

Evaluación de tolerancia a glyphosate y glufosinate en retoños de algodón genéticamente modificado

Mara Cristina Kleinpaul-Steinke¹

Marco Antonio Camillo de Carvalho^{1,2}

Oscar Mitsuo-Yamashita^{2,5}

Rivanildo Dallacort^{1,2}

Dejanía Vieira de Araújo¹

1 Programa de Posgrado en Ambientes y Sistemas de Producción- Universidade do Estado de Mato Grosso-UNEMAT. Tangará da Serra, Mato Grosso, Brasil. mcsteinke@gmail.com; marcocarvalho@unemat.br; rivanildo@unemat.br; dejanía@unemat.br).

2 Programa de Posgrado en Biodiversidad y Agroecosistemas Amazónicos-Universidade do Estado de Mato Grosso-UNEMAT. Alta Floresta, Mato Grosso, Brasil.

Autor para correspondencia: yama@unemat.br.

Resumen

La destrucción de la cosecha de tallos de algodón debe realizarse después de esta. Sin embargo, la destrucción por arado impide continuar con la siembra directa, lo que hace que el manejo químico sea un aliado en la conservación del suelo. El objetivo fue identificar la dosis de 2,4-D, asociada a diferentes herbicidas y el momento de administración más eficaces para el control de retoños de algodón transgénico para tolerancia a glyphosate y glufosinate. Los tratamientos consistieron en el uso aislado del herbicida 2,4-D, a dosis de 670 y 1 340 g ha⁻¹, y asociado a los herbicidas carfentrazone, flumiclorac, chlorimuron, flumioxazin y imazethapyr en tres tiempos de aplicación: 0 días después de la siega mecánica (0 DARM), 25 DARM, y 0 DARM + 25 DARM. Se evaluó el rebrote a los 15, 30 y 45 días después de la primera y segunda aplicación. Las evaluaciones de rebrote se realizaron a los 15, 30 y 45 días después de la primera y segunda aplicación, determinando la biomasa seca de los brotes. En cuanto al tiempo de uso de los herbicidas, los mejores resultados se obtienen cuando se suministró 0 DARM +25 DARM. Dosis más altas de 2,4-D (1 324 g ha⁻¹) lo hacen más eficiente relaciona a los herbicidas se percibieron variaciones en su comportamiento según el tiempo de evaluación, la aplicación y la dosis de 2,4 D utilizada. Durante el último período de medición, 45 días después de la aplicación, 2,4-D+carfentrazone y 2,4-D+flumiclorac presentaron las masas secas de yema más bajas. El experimento se llevó a cabo en 2014. Se concluyó que existe una menor tasa de rebrote del algodón cuando se repite la aplicación de los herbicidas 0 DARM y 25 DARM. La dosis de 1 324 g ha⁻¹ de 2,4-D es más eficiente. 2,4-D+carfentrazone y 2,4-D+flumiclorac promovieron una menor masa seca 45 días después de la administración de los tratamientos.

Keywords:

Gossypium hirsutum, destrucción química, glitol, rebrote.

A diferencia de otras plantas agrícolas cultivadas, la planta de algodón sirve en la parte vegetativa y reproductiva e incluso después de la cosecha, como hospedante de plagas y enfermedades (Azevedo *et al.*, 2004). Así, la destrucción de tocones de algodón es una práctica obligatoria en virtud de la Ley Núm. 8.589, de 19 de diciembre de 2006 (Brasil, 2008). Esta práctica se lleva a cabo con el objetivo de reducir el potencial de plagas y enfermedades, al suprimir su alimento y refugio en la temporada baja.

Los herbicidas más utilizados en la destrucción de retoños son el 2,4-D y el glyphosate; sin embargo, con el advenimiento de variedades transgénicas, tolerantes a herbicidas no selectivos, se restringe el uso de productos químicos, debido a que las variedades de glitol no utilizan el glyphosate (Andrade Júnior *et al.*, 2015).

