mayor concentración del glifosato y menor cantidad de sales antagonistas. La mayor eficacia de glifosato con volúmenes de aplicación más bajos es consistente independientemente de la selección de la boquilla o el tamaño de la gota. El glifosato aplicado en un volumen de aplicación de 23 L/ha con boquillas antideriva proporciona el mismo control que el glifosato aplicado con boquillas convencionales.

Se puede indicar, en general, que al usar equipos de gota controlada tanto terrestres como aéreos se debería utilizar volúmenes de 12-15 L/ha. Con equipos terrestres convencionales los volúmenes no deberían exceder los 150-200 L/h para herbicidas sistémicos y 250-300 L/ha para herbicidas de contacto. En el caso de glifosato con equipos de gota controlada aplicando bajos

volúmenes se logra una mayor eficiencia del herbicida para el control de malezas, debido a que se obtiene un tamaño de gota uniforme, un mayor número de gotas por unidad de superficie foliar y gotas con una mayor concentración de glifosato (Kogan y Pérez, 2003).

La concentración de herbicida aumenta a medida que disminuye el volumen de aplicación, aumentando la eficacia del herbicida glifosato principalmente por una mayor absorción del mismo, provocando una alta fitotoxicidad (Messersmith y Ramsdale, 2002).

Para una aplicación eficiente se debería aplicar un volumen alto de herbicida para maximizar el depósito de aplicación en la superficie de las hojas. Se prefieren utilizar volúmenes de aplicación más bajos principalmente para disminuir la mano de obra y ahorro de tiempo requeridos para llenar los tanques, para viajar menos hacia y desde los campos y para minimizar los efectos perjudiciales de los herbicidas. Utilizar bajos volúmenes podría ser una limitante en el control de malezas sobre todo en herbicidas de contacto, pero se puede lograr una mayor dispersión del producto reduciendo el tamaño de gotas y así contrarrestar dicho efecto, pero el utilizar este tipo de boquillas para generar gotas más finas trae como consecuencia negativa que aumenta el potencial de deriva (Morris et al., 2000).

El rendimiento de los herbicidas está dado por el volumen de aplicación, existiendo variantes entre diferentes herbicidas, ya que en herbicidas sistémicos se logran mayores eficiencias en la pulverización a bajos volúmenes, contrariamente a los herbicidas de contacto donde las mayores eficiencias se dan a mayores volúmenes (Messersmith y Ramsdale, 2001).

2.1.2 Tamaño de gota

Este parámetro es de suma importancia en tecnología de aplicación ya que afecta la deposición y deriva del producto, está afectado por las propiedades físicas del caldo, el tipo de boquilla, el tamaño del orificio de salida, la presión de trabajo y el ángulo de apertura (Castillo, 2010). La población de gotas producidas durante la aplicación va a determinar la eficiencia con que se aplica el agroquímico. En lo que respecta a la deriva de acuerdo con Hetz y Villalba (2010) las gotas inferiores a 50 μ m aún en condiciones ambientales favorables durante la aplicación se evaporarían antes de llegar al objetivo o sea la maleza. Mientras que gotas mayores a 200 μ m llegarían en mayor cantidad al objetivo. Las gotas de mayor tamaño tienen suficiente masa para impactar en el objetivo blanco, sin que un viento moderado afecte su llegada (Morris, 2000).

Existen en el mercado actualmente diferentes modelos de boquillas antideriva para contrarrestar dichas pérdidas que producen las gotas más finas. El utilizar boquillas antideriva de abanico con inducción permitió reducir casos de deriva del 90% al compararlos con boquillas convencionales (Hetz y Villalba, 2010). Las boquillas y la presión de aplicación determinan el tamaño y la homogeneidad del espectro de gotas. A mayor presión de trabajo, se generan gotas de menor tamaño y mayor es la heterogeneidad del tamaño de gota y con ello mayor probabilidad de deriva. Cada boquilla está diseñada para trabajar dentro de un rango determinado de presiones, cuando se las utiliza fuera de las presiones recomendadas no se logran los tamaños de gota deseados (Wolf, 2009).

En los herbicidas de contacto se debe prestar mayor atención al tamaño de gota ya que requieren una buena cobertura y penetración en el blanco, esto no se logra con gotas gruesas como las que generan las boquillas antideriva. En estos casos puede ser necesario usar gotas más finas, las cuales pueden proporcionar una mejor cobertura, pero se debe considerar las condiciones ambientales y de aplicación para que no ocurran casos de deriva. Por otra parte, el aumento de la concentración de gotas gruesas proporciona mejor uniformidad (Agostini et al., 2016). Asimismo un tamaño de gota más grande causa lesiones localizadas en las hojas que resultan en un mejor control con herbicidas de contacto (Morris et al., 2000). Muchas de las gotas aplicadas inicialmente sufren un proceso de desintegración antes de llegar al blanco, y por esta ruptura se generan gotas más chicas finalmente.

Se recomiendan según Teixeira (2010), densidades de gotas en herbicidas sistémicos de 30-40 gotas.cm² y en herbicidas de contacto 50-70 gotas.cm² para lograr la máxima cobertura, con un tamaño de gota de 150-250 µm en ambos. La cobertura generada esta en relación directa al volumen e inversamente proporcional a la superficie vegetal y al diámetro de gotas. Por otro lado de acuerdo a la FAO indican que para productos herbicidas sistémicos, se requieren entre 20 y 30 gotas.cm⁻², y valores de tamaño de gota de entre 200 y 350 micrones (Massaro, 2004).

Existe en las poblaciones de gotas gran variación de diámetros; el alcance al objetivo y estabilidad del tamaño depende de las condiciones meteorológicas.

Para caracterizar las poblaciones de gotas se utilizan diferentes parámetros descriptivos a destacar como: a) diámetro medio de las gotas (d_m), el cual es la suma del diámetro de toda la población dividido por el número total de gotas; b) diámetro de la mediana volumétrica (DMV), corresponde al diámetro de gota que separa la población en dos mitades con el mismo volumen; c) $D_{V0.1}$, es el diámetro tal que las gotas de menor tamaño acumulan el

10% del volumen pulverizado; d) $D_{V0.9}$, diámetro tal que las gotas de menor tamaño acumulan el 90% del volumen pulverizado (Teixeira, 2010).

Como parámetros indicadores de la heterogeneidad del tamaño de gotas, son usados, a) coeficiente de homogeneidad (CH), definido como la relación entre el diámetro de la mediana volumétrica (DMV) y el diámetro de la mediana numérica (DMN). Cuanto más cercano a 1 es este valor significa que el tamaño de gotas será más homogéneo; b) amplitud relativa del espectro de gotas (AR), expresa la variación del tamaño de gotas. $AR = (D_{V0.9} - D_{V0.1}) / DMV$. Cuanto más cercano a 0 es este valor mayor es la homogeneidad del tamaño de gota de la pulverización (Teixeira, 2010).

Según Boller y Schlosser (2010), una boquilla de abanico de igual caudal que posee un menor ángulo de apertura del abanico originará gotas más gruesas y una de ángulo superior producirá gotas más finas.

En lo que respecta a la decisión a tomar del tamaño de gota a aplicar al regularizar las pulverizadoras, hay categorías aceptadas internacionalmente que hacen referencia a su tamaño en forma cualitativa. La norma ASAE S572 establece las boquillas de referencia con su referida presión de trabajo, separando las categorías de tamaño de gota en muy fina, fina, media, gruesa y extremadamente gruesa (Homer et al., 2010).

Las características de la superficie de la hoja como son la presencia de tricomas, depresiones de la pared celular, y cera epicuticular amorfa, pueden limitar la dispersión de las gotas del producto y el contacto con las hojas del mismo (Hess y Falk, citados por Etheridge et al., 2001).

Messersmith y Ramsdale (2002) destacan que en los herbicidas sistémicos imazethapyr y nicosulfuron se observó que la fitotoxicidad en avena era mayor a medida que aumentaba la concentración cuando se aplicaba con pocas gotas y cuando se aplicaba en mayor cantidad de gotas la fitotoxicidad era similar independientemente de la concentración.

Otros autores encontraron que gotas menores a 191 μm pueden incrementar el movimiento fuera del sitio objetivo provocando deriva del producto (Mueller y Womac, citados por Morris et al., 2000).

Las gotas grandes podrían tener como desventaja el escurrimiento sobre las hojas, esto está dado por el potencial de energía para romperse rebotar, este efecto no es de menor probabilidad en las gotas pequeñas (Spillman, citado por Morris et al., 2000).

Las gotas pequeñas pueden ser más fitotóxicas que las grandes, este efecto puede deberse a un área de contacto mayor por parte del producto (McKinlay et al., citados por Morris et al., 2000).

Se ha dado a conocer que las gotas más pequeñas son más efectivas con glifosato, que requieren absorción y translocación para el control (Gebhardt et al., citados por Morris et al., 2000).

Según resultados de Messersmith y Ramsdale (2001) el tamaño de gotas producido por boquillas antideriva proporciona una cobertura y retención de producto adecuadas para la eficacia de imazamox y carfentrazone, que constituyen un herbicida sistémico y de contacto, respectivamente.

Por otra parte, Etheridge et al., citados por Creech et al. (2015), encontraron que el tamaño de gota se correlacionó negativamente con el rendimiento de glufosinato y paraquat (ambos herbicidas de contacto).

2.2 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS HERBICIDAS USADOS

Los herbicidas usados en estos experimentos fueron glufosinato de amonio y saflufenacil, ambos son herbicidas de contacto, presentando baja movilidad. Su uso ha aumentado en los últimos años dada la resistencia que han adquirido las especies malezas a herbicidas como glifosato (inhibidor de la EPSPS), haloxifop (inhibidor de la ACCasa) a el cual el raigrás ha generado resistencia. Además los inhibidores de ALS ya están comprometidos donde se han constatado casos de resistencia a iodosulfurón en el oeste del Uruguay (García, 2019). Las especies *Conyza bonaerensis* y *Amaranthus palmeri* han adquirido resistencia a dos modos de acción herbicidas diferentes (resistencia múltiple), tanto a glifosato como a inhibidores de ALS. Otras especies que han adquirido resistencia en el Uruguay son los capines (*Echinochloa colona* y *E. crus-galli*).

