

REVISTA

DIALÓGO E INTERAÇÃO

ISSN 1275-3687

19

NÚMERO 1



FACCREI

POSSÍVEIS INFLUÊNCIAS DE DIFERENTES VAZÕES DE CALDA NO CONTROLE DE CAPIM-AMARGOSO COM O HERBICIDA GLUFOSINATO-SAL DE AMÔNIO

THE POSSIBLE INFLUENCES OF DIFFERENT SPRAY VOLUMES ON THE CONTROL OF SOURGRASS WITH THE HERBICIDE GLUFOSINATE-AMMONIUM SALT

73

POSIBLES INFLUENCIAS DE DIFERENTES VOLÚMENES DE APLICACIÓN EN EL CONTROL DEL PASTO AMARGO CON EL HERBICIDA GLUFOSINATO DE AMONIO

Everaldo Bernardes Junior*

José Fernando Delgado**

RESUMO: Com o crescente problema de resistência do capim-amargoso (*Digitaria insularis*) e o alto número de aplicações necessárias, o herbicida não-seletivo glufosinato sal-de-amônio vem sendo amplamente utilizado em manejos de dessecação pré-plantio em diversas culturas visando o controle deste alvo. O objetivo deste trabalho foi verificar a influência da vazão utilizada no controle de capim-amargoso (*Digitaria insularis*) com o herbicida glufosinato sal-de-amônio em dessecação. A instalação ocorreu no município de Bandeirantes/PR, nas coordenadas 23° 7'5.32"S e 50°21'23.86"O a 463 metros de altitude, durante o mês de maio de 2022. O estudo foi feito com 7 tratamentos com delineamento em blocos casualizado, onde foi realizada uma aplicação com o produto herbicida Off Road (glufosinato sal de amônio 200,0 g/L) com o adjuvante Nori (0,5% v.v.), quando as plantas de capim amargoso estavam em estágio vegetativo, entre 2 e 3 perfilhos. Os tratamentos constaram da aplicação única de glufosinato-sal de amônio na dose de 3000 ml/ha-1 e com as vazões de 100, 150, 200, 250, 300 e 350 L/ha. Foram realizadas avaliações de controle seguindo aos 7, 14, 21 e 28 dias após a aplicação (DAA). As médias foram submetidas ao teste de Scott-Knott as 5% de probabilidade. Os tratamentos que obtiveram melhor controle foram os com vazão de 300 L/ha e 350 L/ha, sendo o 6 e 7 respectivamente, com controle superiores a 70% e com ênfase no tratamento 7 que apresentou controle superior a 80% e diferiu estatisticamente dos demais.

*Estudante do Curso de Agronomia da Faculdade Cristo Rei – FACCRI. E-mail: everaldo.bernardesjunior@hotmail.com

**Mestre em Agronomia. Universidade Estadual do Norte do Paraná – UENP/CLM. Docente do curso de Agronomia da Faculdade Cristo Rei – FACCRI. E-mail: jfdelgado77@gmail.com

Palavras-chave: Glufosinato sal-de-amônio, Dessecação, Capim-amargoso, Vazão.

ABSTRACT: With the growing problem of resistance in sourgrass (*Digitaria insularis*) and the high number of applications required, the non-selective herbicide ammonium salt glufosinate has been widely used in pre-planting desiccation management in various crops to control this target. The objective of this study was to evaluate the influence of application rate on the control of sourgrass (*Digitaria insularis*) with ammonium salt glufosinate in desiccation. The experiment was conducted in the municipality of Bandeirantes/PR, at coordinates 23° 7'5.32"S and 50°21'23.86"W, at an altitude of 463 meters, during May 2022. The study consisted of seven treatments in a randomized block design, with a single application of the herbicide Off Road (glufosinate ammonium salt 200.0 g/L) combined with the adjuvant Nori (0.5% v.v.), when sourgrass plants were in the vegetative stage, between 2 and 3 tillers. The treatments involved a single application of ammonium salt glufosinate at a dose of 3000 ml/ha-1 with application rates of 100, 150, 200, 250, 300, and 350 L/ha. Control evaluations were carried out at 7, 14, 21, and 28 days after application (DAA). The means were subjected to the Scott-Knott test at a 5% probability level. The treatments that achieved the best control were those with application rates of 300 L/ha and 350 L/ha, corresponding to treatments 6 and 7, respectively, with control rates exceeding 70%. Notably, treatment 7 achieved over 80% control and was statistically different from the other treatments.

Keywords: Ammonium salt glufosinate, Desiccation, Sourgrass, Application rate.

RESUMEN: Con el creciente problema de resistencia del pasto amargo (*Digitaria insularis*) y el alto número de aplicaciones necesarias, el herbicida no selectivo glufosinato sal de amonio se ha utilizado ampliamente en manejos de desecación pre-siembra en diversos cultivos con el objetivo de controlar este objetivo. El objetivo de este trabajo fue verificar la influencia del caudal utilizado en el control del pasto amargo (*Digitaria insularis*) con el herbicida glufosinato sal de amonio en la desecación. La instalación tuvo lugar en el municipio de Bandeirantes/PR, en las coordenadas 23°7'5.32"S y 50°21'23.86"O a 463 metros de altitud, durante el mes de mayo de 2022. El estudio se llevó a cabo con 7 tratamientos con un diseño de bloques al azar, en el que se realizó una aplicación con el herbicida Off Road (glufosinato sal de amonio 200,0 g/L) junto con el coadyuvante Nori (0,5% v.v.), cuando las plantas de pasto amargo estaban en estado vegetativo, entre 2 y 3 macollos. Los tratamientos consistieron en la aplicación única de glufosinato sal de amonio a una dosis de 3000 ml/ha-1 con caudales de 100, 150, 200, 250, 300 y 350 L/ha. Se realizaron evaluaciones de control a los 7, 14, 21 y 28 días después de la aplicación (DDA). Las medias fueron sometidas a la prueba de Scott-Knott con un 5% de probabilidad. Los tratamientos que lograron un mejor control fueron aquellos con caudales de 300 L/ha y 350 L/ha, correspondientes al 6 y 7 respectivamente, con controles superiores al 70%, destacándose el tratamiento 7, que presentó un control superior al 80% y mostró diferencias estadísticas con respecto a los demás.

Palabras clave: Glufosinato sal de amonio, Desección, Pasto amargo, Caudal.

1 INTRODUÇÃO

A planta daninha capim-amargoso (*Digitaria insularis*), gramínea anual entouceirada que se desenvolve em todo o Brasil, ocupando áreas de pastagens, de lavouras anuais e perenes. Ocorre muito em áreas hortícolas e em pomares de maçã e goiaba, sendo frequente em terras abandonadas, terrenos baldios e margens de rodovias e estradas, o que favorece sua rota de dispersão. Sua preferência são locais secos, mas instala-se também em locais úmidos. Forma compostos alelopáticos que inibem o desenvolvimento da alface, sendo também hospedeira do fungo (*Puccinia oahuensis*). Apresenta caule subterrâneo do tipo rizoma e colmos aéreos, cilíndricos e canaliculados, que podem alcançar 1 metro de altura, pouco ou nada ramificado. Folhas com bainha aberta que envolve quase todo o entrenó, lígula membranácea curtíssima e colar evidente. Possui lâmina linear-lanceolada com esparsos pelos em ambas as faces e margens finamente serrilhadas, com inflorescência do tipo panícula, ramificada e terminal, constituída por numerosas espigas, compressa quando jovem e laxa e pendente para um lado quando adulta. Espigas de coloração branco-prateada contendo numerosas espiguetas rodeadas de pelos sedosos.