El experimento fue realizado en condiciones de campo, después de la cosecha de la planta de algodón, cultivar FiberMax 982 GL (GlyTol LibertyLink), en una propiedad ubicada en el municipio de Campo Novo do Parecis - MT, Brazil, durante la segunda cosecha del año agrícola 2013-2014. El clima de la región es tropical húmedo megatérmico (Aw) (Vianello y Alves, 2004).

El diseño experimental utilizado fue bloques al azar, en esquema factorial 2 x 6 x 3, con cuatro repeticiones. Las parcelas consistieron en 6 líneas espaciadas a 0.8 m, por 6 m de largo. Los tratamientos experimentales se basaron en la combinación de dos dosis de 2,4-D (670 y 1 324 g ha⁻¹), aislado o asociado en mezcla con los herbicidas carfentrazone (30 g ha⁻¹), clorimuron (0.32 g ha⁻¹), flumiclorac (60 g ha⁻¹), imazetapyr (80 g ha⁻¹), flumioxazin (25 g ha⁻¹) y tres tiempos de aplicación.

En la primera temporada, la aplicación se realizó inmediatamente 0 días después de la siega mecánica (0 DARM) sobre los tallos de las plantas recién cortadas. La aplicación de tratamientos en el segundo periodo se realizó a los 25 DARM. En la tercera temporada, se administró una dosis a 0 DARM y otra a 25 DARM. La siega se efectuó entre 0.15 y 0.2 m de altura, posterior a la cosecha del algodón con ayuda de un desintegrador mecánico tipo tritón.

El suministro de los productos químicos se hizo mediante equipos de aspersión costera presurizados con dióxido de carbono (CO₂), un volumen de aspersión de 150 L ha⁻¹. Las aplicaciones en la primera y tercera época se efectuaron en hasta 20 minutos ARM, según la metodología descrita por Siqueri *et al.* (2020). Las evaluaciones de rebrotes se realizaron a los 15, 30 y 45 días después de la primera y segunda aplicación, mediante tres muestreos dentro del área útil de la parcela, con toma de muestras foliares del rebrote de 5 plantas para la determinación de biomasa seca y posterior delimitación del punto de recogida.

Los brotes se colocaron en bolsas de papel kraft para su secado y se llevaron a una estufa de circulación de aire forzado a ±60 °C hasta alcanzar masa constante. Posteriormente, el material se pesó en una balanza de precisión de 0.0001 g para determinar la masa seca. Los datos obtenidos se sometieron a análisis de varianza y comparación de medias realizado por la prueba de Tukey al 5% de probabilidad ($p < 0.05$). Se utilizó el software estadístico ASSISTAT (Silva y Azevedo, 2009).

Al evaluar la masa seca de los brotes colectados, 15 días Después de la aplicación, se puede apreciar una diferencia entre los tratamientos cuando se aplicaron 25 DARM, donde el tratamiento con carfentrazone presentó menor masa seca de brotes. Al analizar los tiempos dentro de las combinaciones, se pudo verificar que solo para la combinación 2,4-D+carfentrazone no hubo diferencia ($p < 0.05$) entre los tiempos. Para las demás combinaciones, la aplicación a los 25 DARM produjo la mayor masa seca de rebrote.

Según Andrade Júnior *et al.* (2015), en su investigación, encontraron que los mejores resultados se obtuvieron en tratamientos con dos aplicaciones, una después de la siega mecánica y otra en el escape, con el uso de 2,4-D a una dosis de 1 324 g ha⁻¹, asociado a los herbicidas flumiclorac, carfentrazone y saflufenacil, que obtuvieron 1.3%, 5.2% y 9.9% de rebrotes, respectivamente. Los autores también observaron que al realizar una aplicación en plantas rebrotadas, el porcentaje de rebrote fue mayor, como se comprobó en este trabajo.