El glufosinato de amonio pertenece al grupo H, según clasificación de HRAC (comité de acción contra la resistencia a herbicidas) y el saflufenacil al grupo E (Heap, 2019). A continuación se presentan las principales características de dichos herbicidas.

2.2.1 Características de glufosinato de amonio

El glufosinato es un herbicida de contacto, con sistemia reducida, no selectivo, soluble en agua, de amplio espectro a pesar de ello no todas las malezas son controladas. Es eficaz en el control de malezas de hoja ancha de 2-4 hojas y en gramíneas antes del macollaje (Barnett et al., 2015). Es de acción post emergente y desecante.

En cuanto a las características químicas, según Barnett et al. (2015) su mecanismo de acción es inhibidor de la glutamina sintetasa. Desarrollado a partir de la fitotoxina fosfotricina microbiana, es un análogo del glutamato que inhibe a la enzima glutamina sintetasa, quien cataliza la formación de glutamina (ácido glutámico y amoníaco), provocando una rápida acumulación de amoníaco intracelular hasta niveles tóxicos en la planta, conllevando a ruptura de membranas, destrucción celular y el cese de la fotorespiración y la fotosíntesis en plantas C3 y C4. Llevando a la decoloración y al marchitamiento de las hojas y posterior muerte de las plantas tratadas en los dos a cinco días posteriores. Los síntomas que produce son clorosis y necrosis a los dos días post aplicación (Villalba, 2018).

Luego de aplicar glufosinato se produce el efecto de una alta concentración de amonio, alterándose la estructura del cloroplasto e inhibición de la formación de ATP, esa acumulación inhibe la ribulosa 1,5 bisfosfato carboxilasa en consecuencia, disminuye la asimilación de CO₂. En plantas C3 la acumulación de amonio sería mayor por presentar fotorespiración (Carbonari et al., 2016).

El modo de acción de este herbicida es inhibidor de la síntesis de aminoácidos, interviniendo sobre enzimas específicas para evitar la producción de aminoácidos, los cuales son las unidades a partir de las cuales se constituyen las proteínas para el crecimiento y desarrollo de la planta. Pertenece a la familia ácido fosfínico (Kappler y Namuth, 2007).

Un aumento de amonio en planta se utiliza como un indicador del rendimiento del glufosinato. Se obtiene una mayor eficiencia de este herbicida con un periodo de 6 horas sin lluvias después de la aplicación (Almeida y Rodríguez, citados por Carbonari et al., 2016).

Este herbicida posee translocación limitada, xilemática, y solo en hoja; teniendo una rápida acción en el sitio de aplicación según Beriault et al., citados por Barnett et al. (2015) y sus efectos fitotóxicos se observan a corto plazo sobre las malezas. De acuerdo con Johnson y Norsworth (2014) esta translocación limitada de glufosinato se explica como resultado de los efectos

combinados de acumulación de amoníaco, reducción de la acumulación de carbono, y el agotamiento de la glutamina.

Este herbicida es eficaz para controlar un gran número de malezas anuales si se aplica en el adecuado momento de estado de desarrollo de la maleza y con las condiciones adecuadas (alta HR y no altas temperaturas, Dotray, 2014). Según resultados de Carbonari et al. (2016) el glufosinato a diferentes dosis (205, 410 y 820 g/ha) lesionó más del 80% de las plantas cultivadas cuando aplicado a 90% de humedad relativa.

La eficacia del glufosinato es variable para el control de las malezas y no tiene actividad en el suelo, siendo su persistencia en suelo muy baja (menos de un mes) por ello requiere de aplicaciones secuenciales o mezclas (Aulakh y Jhala, 2015), estos autores señalan que se puede aplicar junto con herbicidas residuales aplicados como pre o post emergentes en manejos de malezas en soja resistente al glufosinato.

De acuerdo con Barber et al. (2015) cuando se aplica glufosinato solo, las gotas más pequeñas mejoran el control comparado a gotas más grandes en especies tanto monocotiledóneas como dicotiledóneas. El glufosinato aplicado en dosis altas conlleva a una mayor disminución de la biomasa de especies de malezas en comparación con dosis más bajas (De Jong et al., 2001).

Uno de sus nombres comerciales es Basta, según los datos de etiqueta controla malezas como *Bidens pilosa*, *Avena fatua*, *Echinochloa colona*, *Stellaria media*, *Setaria spp*, *Convolvulus arvensis*, *Eleusine indica*, *Cynodon dactylon*, *Poa annua*, *Digitaria sanguinalis*, *Raphanus spp*, *Lolium multiflorum*, *Sorghum halepense*, *Trifolium repens*, *Portulaca oleracea*, *Amaranthus quitensis*, entre otras. La recomendación indica aplicar para el control de gramíneas al comienzo del macollaje, para malezas de hoja ancha cuando comienza el estado de desarrollo vegetativo. Se puede aplicar en maíz LL hasta la séptima hoja desarrollada, pero principalmente de V2 a V4 en dosis de 1.7 a 2.5 L/ha (Modernel, 2014).

2.2.2 Características de saflufenacil

Saflufenacil es un herbicida de contacto, selectivo para el control de malezas de hoja ancha, algunas gramíneas y tiene efectivo control en especies de malezas anuales de invierno (Matthews, 2015); con efecto desecante y aplicación post emergente. La absorción de este herbicida se da por hojas principalmente (Villalba, 2018).

Su mecanismo de acción es inhibidor de protox, protoporfirinógeno oxidasa (PPO), enzima responsable de la formación de clorofila, los cuales son desorganizadores de membrana que requieren de luz para desencadenar su actividad, pertenece a la familia Pyrimidinadiona y es a base de uracilo. Protox se acumula en el citoplasma y en presencia de luz provoca la formación de un solo oxígeno que daña las membranas celulares (Christopher, 2010).

Posee translocación muy limitada en planta, es tanto por xilema como floema. La mayoría de los inhibidores de PPO presentan poco o nulo movimiento de floema; sin embargo, saflufenacil posee la propiedad de movilidad del floema (Christopher, 2010). Frihauf (2009) señala que no más del 11% del saflufenacil aplicado se transloca de las hojas aplicadas a otras partes de la planta cuando se aplicó solo o cuando se mezcló con 2,4-D amina o bentazon. Al utilizar el saflufenacil en mezcla con glifosato aumenta la absorción del saflufenacil, pero disminuye la translocación del glifosato, al compararlo con saflufenacil solo. Esa menor translocación del glifosato, puede deberse a la rápida acción del saflufenacil (Christopher, 2010).

Los síntomas que produce se visualizan a los dos o cuatro días después de la aplicación, lo cual es típico de los herbicidas inhibidores de PPO, dependiendo de la intensidad de luz y temperatura; produce manchas blancas cuando son aplicados en post emergencia temprana (Villalba, 2018).

Las variables de aplicación, como el pH de la solución de pulverización, uso de adyuvante, intensidad de luz, temperatura y mezcla con glifosato puede afectar la eficacia foliar de saflufenacil (Matthews, 2015). Según este autor, a pH 5 la eficacia del saflufenacil fue mayor que a pH 7 o 9, dado que lleva a una forma menos polar del herbicida y permite un mayor movimiento, por otro lado tuvo mayor actividad este herbicida con plantas que crecían con poca luz. Es compatible con glifosato, provocando la mezcla de ambos un efecto sinérgico en el control de malezas, llevando a una mayor absorción, saflufenacil actúa sobre los tejidos vegetales verdes y el glifosato se transloca a raíces, rizomas o tubérculos complementando el control. El saflufenacil aplicado en combinación con adyuvantes organosiliconados en comparación a tensioactivos no iónicos

mejoran la actividad de dicho herbicida, proporcionando un mejor control de malezas que utilizando saflufenacil solo (Bond, 2014).

Los inhibidores de protox (dentro de los cuales se encuentra saflufenacil), no se han utilizado en gran magnitud debido a su reducida cantidad de cultivos tolerantes. Se han utilizado estos herbicidas en aplicaciones de post emergencia mayormente debido a que el uso en la preemergencia no ha sido efectivo en el control de malezas (Christopher, 2010).

Su nombre comercial en Uruguay, es Heat, las malezas de hoja ancha que controla son: *Ambrosia tenuifolia*, *Sonchus oleraceus*, *Convolvulus arvensis*, *Conyza bonaerensis*, *Bidens pilosa*, *Portulaca oleracea*, *Amaranthus quitensis*, *Lotus corniculatus*, *Trifolium repens*, *Cirsium vulgare*, entre otras (BASF, s.f.).

Se debe aplicar cuando la maleza no supere los 20 a 30 cm de altura o 15 cm de diámetro y este en activo crecimiento. Se aplica en pre siembra, barbecho químico previo a la siembra de cultivos como soja, arroz, maíz y sorgo (Modernel, 2014).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

Para la realización del presente estudio se realizaron 2 experimentos a campo en julio del año 2018. Cada uno consistió en la aplicación de un herbicida, denominándose Experimento 1 al del herbicida glufosinato de amonio, y Experimento 2 al del herbicida saflufenacil.

El área experimental correspondió a un área sin cultivo con enmalezamiento otoño-invernal, donde las malezas predominantes eran *Conyza bonaerensis*, *Ammi visnaga*, *Acicarpa tribuloides*, *Bowlesia incana*, *Gamochaeta spicata* y *Nicotina longiflora*. Cabe aclarar que la especie *Conyza bonaerensis* estaba presente únicamente en el área del experimento 2 con saflufenacil.

El experimento 1 fue aplicado glufosinato de amonio, de marca comercial Basta en dosis comercial de 2L/ha con el agregado de adyuvante Agral 90 (ingrediente activo: óxido de etileno nonilfenólico) a una concentración de 0.5%.

En el experimento 2 fue aplicado saflufenacil, de marca comercial Heat, a dosis de 35 g/ha con el agregado de adyuvante Dash (ingredientes activos: mezcla de ácidos grasos y ésteres de ácidos grasos; hidrocarburos de petróleo, alquil ésteres y ácidos aniónicos surfactantes) a concentración de 0.5%.

