

DOI: <http://dx.doi.org/10.18265/1517-0306a2021id4718>

ARTIGO ORIGINAL

SUBMETIDO 07/07/2020

APROVADO 02/08/2021

PUBLICADO ON-LINE 04/09/2021

PUBLICADO Junho de 2022

EDITOR ASSOCIADO

Monaliza Mirella de Moraes Andrade Cordeiro

Associação entre adubo foliar e herbicida auxínico no manejo de *Vernonia polyanthes* e recuperação da forrageira *Panicum maximum*

 João Paulo Possobon Bessani ^[1]

 Oscar Mitsuo Yamashita ^[2]

 Marco Antonio Camillo de Carvalho ^[3]

 Ostenildo Ribeiro Campos ^[4]

 Gustavo Caione ^[5]

 Paulo Sergio Koga ^[6]

[1] jpbessani@gmail.com.

[4] campos@unemat.br. Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), Alta Floresta, Brasil

[2] yama@unemat.br.

[3] marcocarvalho@unemat.br.

[5] gcaione@unemat.br. Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos, Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), Alta Floresta, Brasil

[6] kogaps@unemat.br. Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), Nova Mutum, Brasil

RESUMO: O Brasil ocupa lugar de destaque na produção de carne bovina no mundo. Entretanto, a criação extensiva de gado vem enfrentando problemas técnicos que dificultam a obtenção de grandes excedentes produtivos. Alguns desses gargalos são as degradações das pastagens por excesso de lotação, a falta de reposição de nutrientes e também a matocompetição com plantas daninhas. Assim, a recuperação das forrageiras e o controle das plantas daninhas podem promover ganhos para o produtor. O objetivo do presente estudo foi avaliar o efeito sinérgico ou antagônico da aplicação de herbicida, em mistura com adubo foliar formulado em uma mesma calda de pulverização, em pastagem de *Panicum maximum* infestado de *Vernonia polyanthes*. O trabalho constituiu-se de oito tratamentos que misturavam diferentes proporções de um herbicida hormonal (2,4-D + picloram) e adubo foliar. A aplicação de herbicida misturado ao adubo foliar proporcionou um controle eficiente de *V. polyanthes*, indicando que, mesmo na metade da dose recomendada, os resultados são satisfatórios. Não foram verificados efeitos danosos na forrageira *P. maximum*, ao se misturar o herbicida e o adubo foliar. Assim, a partir desses resultados, verifica-se que há possibilidade real de uso dessa mistura, com ganhos econômicos ao se evitar a realização das duas operações separadamente.

Palavras-chave: herbicida; misturas; fitotoxicidade; capim-tanzânia.

*Association between foliar fertilizer and auxinic herbicide in the management of *Vernonia polyanthes* and recovery of the forage *Panicum maximum**

ABSTRACT: Brazil occupies a prominent place in the production of beef in the world. However, extensive cattle raising has been facing technical problems that

*make it difficult to obtain large productive surpluses. Some of these bottlenecks are the degradation of pastures due to overcrowding and lack of nutrient replacement and also by weed competition with weeds. Thus, the recovery of forages and the control of weeds can promote gains for the producer. The objective of the present study was to evaluate the synergistic or antagonistic effect of the application of the herbicide, mixed with foliar fertilizer formulated in the same spray syrup in the pasture of *Panicum maximum* infested with *Vernonia polyanthes*. The work consisted of 8 treatments that mixed different proportions of a hormonal herbicide (2,4-D + picloram) and leaf fertilizer. The application of herbicide mixed with foliar fertilizer provided efficient control of *V. polyanthes*, indicating that, even at half the recommended dose, the results are satisfactory. No harmful effects were observed in the forage *P. maximum* when mixing the herbicide and the leaf fertilizer. Thus, from these results, it appears that there is a real possibility of using this mixture, with economic gains by avoiding the performance of the two operations separately.*

.....
Keywords: herbicide; mixtures; phytotoxicity; tanzania grass.
.....