Se observó diferencia en los valores obtenidos al analizar la masa seca de la parte aérea a los 15 días de la administración de los tratamientos, con valores menores cuando se dividió la dosis de

2,4-D dentro de los periodos de aplicación y también a una dosis de $1\ 324\ \text{g ha}^{-1}$ de este mismo herbicida. Por otro lado, también hubo diferencia ($p < 0.05$) entre los tiempos de aplicación en las dos dosis de 2,4-D, la administración 0 DARM al utilizar la dosis de $670\ \text{g ha}^{-1}$ proporcionó menor masa seca de brotes (2.42 g). A la dosis de $1\ 324\ \text{g ha}^{-1}$, tomada a los 0 DARM no diferió de las demás (0 DARM y 25 DARM), pero presentaron menor masa seca de los brotes que a los 25 DARM.

La investigación de Corrêa y Gomes (2005), al evaluar los datos de rebrote a los 15 días después de la primera administración, verificaron más de 37.9% de rebrote al utilizar 2,4-D en dosis de $670\ \text{g ha}^{-1}$, mientras que a $1\ 324\ \text{g ha}^{-1}$, el rebrote fue de 21%. El resultado más bajo (18.7%) fue observado por los autores cuando se realizaron dos aplicaciones de 2,4-D a $1\ 324\ \text{g ha}^{-1}$, corroborando datos del presente estudio, en el que el mejor control se produjo con la misma dosis, independientemente del momento en que se administró el herbicida.

Autores como Andrade Júnior *et al.* (2016), al estudiar la destrucción química de tocones de algodón en Mato Grosso, encontraron que los mejores tratamientos, que presentaron 0% de rebrote en la última evaluación, fueron dos aplicaciones de 2,4 D+glyphosate ($2\ \text{L ha}^{-1} + 1\ \text{kg ha}^{-1}$) y dos aplicaciones de 2,4 D+glyphosate ($2\ \text{L ha}^{-1} + 2\ \text{kg ha}^{-1}$) lo que mostró, al igual que en el presente trabajo, mayor eficiencia cuando se realizan dos aplicaciones.

Esos datos concuerdan con lo informado por Embrapa (2004), que evaluó el control de rebrotes de tocones de algodón herbáceo en labranza cero donde se verificó que dosis más altas de glyphosate ($4\ \text{L ha}^{-1}$ y $5\ \text{L ha}^{-1}$), 2,4-D ($4\ \text{L ha}^{-1}$) y la mezcla de los dos productos en la proporción de $2\ \text{L ha}^{-1}$ de glyphosate por $2\ \text{L ha}^{-1}$ de 2,4-D redujeron significativamente la biomasa.

En la colecta realizada a los 45 días de la aplicación, al evaluar el comportamiento de los herbicidas a dosis de 2,4-D y tiempos de aplicación, se observó diferencia significativa ($p < 0.05$) entre tratamientos de $670\ \text{g ha}^{-1}$ a 25 DARM, siendo 2,4-D+carfentrazone, 2,4-D+flumiclorac, 2,4-D+imazetapyr y 2,4-D+flumioxazin los que mostraron los valores más bajos de masa seca del brote (3.23; 3.32; 2.96 y 3.1, respectivamente).

El carfentrazone, así como la flumioxazin y el flumiclorac, pertenecen al grupo químico de las triazolinonas y su mecanismo de acción actúa inhibiendo la protoporfirinógeno oxidasa, y provoca una rápida desecación de las especies susceptibles y los síntomas se pueden observar poco después del tratamiento químico (Dayan *et al.*, 1997).

Con la aplicación de 0 DARM, solo en el tratamiento 2,4-D+carfentrazone no hubo diferencia ($p < 0.05$) entre las dosis de 2,4-D, y en los demás tratamientos fue efectiva la dosis de $1\ 324\ \text{g ha}^{-1}$. Cuando la aplicación se realizó a los 25 DRM en los tratamientos 2,4-D solo, 2,4-D+carfentrazone y 2,4-D+clorimuron las dosis más altas de 2,4-D también mostró menor masa seca de brotes (4.19 g), y en los demás tratamientos no se encontró diferencia ($p < 0.05$) entre las dosis de 2,4-D.

