UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

EFECTO DE LAS CONDICIONES DE APLICACIÓN Y EL AGREGADO DE ADYUVANTES EN LA EFECTIVIDAD DE HERBICIDAS FOLIARES

por

Luis Eduardo CABRERA ALVEZ
Leonardo Gabriel PÉREZ HERNÁNDEZ

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

MONTEVIDEO
URUGUAY
2020

Tesis aprobada por:

Director: ----------
Ing. Agr. Dra. Juana Villalba

Ing. Agr. Luciana Rey

Ing. Agr. Mathias Collares

Fecha: 03 de abril de 2020

Autores: ----------
Luis Cabrera Alvez

Leonardo Pérez Hernández

AGRADECIMIENTOS

A nuestra familia y amigos por brindarnos su apoyo durante la carrera.

A nuestra tutora Ing. Agr. Dra. Juana Villalba, por su disposición

Al personal de la EEMAC, por brindarnos su ayuda.

TABLA DE CONTENIDO

Página

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

1. INTRODUCCIÓN 1

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA 2
2.1. TECNOLOGÍA DE APLICACIÓN 2
2.1.1. Características generales de los adyuvantes 2
2.1.2. Uso de adyuvantes con el herbicida glifosato 3
2.1.3. Uso de adyuvantes con graminicida 5

2.2. IMPORTANCIA DE LAS CONDICIONES METEOROLÓGICAS AL MOMENTO DE LA APLICACIÓN 8
2.2.1. Temperatura 8
2.2.2. Humedad relativa 9

3. MATERIALES Y MÉTODOS 11
3.1. DISEÑO EXPERIMENTAL Y DESCRIPCIÓN DE LOS EXPERIMENTOS 11
3.2. METODOLOGÍA DE INSTALACIÓN 12
3.3. DETERMINACIONES EN PLANTAS 13
3.4. DESCRIPCIÓN DEL ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL EXPERIMENTO 13

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 15
4.1. EXPERIMENTO GLIFOSATO 15
4.2. EXPERIMENTO HALOXIFOP 20
4.3. EXPERIMENTO CLETODIM 26

5. CONCLUSIONES 33

6. RESUMEN 34

7. SUMMARY 36

8. BIBLIOGRAFÍA 37

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No. **Página**

1. Descripción de los experimentos, herbicida y dosis utilizada 11

2. Descripción de los adyuvantes evaluados en cada Experimento.....12

3. Condiciones meteorológicas contrastantes, para los parámetros de temperatura y humedad relativa 12

4. Análisis de las fuentes de variación a los 5, 12, 17 y 21 días post aplicación (dpa).....15

5. Control de sorgo (%) a los 5, 12, 17 y 21 días post aplicación (dpa), a las 14:00 y 19:00 h 16

6. Control de sorgo (%) a los 5, 12, 17 y 21 días post aplicación 17

7. Análisis de las fuentes de variación sobre la reducción del peso fresco y peso seco con respecto al testigo, para los tratamientos con glifosato.....18

8. Reducción del peso fresco y peso seco (%), con respeto al testigo, con aplicaciones a las 14:00 y 19:00 h, para los tratamientos con glifosato.....20

9. Reducción del peso fresco y peso seco (%), con respecto al testigo, para los tratamientos con glifosato 19

10. Análisis de las fuentes de variación sobre el porcentaje de control de las mediciones realizadas a los 5, 12, 17 y 21 días post aplicación (dpa). 20

11. Control de sorgo (%) a los 5, 12, 17 y 21 días post aplicación (dpa), a las 14:00 y 19:00 h.....22

12. Control de sorgo (%) a los 5, 12, 17 y 21 días post aplicación (dpa) 23

13. Análisis de las fuentes de variación sobre la reducción del peso fresco y peso seco con respecto al testigo, para los tratamientos con haloxifop.....25

14. Reducción del peso fresco y peso seco (%), con respecto al testigo, para los tratamientos con haloxifop. 25

15. Análisis de las fuentes de variación sobre el porcentaje de control de las mediciones realizadas a los 5, 12, 17 y 21 días post aplicación. 26

16. Control de sorgo (%) a los 5, 12, 17 y 21 días post aplicación (dpa), a las 14:00 y 19:00 h.....28

17. Control de sorgo (%) a los 5, 12, 17 y 21 días post aplicación (dpa). ...30

18. Análisis de las fuentes de variación sobre la reducción del peso fresco y peso seco con respecto al testigo, para los tratamientos con cletodim.....31

19. Reducción del peso fresco y peso seco (%), con respecto al testigo, para los tratamientos con cletodim 32

Figura No.

1. Control de sorgo según horario, a los 5, 12, 17 y 21 días post aplicación de los tratamientos con glifosato.....18

2. Reducción del peso fresco y peso seco (%), con respecto al testigo, según horario para los tratamientos con glifosato.....20

3. Control de sorgo según horario, a los 5, 12, 17 y 21 días post aplicación de los tratamientos con haloxifop. 24

4. Reducción del peso fresco y peso seco (%), con respecto al testigo, según horario, para los tratamientos con haloxifop.....26

5. Control de sorgo según horario de aplicación de tratamientos con cletodim, a los 21 días post aplicación.....29

6. Control de sorgo según horario, a los 5, 12, 17 y 21 días post aplicación de los tratamientos con cletodim. 31

7. Reducción del peso fresco y peso seco (%), con respecto al testigo, según horario, para los tratamientos con cletodim.....32

1. INTRODUCCIÓN

El control de malezas, se ha convertido en la actualidad, en uno de los factores más importantes en la producción de cultivos, e incluso ha llevado a un incremento de los costos de producción. Explicado en parte, por el aumento de la resistencia de malezas, lo que ha generado mayor uso de herbicidas.

En la aplicación de herbicidas, por diversas limitantes, solo una mínima parte del producto aplicado logra hacer contacto con el objetivo, por lo que es un proceso sumamente ineficiente, con consecuencias negativas desde punto de vista económico y ambiental.

Entre las variadas propuestas para mejorar la actividad de los herbicidas, y mitigar el efecto negativo, está la utilización de adyuvantes, estos pretenden aumentar la efectividad a través de mejorar aspectos del proceso desde la aplicación.

En general, entre otros procesos, son utilizados para sortear problemas de aplicación (antiderivas y antievaporantes), de absorción (tensioactivos y penetrantes) y de degradación (correctores de pH, secuestrantes de cationes y carriers).

Existe una amplia cantidad de dichos productos en el mercado y sus efectos en mezcla con diferentes herbicidas son muy variados, y dependen de cada producto y de la especie de maleza en cuestión.

En este sentido, el presente trabajo, busca aportar información, acerca del desempeño de diferentes adyuvantes (Rizospray extremo, Pro Asper, Aceite Grun Ol y A 35 T bio) en la adición a los herbicidas glifosato, haloxifop y cletodim, en condiciones meteorológicas contrastantes.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. TECNOLOGÍA DE APLICACIÓN

La aplicación de agroquímicos es un proceso de gran complejidad. En el periodo 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. El control de este proceso es de relevancia, porque puede generar efectos negativos sobre la salud humana y el medio ambiente (Cunha et al., 2012).

Es uno de los procesos más ineficientes que ha realizado el hombre, solo un bajo porcentaje del producto aplicado toma contacto con las plagas y tiene efectos sobre éstas (Cunha et al., 2012).

Según Maluf (s.f.) el proceso de aplicación consiste en la correcta realización de los siguientes pasos: limpieza de tanque, mezcla de tanque, aplicación, transporte hasta el blanco, intercepción, impacto, deposición, comportamiento de la gota post impacto y acción biológica.

Una de las estrategias utilizadas para mejorar alguno de esos procesos, como la intercepción, deposición e incluso absorción, ha sido la utilización de adyuvantes.

2.1.1. Características generales de los adyuvantes

Se puede definir a un adyuvante como una sustancia sin propiedades plaguicidas significativas, presente en una formulación, producto agroquímico o para agregar en mezclas en tanques de pulverización con el objetivo de modificar las propiedades físico-químicas de los ingredientes activos y de esta forma mejorar o facilitar su eficacia biológica (Cunha et al., 2012).

El uso de adyuvantes ofrece considerables beneficios económicos y al medio ambiente por la posibilidad de optimizar al máximo la acción de los principios activos (Maluf, s.f.). Según este autor, el tipo de adyuvantes que se puede necesitar depende del producto a emplear, del cultivo, de la plaga y de las condiciones ambientales. En respuesta a esta cuestión, es necesario considerar las características de la plaga objetivo, la naturaleza química y biológica del fitosanitario y las propiedades del adyuvante.

Según Cunha et al. (2012) los adyuvantes se pueden clasificar siguiendo varios criterios, según el efecto que causan durante las diferentes

fases del proceso de pulverización, según las funciones que cumplen y según el grupo químico al que pertenecen. Dentro del primer grupo se distinguen modificadores útiles (actúan como mejoradores de la formulación), modificadores de la pulverización (mejoran el fraccionamiento de la vena líquida en gotas) y activadores (mejoradores de la acción biológica).

En el segundo grupo, se los clasifica como disolventes, estabilizantes, antiespumantes, adherentes, emulsificantes, mojadores, esparcidores, penetradores, compatibilizantes, antideriva y espesantes.

Contenidos en el tercer grupo, se diferencian aceites, tensioactivos, ácidos grasos, ceras, polímeros, solventes, terpenos, alcoholes, diluyentes, amortiguadores de pH, fosfolípidos, sales inorgánicas, urea, proteínas y rellenos inorgánicos.

Los beneficios del agregado de adyuvantes al herbicida, dependen de cada herbicida, de cada adyuvante y de la interacción con la especie a tratar, visto las diferencias anatomo-morfológicas de ellas. Por ello los resultados encontrados en la revisión se presentan considerando todos estos factores.

2.1.2. Uso de adyuvantes con el herbicida glifosato

Glifosato (ácido N-fosfono-metil-glicina) es un herbicida no selectivo, que se aplica al follaje de las malezas. Este herbicida se caracteriza por presentar muy baja o casi nula actividad en el suelo, que para fines prácticos se considera que no la tiene. Además, presenta gran movilidad dentro de la planta, principalmente en el floema (Kogan y Pérez, 2003).

El mecanismo de acción del herbicida glifosato es único entre los diferentes grupos de herbicidas y consiste en la inhibición de la síntesis de aminoácidos aromáticos (fenilalanina, tirosina y triptófano), lo cual altera la producción de proteínas y previene la formación de compuestos secundarios como la lignina (Kogan y Pérez, 2003).

Fuentes y Plaza (1997) midieron la absorción y translocación de glifosato con y sin agregado de adyuvantes (surfactantes no iónicos, aceites y sulfato de amonio), en plantas de *Cyperus rotundus,* concluyendo que los grupos de aditivos (sulfato de amonio y surfactantes no iónicos lipofílicos) mejoraron la absorción de glifosato.

Por otra parte, Fuentes y Plaza (1997) afirmaron que la translocación no se incrementó con el uso de los diferentes adyuvantes. Por lo tanto, la adición intervino solamente en el proceso de absorción. Por último, confirmaron

que la mezcla con más de un aditivo no incrementó la actividad de glifosato.