1 Introdução

O agronegócio é o maior e mais importante setor da economia de muitos países, especialmente aqueles em desenvolvimento e com extensas áreas de produção agrícola. No Brasil, esse setor representa mais de 20% do produto interno nacional, havendo perspectiva de crescimento de 3% em 2020, se comparado a 2019, mesmo com o efeito da pandemia do coronavírus, que tem assolado os setores da economia. Parte desse crescimento se deve ao aumento na produção de soja e também aos números favoráveis na exportação de carne bovina (SANTOS, 2020).

O Brasil possui o segundo maior rebanho bovino do mundo, com 244 milhões de cabeças em abril de 2020, sendo o primeiro em exportação de carne (MAIORES..., 2020). As pastagens são utilizadas quase que exclusivamente em condições de exploração extrativista, e o rebanho é criado no sistema extensivo. Em todo o mundo, as pastagens são as formas mais baratas para a alimentação do rebanho, mesmo apresentando algum grau de degradação (CARVALHO *et al.*, 2017).

A grande maioria das pastagens possui uma baixa capacidade de lotação, ou seja, não consegue suportar um grande número de animais por área. Porém, essas áreas têm grande potencial para elevação desses números caso seja realizado um manejo adequado (DOURADO *et al.*, 2019). Essa baixa capacidade de lotação se deve principalmente à degradação das pastagens, que pode ser percebida com a diminuição da forragem disponível para os animais e com a ocupação da área com plantas daninhas, que competem por espaço, água, luz e nutrientes, entre outros fatores, promovendo baixa capacidade de recomposição da vegetação (CUNHA *et al.*, 2016).

A manutenção e a recuperação das pastagens visam à correção dos fatores de degradação, como a adequação nutricional e estrutural do solo e o controle das plantas daninhas presentes na área (HORN *et al.*, 2017).

As plantas daninhas em pastagens são indicadoras de que os pastos apresentam algum estágio de degradação, pois seu surgimento está relacionado com áreas descobertas do solo, elevada acidez do solo, baixa fertilidade, entre outros aspectos (POTT; POTT; SOUZA, 2006). Com o surgimento, as plantas daninhas ainda competem por nutrientes essenciais e por espaço físico, acarretando a queda na capacidade de suporte animal e a

necessidade de tempo para o restabelecimento da pastagem após o pastejo (SVICERO; BARROS; LADEIRA NETO, 2020; VENDRAME *et al.*, 2014).

Nesse contexto, em geral, o manejo das plantas daninhas nas áreas de pastagens é realizado de diferentes formas, como o uso de fogo (queimada) e o controle cultural, mecânico ou químico. Este último, feito com o uso de herbicidas, quando bem realizado, se torna o método mais eficiente, rápido e, muitas vezes, mais barato (CASTRO JÚNIOR; FERNANDES; ROSSI JUNIOR, 2008). Juntamente com a redução da infestação por plantas daninhas, pode-se oportunizar a recuperação das pastagens a partir do fornecimento de nutrientes às plantas forrageiras. Em geral, essa prática é pouco realizada, sendo limitada à calagem do solo em área total. Na contramão dessa tendência, em algumas poucas propriedades, tem-se verificado a adubação convencional, realizando-se a aplicação de adubo granulado na superfície e posterior gradagem da área, o que é considerado reforma de pastagem (COSTA; OLIVEIRA; FAQUIN, 2006).

Entre as espécies de plantas daninhas comumente encontradas em pastagens, o assa-peixe (*Vernonia polyanthes* Less) destaca-se pela sua agressividade. De acordo com Lorenzi (2008), o assa-peixe é uma das espécies que mais infesta e prejudica as pastagens brasileiras. Isso se deve à grande resiliência quando cortada ou queimada, ao fato de atingir de 1 a 3 metros de altura e também ao fato de suas sementes possuírem alta capacidade reprodutiva e dispersiva.

A adubação foliar em pastagens é um método muito raro e de custo elevado, em virtude de o efeito não ser duradouro, entretanto, como se realiza o controle químico via pulverização tratorizada ou aérea, há possibilidade de realizar a mistura de fertilizantes foliares com herbicidas, com a aplicação no mesmo tanque de pulverização (MALISZEWSKI, 2019).

