

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA (UNESP)
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E TECNOLÓGICAS
CAMPUS DE DRACENA

João Vitor Martins Pereira
Graduando em Engenharia Agrônômica

**INFLUÊNCIA DO pH DA ÁGUA NA FITOTOXICIDADE DE
GLIFOSATO EM CAPIM-BRACHIÁRIA**

Dracena
2023

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA (UNESP)
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E TECNOLÓGICAS
CAMPUS DE DRACENA

João Vitor Martins Pereira

Graduando em Engenharia Agrônômica

**INFLUÊNCIA DO pH DA ÁGUA NA FITOTOXICIDADE DE
GLIFOSATO EM CAPIM-BRACHIÁRIA**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Faculdade de Ciências
Agrárias e Tecnológicas – Unesp, Câmpus
de Dracena como parte das exigências
para conclusão do curso.

Orientador: Prof. Dr. Leandro Tropaldi

Coorientador: Prof. Dr. Evandro Pereira Prado

Dracena

2023

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Câmpus de Dracena



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JULIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E TECNOLÓGICAS
UNESP – CÂMPUS DE DRACENA

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

Título: Influência do pH da água na fitotoxicidade de glifosato em capim-baquiária

Modalidade: Trabalho de pesquisa

Autor: João Vitor Martins Pereira

Orientador (a): Prof. Dr. Leandro Tropaldi

Co-orientador(es): Prof. Dr. Evandro Pereira Prado

Número de Créditos: 12

Data da aprovação e correção de acordo com as sugestões da Banca: 06 / 07 / 2023

Documento assinado digitalmente
gov.br LEANDRO TROPALDI
Data: 06/07/2023 13:26:52 -0300
Verifique em <https://validar.jf.gov.br>

Dr. Leandro Tropaldi

Me. José Luís Carlos dos
Santos Júnior

Me. Matheus Arthur Goes
Lobo Farias

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

João Vitor Martins Pereira, nascido em 21 de dezembro de 1998, na cidade de Macatuba/SP. Ingressou na UNESP- Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, campus Dracena em 2018. Desde o ingresso atuou no grupo de estudos “N.E.T.A” - Núcleo de Estudo em Tecnologia de Aplicação”, sob orientação do Prof. Dr. Evandro Pereira Prado, no qual desenvolveu o seu trabalho de conclusão de curso “Influência do pH da água na fitotoxicidade de glifosato em capim braquiária” e também participou de diversos projetos de pesquisa

DEDICATÓRIA

A minha mãe Angelina, e ao meu pai Dijair que me ensinaram o que é o amor, me educaram e me possibilitaram mais essa conquista, exemplos de vida fundamentais para a minha vida pessoal e profissional.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus pela oportunidade vivenciada, pela saúde e por me dar forças para seguir sempre adiante, sem me deixar abaixar a cabeça e pensar em desistir.

A minha mãe Angelina e meu pai Dijair por me conceber, pela educação, por sempre me apoiar e me aconselhar, chamar atenção quando preciso, por me passar segurança nos momentos de dificuldade, por nunca me deixar passar quaisquer necessidades e acreditar que eu era capaz sempre.

As minhas tias, Maria, Carolina e Zenaide e minha avó Delphina, as quais passei a maior parte de minha infância, sempre com muito amor, carinho, e toda ajuda que foram capazes de me fornecer, mesmo a maioria delas não estando mais aqui no meio de nós, entregaram tudo para o meu desenvolvimento. Me espelho nelas todos os dias, boa parte dos ensinamentos vieram da forma como eles levavam a vida.

Minha avó Nelita, que sempre lutou para tornar meu pai um homem e assim passou seus ensinamentos para mim seu neto.

Aos meus primos que mesmo de segundo grau, são considerados os mais próximos de mim, Francisco, Catarina, Flavia, Karla, Patricia e Claudecir que são seres humanos incríveis. Me ensinam diariamente o que é o amor, como ser uma pessoa melhor a cada dia. Além de toda ajuda que sempre disponibilizaram para mim desde criança. Grande parte de eu estar aqui hoje devo a vocês.

A minha irmã querida Ana Paula, sempre esteve me apoiando, fazendo também o papel de minha mãe desde os seus 15 anos. A minha namorada Isabella que desde que está comigo foi uma pessoa presente, companheira e me ensinou a continuar sendo forte independente dos pesares, sempre confiando no meu potencial.

A república K-Baret que mesmo não estando lá até o final desde curso, foi um lugar muito agradável de poder compartilhar este tempo com estes colegas, que se tornaram família. Principalmente ao Firma e Tesouro, onde passamos os melhores e piores momentos juntos desde o início. Devo muito a vocês meus amigos.

Aos meus amigos da República Viola em Kco, especialmente ao Sorriso, Xerengue, Bino, Adriel e Aldo, onde passamos grandes momentos.

Aos meus amigos de Macatuba que apesar da distância, sempre se fizeram presentes.

A meu Coorientador Prof. Dr. Evandro Pereira Prado por me incluir em seu grupo de pesquisa desde o início da graduação, dar a oportunidade de ser seu orientado, sempre mostrando o caminho certo a ser seguido, as vezes mesmo que preciso dar “puxões de orelha”, conselhos pessoais, além das motivações a melhorar a cada dia tornando-me um profissional melhor futuramente e por me ensinar acima de tudo a sermos humanos de verdade.

A meu Orientador Prof. Dr. Leandro Tropaldi, por todos os anos vividos na graduação, todos os conselhos, e pela oportunidade de trabalho neste último semestre, amizade e acima de tudo com ser um bom profissional.

Ao grupo de NETA, que com muito esforço e dedicação contribuíram para a realização deste trabalho, além de todos os anos vividos, desafios, trabalhos, companheirismo, risadas e dificuldades. Ao Matheus Lobo, José Luiz, Victor Korin, Matheus Soares, Thiago Lima, Paulo Rosilho, entre outros, que sempre estiveram dando apoio. A equipe da Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas – UNESP Campus Dracena por todo o estudo, estrutura e pela formação acadêmica e aos professores que fizeram parte desta jornada.

À VI Turma de Engenharia Agrônômica a qual faço parte e agradeço a todas as boas recordações e momentos inesquecíveis que compartilhamos.

E a todos que estiveram ao meu lado durante minha formação profissional. Muito obrigado!!!

RESUMO

A tecnologia de aplicação busca cada vez mais a alta eficiência para aplicação de produtos fitossanitários. A qualidade da água é um dos fatores que podem interferir na eficácia do produto aplicado sendo a água o principal veículo para diluir formulações de defensivos, desta maneira seu grau de alcalinidade ou acidez pode interferir em alguns tipos de ingredientes ativos de herbicidas. O herbicida glifosato é o defensivo mais utilizado na agricultura atual. A eficácia do produto pode ser influenciada por fatores como o pH da água. O presente projeto de pesquisa teve como objetivo avaliar o efeito do pH da água utilizada para caldas de glifosato de diferentes marcas comerciais na fitotoxicidade de capim-braquiária. O experimento foi conduzido na UNESP – FCAT Câmpus de Dracena – SP, no delineamento experimental inteiramente casualizado em esquema fatorial 3 (pH 3,6,5 e 10) × 6 (doses do herbicida) e 4 repetições. Cada experimento foi compreendido por uma marca comercial do herbicida glifosato (Sumo, Shadow, Roundup up WG). As pulverizações foram realizadas através do simulador de pulverização estacionário com 2 bicos espaçados em 0,5 m aplicando em velocidade constante de aproximadamente 5 km h⁻¹. As pontas utilizadas no trabalho foram de jato plano modelo XR 11002. Foram realizadas avaliações visuais de fitotoxicidade aos 7, 14 e 21 dias (DAA), sendo aos 21 DAA as plantas removidas próximas ao solo com auxílio de tesoura, identificadas, colocadas em saco de papel e transportadas para câmara de circulação de ar forçado, regulada a 65 °C por 72 horas para determinação dos valores de massa seca da parte aérea (MSPA). Os dados de avaliação visual de fitotoxicidade e MSPA foram analisados através da aplicação do teste F sobre a análise da variância, com o objetivo de detectar a significância da interação fatorial. Quando significativos, os níveis do fator herbicida (doses) foram analisados com o emprego da regressão não linear do tipo log-logístico, segundo o modelo proposto por Seefeldt et al. (1995), pelo programa R. O Glifosato Shadow apresentou maior uniformidade de resultados sendo o pH 2 a melhor calda para fitotoxicidade visual de C50 e pH 6,5 para C90 aos 14, 21 e 28 DAA. Não houve uma marca comercial que foi uniforme nas variáveis sendo necessário realizar mais estudos e repetições com mais valores de caldas para chegar a um pH mais aproximado para melhor eficiência.