En otro estudio, Sharma y Singh (2000) evaluaron la influencia de un adyuvante no iónico (X-77), organosiliconado (L-77) y aceite metilado (MSO), en la absorción, translocación y eficacia del glifosato, en *Bidens frondosa y Panicum maximum*. En *B. frondosa*, los tres adyuvantes aumentaron significativamente la absorción y la translocación del glifosato. El agregado del organosiliconado, determinó que más del 50% del glifosato fuera absorbido a los 15 minutos por *B. frondosa*. A las 6 horas y posteriormente, la absorción de glifosato fue significativamente mayor con aceite en comparación con el adyuvante no iónico.

En el caso de *P. maximum,* la absorción y la translocación de glifosato aumentó tanto con el adyuvante no iónico como con el aceite metilado, pero no con el organosiliconado. De hecho, se confirmó un efecto antagónico sobre la absorción y la translocación, entre glifosato y el adyuvante organosiliconado.

En experimentos de campo, Sharma y Singh (2000) aplicaron glifosato solo o con surfactantes (no iónicos, organosiliconados), la adición de los mismos aumentó el control en *Lantana camara y Baccharis halimifolia*. En particular, el aumento de la eficacia de glifosato fue significativamente mayor con el tensioactivo no iónico (Agral 90) en comparación con el tensioactivo organosiliconado (Pulso).También confirmaron que la aplicación de glifosato con varios adyuvantes, como sulfato de amonio, X-77, Agri-dex, AN, Cinética, urea y MSO a *Solanum nigrum, Sinapis arvensis* y *Echinochloa crus-galli* aumentó significativamente el control de malezas en comparación con la utilización de glifosato solo.

Cabanne y Lamrani (2003) determinaron caídas significativas en la tensión superficial y aumentos importantes en la retención (siete veces más que sin adyuvante) por el agregado de aceite de pino (alcoholes monoterpénicos) en tratamientos con herbicida. También encontraron, que en aplicaciones sin adyuvante, la retención fue mayor con glifosato que con clodinafop. Cuando se agregó alcoholes monoterpénicos, aumentó la retención en ambas formulaciones, manteniéndose la superioridad con glifosato.

Los alcoholes monoterpénicos aumentaron la retención en plantas difíciles de humedecer, incluso cuando las gotas de pulverización eran relativamente grandes. Dado que la aplicación con gotas grandes produjeron menos gotas finas, la presencia de dichos compuestos en la mezcla de tanque redujo la contaminación atmosférica y la deriva en condiciones de presencia de viento (Cabanne y Lamrani, 2003).

Massaro et al. (2017) evaluaron el desempeño de dos adyuvantes, con los herbicidas glifosato y 2,4-D sal amina, utilizando dos técnicas de pulverización terrestre y en situación de barbecho químico. Los adyuvantes adicionados al caldo de pulverización no mejoraron la eficacia de los herbicidas utilizados en el control de *Conyza bonariensis* (rama negra), en ninguna de las técnicas de pulverización utilizadas en la evaluación a los 10 días desde la aplicación.

Castro et al. (2018) estudiaron el control de *Conyza sumastrensis*, con glifosato, saflufenacil y glifosato más saflufenacil, con y sin el agregado de adyuvantes (Natur'l óleo®, Assist®, Aterbane®, Sillwet L–77, Dash HC®). Los resultados obtenidos indicaron que todos los tratamientos con adición de adyuvantes redujeron la tensión superficial, siendo Silwet L-77®, quien proporcionó los valores más bajos (22.7 mN m^{-1}), en relación con los demás adyuvantes, para todos los herbicidas. Pero la reducción de la tensión superficial no influyó en la deposición de las mezclas sobre las plantas. En plantas de 7 cm de altura, se logró un control del 100%, 28 días después de la aplicación (DDA), con saflufenacil aislado y glifosato + saflufenacil, con o sin adyuvantes. Mientras que en plantas de 12 cm de altura, fue posible observar el mismo nivel de control, solo con la asociación de glifosato + saflufenacil, con la adición del adyuvante Aterbane®, 28 DDA.

2.1.3. Uso de adyuvantes con graminicidas

Existen varios tipos de herbicidas cuyo mecanismo de acción primario está relacionado con la síntesis de lípidos, estos controlan principalmente malezas gramíneas. Dentro de estos se encuentran los graminicidas selectivos de post emergencia, que incluyen los grupos comúnmente llamados "FOPS" y "DIMS".

Los grupos Ariloxi-fenoxi propionatos, también conocidos como FOPS (diclofop, fluazifop, haloxifop, cihalofop) y las Ciclohexanodinonas, tambien conocidas como DIMS (setoxidim, cletodim, tralkoxidim) son importantes herbicidas inhibidores de la síntesis de lípidos. Algunos de ellos son utilizados en el control post emergente de malezas gramíneas en cereales y otros en cultivos de hoja ancha (Kogan y Pérez, 2003).

Estos grupos a pesar de ser químicamente diferentes, presentan el mismo modo general de acción, incluyendo el mismo mecanismo de acción. Los síntomas de daño causados por estos herbicidas no se evidencian hasta una o dos semanas después de la aplicación, aunque las plantas cesan su crecimiento poco después de la misma. Las plantas susceptibles tratadas

pueden verse sanas por varios días, pero las hojas nuevas que emergen se pueden desprender con facilidad y presentan tejido muerto en su base. Las plantas se tornan gradualmente de un color rojizo morado a café (formación de antocianinas) y enseguida mueren (Kogan y Pérez, 2003).

En una investigación realizada por Bridges et al. (1991), para determinar la tasa de absorción foliar de cletodim y sus productos de degradación, y la extensión de la actividad herbicida, utilizando distintos adyuvantes (DASH, agrioil, Li700, XE1167), obtuvieron resultados positivos con respecto a la fotodegradación, en comparación con el tratamiento sin adyuvante, pero en diversos grados.

El graminicida se comportó diferente según el adyuvante utilizado, presentando una más rápida absorción luego de 4 horas de aplicado con Dash. Sin embargo, cuando fue expuesto a los rayos UV para determinar la fotodegradación de cletodim, Dash pasó a un tercer lugar en el ranking.

Por lo tanto, para maximizar la eficacia de cletodim, sería necesario utilizar adyuvantes o combinaciones de ellos, ya que contribuyen a la rápida captación del herbicida y sus productos de degradación minimizando por tanto, la fotodegradación. Aparentemente los productos de degradación contribuyen con la actividad asociada al uso del herbicida.

Por su parte Jordan (1995) en su evaluación de control de diferentes graminicidas sobre *Urochloa platyphylla, Echinochloa crusgalli* y *Sorghum halepense*, solos y en mezcla con herbicidas para hoja ancha, con dos tipos de adyuvantes; encontró que el antagonismo producto de la mezcla de un graminicida y un herbicida de hoja ancha puede ser reducido o eliminado para el control de gramíneas, cambiando el uso de un adyuvante como es el aceite vegetal por aceite metilado.

Sin embargo esta reducción en base a adyuvantes no siempre es posible, siendo dependiente de los herbicidas utilizados, dosis de los mismos y las diferentes interacciones que hay entre ellos.

En la especie perenne *Elymus repens* el control con diferentes graminicidas (FOPs y DIMs), con y sin aceite como adyuvante, determinó que el uso de adyuvante mejoró la eficacia del control evaluado en la biomasa de la parte aérea y de los rizomas, pero no disminuyó el rebrote (Anyszka et al., 2002).

Por su parte, Zollinger et al. (2005) encontraron antagonismo al utilizar una formulación experimental de cletodim (V-10137) con aceite de petróleo, al

encontrar reducciones en el control de trigo voluntario, al compararlo con el producto sin adyuvante.

Aumentos significativos en la absorción de cletodim fueron reportados por Nandula et al. (2007) cuando se le adicionó sulfato de amonio y aceite vegetal. Los autores afirmaron que esta mezcla podría aumentar la eficacia del herbicida al disminuir su exposición a la luz ultravioleta.

Jha et al. (2010) estudiaron el control de *Echinochloa crus-galli* en cultivo de arroz, aplicando Cyhalofop solo y con diferentes adyuvantes (surfactante no iónico, aceite vegetal concentrado y aceite vegetal metilado). A su vez, cada adyuvante fue aplicado con nitrato de amonio y urea. Por último, se utilizaron los adyuvantes mencionados, con la adición de una mezcla patentada de aceite vegetal metilado, más organosiliconado, más urea y nitrato de amonio. Los resultados obtenidos fueron que la aplicación de cyhalofop solo, determinó un control de 69%, y que el agregado de cualquiera de los adyuvantes no provocó una mejora significativa de la eficacia del herbicida.

Matzler y Ahumada (2014), estudiaron el comportamiento de tres graminicidas post emergentes Fops y Dims (haloxifop, fluazifop y cletodim) aplicados solos y en combinación con diferentes adyuvantes (aceite vegetal metilado, organosiliconado y sulfato de amonio). A los 20 días post aplicación no hubo diferencias estadísticas en el control de *Echinochloa colona*, entre los tratamientos sin adyuvante. Mientras que a los 40 días post aplicación, haloxifop se destacó sobre el resto, fluazifop y cletodim no se diferenciaron entre sí y el promedio de control de ambos fue un 5% menor que haloxifop. Por otra parte, no se registraron diferencias significativas en el control de *Echinochloa colona* por la aplicación de los graminicidas solos o la aplicación de estos en adición de aceite vegetal metilado, aceite vegetal metilado más organosiliconado, o el empleo de aceite vegetal metilado más organosiliconado más sulfato de amonio.

Wall (1994), evaluó el control de *Setaria viridis* y *Avena fatua* en lino (*Linum usitatissimum*), con tasas reducidas de los herbicidas fluazifop y cletodim, aplicados como mezclas en el tanque, con la adición de los adyuvantes SOC (0.5% v/v), CC16255 (0.5% v/v), o una combinación de ambos (0,25% v/v) cada uno. Dicho autor concluyó que la aplicación de 50 g/ha de fluazifop en combinación con 18 g/ha de cletodim, realizó un control tan eficaz como las dosis completas de cualquier herbicida aplicado solo. Sin embargo no obtuvo diferencia estadística al aplicar cada adyuvante por separado o la combinación entre ellos.

2.2. IMPORTANCIA DE LAS CONDICIONES METEOROLÓGICAS AL MOMENTO DE LA APLICACIÓN

Los principales factores ambientales que afectan las aplicaciones de agroquímicos son la temperatura, la humedad relativa y el viento. Los dos primeros tienen un marcado efecto sobre la evaporación de las gotas asperjadas, mientras que la velocidad y dirección del viento afectan sobre todo la deriva aerotransportada.

Por otra parte, la lluvia puede producir el lavado de los agroquímicos y favorecer la endoderiva (Cunha et al., 2012).

Una combinación de alta temperatura (>30°C) y baja humedad relativa (<40%) puede tener una fuerte influencia directa sobre la evaporación de las gotas pulverizadas, en especial cuando estas son finas. Los factores más importantes que afectan las pérdidas por evaporación en la aplicación de agroquímicos son; la capacidad de evaporación de la atmósfera, el tamaño de las gotas pulverizadas y el tiempo que tardan las gotas en impactar en el blanco (Cunha et al., 2012).