A partir dessas considerações, o objetivo geral desse estudo foi verificar quais as possíveis influências de diferentes vazões de calda no controle de capim-amargoso com o herbicida glufosinato-sal de amônio. Já os objetivos específicos englobaram: Avaliar o quanto a vazão de calda pode influenciar no controle efetivo do capim-amargoso, visando entender se o que é recomendado na bula do fabricante é o mínimo necessário, ou se existem possíveis variações; quantificar a eficiência de cada vazão aplicada para entender o quanto a realidade no campo pode influenciar na eficiência deste controle.

Para a realização do experimento foi utilizado equipamento de pesquisa munido de barra de aplicação contendo pontas do tipo XR110/02, pressurizada por cilindro de CO₂, com pressão constante de 3,0 kgf.cm², gerando gotas de calda de

tamanho entre 236 e 340 micrômetros (μm), sendo classificadas como gotas médias, e com volumes de calda entre 150 L/ha e 350 L/ha.

A escolha do local de realização do experimento deu-se devido à presença representativa da planta alvo capim-amargoso (*Digitaria insularis*), onde se tinha uma população bem homogênea e no estágio fenológico de desenvolvimento entre 2 e 3 perfilhos, ideal para aplicação do controle conforme recomendação dos fabricantes do produto glufosinato sal-de-amônio.

A ponta de pulverização utilizada é a mais comum para aplicações de quaisquer tipos nos produtores da região, o que por sua vez pode limitar a qualidade de calda de aplicação. Ela tem como características proporcionar uma vazão de aproximadamente 0,8 litros por minuto (L/min) na pressão de 40 psi. O aumento da pressão com a finalidade de aumentar a vazão de calda pode ser um agravante, pois estas pontas suportam até 4 bar de pressão e nestes extremos tende a produzir gotas finas, que por características são mais propensas a perca de pulverização e deriva, reduzindo as chances de se obter um controle eficiente.

Desta forma, a aplicação começa a ter sucesso desde a escolha do defensivo, até a tecnologia de aplicação e, por fim, a efetiva aplicação do tratamento. Pensando em aspecto de controle de intempéries na hora da execução, pontas que proporcionam gotas grossas, entre 350-400 μm , correm risco muito inferior de perdas por deriva e evaporação, que podem causar a baixa taxa de controle, porém com herbicidas de contato que dependem de uma cobertura efetiva para obterem resultados, como o glufosinato sal-de-amônia, isso torna-se inviável e acarreta uma baixa eficiência de controle dos alvos.

Existem três locais que o equipamento no momento da pulverização pode ser modificado, com a finalidade de regular o volume de calda e são elas: pressão, ponta e velocidade. No caso do experimento executado, foi alterado apenas a velocidade com intuito de representar melhor o que normalmente ocorreria no campo, tendo em vista a baixa tecnologia que temos em nossa região e o alto custo de aquisição de novas pontas de aplicação e demais peças necessárias na alteração.

Os dados coletados e os resultados encontrados são detalhados a seguir.

2 CAPIM AMARGOSO: UM PROBLEMA QUE PRECISA SER SOLUCIONADO

Esta seção apresenta um resumo sobre a relevância que tem o capim-amargoso para os nossos sistemas produtivos, bem como a importância de novas perspectivas de controle para este alvo, tendo em vista o crescimento de biótipos resistentes às principais ferramentas utilizadas em seu controle, sendo eles os herbicidas glifosato e os do grupo dos ACCases e desta forma, a importância que se tem no uso adequado do glufosinato sal-de-amônio e o quanto ele pode agregar dentro do manejo de controle do capim amargoso.

As espécies de plantas daninhas que infestam as áreas de cultivo de soja por exemplo, são bastante diversificadas, porém o capim-amargoso (*Digitaria insularis*) se destaca devido a seu elevado potencial competitivo, chegando a ocasionar 44% de perda na produtividade da cultura. Sua importância como planta daninha é atribuída a sua distribuição nas regiões produtoras do Brasil e ao aumento da população de biótipos resistentes ao glyphosate e, mais recente resistência a alguns herbicidas inibidores da ACCase (fenoxaprop e haloxyfop) (Heap, 2019; Lopez Ovejero et al., 2017; Gilo et al., 2016; Gazziero et al., 2012).

Conforme abordado pelos autores citados, o potencial competitivo do capim-amargoso bem como a sua capacidade de dissipar com o vento, aumenta ainda mais sua representatividade como planta daninha chave nos cultivos do Brasil. Junto a estes aspectos, o aparecimento de biótipos com resistência cruzada, que é aquela obtida com herbicidas de diferentes grupos químicos, torna ainda mais complicado realizar um manejo de controle efetivo nas lavouras.

Resultados de pesquisa nos mostraram que a mato-competição do capim-amargoso com a soja reduziu a produtividade da cultura de 3392 kg/ha para 1885 kg/ha, na presença 4 a 8 plantas por metro quadrado, ou seja, perdas equivalentes a 44% ou 25 sacas por hectare (Gazziero et al., 2013).

As informações obtidas por Gazziero et al., 2013 mostram a capacidade de prejuízos que somente o capim-amargoso pode causar na lavoura, mas, vale ressaltar que quase sempre ele não será a única planta daninha ou organismo fitopatogênico

que estará presente na área, aumentando ainda mais a possibilidade de danos. Transformando em valores, na cotação atual (abril/2025), uma saca de soja estaria custando entre R\$ 120,00 à R\$124,00 segundo Grão Direto, o que significaria uma perda de renda causada pela mato-competição de capim-amargoso entre R\$3.000,00 e R\$3.100,00 reais por hectare.

O capim-amargoso (*Digitaria insularis*) é uma planta nativa em regiões tropicais e subtropicais do continente americano. Planta perene com reprodução por semente. Forma touceiras consideráveis a partir de curtos rizomas. Tem grande potencialidade como invasora, pois suas sementes (revestidas por muitos pelos) são carregadas pelo vento a grande distância, tendo bom poder germinativo. Desenvolve-se melhor em solos férteis, mas suporta bem os solos pobres e ácidos, característica importante que faz com que supera muitas outras espécies (Kissmann, 1997).

Conforme exposto pelo autor acima, a capacidade de alta dissipação e adaptabilidade do capim-amargoso aumenta ainda mais sua capacidade de causar prejuízos. O fato dele conseguir se desenvolver em qualquer tipo de solo ou situação, permite que ele se estabeleça em beiradas de carreadores, sobre as curvas em nível, podendo ainda ser carregado para as áreas produtivas pela ação do vento ou mesmo do homem, que pode disseminá-lo no processo de colheita por exemplo, com o carregamento das sementes pela própria colhedora.