Palavras-chave: Herbicida, Tecnologia de Aplicação, Massa Seca, Produtos fitossanitários, Dessecação.

ABSTRACT

Application technology increasingly seeks high efficiency for the application of phytosanitary products. The quality of the water is one of the factors that can interfere with the effectiveness of the applied product, with water being the main vehicle for diluting pesticide formulations, thus its degree of alkalinity or acidity can interfere in some types of herbicide active ingredients. The glyphosate herbicide is the most widely used pesticide in agriculture today. The effectiveness of the product can be influenced by factors such as the pH of the water. This research project aimed to evaluate the effect of the pH of the water used for glyphosate mixtures of different commercial brands on the phytotoxicity of signalgrass. The experiment was carried out at UNESP - FCAT Câmpus de Dracena - SP, in a completely randomized experimental design in a factorial scheme 3 (pH 2, 6,5 and 10) $\times$ 6 (herbicide doses) and 4 replications. Each experiment was comprised of a trademark of the herbicide glyphosate (Sumô, Shadow, Roundup up WG). Spraying was carried out using a stationary spray simulator with 2 nozzles spaced 0.5 m apart, applying at a constant speed of approximately 5 km h⁻¹. The nozzles used in the work were flat jet model XR 11002. Visual evaluations of phytotoxicity were carried out at 7, 14 and 21 days (DAA), and at 21 DAA the plants were removed close to the ground with the aid of scissors, identified, placed in a bag of paper and transported to a forced air circulation chamber, set at 65 °C for 72 hours, to determine the values of dry mass of the aerial part (MSPA). Data from the visual assessment of phytotoxicity and MSPA were analyzed by applying the F test on the analysis of variance, with the aim of detecting the significance of the factorial interaction. When significant, the levels of the herbicide factor (doses) were analyzed using log-logistic nonlinear regression, according to the model proposed by Seefeldt et al. (1995), using the R program. Glyphosate Shadow showed greater uniformity of results, with pH 2 being the best solution for visual phytotoxicity at C50 and pH 6.5 for C90 at 14, 21 and 28 DAA. There was not a commercial brand that was uniform in the variables, it was necessary to carry out more studies and repetitions with more mixture values to reach a closer pH for better efficiency.

Keywords: Herbicide, Application Technology, Dry Mass, Phytosanitary Products, Desiccation.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Características dos herbicidas utilizados no experimento _____25

Tabela 2 - Estimativa dos parâmetros obtidos da regressão log-logística que descrevem a fitotoxicidade visual e biomassa seca da parte aérea em plantas de *Urochloa* quando submetidas à aplicação de diferentes doses do herbicida glifosato a marca comercial Sumô, sob diferentes pH de calda. _____31

Tabela 3 - Estimativa dos parâmetros obtidos da regressão log-logística que descrevem a fitotoxicidade visual e biomassa seca da parte aérea em plantas de *Urochloa* quando submetidas à aplicação de diferentes doses do herbicida glifosato a marca comercial Shadow, sob diferentes pH de calda. _____35

Tabela 4 - Estimativa dos parâmetros obtidos da regressão log-logística que descrevem a fitotoxicidade visual e biomassa seca da parte aérea em plantas de *Urochloa* quando submetidas à aplicação de diferentes doses do herbicida glifosato a marca comercial Roundup up WG, sob diferentes pH de calda. _____38

LISTAS DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CV: coeficiente de variação;

DAA: dias após aplicação;

DMS: diferença mínima significativa;

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
2 OBJETIVOS	177
2.1 Objetivo Geral	177
3 REVISÃO DE LITERATURA	188
3.1 Urochloa	18
3.2 O herbicida Glifosato	18
3.3 O potencial hidrogeniônico (pH)	19
3.4 O pH da calda e seus efeitos na aplicação dos herbicidas	19
4 MATERIAL E MÉTODOS	222
4.1 Descrição do local	222
4.2 Forma de análise de dados	277
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
6 CONCLUSÃO	Erro! Indicador não definido. 38
7 REFERÊNCIAS	39

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, o principal método de controle das plantas daninhas é o químico, por meio da aplicação de herbicidas pré e pós-emergência em várias espécies. O controle de plantas infestantes por meio da utilização de herbicidas é uma prática de elevada importância para a obtenção de altos rendimentos na exploração agrícola, contudo, seu êxito está ligado à correta tecnologia de aplicação.

A água é um solvente universal e o principal veículo para diluir formulações de defensivos agrícolas a serem aplicados. A pureza pode interferir em alguns tipos de ingredientes ativos do produto, que podem ficar indisponíveis devido a detritos presentes na água os quais podem absorver essas substâncias.

O herbicida glifosato é o defensivo mais utilizado na agricultura atual. Um dos principais motivos da sua grande utilização é o fato de ser um herbicida relativamente barato, com amplo espectro de ação de controle e por serem seletivos a culturas de grande expressão econômica mundial como a soja e o milho. A eficácia do produto é influenciada por fatores como volume de aplicação e pH da água, no entanto há muitos estudos em que esses efeitos não tiveram influência. O pH da água utilizada para preparo da calda pode causar alterações em sua atividade, solubilidade e facilidade de penetração nos tecidos vegetais (ESQUIVEL; VALLE 2015).

O pH define o grau de alcalinidade ou acidez de uma solução, e quando os produtos fitossanitários são adicionados à água formam uma calda com valores alternados de pH. Esses valores de pH tendem a influenciar na estabilidade e nos resultados dos tratamentos, pelos fatores de estabilidade do ingrediente ativo, onde os compostos químicos preparados com água sofrem degradação por hidrólise e sua velocidade é dependente do pH. Este na calda é um importante parâmetro passível de influenciar a eficiência de um defensivo.

Esquivel e Valle (2015) analisando diferentes doses do herbicida glifosato em diferentes valores de pH da água, verificaram melhores resultados em pH 5 e 7, enquanto o controle foi reduzido em pH 8.

Dan et al. (2009) verificaram maior controle de capim braquiária quando glifosato foi aplicado em pH 3,5 a 5,5 sendo a eficiência reduzida em pH menores e maiores. Buhler e Burnside, 1983 verificaram melhores resultados de

fitotoxicidade em plantas de aveia quando glifosato foi aplicado em fontes com pH 2 e 4 e piores resultados quando estes foram aplicados em pH 7 e 9. Assim fica claro a importância de encontrar um pH de calda que é mais compatível com o glifosato, obtendo melhor eficiência, utilizando menor quantidade de produto.

A literatura apresenta vários estudos sobre a influência do pH da água na fitotoxicidade de glifosatos, porém muitos deles são contrastantes (BUHLER; BURNSIDE, 1983; MOTEKAITIS; MARTELL, 1985; DAN et al. 2009; VALENSUELA et al., 2010; ESQUIVEL; VALLE, 2015). A hipótese é que diferença mais nítidas em relação ao efeito desse herbicida possa ser mais evidente em doses menores e que a utilização de curva dose resposta possa propiciar resultados mais satisfatórios em relação aos prováveis efeitos sobre valores de pH da água.

Inúmeros trabalhos elucidam a maior eficiência de agroquímicos perante aplicações sob diferentes pH, inclusive alguns trazem essa análise para o herbicida glifosato, mas opiniões divergem-se quanto ao quão reduzir o pH seja vantajoso e também há a falta de estudos e pesquisas recentes sobre o assunto.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

A pesquisa teve como objetivo avaliar o efeito do pH da água utilizada para caldas de glifosato de diferentes marcas comerciais na fitotoxicidade de capim-braquiária.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 *Urochloa*

A *Urochloa* é um gênero de forrageira de origem africana, bastante resistente à seca e ao frio. Também é muito utilizada na alimentação de animais e na criação de pastagens, tendo em vista que é uma das soluções encontradas para melhorar a qualidade da alimentação do gado brasileiro (TERRA MAGNA, 2023).