A los 0 DARM y a los 25 DARM la dosis más alta de 2,4-D ($1\ 324\ \text{g ha}^{-1}$) en los tratamientos con 2,4-D solo, 2,4-D+clorimuron y 2,4-D+flumiclorac fue más eficaces, con menor masa seca de brotes. Este comportamiento mostró que existe variación en el control de rebrotes y depende del momento de aplicación y tratamiento utilizado para las dosis de 2,4-D. Según Oliveira Júnior *et al.* (2006) existe una tendencia consistente de que las aplicaciones secuenciales brindan un control de malezas más efectivo.

En la evaluación de la masa de los brotes a los 45 días después de la aplicación, con la dosis de 2,4-D ($670\ \text{g ha}^{-1}$), se observó una diferencia significativa ($p < 0.05$) entre los tratamientos para las diferentes épocas de aplicación, donde 2,4 -D aislado mostró menor masa seca de brotes cuando se aplicó el DARM (Cuadro 1). Los tratamientos 2,4-D+imazetapyr y 2,4-D+flumioxazin no difirieron en la aplicación a los 25 DARM o 0 DARM y a los 25 DARM y mostraron los valores más bajos de masa seca de brotes.



Cuadro 1. Despliegue de la interacción significativa entre tiempos de aplicación (E), herbicidas y dosis de 2,4-D, para masa seca de bastoncillos de algodón FM 982 GL, determinada a los 45 días después de la aplicación.

Herbicida (H)	2,4-D (670 g ha ⁻¹)			2,4-D (1 324 g ha ⁻¹)		
	0 DARM	25 DARM	0 y 25 DARM	0 DARM	25 DARM	0 y 25 DARM
2,4-D	3.23 b	6.23 a	7.37 a	2.23 b	4.19 a	3.08 ab
2,4-D + carfentrazone	2.42 ab	3.23 a	1.65 b	2.13 a	1.66 a	1.05 a
2,4-D + chlorimuron	4.52 ab	4.8 a	3.56 b	2.41 ab	3.26 a	1.6 b
2,4-D + flumiclorac	3.12 a	3.32 a	3.16 a	2.05 ab	2.89 a	1.25 b
2,4-D + imazethapyr	5.45 a	2.96 b	2.74 b	3.6 a	3.62 a	2.34 a
2,4-D + flumioxazin	4.67 a	3.1 b	2.43 b	2.65 a	2.96 a	2.86 a

DMS Tukey (5%) E(H x 2,4-D) = 1.72

CV(%) = 18.39

Medias seguidas de la misma letra, minúsculas en la columna y mayúsculas en la línea, no difieren entre sí al nivel de 5% por la prueba de Tukey.

El estudio de Andrade Júnior *et al.* (2015) también observaron la importancia de una nueva administración de herbicida para eliminar los escapes de rebrote desde la primera aplicación, utilizando 2,4-D (1 324 g ha⁻¹) + glyphosate (540 g ha⁻¹) y 2,4-D (1 324 g ha⁻¹) + glyphosate (720 g ha⁻¹). Estos autores obtuvieron 11,4 y 5% de rebrote, mientras que, realizando nuevamente dos tratamientos utilizando los mismos herbicidas y dosis, no hubo rebrote.

Conclusiones

Se obtienen menores tasas de rebrote del algodón con relación al tiempo de aplicación del herbicida cuando se repite dos veces, 0 DARM y 25 DARM. La dosis más alta de 2,4-D (1 324 g ha⁻¹) es más eficiente. Respecto a los herbicidas, se observaron variaciones en su eficiencia dependiendo del momento de evaluación, aplicación y dosis de 2,4 D utilizada, siendo 2,4-D+carfentrazone y 2,4-D +flumiclorac los que promovieron menor masa seca en el tiempo. De la última evaluación, 45 días después de la administración de los tratamientos.

Para futuras investigaciones, que busquen profundizar en otros herbicidas y dosis, son fundamentales para mejores acciones de manejo cultural de esta importante especie productora de fibra.