Además, la brisa fuerte y el viento favorecen el transporte de las gotas de pulverización fuera del blanco de aplicación. La velocidad del viento es el factor meteorológico que más afecta a la deriva (Cunha et al., 2012).

2.2.1. Temperatura

Las altas temperaturas pueden provocar una mayor actividad del herbicida, por la promoción de la penetración, sin embargo, temperaturas superiores a las óptimas pueden disminuir el ingreso del mismo, influido por el cierre de estomas (Martinson et al., 2005).

Stewart et al. (2009) estudiaron el efecto de las condiciones meteorológicas en el control de malezas con Atrazina, evaluando diferentes horarios de aplicación (6:00, 9:00, 12:00, 15:00, 18:00, 21:00 y 24:00 horas). El control de *Abutilon theophrasti L*. fue máximo cuando se aplicó a las 15 h (58%), y descendió a 13% en los demás horarios de aplicación. Los resultados fueron similares en *Ambrosia artemisiifolia*, siendo las diferencias adjudicadas a las variaciones de temperatura del aire en los distintos momentos del día.

Por su parte, Waltz et al. (2004), en aplicaciones de glifosato durante el día obtuvieron mayor control de *Abutilon theophrasti* que con aplicaciones antes del amanecer o después del atardecer, explicado por las condiciones de luz.

En su trabajo, Martinson et al. (2005) obtuvieron mejores controles en aplicaciones realizadas entre las 9:00 y 18:00 horas, en comparación con las efectuadas a las 6:00, 21:00 y 24:00 horas. Los autores comentan que los mejores controles coincidieron con los horarios en los que se registraron mayores temperaturas (28ºC en promedio) y que la tendencia continúa aun si se aumenta la dosis de herbicida y/o se agrega un adyuvante.

En el mismo sentido Mohr et al. (2007) estudiando malezas de hoja ancha con aplicaciones de herbicida en distintos horarios, encontraron que los mejores controles se obtuvieron en los horarios comprendidos entre las 10:00 y las 20:00 horas, y los atribuyen a los mayores valores de temperatura en dichos momentos, que oscilaron entre 27,5 y 32°C. El nivel de control fue menor en las aplicaciones de las 6:00 horas y aquellas posteriores a las 20:00 horas.

En esa línea, López y Villalba (2013) aplicando glifosato en distintos horarios (2:00, 8:00, 14:00 y 20:00 horas), registraron el mejor control a las 20:00 horas en *Chloris* sp., a los 10 días post aplicación. Argumentando que el pobre control conseguido en los demás momentos, fue causado por un descenso de la humedad relativa acompañado de un aumento de la temperatura (hora 8:00 y 14:00) y debido a la presencia de rocío (hora 2:00). Pero entre las condiciones desfavorables de humedad y temperatura (14:00 horas) y la ausencia de luz (hora 2:00), fue más relevante la luz para el control de la maleza, siendo mayor el control a las 14:00 horas.

En el caso de *Paspalum notatum*, a los 20 días post aplicación, consiguieron mejores resultados aplicando a las 8:00 h, esta tendencia se acentuó a los 40 días, por lo que concluyeron que la eficiencia de control fue determinada por el momento de aplicación. La aplicación nocturna de la hora 2:00, resultó en los menores controles, los autores lo atribuyen a la ausencia de luz y consecuente falta de actividad fotosintética de la planta y menor actividad del herbicida.

2.2.2. Humedad relativa

En lo que respecta a la humedad relativa, García (1991) afirma que en condiciones de alta humedad relativa, los poros pueden permanecer abiertos y permitir el paso del agua, así mismo, cuando la humedad desciende, los poros se cierran.

Una condición de alta humedad relativa, expone fisiológicamente a un mejor estado hídrico de la planta, a una mayor apertura de estomas,

hidratación y permeabilidad de la cutícula, y el mantenimiento de una continuidad acuosa entre la cutícula y el apoplasto, esto puede facilitar la difusión de herbicidas solubles en agua hacia el interior de la superficie foliar (Martinson et al., citados por Johnson y Young, 2002).

Por tanto, aumentos de humedad relativa durante y después de la aplicación pueden determinar aumentos en la penetración y absorción del herbicida. Así fue comprobado para glifosato, aunque dicho efecto no pudo comprobarse para glufosinato de amonio (Martinson et al., 2005).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

Cada herbicida constituyó un experimento y se llevaron a cabo en la Estación Experimental Dr. Mario A. Cassinoni (EEMAC) de la Universidad de la República ubicada en el Departamento de Paysandú.

3.1. DISEÑO EXPERIMENTAL Y DESCRIPCIÓN DE LOS EXPERIMENTOS

El diseño de los 3 experimentos fue completamente al azar con arreglo factorial con 4 repeticiones.

Para cada experimento, un factor de estudio fue el adyuvante adicionado (Rizospray extremo, Pro Asper, Aceite grun OI y A 35 T bio) y el otro la condición meteorológica al momento de la aplicación (aplicación hora 14:00 y aplicación hora 19:00).

La repetición en cada caso consistió en una maceta con 3 plantas de sorgo (*Sorghum bicolor*), híbrido 83G19 de ciclo intermedio, usada como planta indicadora para la evaluación de control. La descripción de los tres experimentos se detalla en el Cuadro 1.

Cuadro No. 1. Descripción de los experimentos, herbicida y dosis utilizada

Experimento	Principio activo	Nombre comercial	Dosis de ingrediente activo
1	Glifosato	Round up Full II	1620 g ea/ha.
2	Haloxifop	Verdict HL	78 g/ha.
3	Cletodim	Clethomax	240 g/ha.

La descripción de los adyuvantes evaluados, se detallan en el Cuadro 2.

Cuadro No. 2. Descripción de los adyuvantes evaluados en cada experimento

Principio activo	Nombre comercial	Dosis/ha
Ésteres metilados de aceites vegetales (70%); copolímero de polialquileno y silicona (30%)	Rizospray extremo	200 ml/100 L
Ácido ß -tricarballylico; alquil aril poliglicol eter	Pro Asper	120 ml/100 L
Ésteres metilados de ácidos grasos de aceite vegetal	Aceite Grun OI	500 ml/100 L
Alcohol lineal etoxilado	A 35 T bio	40 ml/100 L

El otro factor de estudio fue la condición meteorológica al momento de la aplicación, los dos horarios de aplicación (hora 14:00 y 19:00) pretendían alcanzar dos condiciones contrastantes, aunque no fueron del rango que se buscaba, siendo que las diferencias de humedad relativa no fueron tan importantes como se pretendía (Cuadro 3).

Cuadro No. 3. Condiciones meteorológicas contrastantes, para los parámetros de temperatura y humedad relativa

Horario	Temperatura (ºC)	Humedad relativa (%)
14 h	31.6	30
19 h	25.6	40

3.2. METODOLOGÍA DE INSTALACIÓN

La siembra del sorgo se realizó el 24/10/2015 en macetas que contenían 1 kg de suelo. El sustrato utilizado fue una mezcla de tierra y arena fina en una proporción 3:1 respectivamente, usando una profundidad de siembra de 2 cm. Todos los tratamientos de los 3 experimentos se mantuvieron con igual suministro de agua y condiciones de mantenimiento en relación a fertilización y suministro de luz.

La aplicación de cada experimento fue realizada el mismo día, el 16/12/15 y cuando las plantas de sorgo se encontraban en promedio de V4 a V5. Para la misma se utilizó un equipo pulverizador presurizado a CO_2, calibrado para erogar un volumen de 100 L/ha, a una presión de trabajo de 2 bar, utilizando boquillas XR 11001.

3.3. DETERMINACIONES EN PLANTAS

Las evaluaciones de control en la especie usada como bioindicadora se realizaron a través de una escala porcentual de control, mediante apreciación visual, donde el porcentaje representaba el nivel de control promedio de las tres plantas de cada maceta, donde 0 = planta sin síntomas y 100 = planta muerta. Las mismas se efectuaron a los 5, 12, 17 y 21 días post aplicación (dpa) para los 3 experimentos.

Para una mejor comprensión de resultados en algunas situaciones se utiliza como referencia la escala propuesta por la ALAM (1974), que asigna una denominación a cada nivel de control, siendo ninguno o pobre cuando se ubica entre 0 y 40%, regular (41-60%), suficiente (61-70%), bueno (71-80%), muy bueno (81-90%) y excelente (91-100%).

Al final del periodo de evaluación se procedió a cortar la totalidad de la parte aérea de las plantas de cada maceta, para medir su peso fresco y su peso seco luego de llevar a estufa a 65 ºC hasta peso constante, expresado en porcentaje de reducción respecto a las plantas testigo sin herbicida.

3.4. DESCRIPCIÓN DEL ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL EXPERIMENTO

Cada uno de los herbicidas fue evaluado sin agregado de adyuvantes y con cada uno de los mismos en las dos situaciones meteorológicas. El modelo estadístico utilizado para este diseño experimental fue completamente al azar con arreglo factorial. En los casos que el análisis determinó diferencias, se realizó la separación de medias a través de Tukey al 0.10, considerando la interacción de factores.

$Y_{jk} = \mu + A_j + B_k + (AB)_{jk} + \varepsilon_{jk}$

j: 1, 2, 3, 4 (adyuvantes).

k: 1, 2 (condición al momento de aplicación).

Y_{jk}: materia seca (gramos); control.

μ= media poblacional.

A_j= efecto del j-ésimo adyuvante.

B_k= efecto de la k-ésima condición al momento de aplicación.

$(AB)_{jk}$= efecto de la interacción entre el j-ésimo adyuvante y la k-ésima condición al momento de aplicación.

ε_{jk}= error experimental

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados se presentan en forma separada para cada herbicida y para las distintas fechas de evaluación.

4.1. EXPERIMENTO GLIFOSATO

En la evaluación de control de glifosato, en las plantas de sorgo, se encontró diferencia significativa ($p<0.10$) para el adyuvante utilizado, el horario de aplicación, y la interacción entre ambos, a los 5, 12, 17 y 21 días post aplicación (Cuadro 4).

Cuadro No. 4. Análisis de las fuentes de variación a los 5, 12, 17 y 21 días post aplicación (dpa)

	p-valor			
Fuente de variación	5 dpa	12 dpa	17 dpa	21 dpa
Adyuvante	<.0001	<.0001	0.0005	0.0027
Horario de aplicación	0.0014	<.0001	<.0001	0.0128
Adyuvante x horario	<.0001	<.0001	0.0006	0.0214

La interacción entre los efectos muestra que A35T presentó un control más bajo para el horario de las 14:00 h, y de todos los adyuvantes fue el que realizó el menor control en las evaluaciones de los 5, 17 y 21 dpa, siempre en el horario de las 14:00 h (Cuadro 5).

En el horario de condiciones menos limitantes, no hubo diferencias en el control entre los diferentes tratamientos, lo que indica que no hay evidencias que justifiquen el agregado de adyuvantes, porque el tratamiento herbicida sin adyuvante alcanzó el 100% de control y sin diferencia entre horarios de aplicación.

Esta falta de respuesta por el agregado de adyuvante puede ser atribuida a la dosis, dado que la misma fue alta, y sin adyuvante fue suficiente para alcanzar un excelente control incluso cuando la aplicación fue con 32 ^{o}C de temperatura y 30% de humedad relativa.