Devido seu alto poder germinativo, isso permite que se perenize nas áreas agrícolas, produzindo uma alta quantidade de sementes, tendo um rápido crescimento vegetativo inicial e não sendo palatável pelo gado (Lorenzi, 2008). Além disso, esta planta possui biótipos que são resistentes ao herbicida glifosato, fazendo com que seu manejo seja mais dificultado, onerando custos de produção (Heap, 2021).

Segundo as afirmações de Lorenzi, 2008, o fato de não ser palatável pelo gado faz com que o capim-amargoso possa se dissipar rapidamente nas pastagens, e por não ter fatores que possam competir com ele no local, tem a capacidade de ser dissipado pelo vento e atingir outras áreas de pastagens ou de culturas adjacentes, como lavouras de cultura de interesse como a soja. O fato da resistência citado por Heap, 2021, causa aumento do custo de produção e dificuldade no controle do capim-

amargoso, além de aumentar sua perenização e selecionar os biótipos resistentes, fazendo uma seleção anterior a dissipação de sementes e aumentando ainda mais o problema para realizar controle.

A planta pode ser reconhecida em campo por meio da inflorescência laxa, pendente de coloração branco-prateada na maturação. Fruto do tipo cariopse, o qual é uma das unidades de dispersão, juntamente com a fragmentação do rizoma. (Moreira; Bragança, 2011).

O gênero digitaria compreende cerca de 300 espécies de plantas distribuídas em diferentes regiões do mundo, tanto tropicais quanto subtropicais (Canto-Dorow, 2001). O Brasil é o país das Américas com maior diversidade de espécies desse gênero, tendo sido constatada a presença de 26 espécies nativas e de 12 exóticas. Destas, 13 foram identificadas somente no Estado de São Paulo. Conhecidas popularmente como capim-colchão e capim-amargoso, são plantas de desenvolvimento rápido e agressivo em áreas cultivadas e relatadas como problema em mais de 60 países, infestando mais de 30 culturas de importância econômica, sendo que no Brasil, podem ocorrer regularmente em várias culturas anuais e perenes (Kismann, 1997).

Segundo as afirmações e dados dos autores acima, é possível compreender a importância não somente do capim-amargoso para os cultivos no Brasil, mas também de todas as plantas do gênero. A capacidade de rápida dissipação, desenvolvimento inicial rápido, adaptabilidade e distribuição geográfica tornam o controle destas plantas ainda mais desafiador.

Devido sua resistência a produtos do grupos dos ACCases e glifosato, conforme mostrando anteriormente, outros herbicidas como o glufosinato sal de amônio em aplicações isoladas, em mistura ou sequencias para o controle de *D. insularis* (Melo et al., 2012).

A resistência é um dos fatores desafiador para o controle de capim-amargoso e outras plantas daninhas chaves. O uso sequencial do mesmo ingrediente ativo ou grupo químico gera uma seleção de biótipos que desenvolvem a resistência a aquele mecanismo de ação, tornando seu controle ineficaz e expressando esta condição

genética nos próximos indivíduos, tornando toda planta que nascer oriunda daquela matriz, resistente aos mecanismos também.

O glufosinato sal-de-amônio é um herbicida que inibe o metabolismo do nitrogênio, através da inativação da enzima glutamina sintetase na via de assimilação de nitrogênio, que resulta no acúmulo de amônio dentro de poucas horas após a aplicação, culminando na morte da planta. Este depende da luz solar para bom funcionamento (Carneiro et al., 2006).

Conforme as afirmações do autor, a glufosinato sal-de-amônio necessita de sol após sua aplicação para que assim possa atuar na rota metabólica de assimilação de nitrogênio. O acúmulo de amônia dentro da planta causa a produção de radicais livres que são altamente nocivos para as células, causando o início dos sintomas de morte da planta rapidamente, com sinais visíveis logo nos primeiros dias de aplicação.

O Amonium - DL – homoalanin 4yl (methyl) phosphinate é um dos herbicidas mais utilizados na agricultura em escala mundial, tanto devido a sua eficácia quanto ao amplo espectro de controle de plantas daninhas. Pela deste herbicida ocorrer através da inibição da enzima glutamina sintetase, que é a via de assimilação do nitrogênio, conforme exposto anteriormente, este processo ocorre mesmo com a aplicação de doses extremamente baixas (Brunharo et.al. 2014). A glutamina sintetase, é a enzima alvo de inibição dessa rota, uma vez que ela pode ser inibida utilizando-se concentrações baixíssimas de glufosinato (Lea & Ridley, 1989; Kruckberg et al., 1989). Plantas tratadas com o amônio glufosinato mostram rápido acúmulo de amônia, associado à destruição de cloroplastos, redução dos níveis de fotossíntese e redução na produção de aminoácidos, resultando na inibição da fotossíntese e morte celular (Sauer et al., 1987).

Resultados de Takano et al. (2019) levantaram a ideia de que o glufosinato é tóxico para as plantas não pelo acúmulo de amônia e nem pela inibição da assimilação do carbono, mas sim pela produção de espécies reativas de oxigênio que vão conduzir à peroxidação lipídica das membranas celulares e consequentemente à rápida morte celular.

O herbicida glufosinate apresenta transporte limitado no xilema ou no floema

(Everman et al., 2009a; Everman et al., 2009b; Senseman, 2007). Beriault et al. (1999), sugere que a fitotoxicidade causada pelo glufosinato limita sua mobilidade nos tecidos vegetais.

Os dados expressos pelos autores acima citados, dão embasamento para testarmos a importância do volume de calda aplicado nas plantas para que possa obter controles efetivos. O herbicida glufosinato sal-de-amônio tem baixa sistematicidade nas plantas, ou seja, não tem movimentação ativa nos vasos condutores, e além disso, a fitotoxicidade decorrente de sua própria ação nas plantas, pode limitar ainda mais sua capacidade de se locomover, ou seja, torna-se ainda mais importante a cobertura ideal das plantas tratadas, fazendo com que ele possa atuar em todas as partes da arquitetura do alvo e realizar um controle efetivo, sem permitir rebrote ou revigoração das plantas.

Para que a aplicação dos herbicidas seja segura, eficiente e econômica, exigem-se técnicas adequadas. A eficiência dos herbicidas aumenta quando aplicados em condições favoráveis. É fundamental que se conheçam as especificações do produto antes de sua utilização e que se regule corretamente o equipamento de pulverização, quando for o caso, para evitar riscos de toxicidade ao homem e à cultura (Embrapa, 2013).

Em estudos feitos por Ferguson et al. (2016); Butts et al. (2018), mostram redução na eficiência de controle de glufosinato de amônio em relação ao aumento do tamanho de gotas, sendo mais expressiva nos menores volumes de aplicação.

De acordo com outros autores já citados, o herbicida em questão, glufosinato sal-de-amônio, tem baixa mobilidade via xilema e floema, tornando sua ação praticamente de contato. Quando utilizado gotas grandes e baixos volumes de aplicação, a cobertura da planta fica comprometida, com gotas grandes espaçadas entre si, causando consequentemente um controle ineficiente e a possibilidade de revigoração das plantas tratadas.