Do gênero *Urochloa* a espécie abrange cerca de 90 tipos de capim, distribuídos principalmente em regiões de clima tropical brasileiro (TERRA MAGNA, 2023). Atualmente, a braquiária é a forrageira mais plantada e cultivada no Brasil, presente desde as fases de cria, recria e até a engorda dos animais. Além disso, as diferentes espécies da planta se adaptaram bem às variações de climas e tipos de solo do país. Também houve aumento do nível de produção de forragem em solos de baixa e média fertilidade.

Atualmente ela é muito utilizada como planta de cobertura para o solo na entressafra do milho para a soja como forma de evitar o aparecimento de ervas daninhas após sua dessecação com o herbicida glifosato que é o mais utilizado no mundo. Assim, a cobertura morta no solo é importante para manter a microbiota, umidade, e ciclagem de nutrientes principalmente na modalidade de semente no solo sem revolver. Também é utilizada como mix juntamente com o milho safrinha para posterior dessecação, ou pastejo.

3.2 O herbicida glifosato

O glifosato pertence ao grupo químico das glicinas substituídas, que tem ação pós-emergente, e é classificado como não-seletivo e de ação sistêmica (GALLI; MONTEZUMA, 2005).

O glifosato é aderido basicamente pela região com clorofila (folhas e tecidos verdes) e translocado pelo floema, aos tecidos membrionários. Por ser derivado de aminoácido essencial presente nas plantas, a molécula de glifosato não é compreendida como agressiva. O glifosato age na planta como inibidor da atividade da enzima 5-enolpiruvilshiquimato-3- fosfato sintase (EPSPS), que catalisa uma das reações da síntese dos aminoácidos aromáticos essenciais fenilalanina, tirosina e triptofano, os quais são precursores de outros produtos,

como lignina, alcalóides, flavonóides e ácidos benzóicos (GALLI; MONTEZUMA, 2005). Desta maneira, sendo um herbicida muito utilizado na agricultura, adequar sua calda de pulverização com o pH que melhor atende a eficiência em sua aplicação é de suma importância.

3.3 O potencial hidrogeniônico (pH)

Ácidos são substâncias que reagem em solução aquosa, liberando íons de hidrogênio, sendo o hidrogênio um elemento com apenas um elétron, o íon (H^+) é somente um próton, então, comumente os ácidos são conhecidos como doadores de próton. Já as bases são as substâncias receptoras de prótons, que reagem com os ácidos recebendo o íon H^+ e produzem íons hidróxidos (OH^-) (BROWN, 2016).

O pH, potencial hidrogeniônico, é a escala logarítmica criada para facilitar a quantificação da concentração de ácidos e bases, a escala surgiu basicamente pela dificuldade de quantificar os íons hidrônios, formado pelo íon H^+ em água, pois estes variam muito sua ordem de grandeza. Sendo matematicamente o cologarítimo na base 10 da concentração de H_3O^+ em mols L^{-1} , ou seja, quanto maior a concentração menor o pH e mais ácida é a solução. Sendo neutro o pH da água pura destilada igual a 7 (ATIKINS; JONES, 2012).

A escala de pH é formulada a partir de cálculos matemáticos que expressam a concentração do íon H^+ na solução. Para determinar o valor do pH é utilizada uma equação matemática, em que o H^+ representa a concentração de hidrogênio em mol/L. Na escala, de 0 a 14, substâncias com pH acima de 7 são classificadas como alcalinas, aquelas que apresentam pH menor que 7 são classificadas como ácidas e aquelas que apresentam o pH em torno de 7, são consideradas neutro (MAGRI, 2015).

3.4 O pH da calda e seus efeitos na aplicação dos herbicidas

A eficácia dos herbicidas aplicados às folhas das plantas daninhas está diretamente relacionada com a magnitude dos processos de penetração/absorção. Esses processos são complexos e podem ser influenciados por fatores relacionados à planta, aos herbicidas, à calda de pulverização e ao clima (SILVA, 2007).

Os herbicidas podem ser divididos em dois grupos referentes a constante de ionização: i) não-iônicos e ii) iônicos. A constante de ionização é a constante de equilíbrio obtida a partir de uma dissociação ou ionização. Os não-iônicos apresentam características físico-químicas independentes do pH do meio, enquanto os iônicos apresentam grau de ionização em função do pH, podendo ser classificados como aniônico ou catiônico. A ionização destes herbicidas é mensurada pelo pK_a e pK_b , representando o pH e pOH, respectivamente, em que metade das moléculas do herbicida encontram-se dissociadas. Com isso, quanto menor a força do ácido, maior a acidez do herbicida e, quanto menor a dissociação de base, maior a alcalinidade do herbicida (CARVALHO et al., 2009)

Alguns estudos indicam que a redução no valor do pH na calda de pulverização tem sido uma prática promissora para melhorar a absorção do herbicida, o que permite reduzir as doses dos produtos e dos custos de produção, mantendo eficiente nível de controle. Herbicidas dissolvidos em condições de baixo pH podem ser absorvidos com maior facilidade pelas plantas, visto que as moléculas se encontram na forma não-dissociada. (SANCHOTENE, 2007).

Geralmente, herbicidas atuam melhor em pH levemente ácidos, em torno de pH 4 a 6, podendo em algumas exceções atuar melhor em levemente alcalinos. O glifosato por exemplo, age preferencialmente entre pH 3,5 a 5,0, sendo um ácido fraco (AGROADVANCE, 2021). Nesse pH de calda os íons encontram-se dissociados, favorecendo a absorção foliar do glifosato devido a maior facilidade de atravessar membranas das células (VELINI; TRINDADE, 1992), aumentando a eficácia do produto (SANCHOTENE et al., 2007). A eficácia do glifosato é afetada tanto pelo pH do meio quanto pela presença de cátions na água de pulverização (CARVALHO et al., 2009).

O pH da calda pode influenciar o tempo em que o ingrediente ativo vai se manter intacto (WHITFORD et al., 2009). A faixa acima ou abaixo do ideal pode iniciar a degradação da molécula, ou hidrólise. Por exemplo, quando um herbicida ácido fraco é misturado em calda com pH ácido, tende a permanecer intacto, entretanto se for misturado em calda com pH alcalino, vai resultar, em alguns casos, em quebra das moléculas. Entretanto, muitos herbicidas apresentam efeito tampão nas formulações. O efeito tampão faz com que a

solução, independente do pH da pré-existente da calda, se ajuste ao pH próximo ao ideal de cada formulação.

Esse fato é facilmente visto nas formulações de glifosato. As formulações de Roundup, pelo efeito tampão da formulação, levam o pH da calda em torno de 4-5. Já outras formulações, podem resultar em pH menores que 4. Esse é um fato que o produtor deve se atentar, especialmente em misturas com fungicidas e inseticidas, podendo ocasionar efeitos negativos na eficácia dos outros defensivos. Alterações indesejadas podem ocorrer não só entre diferentes defensivos (como fungicidas e inseticidas), mas também entre os próprios herbicidas.

De modo geral, os defensivos agrícolas têm um pH ideal para aplicação, garantindo alta eficiência e baixas perdas, uniformidade de distribuição de gotas, tamanho de gotas, momento de aplicação são grandes fatores a serem considerados na hora da aplicação.

Em relação ao pH da calda, pode haver um efeito negativo na estabilidade do ativo e até mesmo efeitos na estabilidade física da calda, especialmente nas variações extremas de pH (PEREIRA et al., 2015). Portanto, o pH pode afetar desde a eficiência do herbicida, em que pode haver perdas significativas no manejo das plantas daninhas, ou mesmo impossibilitar certas misturas de produtos (WHITFORD et al., 2009).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Descrição do local

O experimento foi conduzido no Laboratório experimental 13 do Núcleo de Estudos em Tecnologia de Aplicação (N.E.T.A), na UNESP/FCAT – Faculdade de Ciências Agrária e Tecnológicas – Dracena – SP, localizada nas coordenadas geográficas latitude 21° 29' S, longitude 51° 32' W e altitude de 421 metros.

Sementes de capim-braquiária (*Urochloa brizantha* cv. *Marandu*) da empresa Sementes Brás (Figura 1 a) foram semeadas a aproximadamente 1 cm de profundidade em vasos com capacidade de 0,8 litros contendo uma porção 1:1 (terra e substrato) (Figura 1 b).