3.1 UBICACIÓN

Los experimentos fueron realizados en la Estación Experimental "Dr. Mario A. Cassinoni" (EEMAC) perteneciente a la Facultad de Agronomía-UdelaR, ubicada en ruta 3 km 363 en el departamento de Paysandú. El sitio experimental escogido fue seleccionado en función de la presencia de un alto enmalezamiento otoño invernal.

La unidad de suelo predominante en el área experimental es la unidad San Manuel, en la Formación Fray Bentos, con predominancia de tipos de suelo Brunosoles Eútricos Típicos (Háplicos) y Solonetz melánicos.

3.2 DISEÑO EXPERIMENTAL

Ambos experimentos presentaron un diseño experimental, que fue de bloques completos al azar, con 3 repeticiones, con un arreglo factorial de tratamientos, con parcelas (unidades experimentales) de 2 x 10 metros.

3.3 DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS

Los tratamientos de ambos experimentos se correspondieron al factorial de la combinación de volumen de aplicación y tamaño de gota, más un tratamiento adicional que se dejó sin aplicar para contrastar el estado de las malezas para la evaluación de control.

A continuación en el siguiente cuadro se presentan los detalles de cada tratamiento en relación a las boquillas utilizadas, la presión de trabajo y la velocidad para alcanzar los volúmenes de aplicación deseados.

Cuadro No. 1. Detalle de los tratamientos

No. de tratamiento	Volumen (L/ha)	Tamaño de gota	Boquilla	Presión de trabajo (bar)	Velocidad de trabajo (m/s)
1	50	Fina	XR8001 (100)	2	5.5
2	80	Fina	TT11001 (50)	3	5.5
3	110	Fina	TT11001 (50)	2.5	3.6
4	140	Fina	TT110015 (50)	3	3.6
5	50	Gruesa	AI 110015 (100)	1	5,5
6	80	Gruesa	AIXR1100 15	2.5	5.5
7	110	Gruesa	AIXR1100 15	1.5	3.6
8	140	Gruesa	AI110015 (100)	2.5	3.6

3.4 METODOLOGÍA DE INSTALACIÓN



Figura No. 1. Detalle del enmalezamiento inicial

En esta área experimental se delimitaron los tratamientos de cada experimento (figura 1), realizándose en forma contigua cada experimento.

La aplicación se realizó el día 31 de julio de 2018, con un equipo pulverizador experimental presurizado a CO₂. El caldo utilizado en cada tratamiento fue preparado en el laboratorio previamente a la aplicación. Las condiciones meteorológicas al momento del inicio de la aplicación (9.30 horas) fue de: 7.4 °C de temperatura, humedad relativa de 87% y velocidad del viento de 5 km/h con rachas de hasta 10 km/h.



Figura No. 2. Aplicación de los herbicidas glufosinato de amonio y saflufenacil

3.5 DETERMINACIONES

Se realizaron evaluaciones visuales de control, a partir de observaciones de síntomas de daño en las plantas, usando una escala subjetiva de la asociación latinoamericana de malezas (ALAM, 1974), con apreciación subjetiva de nivel de control, a los 2, 4, 7, 15 y 30 dpa (días post-aplicación); adjudicándoles visualmente a cada especie de maleza en cada tratamiento y su respectivo bloque una escala de 0 = (sin control visible) a 100= (control completo, muerte de la planta); estos porcentajes de control según la calificación de la escala de ALAM, se denominan en controles de 0 a 40%= pobre; 41 a 60%= regular; 61 a 70%= suficiente; 71 a 80% bueno; 81 a 90%= muy bueno; 91 a 100%= excelente. La clasificación visual se realizó a 10 ejemplares de cada especie de maleza en cada parcela, luego esos 10 valores se promediaron. Esto fue realizado para las malezas más frecuentes las cuales eran *Coryza* spp., *Ammi visnaga*, *Acicarpa tribuloides*, *Bowlesia incana*, *Gamochoeta spicata* y *Nicotiana longiflora*.

3.6 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los datos fueron transformados a LN y cuando fueron significativos, la comparación de medias fue realizado por el test de Tukey ($p < 0.10$) cuando fue necesario, para responder hipótesis planteadas. Se utilizó para el análisis de los datos obtenidos en este experimento el programa del paquete estadístico de Statistical Analysis System (SAS, versión 2014).

3.7 CONDICIONES CLIMÁTICAS DURANTE EL EXPERIMENTO

Las condiciones climáticas registradas durante la etapa experimental, de julio a agosto de 2018, fueron las precipitaciones registradas de un total de 211.5 mm y una temperatura promedio de 10.7°C. Estos registros fueron tomados de la Estación Meteorológica ubicada en la EEMAC.

Cuadro No. 2. Temperatura mínima, máxima y precipitaciones de cada mes

Meses	Temp. mínima prom.(°C)	Temp. máxima prom. (°C)	Precipitaciones totales (mm)
Julio	6.8	13.7	106.7
Agosto	5.6	16.6	104.8

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 CARACTERIZACIÓN DEL ENMALEZAMIENTO

En este experimento se registró un elevado y homogéneo enmalezamiento inicial en el área experimental, las principales especies de malezas encontradas en los tratamientos fueron *Conyza* spp., *Ammi visnaga*, *Acicarpa tribuloides*, *Bowlesia incana*, *Gamochoeta spicata* y *Nicotina longiflora*. En el caso de la especie *Ammi visnaga* la misma presentaba un estado de desarrollo superior al resto de las malezas, mayor a los 20 cm de altura.

Debido a que todas las malezas excepto *Ammi visnaga* fueron controladas en un 100% a los 30 días post-aplicación para ambos tratamientos herbicidas, no estuvieron sujetas a el análisis estadístico para la evaluación a los 30 días post-aplicación, esto indica la sensibilidad de estas especies a los herbicidas glufosinato de amonio y saflufenacil.

A continuación se presentan los resultados de cada experimento en forma separada y analizados por especie de maleza.

4.2 EXPERIMENTO 1

Los resultados del Anova indican que para el control de esta maleza no hubo interacción de los factores de estudio, ello se observa en el cuadro 3.

En la primera y segunda fecha de evaluación se detectó efecto del volumen de aplicación, pero ello no se mantuvo en las siguientes fechas. En cuanto al tamaño de gota no hubo efecto en aplicar gota fina o gruesa en ninguna de las fechas evaluadas.

Cuadro No. 3. Anova para *Bowlesia incana* en las distintas fechas de evaluación

Efecto	p- valor			
	2 dpa	4 dpa	7 dpa	15 dpa
Volumen	0.07	0.04	0.55	0.50
Tamaño de gota	0.55	0.26	0.20	0.46
Volumen x tamaño de gota	0.31	0.40	0.63	0.46

Lo más destacado de esta maleza, es que se alcanzó el 100% de control el día 30 post-aplicación, siendo imposible el análisis, esto ya se evidenció a los 15 días donde el control era de bueno a excelente.

En cuanto al volumen de aplicación con 110 L se obtuvieron los mayores porcentajes de control a los 2 días post-aplicación, según Creech et al. (2015), para herbicidas de contacto se logra mayor control con volumen más altos ya que requieren de una buena cobertura, en este caso ello no se evidenció en este experimento para esta maleza ya que con 50 L el control fue igual al de 140 L. El menor porcentaje de control con el volumen de 140 L, pudo deberse a que al utilizar un volumen tan alto ocurrió un fenómeno de escurrimiento del herbicida conllevando a un menor control a ese volumen de aplicación. Se observa que con 140 L hay diferencia estadística en el porcentaje de control comparado a 110 L, siendo de 42 y 45 el porcentaje de control respectivamente, pero esta diferencia a nivel biológico es mínima, ya que 3 puntos de diferencia a nivel de la clasificación de ALAM el porcentaje de control es el mismo (regular). En el resto de las fechas de evaluación no existió efecto entre aplicar altos o bajos volúmenes de aplicación.

Cuadro No. 4. Control (%) de *Bowlesia incana* en las diferentes fechas de evaluación para el factor volumen de aplicación

	2 dpa	4 dpa	7 dpa	15 dpa
50 L	42 ab	49 a	77 a	92 a
80 L	33 b	48 a	80 a	97 a
110 L	45 a	53 a	81 a	93 a
140 L	42 ab	53 a	78 a	93 a

Es muy interesante estos resultados desde el punto de vista de la seguridad en la aplicación, que pretenden minimizar los riesgos de deriva y por tanto visualizado desde el punto de vista ambiental, no sería necesario aplicar con gotas finas, ya que para ningunas de las fechas de evaluación hasta el control total de la maleza se vieron ventajas en el mismo por aplicar con gota fina, contrariamente Barber et al. (2015) expresan que cuando se aplicó glufosinato solo, las gotas finas mejoraron el control comparado a gotas más gruesas.

Cuadro No. 5. Control (%) de *Bowlesia incana* en las diferentes fechas de evaluación para el factor tamaño de gota

	2 dpa	4 dpa	7 dpa	15 dpa
Gota fina	40 a	50 a	78 a	95 a
Gota gruesa	41 a	52 a	80 a	93 a

En síntesis de este tratamiento, que consistió en controlar *Bowlesia incana* con glufosinato de amonio con diferentes tamaños de gota y volúmenes, se concluye que no sería necesario utilizar gotas finas, contrario a lo que se menciona en varios trabajos bibliográficos. Tampoco hay variabilidad en utilizar bajos o altos volúmenes de aplicación.

A los 7 días post-aplicación ya se logró un nivel de control mayor a 77 % denominado según la escala de ALAM (1974) como bueno a muy bueno.

El análisis estadístico realizado para *Acicarpa tribuloides* no reveló diferencias significativas. Los resultados del Anova indicaron que para el control de esta maleza no hubo interacción de los factores de estudio volumen y tamaño de gota, ello se muestra en el cuadro 6. Asimismo ni para volumen ni para el factor tamaño de gota hubo efecto. Los resultados obtenidos de la cantidad de herbicida depositado sobre esta maleza, teniendo en cuenta las variables tamaño de gota y volumen, no presentaron diferencias significativas (cuadro 6), por tanto según estos resultados ni el tamaño de gota ni el volumen de aplicación determinaron una deposición diferencial del herbicida en la maleza.