A mistura de herbicidas com outros insumos é uma prática promissora no manejo de plantas daninhas, pois pode atingir um maior número de espécies a serem controladas dentro do complexo florístico infestante (VIEIRA JÚNIOR *et al.*, 2015). Além disso, essa prática pode ser benéfica na prevenção de plantas daninhas resistentes aos herbicidas (OWEN; ZELAYA, 2005). Contudo, a mistura de princípios ativos com outros agroquímicos, mesmo que sejam fertilizantes, em mistura de tanque pode provocar efeitos adversos sobre as plantas daninhas e a espécie de interesse econômico, tornando-se indispensável que sejam realizadas pesquisas sobre as possíveis interações entre esses produtos, apontando o uso adequado.

Tendo como premissa que o fator econômico é um ponto limitante nas operações das propriedades, este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito sinérgico ou antagônico da aplicação do herbicida com adubo foliar, em mistura formulada na mesma calda de pulverização.

2 Método da pesquisa

Foi realizado um experimento em uma área de pastagem com 530 m² na Fazenda 2D, localizada a 35 quilômetros do centro urbano da cidade de Alta Floresta, MT, Brasil. Essa propriedade está situada sob coordenadas geográficas de 09°52'18"S de latitude e 56°06'41"W de longitude, com altitude de 283 metros. A região é caracterizada por clima tropical chuvoso (tipo Am), com duas estações climáticas de chuva ou seca bem definidas, apresentando precipitação anual de até 2.492,8 mm, sendo a média de 1.868,4 mm (BONINI *et al.*, 2014). Segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2018), o solo do local é classificado como Latossolo Vermelho-amarelo Distrófico.

A área escolhida para a pesquisa apresentava-se com elevada infestação de plantas daninhas, principalmente a *Vernonia polyanthes*. A vegetação forrageira era constituída de *Panicum maximum*, cuja altura média era de 0,80 m.

O local escolhido para a montagem dos tratamentos apresentava histórico de degradação, pois, após a formação da pastagem há 13 anos, não foi realizada qualquer prática de reposição e/ou fornecimento de nutrientes, correção de solo ou prática mecânica de revolvimento do solo. Após esse período, a pastagem implantada (*Panicum maximum* Jacq vr. Tanzânia I) foi removida, sendo realizada gradagem pesada, sem dessecação. Foi realizado o cultivo de milho, visando à produção de grãos para alimentação das aves da própria propriedade. Após a colheita do milho, os restos culturais (palhada) foram deixados na área, sendo esta mantida sem qualquer cultivo posterior (pousio). Logo em seguida, devido ao banco de sementes presentes na área, ocorreu a germinação e emergência de novas plantas da forrageira, juntamente com uma grande quantidade de plantas daninhas, principalmente *Vernonia polyanthes*.

O experimento constou de nove tratamentos com três repetições, em delineamento em blocos ao acaso. Cada parcela apresentava uma área total de 10 m x 6 m (60 m²). Os tratamentos consistiram na utilização de um herbicida hormonal muito utilizado pelos pecuaristas para controle químico de diversas espécies de plantas daninhas que infestam áreas de pastagem (picloram 64,0 g/L + 2,4-D 240 g/L – dose recomendada de 5,0 L/ha do produto comercial Tordon) e de adubo foliar (dose recomendada de 2,0 L/ha do produto comercial Ubyfol L15 – 10-15-10), isolados em doses de 50% e 100% e misturados em diferentes proporções, como descrito abaixo:

1. Somente 2,4-D + picloram (100% da dose recomendada);
2. Somente 2,4-D + picloram (50% da dose recomendada);
3. 2,4-D + picloram e adubo foliar (100% da dose recomendada do herbicida e do adubo foliar);
4. Somente adubo foliar (100% da dose recomendada);
5. Somente adubo foliar (50% da dose recomendada);
6. 2,4-D + picloram e adubo foliar (100% da dose para o herbicida e 50% da dose para o adubo);
7. 2,4-D + picloram e adubo foliar (50% da dose para o herbicida e 100% da dose para o adubo);
8. 2,4-D + picloram e adubo foliar (50% da dose recomendada do herbicida e do adubo foliar);
9. Testemunha (sem aplicação de qualquer produto).