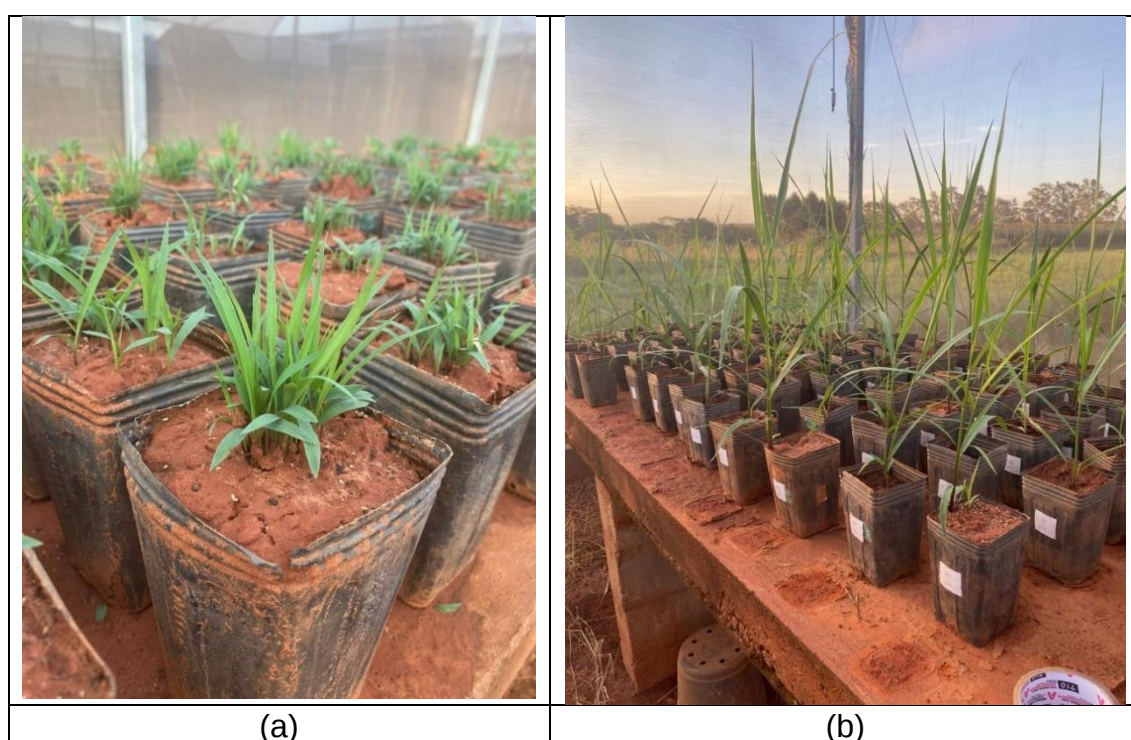
Figura 1: Registro da Semente utilizada no experimento (a), e os vasos posicionados com sua porção de terra e substrato após plantio (b).



O substrato utilizado é da marca comercial Carolina Soil® e é composto de Turfa de sphagnum, vermiculita expandida, calcário dolomítico, gesso agrícola e fertilizante NPK (traços), segundo dados técnicos do produto.

Os vasos foram acondicionados em casa de vegetação com irrigações diárias via aspersão três vezes ao dia. Após emergência das plântulas foi realizado o desbaste do excesso mantendo duas plantas por vaso (Figura 1 b). As espécies foram submetidas aos tratamentos quando estiveram com dois a três perfilho conforme (Figura 2 b).

Figura 2: Registro realizado dos vasos semeados de capim braquiária no momento do desbaste (a), e vasos antes da aplicação com dois a três perfilhos (b).



O herbicida utilizado nos experimentos foi o glifosato. Sendo utilizado três marcas comerciais de glifosato, cujas características estão descritas na Tabela 1.

Tabela 1. Características dos herbicidas utilizados no experimento.

	Concentração			
Nome comercial	(e.a.)	Formulação	Dose D	Fabricante
Sumo®	360 g L ⁻¹	SL	3 L ha ⁻¹	Pilarquim
Roundup up WG®	720 g kg ⁻¹	WG	2 kg ha ⁻¹	Monsanto
Shadow®	356 g L ⁻¹	SL	4 L ha ⁻¹	Albaugh Agro

WG: granulado dispersível/ CS: concentrado solúvel/ Dose D: dose máxima registrada para o controle de *Urochloa brizantha*. e.a.= equivalente ácido.

A composição do Herbicida Sumô e Shadow é de Sal de isopropilamina de N-(fosfonometil) glicina na formulação de concentrado Solúvel, do Roundup up Wg é o Sal de Amônio de N-(phosphonomethyl) glicina, sendo em Grânulos dispersíveis em água.

O experimento foi realizado no delineamento experimental inteiramente casualizado em esquema fatorial 3 (pH 2; 6,5 e 10) × 6 concentrações em doses (D) sendo (0 D, 1/27 D, 1/9 D, 1/3 D, D, 3D) conforme (Figura 3). O pH da água deionizada foi corrigido para os valores desejados através da adição de HCl (1M) e NaOH (1M) para acidificar e alcalinizar a água respectivamente.

Figura 3: Registro realizado das garrafas pet com a calda pronta e suas respectivas doses.

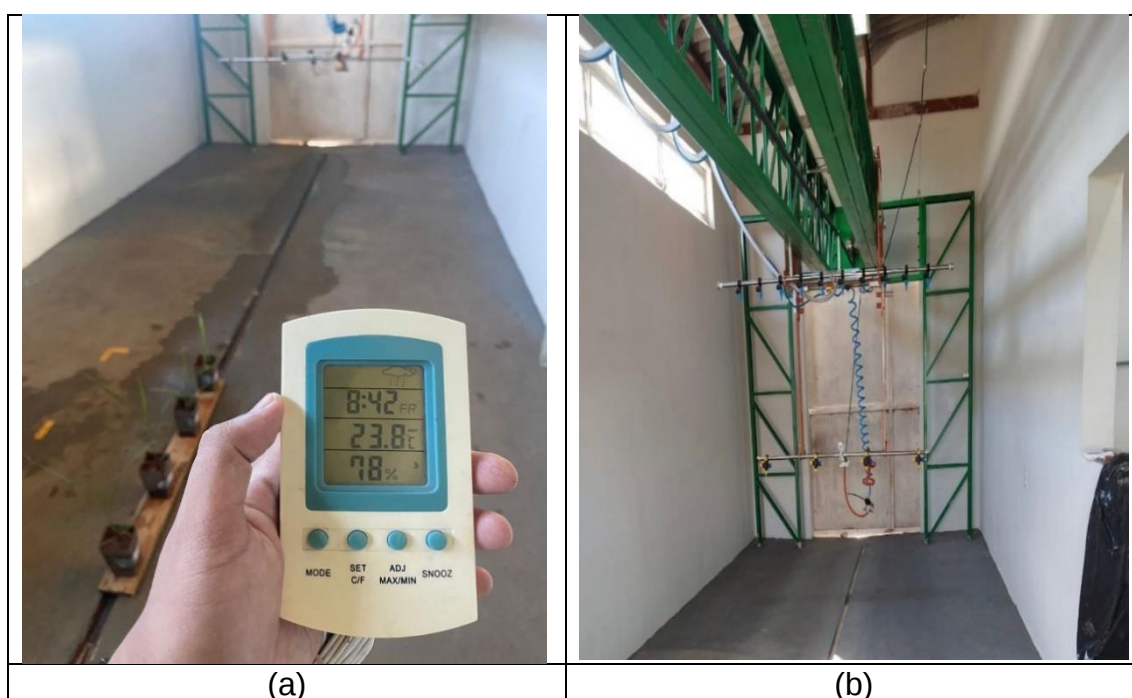


Foi realizado três experimentos sendo cada compreendido por uma marca comercial do herbicida glifosato totalizando 3 experimentos. Sendo (3 L ha⁻¹ para o Herbicida Sumo, 2 Kg ha⁻¹ para o Roundup up WG e 4 L ha⁻¹ para Shadow)

dose recomendada na bula do herbicida glifosato para controle de *Urochloa brizantha*, os níveis do fator herbicida pulverizado foram de 3D; D; 1/3D; 1/9D; 1/27D; e 0D, aplicação de água sem herbicida.