Cuadro No. 6. Anova para *Acicarpa tribuloides* en las distintas fechas de evaluación

Efecto	p- valor			
	2 dpa	4 dpa	7 dpa	15 dpa
Volumen	0.99	0.40	0.47	0.85
Tamaño de gota	0.63	0.38	0.73	0.37
Volumen x tamaño de gota	0.56	0.26	0.98	0.85

En cuanto al factor volumen de aplicación para *Acicarpa tribuloides* no hubo efecto en el utilizar uno u otro volumen, en ninguna de las fechas evaluadas, ello se aprecia en el cuadro 7.

Cuadro No. 7. Control (%) de *Acicarpa tribuloides* en las diferentes fechas de evaluación para el factor volumen de aplicación

	2 dpa	4 dpa	7 dpa	15 dpa
50 L	15 a	32 a	64 a	93 a
80 L	15 a	30 a	64 a	90 a
110 L	15 a	33 a	54 a	94 a
140 L	16 a	34 a	55 a	89 a

Asimismo para el factor tamaño de gota tampoco se visualizó efecto entre usar gota fina o gruesa, ello se visualiza en el cuadro 8, solo una pequeña tendencia al final de mejor efecto con gota gruesa.

Cuadro No. 8. Control (%) de *Acicarpa tribuloides* en las diferentes fechas de evaluación para el factor tamaño de gota

	2 dpa	4 dpa	7 dpa	15 dpa
Gota fina	15 a	31 a	59 a	89 a
Gota gruesa	16 a	33 a	60 a	95 a

Por tanto en este experimento para *Acicarpa tribuloides* se concluye que no sería necesario aplicar gota fina ni altos volúmenes de aplicación.

A los 15 días post-aplicación se logra un porcentaje de control por encima del 89% lo cual según la escala de ALAM es un control muy bueno a excelente.

En el caso de *Ammi visnaga*, los resultados del Anova indican que no hubo interacción de los factores de estudio, observándose ello en el cuadro 9. Solo se evidenció un efecto tamaño de gota a los 30 días post-aplicación, pero en el resto de las fechas evaluadas ello no se manifestó. Para el factor volumen no hubo diferencias significativas entre tratamientos.

Cuadro No. 9. Anova para *Ammi visnaga* en las distintas fechas de evaluación

Efecto	p- valor				
	2 dpa	4 dpa	7 dpa	15 dpa	30 dpa
Volumen	0.37	0.19	0.20	0.18	0.22
Tamaño de gota	0.88	0.91	0.35	0.37	0.04
Volumen x tamaño de gota	0.52	0.61	0.55	0.08	0.12

En cuanto al factor volumen de aplicación para la maleza *Ammi visnaga*, en el cuadro 10 se observa que no existieron efectos significativos en ninguna de las fechas evaluadas.

Cuadro No. 10. Control (%) de *Ammi visnaga* en las diferentes fechas de evaluación para el factor volumen de aplicación

	2 dpa	4 dpa	7 dpa	15 dpa	30 dpa
50 L	8 a	22 a	42 a	62 a	67 a
80 L	8 a	24 a	40 a	60 a	66 a
110 L	5 a	18 a	37 a	59 a	65 a
140 L	7 a	18 a	37 a	60 a	64 a

En el cuadro 11 se observa diferencias en el porcentaje de control a los 30 días post-aplicación, donde el mayor control fue dado por el tamaño de gota fina; estas diferencias estadísticas a nivel biológico no son importantes, considerando que son 3 puntos, incluso usando la denominación sugerida por ALAM el control es calificado como suficiente.

Cuadro No. 11. Control (%) de *Ammi visnaga* en las diferentes fechas de evaluación para el factor tamaño de gota

	2 dpa	4 dpa	7 dpa	15 dpa	30 dpa
Gota fina	7 a	20 a	38 a	60 a	67 a
Gota gruesa	7 a	21 a	40 a	59 a	64 b

Por lo tanto, según dichos resultados, tampoco para el control de la maleza *Ammi visnaga* con glufosinato de amonio, sería necesario aplicar gota fina ni altos volúmenes de aplicación, contrariamente a lo mencionado por diferentes autores en la bibliografía. Aunque no se alcanzaron controles totales de la maleza, cabe la interrogante si mayores volúmenes no hubieran permitido mayores controles.

El control máximo logrado a los 30 días post-aplicación fue de 67 % el cual es un valor suficiente, según la escala de ALAM (1974).

Los resultados del Anova para *Gamochaeta spicata* indican que para el control de esta maleza no hubo interacción de los factores de estudio, tampoco existió efecto de los factores volumen y tamaño gota aislados, observándose ello en el cuadro 12. Por tanto, según estos resultados, ninguno de los factores de estudio determinó una deposición diferencial del herbicida en la maleza.

Cuadro No. 12. Anova para *Gamochaeta spicata* en las distintas fechas de evaluación

Efecto	p- valor			
	2 dpa	4 dpa	7 dpa	15 dpa
Volumen	0.89	0.26	0.70	0.73
Tamaño de gota	0.79	0.92	0.99	0.82
Volumen x tamaño de gota	0.91	0.90	0.45	0.65

Para el factor volumen de aplicación se observa que no existió efecto significativo para ninguna de las fechas evaluadas en aplicar diferentes volúmenes, ello se evidencia en el cuadro 13.

Cuadro No. 13. Control (%) de *Gamochaeta spicata* en las diferentes fechas de evaluación para el factor volumen de aplicación

	2 dpa	4 dpa	7 dpa	15 dpa
50 L	8 a	19 a	51 a	94 a
80 L	10 a	24 a	54 a	96 a
110 L	9 a	25 a	49 a	99 a
140 L	9 a	18 a	53 a	93 a

En el cuadro 14 se observa que para el factor tamaño de gota no hubo efecto entre aplicar gota fina o gruesa.

Cuadro No. 14. Control (%) de *Gamochaeta spicata* en las diferentes fechas de evaluación para el factor tamaño de gota

	2 dpa	4 dpa	7 dpa	15 dpa
Gota fina	9 a	21 a	52 a	94 a
Gota gruesa	9 a	22 a	52 a	97 a

Se concluye para este tratamiento de control de *Gamochaeta spicata* con glufosinato de amonio, que no sería necesario la aplicación de gota fina ni altos volúmenes de aplicación, alcanzándose a los 15 días post-aplicación un control por encima del 93% el cual según la escala de ALAM (1974), es denominado como excelente. Quizás aquí cabe la interrogante si una dosis menor del herbicida sería suficiente para su control.

Los resultados del Anova indican que para el control de la maleza *Nicotiana longiflora* hubo efecto de la interacción de los factores estudiados solo en la fecha 4 días post-aplicación, ello se observa en el cuadro 15. En tanto para el factor volumen hubo efecto (diferencias entre tratamientos) para la fecha 4 días post-aplicación, no manteniéndose ello en el resto de las fechas, y para el factor tamaño de gota el efecto se evidenció a los 7 días post-aplicación únicamente.

Cuadro No. 15. Anova para *Nicotiana longiflora* en las distintas fechas de evaluación

Efecto	p- valor				
	2 dpa	4 dpa	7 dpa	15 dpa	30 dpa
Volumen	0.27	0.07	0.45	0.76	0.42
Tamaño de gota	0.24	0.69	0.06	0.40	0.33
Volumen x tamaño de gota	0.18	0.08	0.42	0.28	0.42

Se muestra en el cuadro 16 que para el factor volumen de aplicación, hubo efecto en la fecha 4 días post-aplicación, donde el mayor control se logró

con 110 L/ha y difirió estadísticamente solamente del volumen de 80 L/ha, este control más rápido puede indicar una aceleración en el desecado y anticipación en la preparación del barbecho, pero ello no se mantuvo en las restantes fechas de evaluación. Ya a los 15 dpa los controles eran excelentes. El menor porcentaje de control, utilizando un mayor volumen de aplicación de 140 L pudo deberse como se explicaba anteriormente en el caso de *Bowlesia incana* a un problema de escurrimiento del caldo.

Estas diferencias estadísticas en el porcentaje de control observados en la fecha dos de evaluación desde el punto de vista biológico no son importantes, ya que los porcentajes variaron de 31 a 38 % y es considerado pobre, según calificación de ALAM.

Cuadro No. 16. Control (%) de *Nicotiana longiflora* en las diferentes fechas de evaluación para el factor volumen de aplicación

	2 dpa	4 dpa	7 dpa	15 dpa	30 dpa
50 L	25 a	35 ab	56 a	96 a	100 a
80 L	21 a	31 b	60 a	94 a	100 a
110 L	27 a	38 a	57 a	94 a	100 a
140 L	23 a	34 ab	57 a	91 a	99 a

En cuanto al factor tamaño de gota en el cuadro 17 se observa que existió diferencia únicamente a los 7 días post-aplicación, donde la gota gruesa proporcionó un mejor control pero con mínima diferencia; y según ALAM es un control regular.

Cuadro No. 17. Control (%) de *Nicotiana longiflora* en las diferentes fechas de evaluación para el factor tamaño de gota

	2 dpa	4 dpa	7 dpa	15 dpa	30 dpa
Gota fina	23 a	34 a	56 b	92 a	99 a
Gota gruesa	25 a	35 a	59 a	95 a	100 a

En síntesis de este experimento, se concluye en cuanto al tamaño de gota que no sería necesario aplicar para este herbicida de baja sistemía gota fina, correspondiéndose con lo citado por Morris et al. (2000) donde mencionan que un tamaño de gota más grande causa lesiones localizadas en las hojas que logran un buen control con herbicidas de contacto, contrariamente a lo obtenido

por Barber et al. (2015) quienes expresan que cuando aplicaron glufosinato solo, las gotas finas mejoraron el control comparado a gotas más gruesas. Asimismo, Balbuena y Stábile (2018) concluyen de sus experimentos que no sería necesario trabajar con gotas finas, ya que utilizando gotas gruesas la deposición y control es similar.