Devido sua maneira de agir nas plantas, os herbicidas de contato, como o glufosinato sal-de-amônio, exigem boas técnicas de aplicação. Conforme dito por (Marchi et al., 2008), eles têm ação não sistêmica, e atuam no local onde são

depositados ou na região próxima, e não possuem capacidade de se translocar para outras partes da planta. Esta classe demanda de alguns cuidados durante a aplicação, são herbicidas que por sua característica não sistêmica demandam uma cobertura uniforme para a eficiência de controle (Oliveira et al., 2011).

A uniformidade da cobertura depende de vários fatores, como manutenção das pontas de pulverização, pela pressão e pela velocidade de trabalho. O tamanho de gotas influencia diretamente a qualidade da pulverização, pois está relacionado à dinâmica da névoa produzida, influenciando no risco de deriva, na evaporação das gotas na capacidade de penetração no dossel da cultura e na cobertura do alvo (Antuniassi; Boller, 2011).

As afirmações de Antuniassi; Boller, 2011 corroboram com a ideia abordada por Oliveira et al., 2011, pois o tamanho da gota utilizada em pulverização com glufosinato sal-de-amônio influencia diretamente no controle que ele pode proporcionar, afetando a boa distribuição do produto sobre o alvo e permitindo que ele possa agir em todas as partes da planta de maneira efetiva.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Nesta seção é relatado todo desenvolvimento do experimento. O herbicida testado, glufosinato sal-de-amônio, tem por sua característica uma baixa translocação na planta, ou seja, ele se move muito pouco ou praticamente não se move pelos vasos condutores xilema e floema, tornando desta maneira a qualidade de aplicação como tamanho e disposição das gotas algo imprescindível para o sucesso do controle.

No campo, por muitas vezes os produtores da região do Norte Pioneiro do Paraná em quase sua totalidade não dispõem de equipamentos com alta tecnologia de aplicação embarcada, como porta bicos triplos, que permitem a rápida troca de ponta de pulverização, ou mesmo, pontas de pulverização variadas, que permitem o ajuste adequado da calda de acordo com a modalidade empregada e alvo a ser controlado.

Desta forma, o experimento foi elaborado de maneira que contemple de maneira realista a realidade do campo, onde por vezes o ajuste do volume de calda a ser aplicada por área é ajustado na velocidade de aplicação ou na pressão de pulverização, entretanto, quando alteramos a pressão de pulverização, alteramos diretamente o tamanho da gota e sua capacidade de disposição, tornando a aplicação muito menos eficiente e susceptível a outras condições climáticas que podem ter influência negativa como inversão térmica e deriva por vento.

3.1 Local e Data de Instalação do Ensaio

A instalação ocorreu no município de Bandeirantes/PR, nas coordenadas 23° 7'5.32"S e 50°21'23.86"O a 463 metros de altitude, durante o mês de maio de 2022. Foi realizada uma aplicação com o produto herbicida Off Road (glufosinato sal-de-amônio 200,0 g/L), da empresa Ourofino Agrociência, com registro no MAPA Nº 04220, com as plantas de capim-amargoso em estágio vegetativo, entre 2 e 3 perfilhos, sem sofrer nenhum tipo de estresse abiótico, sendo estes os parâmetros ideais de pulverização recomendados pelo fabricante. A dosagem foi de 3000,0 ml/ha para todos os tratamentos.

Tabela 1 – Produtos testados, doses de aplicação e volume de calda. Bandeirantes/PR, 2022

Tratamentos	Doses ¹		Volume de calda (L.ha ⁻¹)
	i.a. (g.ha ⁻¹)	p.c. (mL.ha ⁻¹)	
1 - Testemunha	-	-	-
2 - Off Road*	200,0	3000,0	100,0
3 - Off Road*	200,0	3000,0	150,0
4 - Off Road*	200,0	3000,0	200,0
5 - Off Road*	200,0	3000,0	250,0
6 - Off Road*	200,0	3000,0	300,0
7 - Off Road*	200,0	3000,0	350,0

¹ Dose do ingrediente ativo em gramas por hectare e do produto comercial em ml por hectare.

*Adição do adjuvante Nori (0,2% v/v).

Fonte: autoria própria (2025).

3.2 Tamanho da Parcela

O tamanho da parcela utilizada no ensaio foi de 15m² (5 m comprimento x 3,0 m largura), a área aplicada de cada parcela foi de 15 m², contudo, no momento das avaliações foram desconsiderados 0,5 m no início e no fim da parcela e 0,5 m de cada lado, totalizando uma área útil de 8 m² na área central da parcela, onde foram realizadas as avaliações.

3.3 Número de aplicações

Foi realizada uma aplicação dos tratamentos.

3.4 Época e Modo de Aplicação

A aplicação foi realizada no dia 27/05/2022, quando as plantas infestantes se encontravam no estágio vegetativo ideal para o controle, entre 2 e 3 perfilhos.

3.5 Nível de Infestação

A área de condução do ensaio tem histórico de ocorrência da planta daninha e apresentava alta infestação de capim-amargoso em estágio de desenvolvimento. Na verificação prévia, através de porcentagem visual da área de cobertura das daninhas, ficaram constatadas as porcentagens médias de 30,0% de capim-amargoso (*Digitaria insularis*) e 20,0% de outras plantas daninhas. As plantas estavam em pleno vigor vegetativo, sem nenhum tipo de estresse biótico ou abiótico, o que garante uma boa absorção da aplicação e consequentemente uma boa visualização dos resultados dos tratamentos empregados.

3.6 Tecnologia de Aplicação

A aplicação foi realizada por meio de um pulverizador costal pressurizado a CO₂, equipado com seis pontas de pulverização do tipo XR 110.02, espaçadas a 0,5 metros entre si, trabalhando a uma pressão constante de 3 kgf.cm⁻² e desta forma, pulverizando com um volume de calda entre 100,0 e 350,0 L.ha⁻¹, com gotas classe média (236-340 µm), consideradas no diâmetro ideal pelo fabricante do produto, visando boa cobertura dos alvos e melhor absorção da calda. O equipamento continha peneiras de 80 Mesh que previnem o entupimento das pontas, e a aplicação em si ocorreu a uma altura de 0,5 metros entre a barra e o alvo, o que permite uma boa abertura do leque de pulverização e melhor cobertura.

3.7 Dados Meteorológicos durante a aplicação

Os dados climáticos do momento da aplicação estão apresentados a seguir (Tabela 2). As condições são consideradas ideais para pulverização, tendo em vista a temperatura menor que os 30°C e umidade relativa acima de 50%, além de vento de apenas 1,2 Km/h, garantindo uma boa cobertura e distribuição das gotas por todas as plantas que são alvo.

Tabela 2. Dados climáticos do momento da aplicação. Bandeirantes/PR, 2022.