A aplicação dos tratamentos ocorreu quando a planta invasora e a forrageira apresentavam pleno desenvolvimento vegetativo e foi realizada no período matutino, após a queda do orvalho das folhas, em ausência de ventos fortes e com temperatura amena (24 °C). Utilizou-se, para a aplicação, pulverizador costal de pressão constante à base de CO₂, barra com bico Teejet 110.02, com pressão de 40 libras pol⁻², sendo aplicado um volume de calda equivalente a 200 L ha⁻¹.

Foram realizadas avaliações da altura de planta da forrageira e de fitotoxicidade nas plantas de assa-peixe. A avaliação de altura foi realizada aos 15, 21, 30, 45 e 60 DAA (dias após a aplicação). Para esse processo, fez-se necessário o auxílio de régua graduada com um comprimento de 1,5 metro, sendo medidas dez plantas da forrageira, dentro de cada parcela, aleatoriamente.

Quanto à fitotoxicidade, a avaliação foi realizada aos 7, 15, 21 e 60 DAA. As notas variaram de 1 a 9, sendo 1 a ausência total dos sintomas de fitotoxicidade e 9 o dano total à planta (morte). Esse método de avaliação se baseou na adaptação da tabela da Asociación Latinoamericana de Malezas – ALAM (1974).

Os dados foram submetidos à análise de variância, e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

3 Resultados da pesquisa

3.1 Fitotoxicidade das plantas de *Vernonia polyanthes*

Houve significância para a variável fitotoxicidade em todas as avaliações ($p < 0,05$) (Tabela 1).

Tabela 1 ▶

Fitotoxicidade do herbicida 2,4-D + picloram (64 g/L + 240 g/L) e do adubo foliar (Ubyfol L15) isolados ou em mistura, sobre plantas de assa-peixe, em avaliações aos 7, 15, 21 e 60 dias após a aplicação (DAA). Fonte: dados da pesquisa

| Tratamentos | Dias após a aplicação | | | |
|--|-----------------------|-------------|------------|------------|
| | 7 | 15 | 21 | 60 |
| 1- 100% herbicida | 6,0 C | 8,0 C | 8,6 C | 9,0 C |
| 2- 50% herbicida | 3,6 B | 4,3 B | 6,0 B | 7,6 B |
| 3- 100% herbicida + 100% adubo foliar | 6,6 C | 8,6 C | 9,0 C | 9,0 C |
| 4- 100% adubo foliar | 1,0 A | 1,0 A | 1,0 A | 1,0 A |
| 5- 50% adubo foliar | 1,0 A | 1,0 A | 1,0 A | 1,0 A |
| 6- 100% herbicida + 50% adubo foliar | 4,3 B | 7,6 C | 6,6 B | 8,6 C |
| 7- 50% herbicida + 100% adubo foliar | 6,6 C | 8,0 C | 8,6 C | 9,0 C |
| 8- 50% herbicida + 50% adubo foliar | 6,0 C | 8,0 C | 8,6 C | 9,0 C |
| 9- Testemunha | 1,0 A | 1,0 A | 1,0 A | 1,0 A |
| CV (%) | 12,6 | 12,1 | 6,8 | 4,4 |

Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Aos 7 DAA, foi observado amarelecimento das folhas e uma leve epinastia, sendo que os tratamentos 1, 3, 7 e 8 apresentaram maiores danos às plantas de assa-peixe. Entretanto, a aplicação da dose de 100% do herbicida acrescentado de 50% de adubo foliar teve efeito semelhante ao da dose de 50% do herbicida sem adubo foliar. Esse fato pode ter ocorrido provavelmente pela dose de 50% do adubo foliar ter interferido no mecanismo de ação do herbicida, influenciando, assim, sua fitotoxicidade, pois a combinação de 2,4-D + picloram, quando aplicada em plantas sensíveis, ocasiona mudanças metabólicas e bioquímicas, podendo matar as plantas (SILVA; SILVA, 2007). Esses produtos ocasionam mudanças na ação da enzima RNA-polimerase, assim como na síntese de ácidos nucleicos e de proteínas, fazendo com que ocorra uma grande proliferação celular de tecidos, além de causar interrupção do floema e impedir o movimento dos fotoassimilados das folhas para o sistema radicular.