Por otra parte, se concluye que no se requieren altos volúmenes de aplicación para lograr un mayor control, contrariamente a lo que mencionaron varios autores en la bibliografía, donde Creech et al. (2015) mencionan que para el herbicida glufosinato de amonio el porcentaje de control fue mayor a partir de 140 L/ha. Por otro lado Balbuena y Stábile (2018) indican que para el herbicida paraquat (herbicida de contacto) los mayores controles se lograrían con volúmenes de 80 L/ha o hasta 110 L/ha. Aunque es importante aclarar, que en el caso de estos autores las aplicaciones fueron realizadas con equipos comerciales y en este caso se usó un baral de 2 m de largo, donde las variaciones en la homogeneidad de aplicación son menores.

La deposición del pulverizado fue variable y sin respuestas claras en relación al volumen de aplicación. En la mayoría de las malezas (*Acicarpa tribuloides*, *Ammi visnaga* y *Gamochoeta spicata*), los controles no presentaron respuestas ni a tamaño de gota ni a volumen de aplicación.

A los 15 días post-aplicación para todas las especies de malezas excepto *Ammi visnaga*, se alcanzó un porcentaje de control muy bueno a excelente según escala de ALAM (1974). Una causa que puede haber llevado a no controlar totalmente a la especie *Ammi visnaga* puede ser su gran tamaño que presentaba en el enmalezamiento inicial o quizás en maleza de ese tamaño se hubiera encontrado respuesta a un mayor volumen de aplicación.

Los daños observados en las diferentes malezas fueron coloraciones amarillo blanquecinas (denominado clorosis) ya a los 2 días post-aplicación ello se evidenció, estos síntomas coinciden con datos reportados por Barnett et al. (2015), sintomatología característica de este herbicida inhibidor de la glutamina sintetasa.

Como era esperable por la inexistencia de residualidad del herbicida se observaron nuevas emergencias de malezas.

Cabe destacar que estos resultados fueron obtenidos a partir de una aplicación manual y donde algunos factores propios de la aplicación están más controlados que en el caso de una aplicación mecanizada, donde entre otros factores, la velocidad de trabajo puede estar próxima a los 20 km/h o donde las

alturas de baral puede ser bastante mayor a la de este experimento con oscilaciones que determinan menor homogeneidad en la aplicación.

Las condiciones meteorológicas al momento de la aplicación de dicho herbicida fueron propicias en cuanto a la humedad relativa la cual era alta (87%) y la temperatura la cual fue baja (7.4°C), y la velocidad del viento fue escasa, de 5 km/h.

4.3 EXPERIMENTO 2

En el cuadro 18 se muestran los resultados del Anova, los cuales indican que para el control de esta maleza no hubo interacción de los factores de estudio.

En la primer fecha de evaluación se detectó efecto del factor tamaño de gota, no manifestándose en las restantes fechas. En cuanto al volumen de aplicación no hubo diferencias significativas en los resultados obtenidos, por tanto según estos resultados el volumen de aplicación no determinó una deposición diferencial del herbicida en la maleza.

Cuadro No. 18. Anova para *Bowlesia incana* en las distintas fechas de evaluación

Efecto	p- valor			
	2 dpa	4 dpa	7 dpa	15 dpa
Volumen	0.80	0.66	0.42	0.11
Tamaño de gota	0.06	0.37	0.94	0.99
Volumen x tamaño de gota	0.90	0.64	0.49	0.82

En cuanto al factor volumen de aplicación para *Bowlesia incana*, se observa en el cuadro 19, que no presentó efecto en ninguna de las fechas evaluadas.

Cuadro No. 19. Control (%) de *Bowlesia incana* en las diferentes fechas de evaluación para el factor volumen de aplicación

	2 dpa	4 dpa	7 dpa	15 dpa
50 L	26 a	39 a	68 a	97 a
80 L	26 a	39 a	73 a	98 a
110 L	27 a	42 a	69 a	96 a
140 L	29 a	42 a	71 a	94 a

En tanto para el factor tamaño de gota para la maleza *Bowlesia incana* se muestra en el cuadro 20, que presentó diferencias en el porcentaje de control a los 2 días post-aplicación, con un mayor control por parte de la gota fina, pero ello no se mantuvo en las restantes fechas de evaluación. El menor control logrado por parte de gota gruesa puede explicarse por su mayor tamaño que lleva a problemas de escurrimiento y mayores pérdidas de producto. Cabe aclarar que dichas diferencias estadísticas desde la óptica biológica no son sustanciales e igualmente es un control pobre.

Cuadro No. 20. Control (%) de *Bowlesia incana* en las diferentes fechas de evaluación para el factor tamaño de gota

	2 dpa	4 dpa	7 dpa	15 dpa
Gota fina	30 a	41 a	70 a	96 a
Gota gruesa	24 b	39 a	70 a	96 a

En síntesis, para el control de *Bowlesia incana* con el herbicida saflufenacil no sería necesario aplicar gota fina, contrariamente a lo mencionado por Agostini et al. (2016), los cuales destacan que en los herbicidas de contacto es más efectivo utilizar gota fina por generar una mayor cobertura en la superficie vegetal.

A los 7 días post-aplicación se logró un nivel de control mayor a 68 % denominado según la escala de ALAM (1974) como suficiente a bueno y a los 15 días post-aplicación se logró un porcentaje de control superior a 90% que se designa como excelente.

El análisis estadístico realizado para *Acicarpa tribuloides* realizado tampoco reveló diferencias significativas. Los resultados del Anova indican que para el control de esta maleza, no hubo interacción de los factores de estudio ni para volumen ni tamaño de gota, ello se observa en el cuadro 21. Asimismo ni

para volumen ni para el factor tamaño de gota hubo efecto. Por tanto, según estos resultados, el tamaño de gota ni el volumen de aplicación no determinaron una deposición diferencial del herbicida en la maleza.

Cuadro No. 21. Anova para *Acicarpa tribuloides* en las distintas fechas de evaluación

Efecto	p- valor			
	2 dpa	4 dpa	7 dpa	15 dpa
Volumen	0.84	0.53	0.24	0.37
Tamaño de gota	0.17	0.14	0.17	0.79
Volumen x tamaño de gota	0.51	0.29	0.18	0.57

En el cuadro 22 se muestra que para el factor volumen de aplicación no se evidenció efecto por aplicar alto o bajos volúmenes en las diferentes fechas de evaluación.

Cuadro No. 22. Control (%) de *Acicarpa tribuloides* en las diferentes fechas de evaluación para el factor volumen de aplicación

	2 dpa	4 dpa	7 dpa	15 dpa
50 L	25 a	38 a	65 a	98 a
80 L	24 a	40 a	74 a	98 a
110 L	27 a	38 a	71 a	98 a
140 L	26 a	37 a	74 a	96 a

Asimismo, para el factor tamaño de gota tampoco existió efecto entre utilizar gota fina o gruesa, ello se evidencia en el cuadro 23.

Cuadro No. 23. Control (%) de *Acicarpa tribuloides* en las diferentes fechas de evaluación para el factor tamaño de gota

	2 dpa	4 dpa	7 dpa	15 dpa
Gota fina	27 a	37 a	74 a	97 a
Gota gruesa	24 a	40 a	68 a	98 a

En resumen, a los 15 días post-aplicación se logró un nivel de control superior a 90% denominado según la escala de ALAM (1974) como excelente.

El control de la maleza *Ammi visnaga*, según el Anova no presentó efecto de los factores de estudio, ello se visualiza en el cuadro 24. Solamente a los 4 dpa se encontró efecto del volumen de aplicación, pero ello no se mantuvo en las restantes fechas evaluadas. El mayor control se logró con 110 L y con un volumen mayor de 140 L se obtuvo un menor porcentaje de control, el cual como se mencionó en otros casos de otras malezas, podría estar explicado por existencia de escurrimiento del producto en la superficie vegetal. A pesar de los 12 puntos de diferencia en control, ambos son considerados como Pobre según escala ALAM. En cuanto al tamaño de gota no hubo efecto en aplicar gota fina o gruesa en ninguna de las fechas evaluadas, ello se visualiza en el cuadro 26.

Cuadro No. 24. Anova para *Ammi visnaga* en las distintas fechas de evaluación

Efecto	p- valor				
	2 dpa	4 dpa	7 dpa	15 dpa	30 dpa
Volumen	0.92	0.01	0.50	0.29	0.77
Tamaño de gota	0.19	0.58	0.32	0.65	0.89
Volumen x tamaño de gota	0.30	0.36	0.12	0.79	0.78

Cuadro No. 25. Control (%) de *Ammi visnaga* en las diferentes fechas de evaluación para el factor volumen de aplicación

	2 dpa	4 dpa	7 dpa	15 dpa	30 dpa
50 L	15 a	36 a	52 a	72 a	81 a
80 L	13 a	31 ab	56 a	71 a	78 a
110 L	14 a	37 a	56 a	75 a	80 a
140 L	16 a	25 b	54 a	78 a	83 a

Cuadro No. 26. Control (%) de *Ammi visnaga* en las diferentes fechas de evaluación para el factor tamaño de gota

	2 dpa	4 dpa	7 dpa	15 dpa	30 dpa
Gota fina	17 a	33 a	54 a	74 a	81 a
Gota gruesa	11 a	33 a	55 a	74 a	81 a

Para el caso de control de *Ammi visnaga* con saflufenacil no sería necesario la aplicación de gota fina ni volúmenes de aplicación altos. Es de destacar que esta especie no fue controlada totalmente a los 30 días post-aplicación, se logró un control del 78 al 83% que es denominado según ALAM (1974) como bueno a muy bueno. Nuevamente fue la maleza que no llegó a una desecación total, quizás volúmenes mayores hubieran logrado una cobertura total de la maleza y permitido mayores controles.

Tampoco en el caso de *Gamochaeta spicata* hubo efecto de los factores o de la interacción, ello se visualiza a continuación en el cuadro 27.