Aun en la última fecha de evaluación se constató la misma tendencia, pero con mayor nivel de control, que superó el 90%, calificándose ese valor de control como excelente de acuerdo a la escala de ALAM.

Como se mencionó, el tratamiento sin adyuvante logró los mismos niveles de control que los demás, incluso superó a A35T, a las 14:00 h, a los 5, 17 y 21 dpa. En igual sentido, Sharma y Singh (2000) reportaron menor absorción y translocación de glifosato más adyuvante organosiliconado en *Panicum máximum*, en comparación con el uso del herbicida solo. Esto podría estar explicado quizás porque estos adyuvantes disminuyen la tensión superficial, aumentando la superficie de la gota y pudiendo determinar una mayor capacidad evaporante.

A los 5 días post aplicación, en general el nivel de control fue bajo, denominado como regular en el mejor caso, según la escala de ALAM. Esto podría estar explicado por el mecanismo de acción del herbicida glifosato (inhibidor de la síntesis de aminoácidos aromáticos) cuyo efecto es lento, tarda algunos días en manifestar los síntomas y en desencadenar la muerte de las plantas.

Aun cuando las temperaturas fueron elevadas, la evolución de síntomas fue lenta y solo a los 12 dpa, en ambos horarios, se superó el 80 % de control, y a partir de los 17 dpa alcanzó valores de 95% o superior (excelente según ALAM).

Cuadro No. 5. Control de sorgo (%) a los 5, 12, 17 y 21 días post aplicación (dpa), a las 14 y 19 h

	5 dpa		12 dpa		17 dpa		21 dpa	
Tra	14 h	19 h	14 h	19 h	14 h	19 h	14 h	19 h
S/a	47 aA	56 aA	85 aA	91 aA	98 aA	100 aA	99 aA	100 aA
Riz	36 aA	44 aA	83 aA	88 aA	94 aB	100 aA	100 aA	100 aA
Pro	41 aA	36 aA	86 aA	86 aA	98 aA	97 aA	100 aA	100 aA
Ac	45 aA	36 aA	81 aA	90 aA	97 aA	100 aA	100 aA	100 aA
A3	15 bB	44 aA	81 aB	86 aA	89 bB	99 aA	95 bB	100 aA

Letras minúsculas muestran diferencias significativas ($p<0.10$) entre los adyuvantes dentro de cada horario (columna). Letras mayúsculas muestran diferencias significativas entre los horarios dentro de cada adyuvante (fila) para cada fecha de evaluación.
Tra = tratamiento; S/a = sin adyuvante; Riz = Rizospray extremo; Pro = Pro Asper; Ac = Aceite Grun Ol; A3 = A35T.

Además de la interacción, se presentan los valores promedio de control para cada factor aislado. En el caso del factor adyuvante, en todas las fechas de evaluación, el único que presentó un control diferencial del resto y menor, incluso que glifosato sin adyuvante, fue A35T (Cuadro 6).

A los 5 dpa el nivel de control llegó a un máximo de 51%, luego de 12 dpa superó el 84% en todos los casos. Los datos analizados independientemente de la condición meteorológica, indican que para el glifosato en estas condiciones de experimento no se encontraron beneficios por el agregado de adyuvante.

Si bien estas condiciones pueden considerarse especiales, por tratarse de una especie sensible y creciendo sin condiciones limitantes de humedad, deja planteado indicios que como fuera comentado por Massaro et al. (2017), Castro et al. (2018), la efectividad del glifosato no es mejorada por el agregado de adyuvantes.

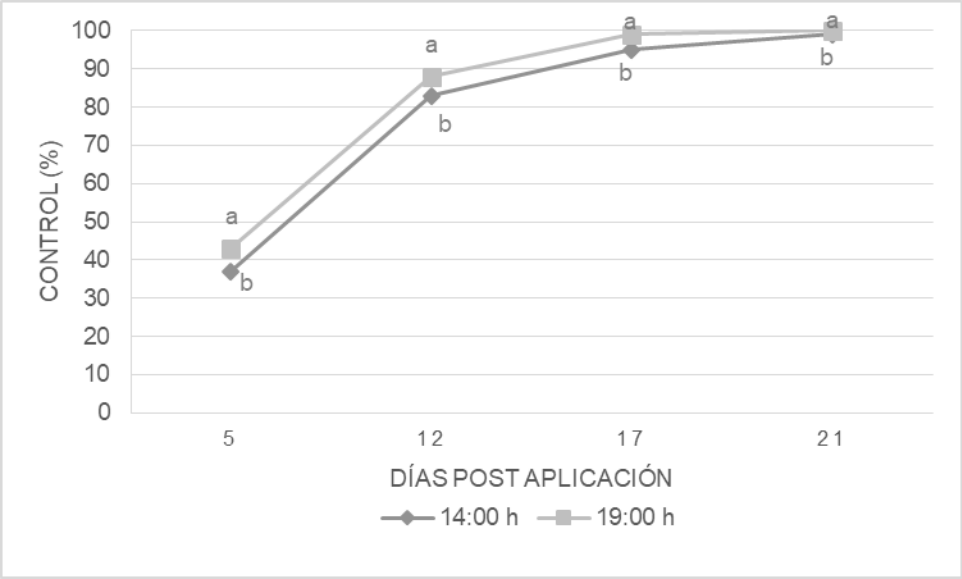
Cuadro No. 6. Control de sorgo (%) a los 5, 12, 17 y 21 días post aplicación

	Control (%)			
Tratamiento	5 dpa	12 dpa	17 dpa	21 dpa
S/a	51 a	88 a	99 a	100 a
Rizospray	40 a	85 a	97 a	100 a
Pro Asper	39 a	86 a	98 a	100 a
Aceite	41 a	86 a	98 a	100 a
A35T	29 b	84 b	94 b	97 b

Letras distintas muestran diferencias significativas ($p<0.10$) dentro de cada fecha de evaluación (columnas). S/a = sin adyuvante.

Al analizar el horario de aplicación como factor principal, fue estadísticamente significativo el mayor control del horario de las 19:00 horas, en todas las fechas de evaluación (Figura 1).

Este mayor control en tratamientos aplicados a las 19:00 horas, está relacionado con las condiciones ambientales que caracterizaron a ese horario (temperatura de 25.6°C y 40 % de humedad). Azevedo (2011) señala que la evaporación sería una de las causas de disminución en la deposición, por lo que se debería evitar aplicaciones con temperaturas por encima de 30° y la humedad relativa por debajo de 60 %.



Letras distintas indican diferencia estadística entre horarios de aplicación.

Figura No. 1. Control de sorgo según horario, a los 5, 12, 17 y 21 días post aplicación de los tratamientos con glifosato

En la evaluación de la reducción de peso fresco y peso seco con respecto al testigo, para los tratamientos con glifosato, en las plantas de sorgo, se encontró diferencia significativa ($p<0.10$) para los factores principales y su interacción, tanto en peso fresco, como en peso seco (Cuadro 7).

Cuadro No. 7. Análisis de las fuentes de variación sobre la reducción del peso fresco y peso seco con respecto al testigo, para los tratamientos con glifosato

Fuente de variación	p-valor	
	Peso fresco	Peso seco
Adyuvante	0.0004	0.0077
Horario de aplicación	0.0007	0.0003
Adyuvante x horario	0.0013	0.0081

La interacción entre los efectos muestra que en el único caso que hubo diferencia estadística, con respecto a las demás condiciones, es cuando se utilizó A35T (Cuadro 8). Mostrando una menor reducción de peso con respecto al testigo. Esta diferencia solo es evidente a las 14 h, tanto en peso fresco como en peso seco. De esto se desprende, en coincidencia con la evaluación de control, que no hay mejoras en la utilización de adyuvantes en comparación con la utilización del herbicida solo. Por otra parte, los resultados sugieren, que en condiciones limitantes, no sería beneficioso la utilización de A35T.

Cuadro No. 8. Reducción del peso fresco y peso seco (%), con respeto al testigo, con aplicaciones a las 14:00 y 19:00 h, para los tratamientos con glifosato

	Peso fresco		Peso seco	
Tratamiento	14h	19h	14h	19h
S/adyuvante	85 aA	88 aA	60 aA	65 aA
Rizospray	86 aA	87 aA	61 aA	64 aA
Pro Asper	84 aA	86 aA	56 aA	65 aA
Aceite	86 aA	97 aA	61 aA	65 aA
A35T	69 bB	86 aA	36 bB	65 aA

Letras minúsculas muestran diferencias significativas ($p<0.10$) entre los adyuvantes dentro de cada horario (columna). Letras mayúsculas muestran diferencias significativas entre los horarios dentro de cada adyuvante (fila), para peso fresco y peso seco por separado.

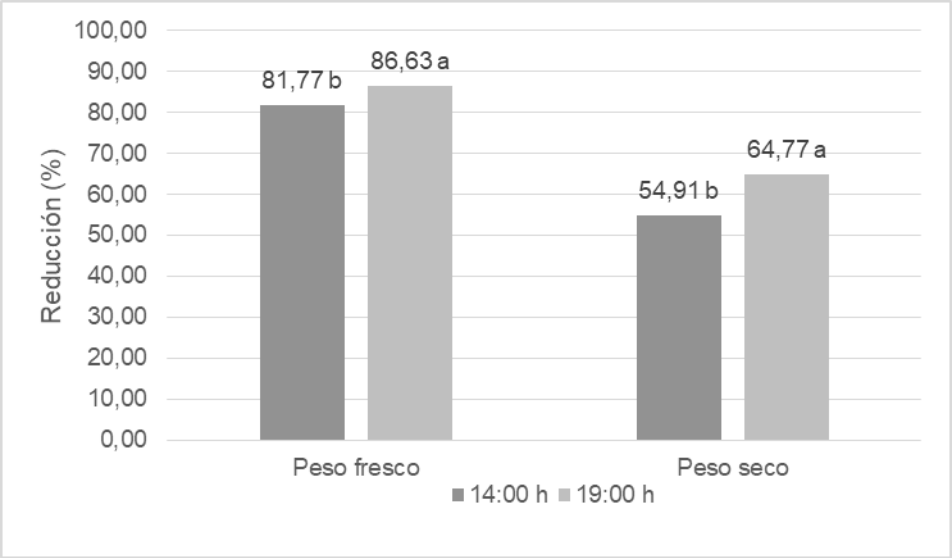
Al analizar únicamente el efecto del adyuvante, se observa que hubo diferencia estadística en comparación con las demás condiciones, solamente cuando se utilizó A35T (Cuadro 9). Mostrando una menor reducción de peso con respecto al testigo. Dicha diferencia fue evidente tanto en peso fresco como en peso seco.

Cuadro No. 9. Reducción del peso fresco y peso seco (%), con respecto al testigo, para los tratamientos con glifosato

Tratamiento	Peso fresco	Peso seco
S/adyuvante	86 a	63 a
Rizospray	86 a	63 a
Pro Asper	85 a	60 a
Aceite	86 a	63 a
A35T	77 b	50 b

Letras distintas muestran diferencias significativas ($p<0.10$) entre los adyuvantes dentro de cada columna.