O 2,4-D é um herbicida altamente seletivo, sistêmico e pós-emergente. Uma vez aplicado sobre as plantas, ele é absorvido e translocado dentro da planta, acumulando-se nas regiões meristemáticas dos pontos de crescimento das raízes, causando a evolução desordenada das células, impedindo o transporte de água e nutrientes através da planta (NASCIMENTO; YAMASHITA, 2009). O picloram, por ser um herbicida auxínico, é extremamente ativo em dicotiledôneas, além de ser fracamente adsorvido no solo, no entanto, possui longa persistência no ambiente, com meia-vida de 20 a 300 dias (SANTOS *et al.*, 2006; SILVA; SILVA, 2007). Assim, no presente trabalho foram observados sintomas característicos de herbicidas auxínicos, ocorrendo, em todas as plantas afetadas pelo 2,4-D + picloram, epinastia das folhas e deformações de ramos jovens e de folhas, que progrediram para necrose e queda das folhas. Esses resultados assemelham-se a outros trabalhos que estudaram o controle químico com herbicidas auxínicos em plantas infestantes de pastagens (CASTRO JÚNIOR; FERNANDES; ROSSI JUNIOR, 2008; HORN *et al.*, 2017; VENDRAME *et al.*, 2014).

A aplicação de adubo foliar isolado em ambas as doses e a testemunha foram os tratamentos que promoveram as menores notas. Esses resultados comprovam que a aplicação de adubo isolado promove o melhor desenvolvimento tanto da forrageira como das plantas de *V. polyanthes*. Essa tendência manteve-se inalterada até a avaliação realizada aos 60 dias após a aplicação.

Com 15 DAA, foram observados danos severos às plantas daninhas nos tratamentos 1, 3, 6, 7 e 8, indicando a maior fitotoxicidade nos tratamentos que tiveram a aplicação do herbicida, independentemente da dose ou da presença do adubo foliar. Nesses tratamentos, foi verificado o amarelecimento das plantas e a necrose de algumas partes vegetativas. Vale lembrar que a *V. polyanthes* é uma espécie lenhosa e, por esse motivo, em geral a resposta ao controle tende a ser mais demorada, demandando consumo total das reservas dessas plantas para então senescerem (VENDRAME *et al.*, 2014).

Aos 21 DAA, os tratamentos 1, 3, 7 e 8 já apresentavam características de morte total das plantas daninhas, com visível amarelecimento e necrose dos tecidos foliares e a queda das folhas. Os sintomas de amarelecimento destas, verificados nesses tratamentos, típicos de herbicidas auxínicos, devido à exaustão das reservas e paralisação ou desorganização da fotossíntese e da respiração, culminam na alteração do fluxo de entrada e saída de CO₂ e O₂ da célula. Esse fluxo é controlado, na maioria das vezes, pela turgescência tanto das células-guarda quanto das células epidérmicas dos estômatos (HUMBLE; HSIAO, 1970). Assim, os efeitos causados por herbicidas mimetizadores de auxina, tais como o picloram, levam à menor absorção e translocação de água, que vai afetar a condutância estomática, reduzindo a taxa fotossintética e, conseqüentemente, levando à morte das plantas (BELO *et al.*, 2011).

Já os tratamentos 2 e 6 apresentavam, aos 21 DAA, danos severos, com queda foliar e morte dos ramos superiores, obtendo notas um pouco inferiores aos tratamentos anteriormente citados.