Dados	Aplicação
Data:	27/05/2022
Hora da aplicação:	14:10 - 14:38
T°C mínima:	28,3° C
T°C máxima:	28,6° C
UR (%):	55,0%
Vel. Vento (km/h):	1,2
Nebulosidade (%):	0,0%
Umidade do solo	Úmido

Fonte: Autoria própria (2025)

4 DELINEAMENTO ESTATÍSTICO

4.1 Tratamentos

O delineamento estatístico utilizado foi em blocos casualizados com quatro blocos e sete tratamentos. Este método controla as diferenças que ocorrem nas condições experimentais de um bloco para outro e conduz a uma estimativa mais exata para a variância residual, já que a variação ambiental entre blocos é isolada (Banzatto; Kronka, 2006). Os tratamentos empregados na pesquisa foram definidos de forma a obter uma curva de dose-resposta, sendo estabelecida dose mínima de controle. Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F a 5% de significância, e as diferenças entre as médias dos tratamentos comparadas pelo teste de Scott Knott a 5%, utilizando o programa SASM-Agri (Canteri et al., 2001).

5 MÉTODOS DE AVALIAÇÃO

Durante a condução do experimento foram realizadas as avaliações descritas a seguir.

5.1 Controle (%)

Foram realizadas avaliações de eficácia dos tratamentos com herbicidas no controle de capim-amargoso (*Digitaria insularis*), onde se utilizou uma escala visual de controle (%), proposta pela ALAM (1974), conforme Tabela 3. As avaliações aconteceram aos 7; 14, 21 e 28 dias após a aplicação (DAA). A visada foi realizada no centro da parcela, descartando os perímetros de bordadura, com a finalidade de mitigar possíveis efeitos da aplicações dos tratamentos em parcelas vizinhas.

Tabela 3. Porcentagem de controle das plantas daninhas segundo escala da ALAM (1974).

Porcentagem (%)	Grau de controle
0 – 40	Nenhum a pobre (1)
41 – 60	Regular (2)
61 – 70	Suficiente (3)
71 – 80	Bom (4)
81 – 90	Muito Bom (5)
91 – 100	Controle Total (6)

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta seção, estarão expressos os resultados obtidos durante o período de 28 dias em que o experimento esteve presente no campo. Após à aplicação e avaliações, os dados brutos que foram observados e coletados, bem como as fotos, foram examinados.

Os dados foram tabulados e submetidos ao testes estatísticos descritos abaixo, com a finalidade de concluir estatisticamente quais tratamentos obtiveram melhores resultados. Organizá-los em tabelas estatísticas e gráficos permitiu visualização dos resultados obtidos.

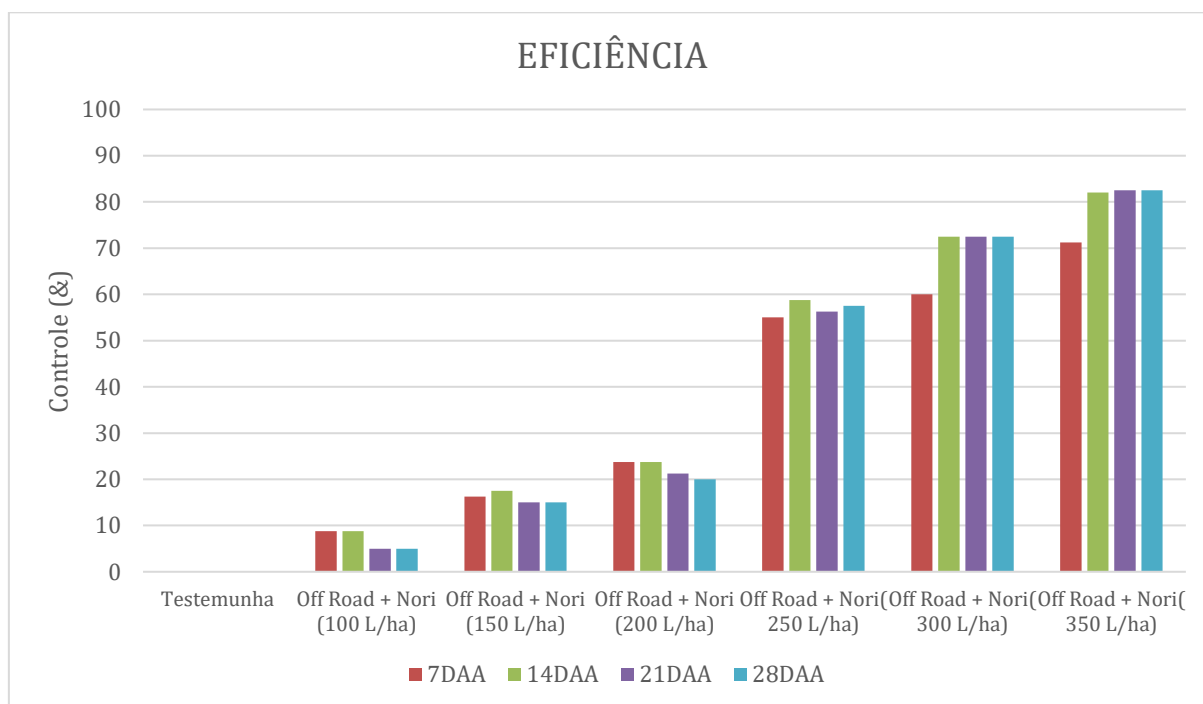
Depois da aplicação, foram realizadas avaliações semanais no experimento, com a finalidade de acompanhar o progresso de controle e entender quais tratamentos obtiveram um controle adequado dos alvos.

As avaliações foram realizadas semanalmente durante 28 dias, onde foi observado o efeito dos diferentes tratamentos e repetições comparados a testemunha absoluta (T1), que não recebeu nenhuma aplicação de produto.

Logos após os primeiros 7 dias da instalação do experimento (7DAA), foi possível observar que os tratamentos com vazões inferiores em relação ao recomendado obtiveram controles baixos, entre 8 e 23%, sendo consideradas ações nulas ou pobres, conforme a escala utilizada.

Conforme exposto na Figura 1, os tratamentos com vazões entre 100 e 200 L/ha obtiveram controles inferiores aos demais, e devido as condições empregadas em cada um, foi observado o regresso do controle entre a primeira e a última avaliação, evidenciando a importância de que se tenha uma boa cobertura das plantas com a calda, para que o herbicida glufosinato sal-de-amônio possa obter os controles satisfatórios, corroborando com a informação de (Creech et al., 2015) que afirmou que herbicidas com esse ingrediente ativo são considerados de contato, devido a sua baixa translocação na planta, tornando necessário desta forma termos uma cobertura eficiente.

Figura 1- Gráfico de eficiência dos tratamentos. Bandeirantes/PR, 2022.



Fonte: Autoria própria (2025)

Nos mosaicos de imagens abaixo, é possível visualizar a evolução do controle nos tratamentos 7 e 4 durante as avaliações, representados nas Figuras 2 e 3 respectivamente.