Cuadro No. 27. Anova para *Gamochaeta spicata* en las distintas fechas de evaluación

Efecto	p- valor			
	2 dpa	4 dpa	7 dpa	15 dpa
Volumen	0.11	0.31	0.60	0.48
Tamaño de gota	0.34	0.17	0.64	0.16
Volumen x tamaño de gota	0.58	0.99	0.85	0.43

Cuadro No. 28. Control (%) de *Gamochaeta spicata* en las diferentes fechas de evaluación para el factor volumen de aplicación

	2 dpa	4 dpa	7 dpa	15 dpa
50 L	19 a	31 a	64 a	99 a
80 L	21 a	31 a	67 a	99 a
110 L	21 a	32 a	64 a	98 a
140 L	13 a	26 a	62 a	99 a

Cuadro No. 29. Control (%) de *Gamochaeta spicata* en las diferentes fechas de evaluación para el factor tamaño de gota

	2 dpa	4 dpa	7 dpa	15 dpa
Gota fina	17 a	28 a	64 a	98 a
Gota gruesa	19 a	31 a	65 a	99 a

En síntesis, según resultados para el caso de control de la maleza *Gamochaeta spicata* por el herbicida saflufenacil no se necesitaría utilizar tamaño de gota fina así como tampoco altos volúmenes de aplicación. A los 7 días post-aplicación ya se logró un porcentaje de control superior al 64 % que se denomina según escala ALAM como suficiente y a los 30 días post-aplicación el control fue excelente, superior al 90%.

Los resultados del Anova para la maleza *Conyza spp.* indican que en el control no hubo efecto de los factores de estudio ni de la interacción, observándose ello en el cuadro 30. En la tercer fecha de evaluación (7 días post-aplicación), se detectó efecto del factor volumen, no manifestándose en las restantes fechas.

Cuadro No. 30. Anova para *Conyza* spp. en las distintas fechas de evaluación

Efecto	p- valor			
	2 dpa	4 dpa	7 dpa	15 dpa
Volumen	0.39	0.76	0.09	0.15
Tamaño de gota	0.13	0.69	0.90	0.88
Volumen x tamaño de gota	0.87	0.57	0.73	0.83

Para el factor volumen de aplicación para la maleza a los 7 días post-aplicación existieron diferencias, siendo el único tratamiento con menor control el de 140 L/ha y sin diferencias entre los restantes, esto no se mantuvo en las siguientes fechas evaluadas, ello se evidencia en el cuadro 31. El menor porcentaje de control a los 7 dpa se puede explicar por un problema de escurrimiento del caldo, llevando a mayores pérdidas del mismo.

Cuadro No. 31. Control (%) de *Conyza* spp. en las diferentes fechas de evaluación para el factor volumen de aplicación

	2 dpa	4 dpa	7 dpa	15 dpa
50 L	19 a	34 a	59 ab	83 a
80 L	16 a	36 a	65 a	86 a
110 L	18 a	34 a	63 ab	88 a
140 L	15 a	32 a	55 b	81 a

Cuadro No. 32. Control (%) de *Conyza* spp. en las diferentes fechas de evaluación para el factor tamaño de gota

	2 dpa	4 dpa	7 dpa	15 dpa
Gota fina	18 a	34 a	61 a	85 a
Gota gruesa	15 a	34 a	60 a	84 a

En síntesis, para el caso de control de la especie *Conyza* spp. por el herbicida saflufenacil no se requeriría utilizar gota fina así como tampoco altos volúmenes de aplicación. A los 15 días post-aplicación se logró un porcentaje de control entre 81-88% según escala ALAM (1974) denominado muy bueno.

Los resultados del Anova en *Nicotiana longiflora*, que se muestran en el cuadro 33, indicaron que para el control de esta maleza no hubo efecto del volumen de aplicación y en tamaño de gota solo hubo efecto en la segunda fecha de evaluación. No hubo efecto de la interacción en ninguna de las fechas de evaluación.

Cuadro No. 33. Anova para *Nicotiana longiflora* en las distintas fechas de evaluación

Efecto	p- valor			
	2 dpa	4 dpa	7 dpa	15 dpa
Volumen	0.73	0.53	0.73	0.98
Tamaño de gota	0.15	0.03	0.22	0.85
Volumen x tamaño de gota	0.30	0.56	0.92	0.65

Cuadro No. 34. Control (%) de *Nicotiana longiflora* en las diferentes fechas de evaluación para el factor volumen de aplicación

	2 dpa	4 dpa	7 dpa	15 dpa
50 L	31 a	41 a	73 a	92 a
80 L	28 a	40 a	70 a	94 a
110 L	33 a	45 a	77 a	92 a
140 L	30 a	44 a	72 a	90 a

En el cuadro 35 se observa que a los 4 días post-aplicación, hubo un mayor control en la aplicación con gota fina, igualmente ello no se mantuvo en las restantes fechas de evaluación. Nuevamente hubo menor porcentaje de control proporcionado por la gota gruesa. Dichas diferencias estadísticas en el porcentaje de control en esta fecha de evaluación, pasan de pobre a regular según escala de ALAM, teniendo impacto biológico con el uso de gota fina, mejorando así el control.

Cuadro No. 35. Control (%) de *Nicotiana longiflora* en las diferentes fechas de evaluación para el factor tamaño de gota

	2 dpa	4 dpa	7 dpa	15 dpa
Gota fina	33 a	46 a	76 a	92 a
Gota gruesa	28 a	39 b	70 a	91 a

En resumen, para el caso de control de la maleza *Nicotiana longiflora*, según los resultados obtenidos no se requeriría utilizar gota fina así como tampoco altos volumen de aplicación.

A los 7 días post-aplicación se alcanzó un nivel de control bueno según escala ALAM (1974) y a los 15 días post-aplicación el control logrado era excelente.

En síntesis de este experimento, se concluye que no sería necesario aplicar para este herbicida de baja o nula sistemía gota fina, ni altos volúmenes de aplicación, contrario a lo que hallaron varios autores y fueron presentados en la bibliografía. El control fue variable y sin respuestas claras en relación al volumen de aplicación. En las especies de malezas (*Acicarpa tribuloides*, *Gamochoeta spicata*, *Conyza bonaeriensis*), los controles no presentaron ninguna respuesta a tamaño de gota ni a volumen de aplicación.

A los 15 días post-aplicación para todas las especies de malezas excepto *Ammi visnaga*, se alcanzó un porcentaje de control muy bueno a excelente según escala de ALAM (1974).

Los daños observados en las diferentes malezas fueron manchas blancas, ello se observa en la figura 3, los mismos a los 2 días post-aplicación ya eran evidentes, estos síntomas coinciden con los mencionados por Villalba (2018), sintomatología típica de los herbicidas inhibidores de protox.



Figura No. 3. Daños de fitotoxicidad encontrados en los tratamientos con el herbicida saflufenacil

Se conoce que saflufenacil a la dosis utilizada en este experimento no tiene efecto residual; se observó en el área experimental a los 30 días post-aplicación que ya existían nuevas malezas emergiendo.

5. CONCLUSIONES

Dados los resultados de este experimento, se concluye que no sería necesario realizar aplicaciones con gotas finas para estos herbicidas de contacto, ya que al compararlo con gotas gruesas no existieron variantes en el control de malezas.

En cuanto al volumen de aplicación a utilizar, no existieron respuestas claras en este ensayo, entre usar altos o bajos volúmenes de aplicación, por lo que no sería necesario utilizar altos volúmenes para lograr mayores controles en herbicidas de contacto, ello no se corresponde con la información previa existente para dicho parámetro.

En este experimento no se cuantificaron interacciones entre los factores tamaño de gota y volumen de aplicación.

Ambos herbicidas saflufenacil y glufosinato de amonio fueron eficientes en el control de malezas, registrándose tempranamente a los 15 días post-aplicación resultados de control muy buenos a excelentes (mayores al 80%) en todas las especies de malezas y a los 30 días post-aplicación el control fue del 100%, excepto para la especie *Ammi visnaga* donde el control fue menor; esto indica la sensibilidad de estas especies a ambos herbicidas, donde la respuesta al control de malezas fue similar con el uso de uno u otro herbicida de contacto. En el caso de la especie *Ammi visnaga*, el menor control de la misma pudo deberse a su estado y desarrollo.

Se considera se debería continuar profundizando en estudios futuros en este tema, especialmente en aplicaciones comerciales, donde otras variables que juegan un papel preponderante en la deposición y homogeneidad de la distribución del caldo pulverizado son bien diferentes, como ser velocidad de aplicación y tamaño y altura del aguilón.

6. RESUMEN

La agricultura en el Uruguay ha experimentado un constante crecimiento en los últimos años, impulsado fundamentalmente por el aumento ininterrumpido del área de soja y con la inclusión de la siembra directa lo que ha llevado a un aumento en el uso de fitosanitarios. La tendencia actual es a disminuir los volúmenes de aplicación para lograr una mayor autonomía, por otro lado el tamaño de gota es un parámetro muy importante ya que se busca evitar posibles casos de deriva de agroquímicos, para ello se trata de evitar el uso en las aplicaciones de gotas finas. Por ello es imprescindible investigar en cuanto a las tecnologías de aplicación para hacer un uso eficiente y responsable de los fitosanitarios, donde en los productos de contacto los parámetros volumen de aplicación y tamaño de gota toman gran importancia a la hora de lograr una buena cobertura. Por ello el objetivo de este trabajo se centró en evaluar el efecto de diferentes tamaños de gota y volúmenes de aplicación contrastantes en dos herbicidas de contacto como son saflufenacil y glufosinato de amonio. El experimento fue realizado en un área con un enmalezamiento preexistente otoño invernal elevado y homogéneo, donde las especies más frecuentes fueron *Conyza spp.*, *Ammi visnaga*, *Acicarpa tribuloides*, *Bowlesia incana*, *Gamochaeta spicata* y *Nicotiana longiflora*, ubicado la Estación Experimental "Dr. Mario A. Cassinoni" (EEMAC) perteneciente a la Facultad de Agronomía-UdelaR, en el departamento de Paysandú. El diseño experimental fue de bloques completos al azar, con tres repeticiones, en los que se combinaron cuatro volúmenes de aplicación (50, 80, 110 y 140 L/ha) y dos tamaños de gota (fina y gruesa). Se establecieron dos experimentos donde en el experimento 1 fue aplicado glufosinato de amonio en dosis comercial de 2L/ha con el agregado del adyuvante Agral 90 a una concentración de 0.5% y en el experimento 2 fue aplicado saflufenacil en dosis de 35 g/ha con el agregado del adyuvante Dash a concentración de 0.5%. La aplicación se realizó con un equipo pulverizador experimental presurizado a CO₂. Se realizaron evaluaciones visuales de control, a partir de observaciones de síntomas de daño en las plantas, utilizando una escala subjetiva de porcentaje del 0 al 100, donde 0 = sin control y 100 = planta muerta de la Asociación Latinoamericana de Malezas (ALAM), a los 2, 4, 7, 15 y 30 días post-aplicación. Los controles fueron para las diferentes especies, excepto para *Ammi visnaga* muy buenos a excelentes a los 15 días post-aplicación y a los 30 post-aplicación el control fue del 100%. No existió interacción entre volumen y tamaño de gota. Se evidenció que no sería necesario utilizar gotas finas en aplicaciones de productos de contacto, ya que utilizando gotas gruesas el control fue similar. En cuanto al volumen de aplicación no se evidenciaron respuestas claras entre utilizar altos o bajos volúmenes.