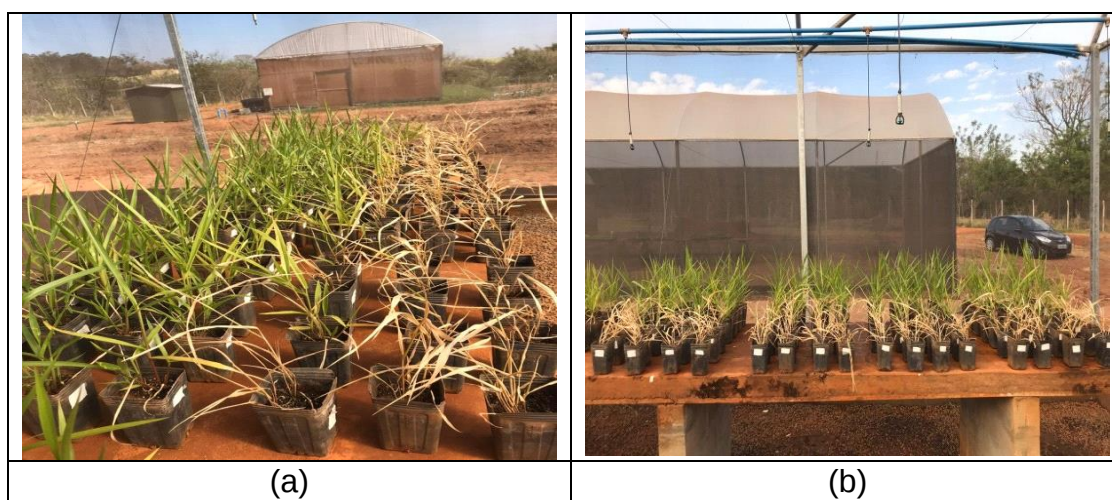
As pulverizações foram realizadas através do pulverizador estacionário equipados com 2 bicos espaçados em 0,5 m aplicando em velocidade constante de aproximadamente 5 km h⁻¹. Por ser um ambiente fechado ponta utilizada foi a de jato plano modelo XR 11002 VS (Teejet®) que possuem uma excelente distribuição em uma ampla gama de pressões, são ideais para equipamentos com controladores de pulverização pois reduzem a deriva nas pressões mais baixas e possibilitam uma excelente cobertura nas pressões mais altas. Regulado para proporcionar uma taxa de aplicação de 165 L ha⁻¹, segundo a bula. As condições meteorológicas como temperatura e umidade relativa do ar foram monitoradas no momento das pulverizações através de Termo-Higro-Anemômetro-Luxímetro digital, (Figura 4 a). As aplicações foram realizadas em sala fechada evitando o efeito do vento conforme (Figura 4 b).

Figura 4: Registro do Aparelho Termo-Higro-Anemômetro Luxímetro digital utilizado para registrar temperatura e umidade relativa do ar durante a aplicação (a) e registro da pulverização que foi realizada dentro de da casa de vegetação (b).



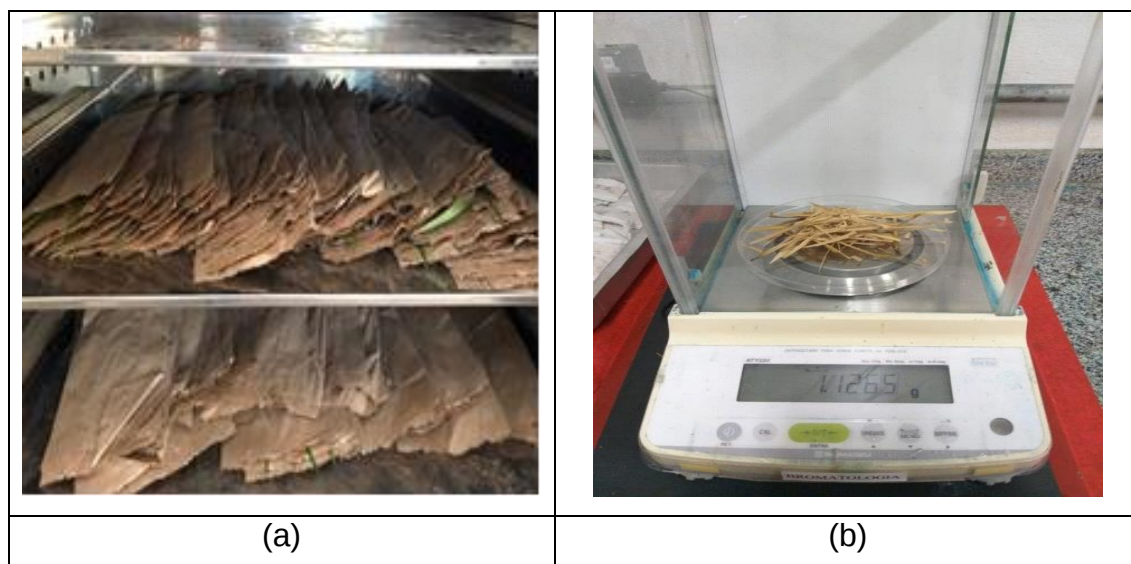
Aos 14, 21 dias após a aplicação (DAA) do herbicida foram realizadas avaliações visuais de fitotoxicidade para o experimento com o herbicida Sumô, não foi possível a realização aos 28 dias pois poderia perder os dados para curva. Aos 14, 21 e 28 dias para os herbicidas Shadow e Roundup up WG (Figura 5) com suas respectivas marcas comerciais do herbicida glifosato, baseada no vigor e clorose da planta, comparada com a testemunha (aplicação somente com água). Foi atribuída a nota 0% quando não existiu efeito fitotóxico do herbicida, ou seja, as plantas tratadas apresentaram características semelhantes à testemunha e 100% quando as plantas estiveram completamente mortas (SBCPD, 1995).

Figura 5: Registro realizado dos sintomas de fitotoxicidade aos 21 DAA do herbicida nos vasos após as avaliações visuais.



Após a avaliação aos 21 DAA (Herbicida Sumô) as plantas foram cortadas com 1 cm acima do solo com auxílio de tesoura, identificadas, colocadas em saco de papel e transportadas para câmara de circulação de ar forçado (Figura 6 a), regulada a 65 °C por 72 horas para determinação dos valores de massa seca da parte aérea (MSPA) através de balança analítica (Figura 6 b).

Figura 6: Sacos contendo as plantas dentro da câmara de circulação de ar forçado (a), e pesagem na balança analítica para determinação dos valores de massa seca na parte aérea (b).



4.3 Forma de análise de dados

Os dados de MSPA foram corrigidos para valores percentuais de redução comparado com o tratamento, onde não houve aplicação de herbicida de acordo com a equação (1):

$$PR = [(mc - t)/mc] \times 100 \dots\dots\dots(1)$$

Onde:

PR: porcentagem de redução da MSPA;

MC: valor médio de MSPA das quatro parcelas (vaso com duas plantas) não tratadas com herbicida;

T: MSPA individual das plantas que receberam aplicação do herbicida

Os dados de avaliação visual de fitotoxicidade e porcentagem % de redução da MSPA foram analisados através da aplicação do teste F sobre a análise da variância, com o objetivo de detectar a significância da interação fatorial. Quando significativos, os níveis do fator herbicida (doses) foram analisados com o emprego da regressão não linear do tipo log-logístico de três parâmetros, segundo o modelo proposto por Seefeldt et al. (1995).

$$Y = \frac{D}{1 + \exp \{b[\log(X) - \log(C50)]\}} \dots \dots \dots (2)$$

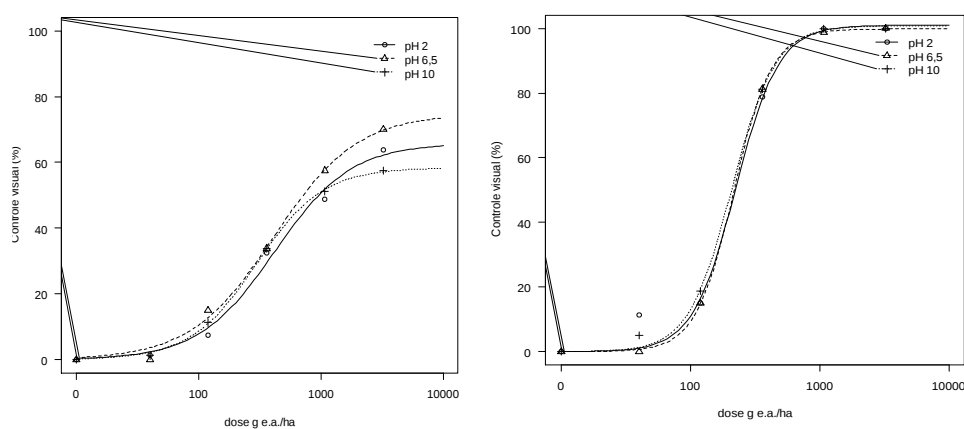
Em que: Y = resposta da planta; X = dose do herbicida; D = limite superior da curva; b = declividade da curva; C50/90 = dose necessária para reduzir 50%/90% da MSPA ou proporcionar 50%/90% de fitotoxicidade visual da planta tratada em relação à testemunha. Os dados de C50/90 de cada tratamento foram comparados pelo intervalo de confiança a 95% de probabilidade.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Influência do pH da calda na fitotoxicidade do herbicida Sumô em capim braquiária

A Figura 7 apresenta a fitotoxicidade visual (%) em relação à aplicação do herbicida Glifosato (Sumô) em diferentes valores de pH da água aos 14 e 21 DAA.