Cuando se realizó la comparación de la reducción de peso con respecto al testigo de los tratamientos aplicados en dos horarios diferentes (14:00 y 19:00 h), se encontró diferencia estadística en favor del horario menos limitante (19:00 h) tanto en peso fresco como en peso seco (Figura 2).



Letras distintas muestran diferencias significativas ($p<0.10$) entre los horarios de aplicación, dentro de cada forma de medición de peso (fresco y seco).

Figura No. 2. Reducción del peso fresco y peso seco (%), con respecto al testigo, según horario para los tratamientos con glifosato

4.2. EXPERIMENTO HALOXIFOP

El análisis del factorial para el herbicida haloxifop, indicó que a los 5 días solo se encontró diferencia significativa ($p<0.10$) para el adyuvante utilizado, mientras que en las siguientes evaluaciones, también hubo efecto de la interacción y de los factores principales (Cuadro 10).

Cuadro No. 10. Análisis de las fuentes de variación sobre el porcentaje de control de las mediciones realizadas a los 5, 12, 17 y 21 días post aplicación (dpa)

	p-valor			
Fuente de variación	5 dpa	12 dpa	17 dpa	21 dpa
Adyuvante	0.0009	0.0007	0.0266	0.0022
Horario de aplicación	0.2429	0.0821	0.0034	0.0010
Adyuvante x horario	0.1563	0.0011	0.0383	0.0043

Cuando se evaluó a los 5 dpa, los tratamientos sin adyuvante, Pro Asper y A35T, mostraron mayor porcentaje de control que con la utilización de Rizospray o Aceite (Cuadro 11). Mientras que no presentaron diferencias significativas cuando se comparó cada tratamiento en dos horarios distintos de aplicación.

En la mayoría de los casos el nivel de control fue menor a 40%, calificado como pobre según ALAM, a excepción de A35T, a las 14:00 h, que obtuvo un resultado regular.

A los 12 dpa, las situaciones con Pro Asper y A35T resultaron en un mayor control que los demás tratamientos en el horario de peores condiciones meteorológicas (hora 14:00), siendo Pro Asper, un 42, 35 Y 44% superior, en comparación con los tratamientos sin adyuvantes, Rizospray y Aceite, respectivamente. En igual sentido, A35T fue un 47, 40 y 49% superior al realizar la misma comparación. En tanto, como era esperable a las 19:00 h, donde las condiciones fueron menos limitantes, no se registraron diferencias estadísticas entre tratamientos.

El nivel de control en todas las condiciones osciló entre 50 y 75%, categorizado por ALAM como regular, suficiente y bueno según el caso. En esta situación no se justificó el agregado de adyuvante, porque incluso el control del testigo fue de mayor valor absoluto.

En las restantes instancias de medición (17 y 21 dpa), la mayoría de los tratamientos superaron el 90% de control, que corresponde a niveles de excelencia de acuerdo con ALAM. En los demás casos, al menos se superó el 81% de control, resultado calificado como muy bueno, conforme la escala citada.

En ninguna de las 2 fechas en las condiciones menos limitantes se registraron diferencias entre tratamientos, manteniéndose el mismo comportamiento, el testigo con buen control.

En el horario de peores condiciones de temperatura y humedad relativa, en ambas fechas de evaluación se mantuvo el mejor control del herbicida con el agregado de los adyuvantes Pro Asper y A35T, que fueron los únicos que se diferenciaron estadísticamente del testigo sin adyuvante.

La interacción estuvo dada para el tratamiento sin adyuvante que en ambas fechas presentó mejor control en el horario de mejores condiciones

ambientales. En los demás tratamientos no hubo diferencia estadística al realizar el mismo análisis.

A los 21 dpa, particularmente a las 19:00 h, todos los tratamientos igualaron o superaron el 95% de control, tipificado como excelente según ALAM, no registrándose diferencias estadísticas entre ellos. Se destacó incluso la situación sin adyuvante, que logró un 99% de control.

También para este herbicida la evidencia indica que si las condiciones no son limitantes no hay ventajas por la adición de adyuvante. Estos resultados son coincidentes con los reportados por Mc Mullan (1996), quien no encontró influencia de los adyuvantes (amigo®, sulfato de amonio, canplus-411®, merge® y sunlt®) sobre el control de cebada utilizando los herbicidas fenoxaprop y quizalofop.

Cuadro No. 11. Control de sorgo (%) a los 5, 12, 17 y 21 días post aplicación (dpa), a las 14:00 y 19:00 h

	5 dpa		12 dpa		17 dpa		21 dpa	
Tra	14 h	19 h	14 h	19 h	14 h	19 h	14 h	19 h
S/a	23 abA	33 aA	38 bB	75 aA	83 bB	96 aA	85 bB	99 aA
Riz	18 bA	18 abA	45 bA	50 aA	89 abA	95 aA	90 bA	95 aA
Pro	23 abA	14 bA	80 aA	60 aA	97 aA	97 aA	99 aA	97 aA
Ac	19 bA	19 abA	36 bB	63 aA	92 abA	98 aA	94 abA	100 aA
A3	53 aA	28 abA	85 aA	66 aA	98 aA	96 aA	100 aA	99 aA

Letras minúsculas muestran diferencias significativas ($p<0.10$) entre los adyuvantes dentro de cada horario (columna). Letras mayúsculas muestran diferencias significativas entre los horarios dentro de cada adyuvante (fila), para cada fecha de evaluación.
S/a = sin adyuvante; Riz = Rizospray extremo; Pro = Pro Asper; Ac = Aceite Grun Ol; A3 = A35T.

El análisis del factor principal, agregado de adyuvante, indicó que a los 5 días post aplicación, los tratamientos sin adyuvante y con A35T fueron los

que resultaron en un mayor control, siendo en esta instancia menor al 50% en todos los casos (Cuadro 12).

A los 12 dpa, el control aumentó, siendo A35T y Pro Asper los de mayor nivel, con valores de 70% o superiores, aunque este último sin diferencias con el testigo. Mientras que los tratamientos con Aceite y Rizospray fueron los que presentaron menores porcentajes de control. En tanto, la situación sin adyuvante consiguió un resultado intermedio.

En la tercer instancia de evaluación (17 dpa), todos los tratamientos obtuvieron un control de 90% o superior, siendo la condición sin adyuvante la que presentó el menor nivel, aunque sin diferencias estadísticas con Aceite y Rizospray.

En la última medición (21 dpa), continuó una tendencia similar a la observada a los 17 dpa, donde los tratamientos sin adyuvante, con Aceite y con Rizospray mostraron niveles de control inferiores a los alcanzados por los demás tratamientos, aunque se destacó que en todos los casos fue de 92% o superior.

Cuadro No. 12. Control de sorgo (%) a los 5, 12, 17 y 21 días post aplicación (dpa)

	Control (%)			
Tratamiento	5 dpa	12 dpa	17 dpa	21 dpa
S/a	28 ab	57 bc	90 b	92 b
Rizospray	18 b	48 c	92 ab	93 b
Pro Asper	18 b	70 ab	97 a	98 a
Aceite	19 b	49 c	95 ab	97 ab
A35T	40 a	76 a	97 a	99 a

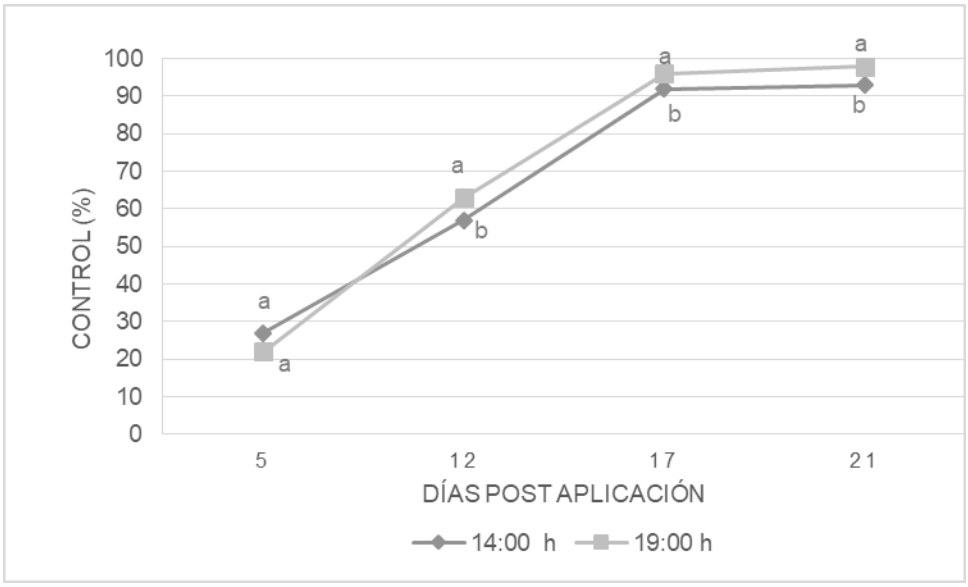
Letras distintas muestran diferencias significativas ($p<0.10$) para cada fecha de evaluación (columnas). S/a = sin adyuvante.

En la primera medición (5 dpa), no se encontró diferencia estadística entre los distintos horarios de aplicación (Figura 3).

El nivel de control en esta instancia fue pobre de acuerdo con la escala de ALAM. Esto puede explicarse por el mecanismo de acción del herbicida

haloxifop (inhibidor de la síntesis de lípidos). Según Kogan y Pérez (2003) los síntomas de daño causados por este tipo de herbicida no se evidencian hasta una o dos semanas después de la aplicación, aunque las plantas cesan su crecimiento poco después de la misma.

Las siguientes evaluaciones mostraron un mayor porcentaje de control con aplicaciones a las 19:00 h, lo que puede estar relacionado con las condiciones ambientales que caracterizaron a cada horario del día. Sin embargo, luego de los 17 dpa, en ambos horarios se superó el 90 % de control (excelente según ALAM).



Letras distintas indican diferencia estadística entre horarios de aplicación.

Figura No. 3. Control de sorgo según horario, a los 5, 12, 17 y 21 días post aplicación de los tratamientos con haloxifop

En la evaluación de la reducción de peso fresco y peso seco con respecto al testigo, se encontró diferencia significativa ($p<0.10$), para los factores adyuvante y horario de aplicación, únicamente cuando se midió peso fresco (Cuadro 13).

Cuadro No. 13. Análisis de las fuentes de variación sobre la reducción del peso fresco y peso seco con respecto al testigo, para los tratamientos con haloxifop

Fuente de variación	p-valor	
	Peso fresco	Peso seco
Adyuvante	0.0974	0.2028
Horario de aplicación	0.0885	0.1752
Adyuvante x horario	0.1470	0.6320

Para la interacción entre los efectos no hubo diferencia estadística (p-valor = 0.1470 y 0.6320) para peso fresco y peso seco, respectivamente.

Al analizar únicamente el efecto del adyuvante, aunque se encontró diferencia estadística para peso fresco (p-valor 0.0974), Tukey no consiguió separar las medias de los tratamientos, por lo que no hay diferencias evidentes (Cuadro 14). Solamente una tendencia a mayor reducción en peso fresco y seco por el agregado de A35T. Los resultados obtenidos en la evaluación de control no se hacen evidentes al medir la reducción de peso fresco y peso seco. Esto podría estar relacionado con que los síntomas de daño tardan en hacerse visibles. En consecuencia, las diferencias en peso serían tan pequeñas que la sensibilidad de la prueba estadística utilizada no conseguiría distinguirlas. También podría ocurrir, por el mismo motivo, que la medición visual esté subestimada, dado que el observador estaría apreciando los síntomas de plantas cuyo nivel de daño en realidad es mayor. Esta situación no se daría al medir peso.