Palabras clave: Tamaño de gota; Volumen; Volumen por tamaño de gota; Herbicidas de contacto; Saflufenacil; Glufosinato de amonio.

7. SUMMARY

The farming in Uruguay has been increasing for years because of the increasing of soya area and the inclusion of direct sowing which has been taking a growth in the use of phytosanitaries. The actual tendency is to decrease the application's volumens in order to achieve a higher autonomy. On the other hand, the drop size is a very important parameter because it looks to avoid possible agrochemical drift's cases. So that it is very important to investigate the application's technologies in order to make a responsible and efficient use of the phytosanitaries where in contact products the parameter of volume's application and the drop size can take big importance when it comes to achieving good coverage. For that reason, the purpose of this work was centered in different evaluation of drop size's effects contrasting in two herbicides of contact such as saflufenacil and ammonium glufosinate. The experiment was taken place in an area with a preexisting, higher and homogeneous fall and Winter undergrowth, where the most frequent species was *Conyza spp*, *Ammi visnaga*, *Acicarpa tribuloides*, *Bowlesia incana*, *Gamochaeta spicata*, and *Nicotiana longiflora*. They were located in the Experimental Station "Dr Mario A. Cassinoni" (Agronomy University in Paysandú). The experimental designs were in complete random blocks in three different times, which were combined four volumens application (50, 80, 110, 140 L/ha) and two drop sizes (thin and thick), commercial dose of 2 L/ha with the adjuvant aggregate Agral 90 in 0.5% concentration. In second experiment was applied saflufenacil in a 35 g/ ha dose with the adjuvant aggregate Dash in a 0.5% concentration. The application was made with an experimental sprayer team pressurized to CO₂. It was made visual control evaluations as a result of the observations in some plants' symptoms of damage. It was utilized a subjective scale of percentage from 0 to 100. 0 means without control and 100 means a dead plant (Undergrowth Latin American Association) in the 2, 4, 7, 15 and 30 days after applications. The controls for the different species (except to *Ammi Visnaga*) were ranged from very good to excellent in the 15 days after the application and in the 30 days after application the control was ranged to 100 %. It didn't exist interaction between drop volume and drop size. It was evidenced that it wouldn't be necessary to utilize thin drops in applications of contact products as utilizing thick drops the control was similar. As for the volume of application wasn't evidenced clear answers between utilizing high or low volumes.

Key words: Drop size; Volume; Volume by drop size; Contact herbicides; Saflufenacil; Ammonium Glufosinate.

8. BIBLIOGRAFÍA

1. Agostini, A. R.; Almeida, D.; Decaro, S. T. Jr.; Ferreira, M. C.; Yamauchi, A. K. 2016. Application volumes and sizes of droplets for the application of diquat herbicide in the control of *Eichhornia crassipes*. *Planta Daninha*. 34(1):171-179.
2. ALAM (Asociación Latinoamericana de Malezas, CO). 1974. Recomendaciones sobre unificación de los sistemas de evaluación en ensayos de control de malezas. Bogotá. pp. 35-38.
3. Aulakh, J. S.; Jhala, A. J. 2015. Comparison of Glufosinate-Based Herbicide programs for broad-spectrum weed control in glufosinate-resistant soybean. (en línea). *Weed Technology*. 29(3):419-430. Consultado 15 ago. 2019. Disponible en <https://bioone.org/journals/Weed-Technology/volume-29/issue-3/WT-D-15-00014.1/Comparison-of-Glufosinate-Based-Herbicide-Programs-for-Broad-Spectrum-Weed/10.1614/WT-D-15-00014.1.short>
4. 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.
5. Barber, T.; Kruger, G. R.; Meyer, C. J.; Norsworthy, J. K. 2015. Influence of droplet size on efficacy of the formulated Products engenia™, roundup powerMax®, and liberty®. (en línea). *Weed Technology*. 29(4):641-652. Consultado 16 ago. 2019. Disponible en <https://bioone.org/journals/weed-technology/volume-29/issue-4/WT-D-15-00044.1/Influence-of-Droplet-Size-on-Efficacy-of-the-Formulated-Products/10.1614/WT-D-15-00044.1.short>
6. Barnett, K. A.; Culpepper, S.; Steckel, L. E.; York, A. C. 2015. Evaluation of wideStrike cotton Response to repeated applications of glufosinate at various application timings. (en línea). *Weed Technology*. 29(1):154-160. Consultado 16 ago. 2019. Disponible en <https://bioone.org/journals/Weed-Technology/volume-29/issue-1/WT-D-14-00021.1/Evaluation-of-WideStrike-Cotton-Response-to-Repeated-Applications-of-Glufosinate/10.1614/WT-D-14-00021.1.short>

7. BASF. s.f. Arsenal®. 2019. HEAT® herbicida. (en línea). Asunción. pp.1-6. Consultado 9 oct. 2019. Disponible en https://landingpagebasf.com.uy/pdf/heat/EtiquetaProducto_Heat.pdf
8. Boller, W.; Schlosser, J. 2010. Consideraciones operativas de las boquillas pulverizadoras. In: Magdalena, J. C.; Castillo Herrán, B.; Di Prinzio, A.; Homer, I.; Villalba, J. eds. Tecnología de aplicación de agroquímicos. Alto Valle, INTA. pp. 89 - 96.
9. Bond, J. A.; Edwards, H. M.; Eubank, T.; Golden, B. R.; Gore, J.; Montgomery, G. B.; W.; Walker, T. W. 2014. Evaluation of saflufenacil in drill-seeded rice (*Oryza sativa*). (en línea). Weed Technology. 28 (4):660-670. Consultado 20 ago. 2019. Disponible en <https://www.cambridge.org/core/journals/weed-technology/article/utilization-of-saflufenacil-in-a-clearfield-rice-oryza-sativa-system/746C5FC3C2E6C98283EB1DC708016FB9>
10. Carbonari, C. A.; Domingues, E.; Ferreira, J.; Gimenes, G. L.; Puertas De Freitas, I.; Tropaldi, L. 2016. Absorption velocity of glufosinate and its effects on weeds and cotton. (en línea). Agrociencia. 50: 239-249. Consultado 16 ago. 2019. Disponible en https://www.researchgate.net/publication/299174603_Absorption_velocity_of_glufosinate_and_its_effects_on_weeds_and_cotton
11. Castillo, B. 2010. Formación de gotas en la aplicación de plaguicidas. In: Magdalena, J. C.; Castillo Herrán, B.; Di Prinzio, A.; Homer Benister, I.; Villalba, J. eds. Tecnología de aplicación de agroquímicos. Alto Valle, INTA. pp. 55-66.
12. Christiansen, N.; Ehrhardt, T.; Grossmann, K.; Looser, R.; Niggeweg, R. 2010. The herbicide saflufenacil (kixor™) is a new inhibitor of protoporphyrinogen ixoxidase activity. (en línea). Weed Science. 58:1-9. Consultado 4 set. 2019. Disponible en <https://www.cambridge.org/core/journals/weed-science/article/herbicide-saflufenacil-kixor-is-a-new-inhibitor-of-protoporphyrinogen-ix-oxidase-activity/DF7EA687386C61D3ABA61A57A75F2FF1>
13. Christopher, J. 2010. Bases for interactions between saflufenacil and glyphosate in plants. (en línea). Journal of Agricultural and Food Chemistry. 58:7335-7343. Consultado 21 ago. 2019. Disponible en <https://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/jf100595a?rand=wbu3ibi2>

14. Creech, C. F.; Henry, R. S.; Hewitt, A. J.; Kruger, G. R.; Sandell, L. D.; Werle, R. 2015. Performance of postemergence herbicides applied at different carrier volume rates. (en línea). *Weed Technology*. 29:611-624. Consultado 4 set. 2019. Disponible en <https://bioone.org/journals/Weed-Technology/volume-29/issue-3/WT-D-14-00101.1/Performance-of-Postemergence-Herbicides-Applied-at-Different-Carrier-Volume-Rates/10.1614/WT-D-14-00101.1.short>
15. Cunha, J.; Fialho dos reis, E.; Oliveira, 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.
16. De Jong, F. M.; De Snoo, G. R.; Van Der Linden, M. G.; Van Der Poll, R. J. 2001. Effects of glufosinate-ammonium on off crop vegetation. (en línea). *National Center for Biotechnology Information*. 66 (2b):731-741. Consultado 16 ago. 2019. Disponible en <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12425097>
17. Dotray, P.; Keeling, W.; Reed, J. 2014. Palmer Amaranth (*Amaranthus palmeri*) management in glyTol libertyLink cotton. (en línea). *Weed Technology*. 28(4):592-600. Consultado 4 set. 2019. Disponible en <https://bioone.org/journals/Weed-Technology/volume-28/issue-4/WT-D-14-00029.1/Palmer-Amaranth-Amaranthus-palmeri-Management-in-GlyTol-LibertyLink-Cotton/10.1614/WT-D-14-00029.1.pdf>
18. Etheridge, R. E.; Hart, W. E.; Hayes, R. M.; Mueller, T. C. 2001. Effect of venturi-type nozzles and application volume on postemergence herbicide efficacy. (en línea). *Weed Technology*. 15(1):75-80. Consultado 4 set. 2019. Disponible en <https://www.cambridge.org/core/journals/weed-technology/article/effect-of-venturitype-nozzles-and-application-volume-on-postemergence-herbicide-efficacy/BC5195865A2F9C34D0777834CB48842E>
19. Fernández, G. 2011. Estrategias de manejo para la problemática actual de malezas en Uruguay. In: Simposio Nacional de Agricultura (2º., 2011, Paysandú, Uruguay). Trabajos presentados. Montevideo, Hemisferio Sur. pp. 3-8.