Observando a Figura 2, as imagens mostram claramente que o controle foi progressivo, ou seja, foi evoluindo conforme as avaliações ocorreram. O tratamento

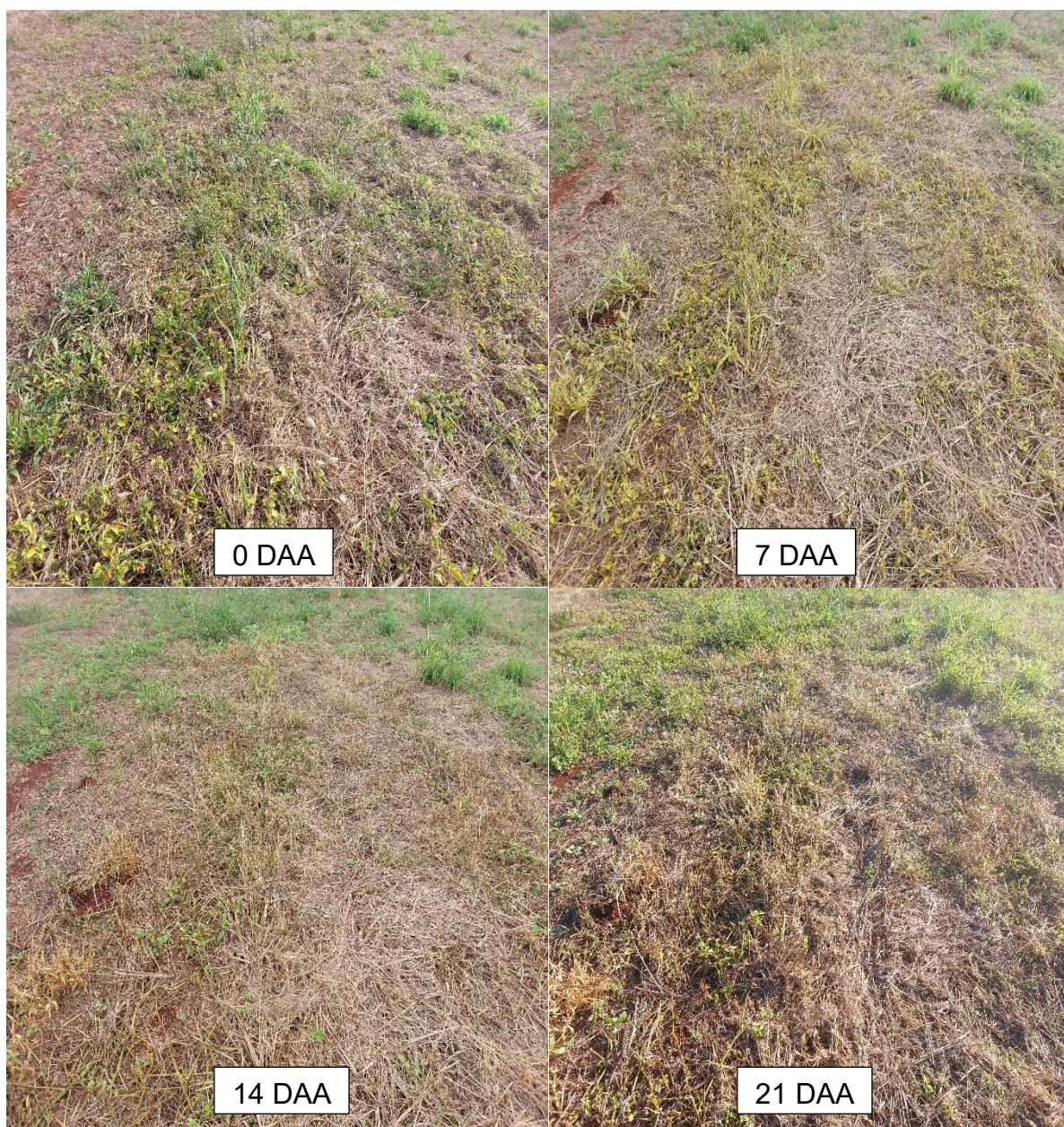
em questão era o único que contemplava a vazão exata sugerida pelo fabricante, proporcionando assim à cobertura ideal das plantas alvos e resultando no controle eficiente que podemos observar na Figura 1.

Já quando analisamos a Figura 3, que contempla as avaliações observadas no tratamento 4, nota-se que o produto até causa um efeito nas plantas alvos após aplicação, gerando o efeito conhecido no meio como clorose, ou seja, amarelecimento acelerado das plantas devido sua aplicação, no entanto, conforme os dias de avaliação vão passando, nota-se que as plantas conseguem se recuperar deste efeito fitotóxico de certa forma, e não evoluem para necrose total dos tecidos e consequentemente no controle efetivo.

Outro ponto que se destaca nesta observação é que, mesmo sofrendo efeitos tóxicos da aplicação do produto glufosinato sal de amônio, as plantas conseguem continuar o seu desenvolvimento vegetativo, ou seja, mesmo que em condições inferiores as plantas que não recebem nenhum tipo de tratamento, conseguem continuar se desenvolvendo e suportar o efeito da aplicação do produto.

Este efeito é resultado de uma aplicação com vazão baixa que consequentemente gera uma subdosagem do produto nas plantas e um controle ineficaz do alvo, podendo gerar na sequência biótipos resistentes ao mecanismo de ação do produto, além das percas causadas pela mato competição com o capim amargoso.

Figura 2 – Evolução de controle do tratamento 7 durante as avaliações do ensaio. Bandeirantes/PR, 2022.



Fonte: Autoria própria (2022)

Figura 3 – Evolução de controle do tratamento 4 durante as avaliações do ensaio. Bandeirantes/PR, 2022.