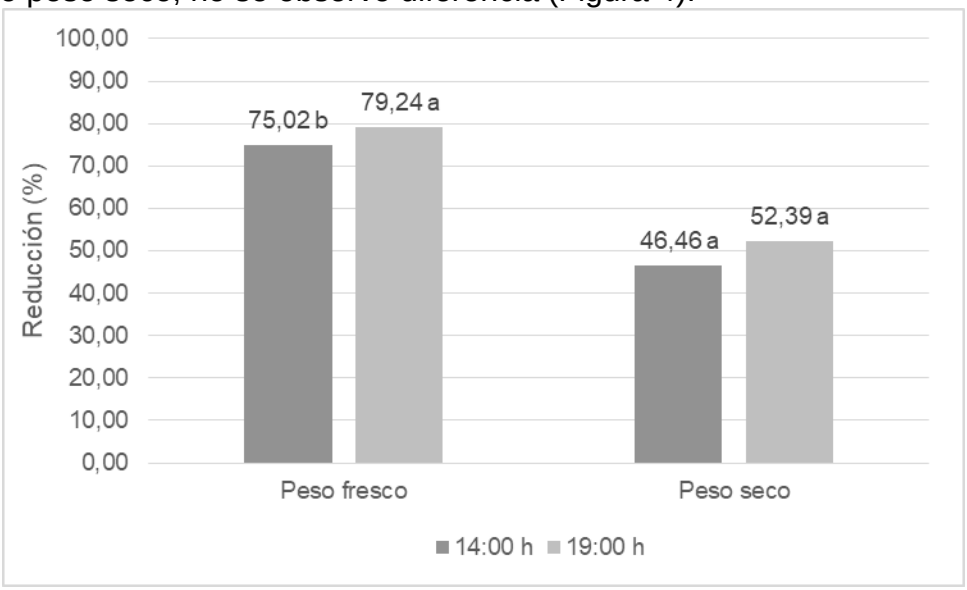
Cuadro No. 14. Reducción del peso fresco y peso seco (%), con respecto al testigo, para los tratamientos con haloxifop

Tratamiento	Peso fresco	Peso seco
S/adyuvante	74 a	46 a
Rizospray	74 a	44 a
Pro Asper	76 a	46 a
Aceite	78 a	53 a
A35T	83 a	58 a

Letras distintas muestran diferencias significativas ($p<0.10$) entre los adyuvantes dentro de cada columna.

Cuando se realizó la comparación de la reducción de peso con respecto al testigo de los tratamientos aplicados en dos horarios diferentes (14:00 y 19:00 h), se encontró diferencia estadística en favor del horario menos limitante (19:00 h) cuando se analizó peso fresco. En cambio, cuando se

analizó peso seco, no se observó diferencia (Figura 4).



Letras distintas muestran diferencias significativas (p<0.10) entre los horarios de aplicación, dentro de cada forma de medición de peso (fresco y seco).

Figura No. 4. Reducción del peso fresco y peso seco (%), con respecto al testigo, según horario, para los tratamientos con haloxifop

4.3. EXPERIMENTO CLETODIM

La interacción de los factores se presentó en todas las fechas de evaluación, el factor principal adyuvante, a los 12 dpa, fue el único que no presentó diferencia significativa (p >0.10, Cuadro 15).

Cuadro No. 15. Análisis de las fuentes de variación sobre el porcentaje de control de las mediciones realizadas a los 5, 12, 17 y 21 días post aplicación

	p-valor			
Fuente de variación	5 dpa	12 dpa	17 dpa	21 dpa
Adyuvante	0.0066	0.2719	0.0022	0.0002
Horario de aplicación	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
Adyuvante x horario	0.0011	<.0001	0.0003	0.0001

En la primera instancia de evaluación (5 dpa), particularmente a las 14:00 h, no se encontró diferencia estadística entre tratamientos (Cuadro 16). En cambio, a las 19:00 h, las condiciones con Aceite y A35T se destacaron sobre las demás.

Cuando se utilizó Rizospray y Pro Asper los resultados fueron intermedios, mientras que sin adyuvante se obtuvo el menor nivel de control, pero en el caso de este tratamiento, sin diferencias entre horarios.

Se observó diferencia estadística al comparar el porcentaje de control de los tratamientos en dos horarios diferentes (14:00 y 19:00 h), aunque sólo se observaron en las condiciones con Aceite y A35T. Esto parece indicar que dichos adyuvantes son muy dependientes para su actividad de la condición en la que se aplican, cuando esta es desfavorable el adyuvante no mejoró dicha actividad, pero cuando la condición ambiental fue más favorable algunos aceleraron el proceso de muerte de la planta.

A los 12 dpa, concretamente a las 14:00 h, los tratamientos sin adyuvante, Pro Asper y Aceite, mostraron mayor porcentaje de control que las demás condiciones. Sin embargo, a las 19:00 h no se evidenciaron diferencias estadísticas, aunque presentando niveles de control calificados como regular, suficiente, bueno y muy bueno de acuerdo con ALAM, para Pro Asper, sin adyuvante, Rizospray y Aceite, y A35T, respectivamente.

En el tercer momento de evaluación (17 dpa), específicamente a las 14:00 h, el comportamiento de los tratamientos fue similar al de la evaluación anterior. Los tratamientos sin adyuvante, con Pro Asper y Aceite consiguieron el mayor control. El tratamiento con A35T arrojó un resultado intermedio, mientras que con Rizospray logró el valor más bajo.

El nivel de control en esta instancia se encontró entre 71 y 92%, catalogado como bueno, muy bueno y excelente, para Rizospray y A35T, sin adyuvante y Aceite, y Pro Asper, respectivamente, en correspondencia con ALAM.

En esta evaluación a las 19:00 h, al igual que en la última evaluación (21 dpa) no se registró diferencia estadística entre tratamientos, mostrando un nivel de control superior a 91% en todas las condiciones, denominado como excelente por ALAM. Esto podría estar relacionado con la dosis de herbicida utilizada (240 g/ha), Jordan et al. (1996) encontraron diferencia estadística entre diferentes adyuvantes (agri-dex, dash, sun-it II, dyne-amic, kinetic HV, silwet L-77, sylgard 309, latron AG-98, LI-700), aplicados con cletodim, en el

control de *Sorghum halepense*, utilizando una dosis de 70 g/ha, pero no cuando se utilizó una dosis de 140 g/ha.

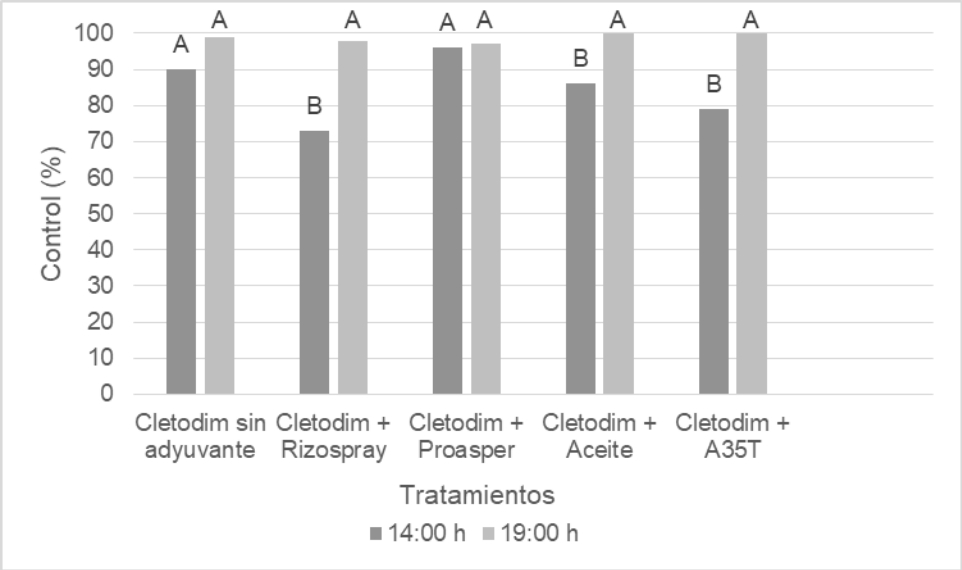
Por otra parte, se observó diferencia estadística al comparar el porcentaje de control de los tratamientos para las condiciones de aplicación contrastantes, en ambas fechas de evaluación, en los tratamientos con Rizospray, Aceite y A35T (Figura 5).

Estos resultados indicaron que no es necesaria la utilización del adyuvante en estas condiciones de aplicación y en caso de condiciones limitantes, incluso puede darse un resultado adverso como el planteado por el agregado de Rizospray y A35T (Figura 5). En coincidencia con lo reportado por Zollinger et al. (2005), aunque haciendo referencia al agregado de aceite mineral. Esto podría estar explicado quizás porque estos adyuvantes provocan una disminución muy importante de la tensión superficial, aumentando la superficie de la gota y pudiendo determinar un aumento de la capacidad evaporante.

Cuadro No. 16. Control de sorgo (%) a los 5, 12, 17 y 21 días post aplicación (dpa), a las 14:00 y 19:00 h

	5 dpa		12 dpa		17 dpa		21 dpa	
Tra	14 h	19 h	14 h	19 h	14 h	19 h	14 h	19 h
S/a	13 aA	15 cA	57 abA	68 aA	87 abA	96 aA	90 aA	99 aA
Riz	24 aA	19 bcA	36 bB	71 aA	71 cB	95 aA	73 cB	98 aA
Pro	14 aA	18 bcA	69 aA	60 aA	92 aA	93 aA	96 aA	97 aA
Ac	14 aB	33 abA	45 abB	74 aA	85 abB	98 aA	86 abB	100 aA
A3	13 aB	43 aA	36 bB	86 aA	76 bcB	98 aA	79 bcB	100 aA

Letras minúsculas muestran diferencias significativas entre los adyuvantes dentro de cada horario (columna). Letras mayúsculas muestran diferencias significativas entre los horarios dentro de cada adyuvante (fila) para cada fecha de evaluación.
Tra = tratamiento; S/a = sin adyuvante; Riz = Rizospray extremo; Pro = Pro Asper; Ac = Aceite Grun Ol; A3 = A35T.



Letras minúsculas muestran diferencias significativas entre los adyuvantes dentro de cada horario. Letras mayúsculas muestran diferencias significativas entre los horarios dentro de cada adyuvante.

Figura No. 5. Control de sorgo según horario de aplicación de tratamientos con cletodim, a los 21 días post aplicación

Si solamente se analiza el efecto del agregado de adyuvante, en la primera fecha de evaluación (5 dpa), se aprecia que hubo respuesta al agregado de Rizospray, Aceite y A35T (Cuadro 17). La condición con Pro Asper generó un resultado intermedio, mientras que el resultado más bajo se obtuvo sin adyuvante. En todos los casos el control fue de 28% o inferior.