20. Frihauf, J. C. 2009. Weed control efficacy and winter wheat response to saflufenacil. PhD. Manhattan, USA. Kansas State University. 80 p.
21. García, A. 2019. Manejo de malezas resistentes en Uruguay. In: Jornada Manejo de Malezas (1ª., 2019, Colonia). Presentaciones. Colonia, s.e. 30 diapositivas.
22. Heap, I. 2019. International survey of herbicide resistant weeds. Three herbicide site of action classification systems. (en línea). Cambridge, Weed Science. s.p. Consultado 8 oct. 2019. Disponible en <http://weedsociety.org/Summary/SOADescription.aspx>
23. Hetz, E.; Villalba, J. 2010. Tecnología de aplicación de agroquímicos. Deriva de productos agroquímicos, efecto de las condiciones ambientales. In: Magdalena, J. C., Castillo Herrán, B.; Di Prinzio, A.; Homer Benister, I.; Villalba, J. eds. Tecnología de aplicación de agroquímicos. Alto Valle, INTA. pp. 45-54.
24. Homer, I.; Olivet, J.; Riquelme, J. 2010. Tecnología de aplicación de agroquímicos. Regulación de equipos pulverizadores. In: Magdalena, J. C.; Castillo, B.; Di Prinzio, A.; Homer, I.; Villalba, J. eds. Tecnología de aplicación de agroquímicos. Alto Valle, INTA. pp. 121-131.
25. Johnson, D. B.; Norsworth, J. K. 2014. Johnsongrass (*Sorghum halepense*) Management as influenced by herbicide selection and application timing. (en línea). BioOne. 28(1):142-150. Consultado 14 ago. 2019. Disponible en <http://www.bioone.org/doi/full/10.1614/WT-D-13-00100.1>
26. Kappler, B.; Namuth, D. 2007. Clasificación de los herbicidas. Los ocho modos de acción. (en línea). Lincoln, Plant and Soil Sciences eLibrary. s.p. Consultado 18 oct. 2019. Disponible en <https://passel2.unl.edu/view/lesson/c6f27ffb3c0a/5>
27. Kogan, M.; Pérez, A. 2003. Herbicidas: fundamentos fisiológicos y bioquímicos del modo de acción. Santiago, Chile, Universidad Católica de Chile. 333 p.
28. Kumaratilake, A.; Lorraine-colwill, D.; Preston, C. 2002. A comparative study of glufosinate efficacy in rigid ryegrass (*Lolium rigidum*) and sterile oat (*Avena sterilis*). (en línea). Weed Science. 50(5):560-

566. Consultado 4 set. 2019. Disponible en [https://bioone.org/journals/weed-science/volume-50/issue-5/0043-1745\(2002\)050%5b0560%3aACSOGE%5d2.0.CO%3b2/A-comparative-study-of-glufosinate-efficacy-in-rigid-ryegrass-Lolium/10.1614/0043-1745\(2002\)050\[0560:ACSOGE\]2.0.CO;2.short](https://bioone.org/journals/weed-science/volume-50/issue-5/0043-1745(2002)050%5b0560%3aACSOGE%5d2.0.CO%3b2/A-comparative-study-of-glufosinate-efficacy-in-rigid-ryegrass-Lolium/10.1614/0043-1745(2002)050[0560:ACSOGE]2.0.CO;2.short)

29. Massaro, R. A. 2004. Tecnología para la aplicación de fungicidas foliares en soja con equipos terrestres. INTA. Para Mejorar la Producción. 27(102): 83-92.
30. Matthews, J. L.; Mellendorf, T. G.; Young, B. G.; Young, J. M. 2015. Influence of application variables on the foliar efficacy of saflufenacil on horseweed (*Conyza canadensis*). (en línea). Weed Science. 63(3):578-586. Consultado 20 ago. 2019. Disponible en <https://www.cambridge.org/core/journals/weed-science/article/influence-of-application-variables-on-the-foliar-efficacy-of-saflufenacil-on-horseweed-conyza-canadensis/11B141A6289058441866B7567CEA4A1D>
31. Messersmith, C.; Ramsdale, B. 2001. Nozzle, spray volume, and adjuvant effects on carfentrazone and imazamox efficacy. (en línea). Weed Technology. 15(3):485-491. Consultado 4 set. 2019. Disponible en [https://bioone.org/journals/weed-technology/volume-15/issue-3/0890-037X\(2001\)015%5b0485%3aNSVAAE%5d2.0.CO%3b2/Nozzle-Spray-Volume-and-Adjuvant-Effects-on-Carfentrazone-and-Imazamox/10.1614/0890-037X\(2001\)015\[0485:NSVAAE\]2.0.CO;2.short](https://bioone.org/journals/weed-technology/volume-15/issue-3/0890-037X(2001)015%5b0485%3aNSVAAE%5d2.0.CO%3b2/Nozzle-Spray-Volume-and-Adjuvant-Effects-on-Carfentrazone-and-Imazamox/10.1614/0890-037X(2001)015[0485:NSVAAE]2.0.CO;2.short)
32. _____; Ramsdale, B. 2002. Adjuvant and herbicide concentration in spray droplets influence phytotoxicity. (en línea). Weed Technology. 16(3):631-637. Consultado 4 set. 2019. Disponible en [https://bioone.org/journals/weed-technology/volume-16/issue-3/0890-037X\(2002\)016%5B0631%3AAAHCIS%5D2.0.CO%3B2/Adjuvant-and-Herbicide-Concentration-in-Spray-Droplets-Influence-Phytotoxicitya-classinternal/10.1614/0890-037X\(2002\)016\[0631:AAHCIS\]2.0.CO;2.short](https://bioone.org/journals/weed-technology/volume-16/issue-3/0890-037X(2002)016%5B0631%3AAAHCIS%5D2.0.CO%3B2/Adjuvant-and-Herbicide-Concentration-in-Spray-Droplets-Influence-Phytotoxicitya-classinternal/10.1614/0890-037X(2002)016[0631:AAHCIS]2.0.CO;2.short)
33. _____; Nalewaja, J.; Ramsdale, B. 2003. Spray volume, formulation, ammonium Sulfate, and nozzle effects on glyphosate efficacy. (en línea). Weed Technology. 17(3):589-598. Consultado

4 set. 2019. Disponible en <https://bioone.org/journals/Weed-Technology/volume-17/issue-3/WT02-157/Spray-Volume-Formulation-Ammonium-Sulfate-and-Nozzle-Effects-on-Glyphosate/10.1614/WT02-157.short>

34. MGAP. DGSSAA (Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca. Dirección General de Servicios Agropecuarios, UY). 2017. Datos estadísticos de productos fitosanitarios. Importaciones de productos fitosanitarios 2017. (en línea). Montevideo. s.p. Consultado 11 abr. 2018. Disponible en <http://www.mgap.gub.uy/noticia/unidad-organizativa/direccion-general-de-servicios-agricolas/07-02-2018/importaciones-de>
35. _____. DIEA (Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. Dirección de Investigaciones Estadísticas Agropecuarias, UY). 2018. Anuario estadístico agropecuario 2018. Montevideo. 211 p.
36. Modernel, P. 2014. Guía uruguaya para la protección y nutrición vegetal. 13a. ed. Montevideo, SATA. 669 p.
37. Morris, W.; Shaw, D.; Smith, D.; Webster, E. 2000. Effects of spray volume and droplet size on herbicide deposition and common cocklebur (*Xanthium strumarium*) control. (en línea). *Weed Technology*. 14(2):321-326. Consultado 4 set. 2019. Disponible en [https://bioone.org/journals/weed-technology/volume-14/issue-2/0890-037X\(2000\)014%5b0321%3aEOSVAD%5d2.0.CO%3b2/Effects-of-Spray-Volume-and-Droplet-Size-on-Herbicide-Deposition/10.1614/0890-037X\(2000\)014\[0321:EOSVAD\]2.0.CO;2.short](https://bioone.org/journals/weed-technology/volume-14/issue-2/0890-037X(2000)014%5b0321%3aEOSVAD%5d2.0.CO%3b2/Effects-of-Spray-Volume-and-Droplet-Size-on-Herbicide-Deposition/10.1614/0890-037X(2000)014[0321:EOSVAD]2.0.CO;2.short)
38. Olivet, J.; Stoletniy, I.; Villalba, J. 2014. Tamaño de gota, volumen de aplicación y uso de adyuvante en la deposición y control de mancha amarilla (*Pyrenophora tritici-repentis*) en trigo. (en línea). *Agrociencia* (Uruguay). 18:97-104. Consultado 23 ago. 2019. Disponible en <http://www.scielo.edu.uy/pdf/agro/v18n1/v18n1a10.pdf>
39. Teixeira, M. 2010. Tecnología de aplicación de agroquímicos. Estudio de la población de gotas de pulverización. In: Magdalena, J. C., Castillo Herrán, B.; Di Prinzio, A.; Homer Benister, I.; Villalba, J. eds. Tecnología de aplicación de agroquímicos. Alto Valle, INTA. pp. 67-76.

40. Villalba, J. 2018. Clasificación de herbicidas. In: Curso de Manejo de Malezas. 5°. Año (2018, Paysandú). Síntomas en plantas. Paysandú, Universidad de la República. Facultad de Agronomía. EEMAC. 52 diapositivas.
41. Wolf, T. 2009. Best management practices for herbicide application technology. (en línea). Prairie Soils and Crops. 2:24-30. Consultado 29 oct. 2019. Disponible en <https://prairiesoilsandcrops.ca/articles/volume-2-4-screen.pdf>