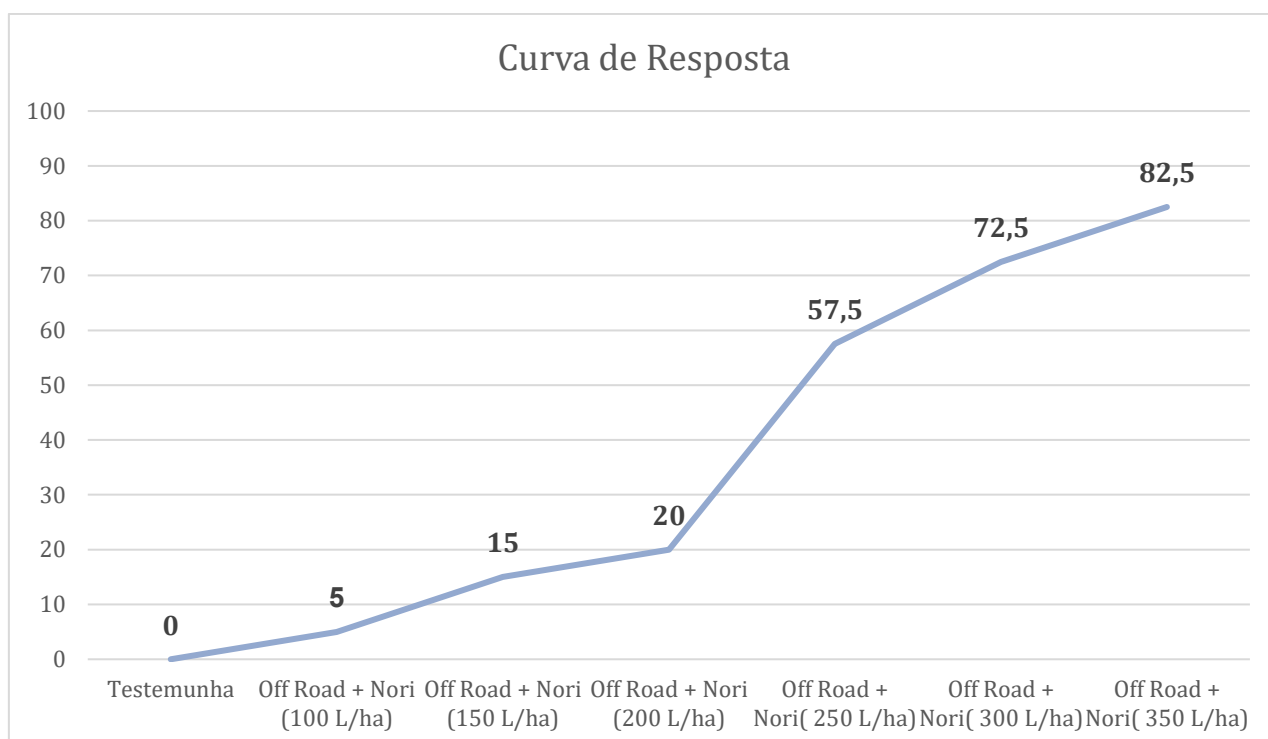


Fonte: Autoria própria (2022)

Conforme é possível observar na Figura 4, a Curva de Resposta nos traz o resultado obtido por cada um dos tratamentos aos 28 dias após a aplicação (28DAA), na última avaliação do experimento.

É possível notar que o único tratamento que obteve controle satisfatório, acima de 80 %, sendo considerado “Muito bom” pela escala de ALAM, foi o tratamento com vazão de 350 L/ha, vazão recomendada pelo fabricante para esta modalidade de aplicação.

Figura 4- Gráfico de curva de resposta dos tratamentos. Bandeirantes/PR, 2022.



Fonte: Autoria própria (2025)

Na Tabela 4, podemos constatar que desde a primeira avaliação, todos tratamentos diferiram estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade, com ênfase para o tratamento 7, recomendado pelo fabricante, que desde a avaliação de 14 dias após a aplicação (14DAA) apresentou controle acima de 80%, obtendo assim a melhor eficiência.

Tabela 4 – Médias de dessecação de capim-amargoso (*Digitaria insularis*). Bandeirantes/PR,2022.

Tratamentos	Dose p.c ³ (mL.ha ⁻¹)	Dias após aplicação dos tratamentos (DAA)			
		7 DAA	14 DAA	21 DAA	28 DAA
Trat. 01 "TESTEMUNHA"	---	0g ¹	0g	0g	0g
Trat. 02 "OFF-ROAD + NORI (100 L/ha)"	---	8,75f	8,75f	5f	5f
Trat. 03 "OFF-ROAD + NORI (150 L/ha)"	3000	16,25e	17,5e	15e	15e
Trat. 04 "OFF-ROAD + NORI (200 L/ha)"	3000	23,75d	23,75d	21,25d	20d
Trat. 05 "OFF-ROAD +- NORI (250 L/ha)"	3000	55c	58,75c	56,25c	57,5c
Trat. 06 "OFF-ROAD + NORI (300 L/ha)"	3000	60b	72,5b	72,5b	72,5b
Trat. 07 " OFF-ROAD + NORI (350 L/ha)"	3000	71,25a	82a	82,5a	82,5 ^a
C.V. (%)		7,15	6,24	5,99	5,24
F ^{5 2}		*	*	*	*

1- Nas colunas, médias seguidas de mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (5%).

2- Análise de variância pelo teste F. * – significativo pelo teste F a 5% de significância; 3-Dose de produto comercial em mililitros por hectare.

Fonte: Autoria própria (2025)

A Tabela 4 nos mostra as médias obtidas pelos tratamentos nas suas respectivas avaliações. Em todas as vezes que tivemos avaliação do experimento, é possível notar que todos os tratamentos diferem da testemunha estatisticamente, e inclusive, diferem entre si, quando observamos as letras de cada um obtidas pelo teste estatístico de Scott-Knott à 5% de probabilidade.

Aos sete dias após a aplicação (7DAA), apenas o tratamento 7 obteve uma média de controle considerada “Bom” pela escala de ALAM, sendo que os demais estiveram entre controle “Nenhum a pobre” e “Regular”.

Quando se observa os dados obtidos aos quatorze dias após aplicação dos tratamentos (14DAA), o tratamento 7 continua sendo destaque obtendo controle “Muito bom”, com 82% de controle, porém, vale o destaque do tratamento 6 que obteve uma melhora em sua eficiência, chegando a uma média de controle “Boa”, com 72,5%. Os demais tratamentos, entre 2 e 5, seguem diferindo estatisticamente da testemunha e entre si, contudo obtendo médias de controle entre “Regular” e “Nenhum à pobre”, seguindo os resultados da primeira avaliação.

Nos dados obtidos aos vinte e um dias após aplicação (21DAA), todos os tratamentos seguem na mesma linha do teste estatístico, entretanto, é possível observar um regresso de controle nos dados absolutos entre os tratamentos 2 e 5, onde as médias de controle estão diminuindo. Isso se dá devido à baixa efetividade da aplicação realizada, que permite a revigoração das plantas de capim amargoso ali presente, e conseqüentemente, a queda do controle efetivo. Isso corrobora com a afirmação de Oliveira et al., 2011, que por se tratar de herbicida com características não sistêmicas, demandam uma cobertura uniforme para a eficiência de controle.

Na mesma avaliação, o tratamento 6 obteve nota de controle igual a observada na avaliação anterior, enquanto o tratamento 7 obteve um leve acréscimo de controle entra última avaliação, passando de 82% para 82,5% respectivamente.

Na última avaliação realizada, após vinte e oito dias de tratamento, os tratamentos 7 e 6 permaneceram com as notas iguais à avaliação anterior, consolidando-se como os destaque do experimento, com controle entre 82,5% e 72,5% respectivamente. O tratamento 5 não mudou sua classificação em relação ao teste estatístico, entretanto, obteve uma melhora no dado bruto absoluto, de 56,25% para 57,5%, obtendo um controle na faixa de “Regular”.

Os tratamentos entre 2 e 4 obtiveram controle entre 5% e 20%, ficando na faixa de controle “Nenhum à pobre”, reforçando a importância da assertividade na

aplicação de glufosinato sal-de-amônio em capim-amargoso para se obter controles efetivos.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conforme os dados expostos, as vazões que obtiveram controle eficiente das plantas de capim-amargoso (*Digitaria insularis*) foram de 300 e 350 L/ha, dos tratamentos 6 e 7 respectivamente, com controles acima de 70%, com ênfase no tratamento 7 que contempla a vazão recomendada em bula e obteve eficiência superior aos 80%, apresentando diferença estatística dos demais tratamentos. Todos os tratamentos diferiram estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade, se mantendo desta forma da primeira até a última avaliação do experimento.

A vazão de 350 L/ha com a tecnologia de aplicação utilizada, como pontas de aplicação XR 110/02, causará uma necessidade de diminuir a velocidade de pulverização, tornando-se inviável economicamente para os produtores, sendo assim recomendado que seja realizada a troca das pontas de pulverização para que se permita uma vazão superior. Como exemplo, temos as XR 110/04, que tem vazão de 4 galões americanos, sendo este volume o dobro que a ponta utilizada poderia alcançar, mantendo assim uma velocidade adequada, uma boa cobertura foliar e vazão ideal. A realização de mais experimentos com o tema é recomendada para obtenção de mais dados robustos que permitam um melhor entendimento do assunto.