A los 12 dpa no se registró diferencia significativa entre tratamientos, con niveles de control que oscilaron entre 54 y 64%.

En las siguientes fechas de evaluación (17 y 21 dpa) el nivel de control con Rizospray fue menor al logrado sin adyuvantes.

Cuadro No. 17. Control de sorgo (%) a los 5, 12, 17 y 21 días post aplicación (dpa)

	Control (%)			
Tratamiento	5 dpa	12 dpa	17 dpa	21 dpa
S/a	14 c	62 a	91 a	94 ab
Rizospray	21 ab	54 a	83 b	85 c
Pro Asper	16 bc	64 a	92 a	97 a
Aceite	23 ab	59 a	91 a	93 ab
A35T	28 a	61 a	87 ab	89 bc

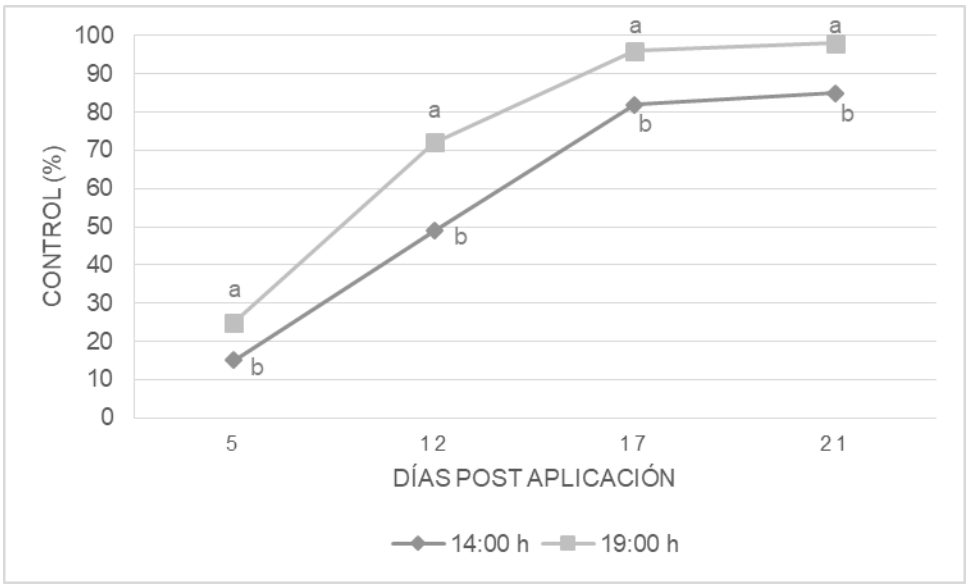
Letras distintas muestran diferencias significativas dentro de cada momento de medición (columnas). S/a = sin adyuvante.

En todas las instancias de evaluación se encontró diferencia significativa al comparar el porcentaje de control de los tratamientos en dos horarios diferentes (14:00 y 19:00 h). Se logró siempre un mejor control con aplicaciones a las 19:00 h, lo que se relacionó con las condiciones ambientales que caracterizaron ese horario de aplicación (Figura 6). También, esto estaría en acuerdo con lo mencionado por Sandrín et al. (2016), quienes destacan la rapidez de la degradación fotolítica de cletodim y setoxidim, sugiriendo que la fotólisis sería una vía importante de disipación de estos herbicidas.

En igual sentido, Mc Mullan (1996), menciona que este tipo de herbicida es inestable a la luz ultravioleta, y afirma que la aplicación al final de la tarde o en la noche puede mejorar su eficacia, debido a una reducción en la cantidad de luz ultravioleta presente.

A los 5 dpa, el nivel de control fue bajo, menor al 40% (ninguno o pobre según ALAM). Esto, como fuera explicado también para haloxifop, quien tiene el mismo mecanismo de acción (inhibidor de la síntesis de lípidos) se debe a que los síntomas de daño causados se evidencian aproximadamente a las dos semanas después de la aplicación (Kogan y Pérez, 2003).

Sin embargo, luego de los 17 dpa, en ambos horarios, se superó el 80 % de control (muy bueno según ALAM) y a la 19:00 h en particular, se obtuvieron resultados excelentes.



Letras distintas indican diferencia estadística entre horarios de aplicación.

Figura No. 6. Control de sorgo según horario, a los 5, 12, 17 y 21 días post aplicación de los tratamientos con cletodim

En la evaluación de la reducción de peso fresco y peso seco con respecto al testigo, hubo diferencia significativa ($p<0.10$) únicamente para el factor horario de aplicación, tanto en peso fresco como en peso seco (Cuadro 18).

Cuadro No. 18. Análisis de las fuentes de variación sobre la reducción del peso fresco y peso seco con respecto al testigo, para los tratamientos con cletodim

Fuente de variación	p-valor	
	Peso fresco	Peso seco
Adyuvante	0.3058	0.1172
Horario de aplicación	<.0001	0.0004
Adyuvante x horario	0.2828	0.4298

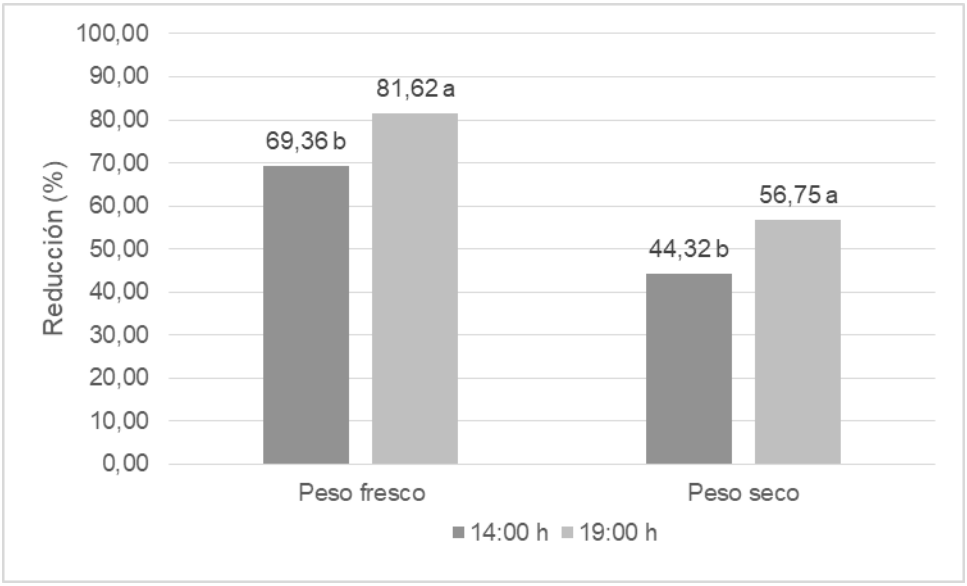
Como fuera mencionado no hubo efecto del agregado de adyuvante (Cuadro 19). Los resultados obtenidos en la evaluación de control no se hacen evidentes al medir la reducción de peso fresco y peso seco, esto se relaciona con la posible diferencia de sensibilidad ente ambos métodos, y la probable subestimación de mediciones visuales, aspectos ya mencionados en la experimentación con haloxifop.

Cuadro No. 19. Reducción del peso fresco y peso seco (%), con respecto al testigo, para los tratamientos con cletodim

Tratamiento	Peso fresco	Peso seco
S/adyuvante	75 a	46 a
Rizospray	75 a	52 a
Pro Asper	80 a	57 a
Aceite	74 a	46 a
A35T	74 a	51 a

Letras distintas muestran diferencias significativas ($p<0.10$) entre los adyuvantes dentro de cada columna.

Cuando se realizó la comparación de la reducción de peso con respecto al testigo de los tratamientos aplicados en los dos horarios, se encontró diferencia estadística en favor del horario menos limitante (19:00 h) tanto en peso fresco como en peso seco (Figura 7).



Letras distintas muestran diferencias significativas ($p<0.10$) entre los horarios de aplicación, dentro de cada forma de medición de peso (fresco y seco).

Figura No. 7. Reducción del peso fresco y peso seco (%), con respecto al testigo, según horario, para los tratamientos con cletodim

5. CONCLUSIONES

En las condiciones del presente trabajo, en el horario menos limitante, la adición de adyuvantes no determinó mejoras en el control de sorgo, en ninguno de los tres experimentos.

Por otra parte, en condiciones limitantes solo dos tratamientos (Pro Asper y A35T) proporcionaron un nivel de control superior al testigo sin adyuvante en el experimento con haloxifop. Sin embargo, en las mismas condiciones, podrían obtenerse resultados adversos, como los observados en los experimentos con glifosato y cletodim.

En términos generales, los resultados indicaron mejores controles con aplicaciones realizadas en horarios con condiciones meteorológicas menos limitantes.

6. RESUMEN

En la aplicación de herbicidas, por diversas limitantes, solo una mínima parte del producto aplicado logra hacer contacto con el objetivo, por lo que es un proceso sumamente ineficiente, con consecuencias negativas desde punto de vista económico y ambiental. Entre las variadas propuestas para mejorar la actividad de los herbicidas, y mitigar el efecto negativo, está la utilización de adyuvantes, estos pretenden aumentar la efectividad a través de mejorar aspectos del proceso desde la aplicación, con resultados muy variados. En este sentido, el presente trabajo, busca aportar información, acerca del desempeño de diferentes adyuvantes (Rizospray extremo, Pro Asper, Aceite Grun Ol y A35T Bio) en la adición a los herbicidas glifosato, haloxifop y cletodim, en condiciones meteorológicas contrastantes (14 y 19 h). Los experimentos se llevaron a cabo en la Estación Experimental Dr. Mario A. Cassinoni (EEMAC) de la Universidad de la República, ubicada en el Departamento de Paysandú. El diseño experimental de los 3 experimentos fue completamente al azar, con arreglo factorial con 4 repeticiones. Cada herbicida constituyó un experimento, siendo un factor de estudio el adyuvante adicionado y el otro la condición meteorológica al momento de la aplicación. La repetición en cada caso consistió en una maceta con 3 plantas de sorgo (*Sorghum bicolor*), híbrido 83G19 de ciclo intermedio, usada como planta indicadora para la evaluación de control. La siembra del sorgo se realizó el 24/10/2015 en macetas que contenían 1 kg de suelo. La aplicación de cada experimento fue realizada el mismo día, el 16/12/15, cuando las plantas de sorgo se encontraban en promedio de V4 a V5. Para la misma se utilizó un equipo pulverizador presurizado a CO_2, calibrado para erogar un volumen de 100 L/ha, a una presión de trabajo de 2 bar, utilizando boquillas XR 11001. La dosis de herbicida aplicada fue de 1620 g ea/ha, 78 g/ha y 240 g/ha, para glifosato, haloxifop y cletodim respectivamente. La dosis de adyuvante empleada fue de 200, 120, 500 y 40 ml/100L, para Rizospray extremo, Pro Asper, Aceite Grun Ol y A35T Bio, respectivamente. Las evaluaciones se realizaron a través de una escala porcentual de control, mediante apreciación visual. Al final del periodo de evaluación se procedió a cortar la totalidad de la parte aérea de cada maceta para medir su peso fresco y seco luego de llevar a estufa a 65 ºC. En el experimento con glifosato, la adición de adyuvantes no determinó mejoras en el control de sorgo, en comparación con la utilización del herbicida solo. Para la experimentación con haloxifop, los resultados indicaron que si las condiciones ambientales no son limitantes, no hay ventajas por la adición de adyuvante. Respecto al experimento con cletodim, los resultados indicaron que no hubo beneficios por la utilización de adyuvantes. Incluso, bajo condiciones limitantes, puede ocurrir un resultado adverso, como el registrado con algunos adyuvantes en este trabajo.