Figura 7. Curva dose resposta da fitotoxicidade visual em porcentagem (%) em plantas de *Urochloa brizantha* aos 14 e 21 dias após a aplicação DAA de diferentes doses do herbicida Sumô em águas com valores de pH 2, 6,5 e 10.

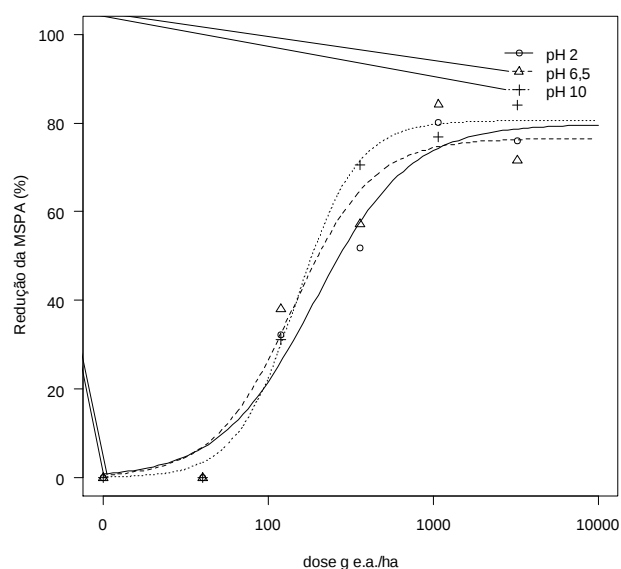


Podemos observar aos 14 DAA que o uso do herbicida no valor de C_{50} onde reduz 50% da massa, nos mostra que a melhor calda foi do pH 10 usando uma concentração de produto menor ($298,2 \text{ g e.a. ha}^{-1}$) obteve o melhor resultado, ou seja, com uma menor dose do herbicida já foi capaz de visualmente apresentar fitotoxicidade visual. Para valores de C_{90} o pH 10 ($1176,2 \text{ g e.a. ha}^{-1}$) obteve a melhor calda usando menor concentração de ingrediente ativo.

Aos 21 DAA, no qual podemos observar que o uso do herbicida no valor de C_{50} , nos mostra que a melhor calda foi do pH 10 usando uma concentração de produto menor ($208,9 \text{ g e.a. ha}^{-1}$) obteve o melhor resultado, ou seja, com uma menor dose do herbicida já foi capaz de visualmente apresentar fitotoxicidade visual. Para valores de C_{90} o pH 6,5 obteve a melhor calda usando menor concentração de ingrediente ativo ($460,7 \text{ g e.a. ha}^{-1}$).

A Figura 8 apresenta o resultado da dose resposta dos valores de MSPA em plantas de capim braquiária submetidos a diferentes doses de aplicação do herbicida Sumô e diferentes pH da calda.

Figura 8. Curva dose resposta da redução da massa seca da parte aérea (MSPA) de *Urochloa Brizantha* em relação às doses do herbicida Sumô em águas com valores de pH 2, 6,5 e 10.



Podemos observar que o uso do herbicida no valor de C_{50} , nos mostra que a melhor calda foi do pH 6,5 usando uma concentração de produto menor ($141,6 \text{ g e.a. ha}^{-1}$) obteve o melhor resultado, ou seja, com uma menor dose do herbicida já foi capaz de reduzir 50% da quantidade de MSPA. Já para valores de C_{90} a calda com pH de melhor resultado obtido foi o do pH 10 utilizando a menor concentração de produto ($381,4 \text{ g e.a. ha}^{-1}$).

Tabela 2. Estimativa dos parâmetros obtidos da regressão log-logística que descrevem a fitotoxicidade visual e biomassa seca da parte aérea em plantas de braquiária quando submetidas à aplicação de diferentes doses do herbicida glifosato a marca comercial Sumô, sob diferentes pH de calda.

Tratamento	Parâmetros estimados da equação			
	B	D	C_{50}	C_{90}
Fitotoxicidade (14 DAA)				
pH 2	-1,3	65,7	419,5	2024,2
pH 6,5	-1,2	74,7	412,3	2307,9
pH 10	-1,6	58,3	298,2	1176,2
Fitotoxicidade (21 DAA)				
pH 2	-2,6	101,0	224,2	521
pH 6,5	-2,9	99,8	217,3	460,7
pH 10	-2,5	100,7	208,9	487,3
Redução da MSPA				
pH 2	-1,5	79,7	191,9	815,2
pH 6,5	-1,8	76,5	141,6	473
pH 10	-2,3	80,5	149,5	381,4

Fonte: Elaborado pelo autor

Nas avaliações realizadas para os tratamentos da marca comercial Sumô, aos 14 DAA os menores valores de C_{50} foi apresentado com a utilização do pH 10 e para valores de C_{90} o mesmo pH 10. O glifosato, N-(fosfonometil) glicina, é um herbicida sistêmico e não seletivo, as formulações de glifosato são geralmente comercializadas como concentrados solúveis em água ou como granulados dispersáveis em água. O mecanismo de ação do glifosato está bem

entendido e documentado: ele inibe a enzima EPSPS (5-enolpiruvato-chiquimato-3-fosfato sintase) da via metabólica do ácido chiquímico, impedindo a síntese de determinados aminoácidos essenciais ao crescimento das plantas (MALIK ET AL., 1989; FRANZ ET AL., 1997), visualmente a manifestação dos sintomas de amarelecimento e morte se inicia nas duas primeiras semanas após a aplicação.

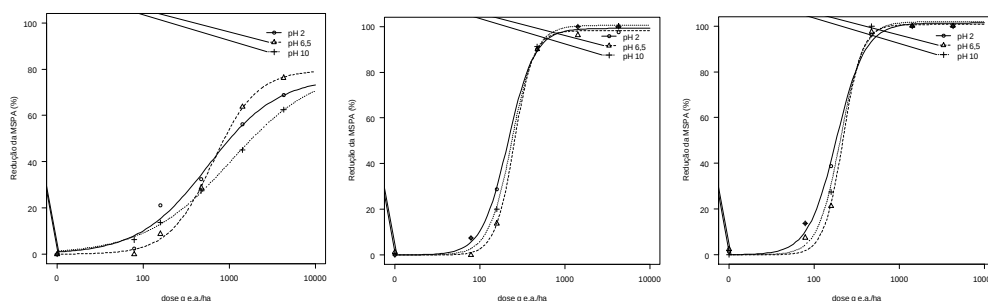
Nas avaliações realizadas aos 21 DAA os menores valores de C_{50} foi apresentado com a utilização do pH 10 e para valores de C_{90} o pH 6,5.

Nas avaliações realizadas da MSPA, a maior redução de massa houve quando a calda foi aplicada na solução de pH 6,5 usando menor concentração de ingrediente ativo para valores de C_{50} , foram observados valores de redução para C_{90} com o pH 10.

5.2 Influência do pH da calda na fitotoxicidade do herbicida Shadow em capim braquiária

A Figura 9 apresenta a fitotoxicidade visual (%) em relação à aplicação do herbicida Glifosato (Sumô) em diferentes valores de pH da água aos 14, 21 e 28 DAA.

Figura 9. Curva dose resposta da fitotoxicidade visual em porcentagem (%) em plantas de *Urochloa brizantha* aos 14, 21 e 28 dias após a aplicação DAA de diferentes doses do herbicida Shadow em águas com valores de pH 2, 6,5 e 10.