Na avaliação final (60 DAA), verificou-se que os tratamentos em que havia plantas mortas apresentavam na sua composição 100% da dose de herbicida (isolado ou em mistura) ou 50% da dose de herbicida em mistura com adubo foliar (tanto 100% como 50% da dose). Nesses tratamentos, as plantas perderam todas as folhas e o caule apresentava coloração marrom escura. Esses resultados observados demonstram que o herbicida utilizado na pesquisa foi eficiente no controle de *V. polyanthes* na dose recomendada pelo fabricante, assim como no tratamento com apenas 50% desta, apesar de, nesse caso, ter demorado mais tempo para que o resultado pudesse ser verificado.

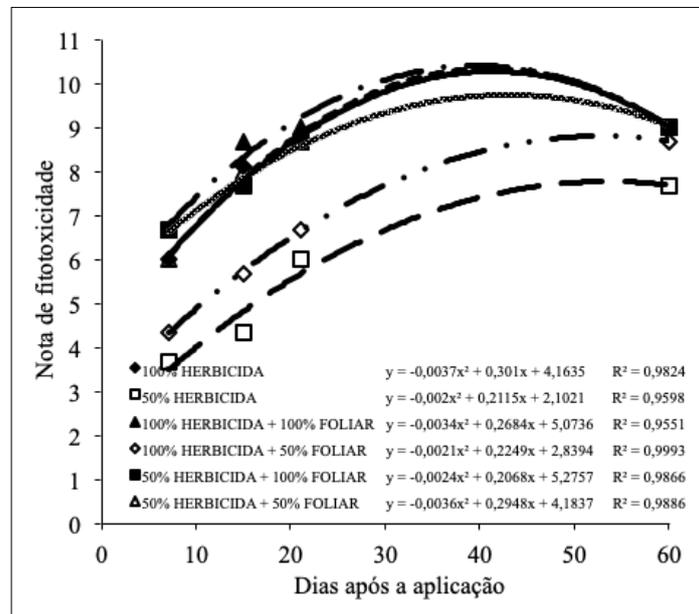
Os herbicidas auxínicos, como o picloram, quando aplicados em espécies vegetais sensíveis, mesmo em menores doses, provocam distúrbios na metabolização dos ácidos nucleicos, aumento da atividade enzimática e destruição do floema. Isso acarreta um alongamento descontrolado, característica típica inicial desses produtos, turgescência e rompimento das células. Além disso, esses herbicidas, logo após a aplicação, induzem o fechamento estomático e, em muitos casos, provocam distúrbios na atividade fotossintética e na respiração (PEMADASA; JEYASEELAN, 1976).

Também é possível verificar que a metade da dose só foi eficiente no controle da planta daninha quando misturada com adubo foliar. Possivelmente, a presença de adubo foliar facilitou a penetração e absorção do herbicida e assim aumentou a sua eficiência. De acordo com Rezende *et al.* (2012), o uso conjunto de adjuvantes, fertilizantes foliares e outros defensivos agrícolas na calda contendo o herbicida pode modificar a capacidade da planta em tolerar o herbicida, resultando na perda da seletividade e também da eficiência no controle de plantas.

O tratamento contendo apenas 50% do herbicida isolado apresentou fortes sinais de fitotoxicidade, porém não provocou a morte total das plantas daninhas, o que inviabiliza sua recomendação a campo, pois os rebrotes podem voltar a infestar as pastagens.

Com a aplicação da dose de 100% de herbicida + 100% de adubo, houve controle total das plantas daninhas logo aos 21 dias após a aplicação dos tratamentos, no entanto, os custos de aplicação tornam-se mais elevados, devido à aplicação da dose cheia dos dois produtos. Já os tratamentos com 50% de herbicida + 100% de adubo e 50% de herbicida + 50% de adubo apresentaram resultados semelhantes, com controle eficiente, não permitindo a reversão dos sintomas aos 15 DAA.