Palabras clave: Tecnología de aplicación; Adyuvante.

7. SUMMARY

In the application of herbicides, due to various limitations, only a minimal part of the applied product manages to make contact with the objective, making it a highly inefficient process, with negative consequences from an economic and environmental point of view. Among the various proposals to improve the activity of herbicides, and mitigate the negative effect, is the use of adjuvants, these are intended to increase effectiveness by improving aspects of the process from the application, with very varied results. In this sense, the present work seeks to provide information about the performance of different adjuvants (Rizospray extremo, Pro Asper, Aceite Grun Ol and A35T Bio) in addition to glyphosate, haloxifop and cletodim herbicides, in contrasting meteorological conditions (14 and 19 h). The experiments were carried out at the Dr. Mario A. Cassinoni Experimental Station (EEMAC) of the University of the Republic, located in the Department of Paysandú. The experimental design of the 3 experiments was completely randomized, with a factorial arrangement with 4 replications. Each herbicide constituted an experiment, the added adjuvant being one study factor and the meteorological condition at the time of application the other. The repeat in each case consisted of a pot with 3 sorghum plants (*Sorghum bicolor*), intermediate cycle hybrid 83G19, used as indicator plant for the control evaluation. Sorghum was sown on 10/24/2015 in pots containing 1 kg of soil. The application of each experiment was carried out the same day, 12/16/15, when the sorghum plants were on average from V4 to V5. For this, a CO2 pressurized spray equipment was used, calibrated to deliver a volume of 100 L / ha, at a working pressure of 2 bar, using XR 11001 nozzles. The applied herbicide dose was 1620 g ea / ha, 78 g / ha and 240 g / ha, for glyphosate, haloxyfop and clethodim respectively. The adjuvant dose used was 200, 120, 500 and 40 ml / 100L, for Rizospray extremo, Pro Asper, Aceite Grun Ol and A35T Bio, respectively. The evaluations were carried out through a percentage control scale, by means of visual appreciation. At the end of the evaluation period, the entire aerial part of each pot was cut to measure its fresh and dry weight after bringing it to an oven at 65 ºC. In the glyphosate experiment, the addition of adjuvants did not determine improvements in sorghum control, compared to the use of the herbicide alone. For the experimentation with haloxifop, the results indicated that if the environmental conditions are not limiting, there are no advantages due to the addition of an adjuvant. Regarding the clethodim experiment, the results indicated that there were no benefits from the use of adjuvants. Even, under limiting conditions, an adverse result may occur, such as that registered with some adjuvants in this work.

Keywords: Application technology; Adjuvant.

8. BIBLIOGRAFÍA

1. Anyszka, Z.; Dobrzanski, A.; Palczynzki, J. 2002. The studies on the influence of graminicides and oil adjuvant on control and regrowth of *Elymus repens.* In: European Weed Research Society (12th., 2002, Skierniewice). Proceedings. Skierniewice, Institute of Vegetable Crops. pp. 96-100.

2. Azevedo, L. A. 2011. Adjuvantes agrícolas para a proteção de plantas. Río de Janeiro, IMOS. 264 p.

3. Bridges, D.; Smith, A.; Falb, L. 1991. Effect of adjuvant on foliar absorption and activity of cletodim and polar degradation products of cletodim. Weed Science. 39(4):543-547.

4. Cabanne, F.; Lamrani, T. 2003. Pine oil increases spray retention by oats. (en línea). Agronomie, EDP Sciences. 23(8):747-753. Consultado 15 ago. 2019. Disponible en https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00886231/document

5. Castro, E. B.; Carbonari, C. A.; Velini, E. D.; Gomes, G. L.; Belapart, D. 2018. Influence of Adjuvants on the Surface Tension, Deposition and Effectiveness of Herbicides on Fleabane Plants. (en línea). Planta Daninha. 36:1-9. Consultado 8 ago. 2019. Disponible en http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-83582018000100267&lng=en&nrm=iso&tlng=en

6. Cunha, J.; Teixeira, M. M.; Coury, J. R.; Ferreira, L. R. 2003. Avaliaçâo de estratégias para reduçâo da deriva de agrotóxicos em pulverzaçôes hidráulicas. Planta Daninha. 21(2):325-332.

7. _____.; Alves, G. S.; Reis, E. F. 2010. Efeito da temperatura nas características físico-químicas de soluçoes aquosas com adjuvantes de uso agrícola. Planta Daninha. 28(3):665-672.

8. _____.; Teixeira, M. M.; Castillo, B.; Rodrigues, G. 2012. Formulación de agroquímicos para el control de plagas. In: Cali, M. J.; Izaguirre, S. eds. Tecnología de la aplicación de agroquímicos. Alto Valle, s.e. pp. 27-44

9. Fuentes, C. L.; Plaza, G. A. 1997. Influencia de adyuvantes sobre la absorción y translocación de ^{14}C glifosato en coquito, *Cyperus rotundus*. (en línea). Agronomía Colombiana. 14(1):37-51.

Consultado set. 2019. Disponible en https://revistas.unal.edu.co/index.php/agrocol/article/view/25618/26077

10. García, L. 1991. Comportamiento de los herbicidas en la planta. In: Fernández-Quintanilla, C. ed. Fundamentos sobre malas hierbas. Madrid, Mundi Prensa. pp. 130-157.

11. Green, J. M.; Beestman, G. B. 2007. Recently patented and commercialized formulation and adjuvant technology. Crop Protect. 26(3):320-327.

12. Jha, P.; Norsworthy, J. K.; Scott, R. C. 2010. Cyhalofop application timing and adjuvant selection for *Echinochloa crus-galli* control in rice. Crop Protection. 29:820-823

13. Johnson, B. C.; Young, B. G. 2002. Influence of temperature and relative humidity on the foliar activity of mesotrione. Weed Science. 50:157-161.

14. Jordan, D. 1995. Influence of Adjuvants on the Antagonism of Graminicides by Broadleaf Herbicides. Weed Technology. 9:741-747.

15. _____.; Vidrine, P.; Griffin, J.; Reynolds, D. 1996. Influence of Adjuvants on Efficacy of Clethodim. Weed Technology. 10(4):738-743.

16. Kogan, M.; Pérez, A. 2003. Herbicidas: fundamentos fisiológicos y bioquímicos del modo de acción. Santiago, Universidad Católica de Chile. 333 p.

17. Leiva, P. 2013. Ámbito de recomendación de aditivos o coadyuvantes en pulverizaciones agrícolas. (en línea). Pergamino, INTA. 10 p. Consultado feb. 2019. Disponible en https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_pergamino_mbito_de_recomendacin_de_aditivos_o_co.pdf

18. López, F.; Villalba, J. 2013. Efecto del horario de aplicación y el tamaño de gota en la eficiencia de glifosato. Cangüé. no. 33:19-24.

19. Mc Mullan, P. M. 1996. Grass Herbicide Efficacy as Influenced by Adjuvant, Spray Solution pH, and Ultraviolet Light. Weed Technology. 10(1):72-77.

20. Maluf, E. L. s.f. Gota protegida: Aplicaciones agrícolas de calidad y uso de coadyuvantes de última generación. Pergamino, s.e. 83 p.

21. Martinson, K. B.; Sothern, R. B.; Gunsolus, L.; Koukkari, W. L. 2002. Circadian response of anual weeds to glyhosate and glufosinate. Chronobiology International. 19:405-422.

22. _____.; _____.; _____.; Durgan, B. R. 2005. Time of day of application effect on gliphosate and glufosinate efficacy. (en línea). Crop Management. 4(1): s.p. Consultado 11 abr. 2019. Disponible en https://dl.sciencesocieties.org/publications/cm/abstracts/4/1/2005-0718-02-RS?access=0&view=pdf

23. Massaro, R.; García.; Kahl, M. 2017. Efecto de dos coadyuvantes en el control de malezas en barbecho químico con dos técnicas de pulverización terrestre. (en línea). INTA. Para Mejorar la Producción. no. 56:115-122. Consultado feb. 2019. Disponible en https://inta.gob.ar/documentos/efecto-de-dos-coadyuvantes-en-el-control-de-malezas-en-barbecho-quimico-con-dos-tecnicas-de-pulverizacion-terrestre-0

24. Matzler, M.; Ahumada, M. 2014.Control de *Echinocloa colona* resistente a glifosato para barbecho químico: evaluación de graminicidas postemergentes fop y dim. (en línea). Paraná, INTA. s.p. Consultado feb. 2019. Disponible en https://inta.gob.ar/documentos/control-de-echinocloa-colona-resistente-a-glifosato-para-barbecho-quimico-evaluacion-de-graminicidas-postemergentes-fop-y-dim

25. Mohr, K.; Sellers, B. A.; Smeda, R. J. 2007. Application times of day influences glyphosate efficacy. Weed Science. 21(1):7-13.

26. Nandula, V. K.; Poston, D. H.; Reddy, K. N.; Koger, C. H. 2007. Formulation and adjuvant effects on the absorption and translocation of cletodim in wheat (*Triticum aestivum* L.). (en línea). Weed Biology and Management. 7:226-231. Consultado 19 ago. 2019. Disponible en

https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1445-6664.2007.00260.x#reference

27. Ryckaert, B.; Spanoghe, P.; Haesaert, G.; Heremans, B.; Isebaert, S.; Steurbaut, W. 2007. Quantitative determination of the influence of adjuvants on foliar fungicide residues. Crop Protection. 26(10):1589-1594.

28. Sandín, P.; Sevilla, B.; López, C.; Mateo, M.; Alonso, J. 2016. Rapid photodegradation of clethodim and sethoxydim herbicides in soil and plant surface model systems. Arabian Journal of Chemistry. 9(5):694-703.

29. Stewart, Ch. L.; Nurse, R. E.; Sikkema, P. H. 2009. Time of day impacts postemergence weed control in corn. Weed Technology. 23(3):346-355.

30. Sharma, S. D.; Singh, M. 2000. Optimizing foliar activity of glyphosate on Bidens frondosa and Panicum maximum with different adjuvant types. Weed Research. 40:523-533.

31. Wall, D. A. 1994. Fluazifop-P Tank-Mixtures with Clethodim for Annual Grass Control in Flax (Linum usitatissimum). Weed Technology. 8(4):673-678.

32. Waltz, A. L.; Martin, A. R.; Roeth, F. W.; Lindquist, J. L. 2004. Ghyphosate efficacy on velvetleaf varies with application time of day. Weed Technology. 18:931-939.

33. Zollinger, R. K.; Howatt, K. A. 2005. Influence of cletodim formulation and oil adjuvants on weed control and overcoming herbicide antagonism. (en línea). Journal of ASTM International. 2(6):1-7. Consultado ago. 2019. Disponible en https://www.astm.org/DIGITAL_LIBRARY/JOURNALS/JAI/PAGES/JAI12917.htm