REFERÊNCIAS

ALAM – ASOCIACIÓN LATINOAMERICANA DE MALEZAS. *Recomendaciones sobre unificación de los sistemas de evaluación en ensayos de control de malezas*. Bogotá: ALAM, 1974. v. 1, n. 1, p. 35-38.

ANTUNIASSI, U. R.; BOLLER, W. *Tecnologia de aplicação para culturas anuais*. Passo Fundo: Aldeia Norte; FEPAF, 2011. 279 p.

BANZATTO, D. A.; KRONKA, S. N. *Experimentação agrícola*. 4. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2006. 237 p.

BERIAULT, J. N.; HORSMAN, G. P.; DEVINE, M. D. Phloem transport of D,L-glufosinate and acetyl-L-glufosinate in glufosinate-resistant and -susceptible *Brassica napus*. *Plant Physiology*, Rockville, v. 121, n. 2, p. 619-627, 1999.

BRUNHARO, C. A. C.; CHRISTOFFOLETI, P. J.; NICOLAI, M. Aspectos do mecanismo de ação do amônio glufosinato: culturas resistentes e resistência de plantas daninhas. *Revista Brasileira de Herbicidas*, Londrina, v. 13, n. 2, p. 163-177, maio/ago. 2014.

BUTTS, T. R.; FERGUSON, J. C.; CHECHETTO, R. G.; LANINI, W. T.; BARBER, T.; KRUGER, G. R. Spray droplet size impact on efficacy of an herbicide mixture of 2,4-D choline and glyphosate. *Weed Technology*, Cambridge, v. 32, n. 5, p. 586-593, 2018. doi: <https://doi.org/10.1017/wet.2018.60>.

CANTERI, M. G. *et al.* SASM-Agri: sistema para análise e separação de médias em experimentos agrícolas pelos métodos Scott-Knott, Tukey e Duncan. *Revista Brasileira de Agrocomputação*, v. 1, n. 2, p. 18-24, 2001. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/512901/1/SASMAGRI.pdf>. Acesso em: 15 maio 2025.

CARNEIRO, C. E. A. *et al.* Produção de prolina e suscetibilidade ao glufosinato de amônio em plantas transgênicas de citrêmelo Swingle. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 41, n. 5, p. 747-753, 2006.

CREECH, C. F. *et al.* Performance of postemergence herbicides applied at different carrier volume rates. *Weed Technology*, Cambridge, v. 29, n. 3, p. 611-624, 2015.

EMBRAPA. *Soja: manejo integrado de insetos e outros artrópodes-praga*. Brasília, DF: Embrapa, 2020. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br>. Acesso em: 20 mar. 2025.

EVERMAN, W. J.; BURKE, I. C.; ALLEN, J. R.; WILCUT, J. W. Absorption, translocation, and metabolism of glufosinate in transgenic and nontransgenic cotton, soybean, and corn. *Weed Science*, Lawrence, v. 57, n. 4, p. 357-360, 2009a.

EVERMAN, W. J.; BURKE, I. C.; THOMAS, W. E.; WILCUT, J. W. Influence of environmental factors on glufosinate efficacy. *Weed Science*, Lawrence, v. 57, n. 1, p. 15-19, 2009b.

FERGUSON, J. C. *et al.* Effect of spray droplet size on herbicide efficacy on four winter annual grasses. *Crop Protection*, Amsterdam, v. 89, p. 231-238, 2016. doi: 10.1016/j.cropro.2016.07.027.

GAZZIERO, D. L. P. *et al.* *Capim-amargoso resistente ao glifosato*. Londrina: Embrapa Soja, 2013.

GAZZIERO, D. L. P. *et al.* Efeitos da convivência do capim-amargoso na produtividade da soja. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 28., 2012, Campo Grande. *Anais [...]*. Campo Grande, 2012.

GILO, E. G.; MENDONÇA, C. G.; SANTO, T. L. E.; TEODORO, P. E. Alternatives for chemical management of sourgrass. *Bioscience Journal*, Uberlândia, v. 32, n. 4, p. 881-889, 2016.

GRÃO DIRETO. *Preço da soja em Bandeirantes/PR*. 2025. Disponível em: <https://www.graodireto.com.br/ofertas/soja/pr/bandeirantes/>. Acesso em: 6 abr. 2025.

HEAP, I. *The international survey of herbicide resistant weeds*. 2021. Disponível em: <http://www.weedscience.com>. Acesso em: 10 jan. 2021.

KISSMANN, K. G. *Plantas infestantes e nocivas*. Tomo I: Plantas inferiores e monocotiledôneas. São Paulo: BASF, 1997. 824 p.

KRUCKBERG, A. L. *et al.* Reduced activity mutants of phosphoglucose isomerase in the chloroplast and cytosol of *Clarkia xantiana*. *Biochemical Journal*, Cambridge, v. 261, n. 1, p. 457-467, 1989.

LEA, P.; RIDLEY, S. M. Glutamine synthetase and its inhibitors. In: DODGE, A. D. (ed.). *Herbicides and plant metabolism*. Cambridge: Cambridge University Press, 1989. p. 137-170.

LOPEZ-OVEJERO, R. F. *et al.* Frequency and dispersal of glyphosate-resistant sourgrass (*Digitaria insularis*) populations across Brazilian agricultural production areas. *Weed Science Society of America*, 2017. Resumo.

LORENZI, H. *Plantas daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas*. 4. ed. Nova Odessa: Plantarum, 2008. 672 p.

MARCHI, G.; MARCHI, E. C. S.; GUIMARÃES, T. G. *Herbicidas: mecanismos de ação e uso*. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2008. 36 p.

MELO, S. C. M. *et al.* Alternativas para o controle de capim-amargoso (*Digitaria insularis*) resistente ao glyphosate. *Revista Brasileira de Herbicidas*, Londrina, v. 11, p. 195-203, 2012.

MOREIRA, H. J. C.; BRAGANÇA, H. B. N. *Manual de identificação de plantas infestantes: cultivos de verão*. Campinas: FMC, 2010. 642 p.

OLIVEIRA, R. S.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M. H. *Biologia e manejo de plantas daninhas*. Curitiba: Omnipax, 2011. 348 p.



<https://www.faccrei.edu.br/revista>

SAUER, H.; WILD, A.; RÜHLE, W. The effect of phosphinotricin (glufosinate) on photosynthesis. II. The causes of inhibition of cell photosynthesis. *Zeitschrift für Naturforschung C*, Tübingen, v. 42, n. 3, p. 270-278, 1987.

SENSEMAN, S. A. (ed.). *Herbicide handbook*. 9th ed. Lawrence: Weed Science Society of America, 2007.

TAKANO, H. K. *et al.* Reactive oxygen species trigger the fast action of glufosinate. *Planta*, Berlin, v. 249, p. 1837-1849, 2019. DOI: 10.1007/s00425-019-03104-6.