Figura 1 ▶
Fitotoxicidade de herbicida (2,4-D + picloram) isolado ou em mistura com adubo foliar sobre plantas de *Vernonia polyanthes*.
Fonte: dados da pesquisa



Na Figura 1, observa-se a tendência dos tratamentos utilizados em relação à fitotoxicidade causada nas plantas de *Vernonia polyanthes*. Por meio disso, verifica-se que, ao longo das avaliações, esses tratamentos demonstraram similaridade (Figura 1). Observa-se que, em todos os tratamentos com herbicida, houve um crescente aumento nas notas de fitotoxicidade das plantas de *V. polyanthes*, à medida que as avaliações eram realizadas. Contudo, alguns tratamentos mostraram-se mais eficientes logo nas primeiras avaliações, como já discutido anteriormente.

3.2 Altura de planta de *Panicum maximum*

Para a variável altura de planta do *Panicum maximum*, houve diferença entre os tratamentos em todas as épocas de avaliação (Tabela 2). Como o herbicida utilizado na atual pesquisa é seletivo, não foi observado qualquer efeito fitotóxico na forrageira.

Tabela 2 ▶

Altura de *Panicum maximum* submetido à aplicação de herbicida, de adubo foliar e da mistura de ambos, após 15, 21 e 60 dias da aplicação dos tratamentos.

Fonte: dados da pesquisa

| Tratamento | 15 dias | 21 dias | 60 dias |
|---------------------------------------|-------------|-------------|-------------|
| 1- 100% herbicida | 61,5 c | 81,9 bcd | 98,6 abc |
| 2- 50% herbicida | 74,0 bc | 100,8 abc | 111,1 ab |
| 3- 100% herbicida + 100% adubo | 71,2 bc | 78,7 cd | 84,8 c |
| 4- 100% adubo | 65,7 c | 67,8 d | 82,5 c |
| 5- 50% adubo | 77,7 bc | 100,3 abc | 92,6 bc |
| 6- 100% herbicida + 50% adubo | 93,0 ab | 104,3 abc | 111,6 ab |
| 7- 50% herbicida + 100% adubo | 106,3 a | 117,6 a | 113,2 ab |
| 8- 50% herbicida + 50% adubo | 92,7 ab | 109,0 ab | 120,3 a |
| 9- Testemunha | 86,8 abc | 96,4 abcd | 91,9 bc |
| CV (%) | 23,1 | 21,9 | 16,9 |

Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Em relação à primeira avaliação da altura de plantas da forrageira, aos 15 dias após a aplicação dos tratamentos, observa-se (Tabela 2) que a maior altura de plantas foi verificada no tratamento composto por 50% da dose do herbicida + 100% da dose de adubo, não diferindo nos tratamentos 100% do herbicida + 50% do adubo foliar, 50% do herbicida + 50% do adubo e na testemunha sem aplicação de herbicida ou adubo, enquanto as menores alturas nessa mesma avaliação foram verificadas nos tratamentos 100% de herbicida isolado, 100% do adubo foliar isolado, 100% do herbicida + 100% do adubo, 50% do adubo foliar e na testemunha.

Na segunda avaliação, aos 21 dias após a aplicação, o tratamento com a maior altura de plantas novamente foi o 50% do herbicida + 100% do adubo, sendo que este não diferiu dos tratamentos 100% do herbicida + 50% do adubo, 50% do herbicida + 50% do adubo, 50% do adubo foliar isolado, 50% do herbicida isolado e da testemunha.

Em relação à terceira avaliação, aos 60 dias, a maior altura foi verificada no tratamento com 50% do herbicida + 50% do adubo foliar, sendo que este não diferiu dos tratamentos 50% do herbicida + 100% do adubo foliar, 100% do herbicida + 50% do adubo foliar, 50% do herbicida isolado e 100% do herbicida isolado. Percebe-se que, apesar de não ter sido notada fitotoxicidade causada nas plantas forrageiras pelo herbicida, ocorre uma diminuição no crescimento em altura nos tratamentos que possuem o herbicida isolado, e essa diferença vai diminuindo com o passar do tempo, igualando-se aos melhores resultados na última avaliação.