Agradecimientos

A la Coordinación para el Perfeccionamiento del Personal de Educación Superior (CAPES) por el apoyo económico.



Bibliografía

- 1 Andrade-Júnior, E. R.; Cavenaghi, A. L. and Guimarães, S. C. 2015. Destruição química da soqueira em variedades de algodoeiro resistentes ao glifosato. Primavera do Leste, IMAmt. Circular Técnica. 8-17 pp.
- 2 Andrade-Júnior, E. R.; Cavenaghi, A. L. and Guimarães, S. C. 2016. Destruição química de soqueira em variedades resistentes ao glifosato safra. Primavera do Leste, IMAmt. Circular Técnica. 8-29 pp.
- 3 Azevedo, D. M. P.; Cortez, J. R. B. and Brandão, Z. N. 2004. Uso de desfolhantes, maturadores e dessecantes na cultura do algodoeiro irrigado. Campina grande, Embrapa. Circular técnica. 7-78 pp.
- 4 Brasil. 2008. Instrução normativa núm. 1524. Regulamento da defesa sanitária vegetal. Dou, 20/08/2008, Seção. 1-2 pp.
- 5 Corrêa, J. C. and Gomes, A. C. 2005. Manejo das soqueiras do algodoeiro herbáceo em plantio direto com rotação de culturas nos cerrados. R Ceres. 52(1):739-749. <https://www.redalyc.org/pdf/3052/305242983009.pdf>
- 6 Dayan, F. E.; Duke, S. O.; Weete, J. D. and Hancock, H. G. 1997. Selectivity and mode of action of carfentrazone-ethyl, a novel phenyl triazolinone herbicide. Pest Sci. 51(1):65-73. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1096-9063\(199709\)51:1<65::AID-PS598>3.0.CO;2-9](https://doi.org/10.1002/(SICI)1096-9063(199709)51:1<65::AID-PS598>3.0.CO;2-9).
- 7 Embrapa. 2004. Empresa brasileira de pesquisa agropecuária. Boletim de pesquisa e desenvolvimento. Planaltina, Embrapa Cerrados. 1-15 pp.
- 8 Oliveira-Júnior, R. S.; Constantin, J. A.; Costa, J. M.; Cavalieri, S. D.; Arantes, G. Z.; Alonso, D. G.; Roso, A. C. and Biffe, D. C. 2006. Interação entre sistemas de manejo e de controle de plantas daninhas em pós emergência afetando o desenvolvimento e a produtividade da soja. Planta Daninha. 24(4):721-732. <https://doi.org/10.1590/S0100-83582006000400013>.
- 9 Silva, F. A. S. and Azevedo, C. A. V. 2009. Principal components analysis in the software ASSISTAT-statistical assistance. 393-396 pp.
- 10 Siqueri, F. V.; Martin, J. B. and Guedes, H. C. 2020. Avaliação de herbicidas para a destruição química de soqueiras do algodoeiro. www.cnpa.embrapa.br/produtos/algodao/publicacoes/trabalhos-cba4/311.pdf 1-3 pp.
- 11 Vianello, R. L. and Alves, A. R. 2004. Meteorologia básica e aplicações. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa. ISBN 85-7269-073-5. 448 p.



Evaluación de tolerancia a glyphosate y glufosinate en retoños de algodón genéticamente modificado

Journal Information
Journal ID (publisher-id): remexca
Title: Revista mexicana de ciencias agrícolas
Abbreviated Title: Rev. Mex. Cienc. Agríc
ISSN (print): 2007-0934
Publisher: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias

Article/Issue Information
Date received: 01 December 2023
Date accepted: 01 February 2024
Publication date: 08 April 2024
Publication date: March 2024
Volume: 15
Issue: 2
Electronic Location Identifier: e3423
DOI: 10.29312/remexca.v15i2.3423

Categories

Subject: Nota de investigación

Palabras clave:

Palabras clave:

Gossypium hirsutum
destrucción química
glitol
rebrote

Counts

Figures: 0
Tables: 1
Equations: 0
References: 11
Pages: 0