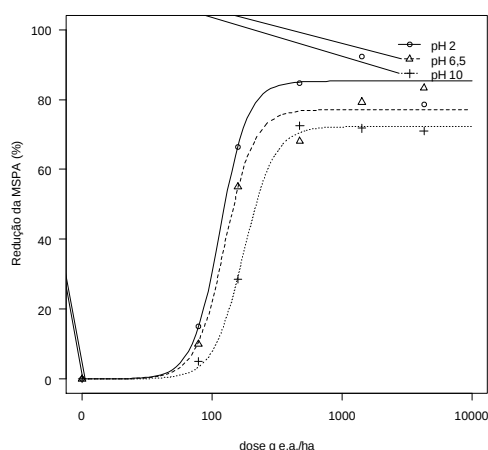
Nas avaliações realizadas para os tratamentos da marca comercial Shadow, aos 14 DAA, no qual podemos observar que o uso do herbicida no valor de C_{50} , nos mostra que foram observados valores de redução para C_{50} com o pH 2 12 usando uma concentração de produto menor ($568,2 \text{ g e.a. ha}^{-1}$) e C_{90} com o pH 6,5 ($2340,9 \text{ g e.a. ha}^{-1}$)

Aos 21 DAA nos mostra que a melhor calda foi do pH 2 usando uma concentração de produto menor ($214,9 \text{ g e.a. ha}^{-1}$) obteve o melhor resultado visando ao produtor a redução de produto utilizado dessa forma gastando menos em sua aplicação, juntamente com a de calda de pH 6,5 ($450,2 \text{ g e.a. ha}^{-1}$), para valores de redução de C_{90} .

Aos 28 DAA, a melhor calda foi do pH 2 usando uma concentração de produto menor ($183,7 \text{ g e.a. ha}^{-1}$), obtendo o melhor resultado. Para valores de C_{90} o pH 6,5 ($384,3 \text{ g e.a. ha}^{-1}$) foi a melhor calda usando menor concentração de ingrediente ativo.

A Figura 10 apresenta o resultado da dose resposta dos valores de MSPA em plantas de capim braquiária submetidos a diferentes doses de aplicação do herbicida Shadow e diferentes pH da calda.

Figura 10. Curva dose resposta da redução da massa seca da parte aérea (MSPA) de *Urochloa brizantha* em relação às doses do herbicida Shadow em águas com valores de pH 2, 6,5 e 10.



Na avaliação da redução da massa seca da parte aérea (%), pôde-se observar que o uso do herbicida no valor de C_{50} , nos mostra que a melhor calda foi do pH 2 usando uma concentração de produto menor (115,6 g e.a. ha^{-1}) obteve o melhor resultado, ou seja, com uma menor dose do herbicida já foi capaz de reduzir uma determinada quantidade de MSPA. Para valores de redução para C_{90} , se repetiu a calda com o pH 2, utilizando (198,9 g e.a. ha^{-1}) de produto.

Tabela 3. Estimativa dos parâmetros obtidos da regressão log-logística que descrevem a fitotoxicidade visual e biomassa seca da parte aérea em plantas de braquiária quando submetidas à aplicação de diferentes doses do herbicida glifosato a marca comercial Shadow, sob diferentes pH de calda.

Tratamento	Parâmetros estimados da equação			
	B	D	C_{50}	C_{90}
Fitotoxicidade (14 DAA)				
pH 2	-1,0	76,4	568,2	4331,4
pH 6,5	-1,7	79,5	646,2	2340,9
pH 10	-0,8	80,3	1038,2	12753,6
Fitotoxicidade (21 DAA)				
pH 2	-2,7	99,2	214,9	471,9
pH 6,5	-3,8	98,2	254,2	450,2
pH 10	-3,1	100,5	238,9	477,0
Fitotoxicidade (28 DAA)				
pH 2	-2,6	101,3	183,7	429,2
pH 6,5	-3,9	100,7	218,5	384,3
pH 10	-3,3	101,9	205,2	403
Redução da MSPA				
pH 2	-4,1	85,3	115,6	198,9
pH 6,5	-3,9	77,1	126,3	221,8
pH 10	-3,7	72,3	175,9	316,4

Fonte: Elaborado pelo autor

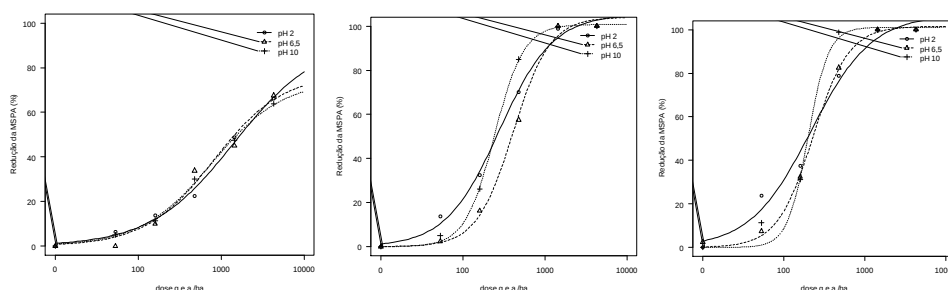
Nas avaliações realizadas para os tratamentos da marca comercial Shadow aos 14 DAA, no qual podemos observar que o uso do herbicida no valor

de C₅₀, nos mostra que foram observados valores de redução para C₅₀ e C₉₀ com o pH 2 e pH 6,5. Aos 21 DAA nos mostra que a melhor calda foi do pH 2 para valores de C₅₀ juntamente com a de calda de pH 6,5 para valores de C₉₀. Aos 28 DAA, a melhor calda foi do pH 2 para valores de C₅₀ e para valores de C₉₀ o pH 6,5. Na avaliação da redução da massa seca da parte aérea (%), pôde-se observar que o uso do herbicida no valor de C₅₀, nos mostra que a melhor calda foi do pH 2 obteve o melhor resultado juntamente com os resultados observados valores de redução para C₉₀ com o mesmo pH, ou seja, com uma menor dose do herbicida já foi capaz de reduzir uma determinada quantidade de MSPA.

5.3 Influência do pH da calda na fitotoxicidade do herbicida Roundup WG em capim braquiária

A Figura 11 apresenta a fitotoxicidade visual (%) em relação à aplicação do herbicida Glifosato (Roundup up WG) em diferentes valores de pH da água aos 14, 21 e 28 DAA.

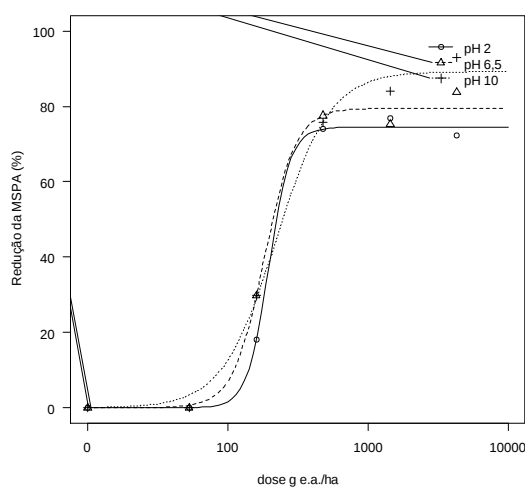
Figura 11. Curva dose resposta da fitotoxicidade visual em porcentagem (%) em plantas de *Urochloa brizantha* aos 14, 21 e 28 dias após a aplicação DAA de diferentes doses do herbicida Roundup up WG em águas com valores de pH 2, 6,5 e 10.



A Figura 11 apresenta a fitotoxicidade visual (%) em relação à dose do herbicida Glifosato (Roundup up WG) em diferentes doses do ingrediente ativo aos 14, 21 e 28 dias após aplicação DAA, no qual podemos observar aos 14 DAA que o uso do herbicida no valor de C_{50} , nos mostra que foram observados valores de redução para C_{50} com utilização do pH 10 e consequente menor utilização de produto ($774,7 \text{ g e.a. ha}^{-1}$) e para C_{90} o pH 6,5 com ($6524,7 \text{ g e.a. ha}^{-1}$) de produto. Aos 21 dias após aplicação DAA, no qual podemos observar que o uso do herbicida no valor de C_{50} , nos mostra que a melhor calda foi do pH 10 usando uma concentração de produto menor ($242,9 \text{ g e.a. ha}^{-1}$) juntamente com os valores de redução para C_{90} ($600,2 \text{ g e.a. ha}^{-1}$). Aos 28 dias após aplicação DAA, no qual podemos observar que o uso do herbicida no valor de C_{50} onde, nos mostra que a melhor calda foi do pH 10 usando uma concentração de produto menor ($199,7 \text{ g e.a. ha}^{-1}$). Para valores de C_{90} o pH 10 ($379,6 \text{ g e.a. ha}^{-1}$), foi a melhor calda usando menor concentração de ingrediente ativo.

A Figura 12 apresenta o resultado da dose resposta dos valores de MSPA em plantas de capim braquiária submetidos a diferentes doses de aplicação do herbicida Roundup up WG e diferentes pH da calda.

Figura 12. Curva dose resposta da redução da massa seca da parte aérea (MSPA) de *Urochloa brizantha* em relação às doses do herbicida Roundup up WG em águas com valores de pH 2, 6,5 e 10.



Podemos observar que o uso do herbicida no valor de C_{50} , nos mostra que a melhor calda foi do pH 6,5 usando uma concentração de produto menor ($182,8 \text{ e.a. ha}^{-1}$) obteve o melhor resultado, ou seja, com uma menor dose do herbicida já foi capaz de reduzir uma determinada quantidade de MSPA. Para valores de C_{90} foram observados valores de redução com o pH 2, usando uma concentração de produto ($290,1 \text{ g e.a. ha}^{-1}$).

Tabela 4. Estimativa dos parâmetros obtidos da regressão log-logística que descrevem a fitotoxicidade visual e biomassa seca da parte aérea em plantas de braquiária quando submetidas à aplicação de diferentes doses do herbicida glifosato a marca comercial Roundup WG, sob diferentes pH de calda.

Tratamento	Parâmetros estimados da equação			
	B	D	C_{50}	C_{90}
Fitotoxicidade (14 DAA)				
pH 2	-0,9	92,5	1424,2	17984,2
pH 6,5	-1,1	77,0	811,4	6524,7
pH 10	-1,0	74,6	774,7	6827,9
Fitotoxicidade (21 DAA)				
pH 2	-1,3	105,4	278,3	1453,6
pH 6,5	-1,9	104,1	412,2	1275,3
pH 10	-2,4	100,8	242,9	600,2
Fitotoxicidade (28 DAA)				
pH 2	-1,2	106,9	217,2	1446,2
pH 6,5	-2,0	101,6	230,4	706,1
pH 10	-3,4	101,1	199,7	379,6
Redução da MSPA				
pH 2	-5,6	74,5	196,2	290,1
pH 6,5	-3,9	79,5	182,8	322,5
pH 10	-2,3	89,2	221,8	586,2

Fonte: Elaborado pelo autor

Nas avaliações realizadas para os tratamentos da marca comercial Shadow aos 14 DAA, no qual podemos observar que o uso do herbicida no valor de C_{50} , nos mostra que foram observados valores de redução para C_{50} e C_{90} com o pH 10 e pH 6,5. Aos 21 DAA nos mostra que a melhor calda foi do pH 10 para

valores de C_{50} juntamente com os valores de C_{90} . Aos 28 DAA, a melhor calda foi do pH 10 para valores de C_{50} e para valores de C_{90} o mesmo pH. Na avaliação da redução da massa seca da parte aérea (%), pôde-se observar que o uso do herbicida no valor de C_{50} , nos mostra que a melhor calda foi do pH 6,5 que obteve o melhor resultado, ao contrário dos resultados observados para valores de redução para C_{90} com o pH 2. Resultados semelhantes a Buhler e Burnside, 1983 quando verificaram melhores resultados de fitotoxicidade em plantas de aveia quando glifosato foi aplicado em fontes com pH 2 e 4.

CONCLUSÃO

Houve uma tendência de redução da fitotoxicidade do herbicida glifosato em plantas de braquiária na medida em que foi aumentando o volume das doses e com o passar dos dias.

Dentre as marcas comerciais analisadas o Glifosato Shadow apresentou maior uniformidade de resultados sendo o pH 2 a melhor calda para valores de C_{50} para fitotoxicidade visual de C_{50} e pH 6,5 para C_{90} aos 14, 21 e 28 DAA.

Não houve influência independente da formulação. Sendo necessário realizar mais estudos e repetições com mais valores de caldas para chegar a um pH mais aproximado para melhor eficiência.

REFERÊNCIAS

AGROADVANCE. **pH de calda ideal para herbicidas e seu efeito**. Disponível em: <https://agroadvance.com.br/>. Acesso em: 7 jun. 2023.

ATKINS, P. JONES, L. LAVERMAN, L. **Princípios de Química: Questionando a Vida Moderna e o Meio Ambiente**. 5ed. Porto Alegre: Bookman, 2012.

BUHLER, D. D.; BURNSIDE, O. C. **Effect of water quality, carrier volume, and acid on glyphosate phytotoxicity**. Weed Science, Champaign, v. 31, n. 2, p. 163-169, 1983.

BROWN, T. L.; LEMAY, J. H. E.; BURSTEN, B. E.; MURPHY, C.J.; WOODWARD, P.M.; STOTLZFUS, M.W. **Química: a ciência central**. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2016.

CARVALHO, S. J. P. et al. **Eficácia e pH de caldas de glifosato após a adição de fertilizantes nitrogenados e utilização de pulverizador pressurizado por CO₂**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 44, no.6: 569-575, 2009.

Dan HA, Dan LGM, Barroso AL, Souza CH (2009) **Efeito do pH da calda de pulverização na dessecação de braquiária brizanta com o herbicida glyphosate**. Global Science and Technology 2(1):1-6.

ESQUIVEL, V.A.E; VALLE, O.H.T. **Efecto del volumen y el pH del agua en el control de *Ixophorus unisetus* (J. Presl.) Schltdl. con glifosato**. Revista mexicana de ciencias agrícolas, v.6, n.1, p. 97-109, 2015.

Franz, J.E.; Mao, M.K.; Sikorski, J.A. 1997. **Glyphosate: a unique global herbicide**. ACS Monograph 189, American Chemical Society, Washington, DC. pp 163-175.

GALLI, A. J. B.; MONTEZUMA, M. C. **Alguns aspectos da utilização do herbicida glifosato na agricultura**. São Paulo: Monsanto do Brasil, 2005

MAGRI, L. P. **Quantificação de acidez titulável e pH utilizando técnica potenciométrica como indicador de qualidade do leite bovino**. 78f.: il. 2015.

Malik, J.; Barry, G.; Kishore, G. 1989. **The herbicide glyphosate**. Biofactors 2(1): 17-25.

MOTEKAITIS, R.J.; MARTELL, A.E. **Metal chelate formation by Nphosphonomethylglycine and related ligands**. Journal of Coordination Chemistry, Geneve. v.14, n.2, p.139-149, 1985.

PEREIRA, R. B. et al. **Tecnologia de aplicação de agrotóxicos em cultivo protegido de tomate e pimentão**. Embrapa Hortaliças-Circular Técnica (INFOTECA-E), Brasília-DF, 2015.

SANCHOTENE, D. M. et al.. **Influência de sais e do pH da água na eficiência de imazethapyr + imazapic no controle de arroz-vermelho**. *Planta Daninha*, v.25, p.415-419, 2007.

SILVA, J. F. et al. **Herbicidas: absorção, translocação, metabolismo, formulação e misturas**. In: SILVA, A. A.; SILVA, J. F. (Eds.). *Tópicos em manejo de plantas daninhas*. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2007. p. 149-188.

TERRA MAGNA. **Brachiaria**. Disponível em: <https://terramagna.com.br/blog/braquiaria/>. Acesso em: 29 mai. 2023.

VALENSUELA, W.T.; FORNAROLLI, D.A.; RIBEIRO, C.A.; BANDEIRA, S.A.E. 2010. **Influência de diferentes valores de pH da água na eficácia do glifosato em espécies perenes**. In: XXVII Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas. Ribeirão Preto, SP, Brasil. 3610-3614 pp

VELINI, E. D.; TRINDADE, M. L. B. **Comportamento de herbicidas na planta. Épocas de aplicação de herbicidas**. In: **Simpósio nacional sobre manejo integrado de plantas daninhas em hortaliças**, 1992, Botucatu, SP. Anais... Botucatu: UNESP, 1992, p. 6586. VIDAL, R. A.; MEROTTO Jr. A. *Herbicidologia*. Porto Alegre: Edição dos Autores, 2001.

WHITFORD, FRED et al. **“Impact of water quality on pesticide performance”**. **Purdue Extension**, PPP-86, Purdue University (2009).