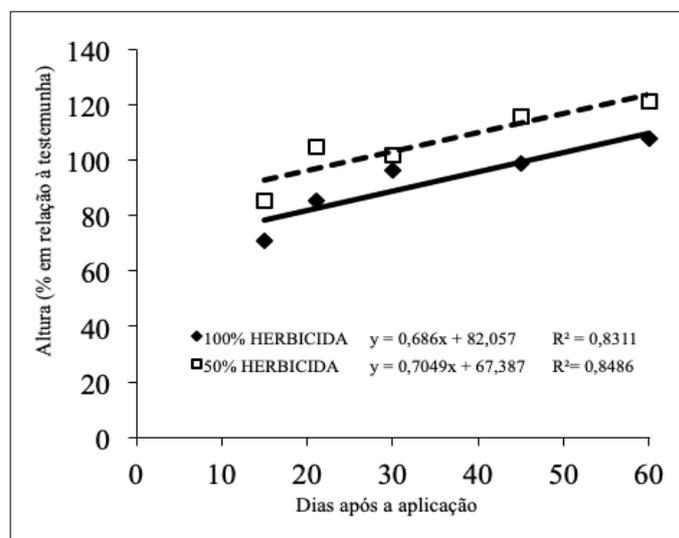
Uma das hipóteses a serem comprovadas pela pesquisa era a de que a mistura de um herbicida hormonal seletivo com fertilizante foliar poderia, de alguma maneira, afetar negativamente a forrageira, pois, em geral, para realizar o controle químico das plantas daninhas de maneira eficiente, a seletividade do herbicida sobre a cultura é a

peça-chave. Entretanto, podem ocorrer alguns efeitos induzidos pelos herbicidas, que incluem alterações no metabolismo secundário e nos níveis hormonais das plantas que receberam o agroquímico (DRANCA *et al.*, 2018; OLIVEIRA JÚNIOR; CONSTANTIN; INOUE, 2011). Isso se deve às rotas de formação de compostos importantes para o desenvolvimento e sobrevivência das espécies, que podem ser os mesmos locais de ação dos herbicidas (ROCKENBACH *et al.*, 2018). Entretanto, verificou-se, neste estudo, que essa mistura não acarretou prejuízos para a forrageira.

Na Figura 2, são apresentados os resultados da análise dos tratamentos em que havia apenas herbicida (100% e 50%), observando-se que, na primeira avaliação (15 DAA), nos dois tratamentos foram verificadas alturas inferiores à média da testemunha, sendo constatado que, no tratamento com 100% da dose, o tamanho era 30% inferior, enquanto o com 50% da dose foi 15% inferior em relação à testemunha. Na segunda avaliação, aos 21 DAA, a diferença em relação à testemunha foi reduzida, sendo que, com 100% da dose recomendada, essa diferença caiu para 15%, enquanto com 50%, foi para 5% acima dos valores médios obtidos na testemunha.

Figura 2 ▶

Altura de planta (% em relação à testemunha) de *Panicum maximum* tratado com 100% e 50% da dose de 2,4-D + picloram (2 L ha⁻¹).
Fonte: dados da pesquisa



Na avaliação dos 30 DAA, foi possível verificar que as médias dos tratamentos estavam muito próximas à média da testemunha, com uma diferença de 5% inferior para o tratamento com 100% de herbicida e média semelhante ao tratamento que recebeu 50% da dose. Já aos 45 DAA, os resultados observados no tratamento com 50% da dose apresentavam uma média de altura superior a 10% em relação à testemunha, ao passo que, no tratamento com 100% da dose, as médias eram aproximadamente 5% inferiores à testemunha.

Na última avaliação, aos 60 DAA, os tratamentos com 100% da dose e com 50% da dose já apresentavam médias superiores à testemunha, sendo que o com 100% da dose apresentava 2% a mais de crescimento, enquanto o com 50% da dose era 20% superior à testemunha. Nesses tratamentos com 100% e 50% da dose, era possível observar um crescimento constante e superior ao da testemunha, já que as plantas forrageiras se desenvolviam sem a interferência das plantas de assa-peixe, não havendo qualquer competição; isso também pode ter ocorrido devido a alguma reação indesejada do herbicida sobre a forrageira ou pela ação fitotóxica do herbicida sobre as plantas de *V. polyanthes*, promovendo danos a essa planta daninha – quando não causou sua morte, a

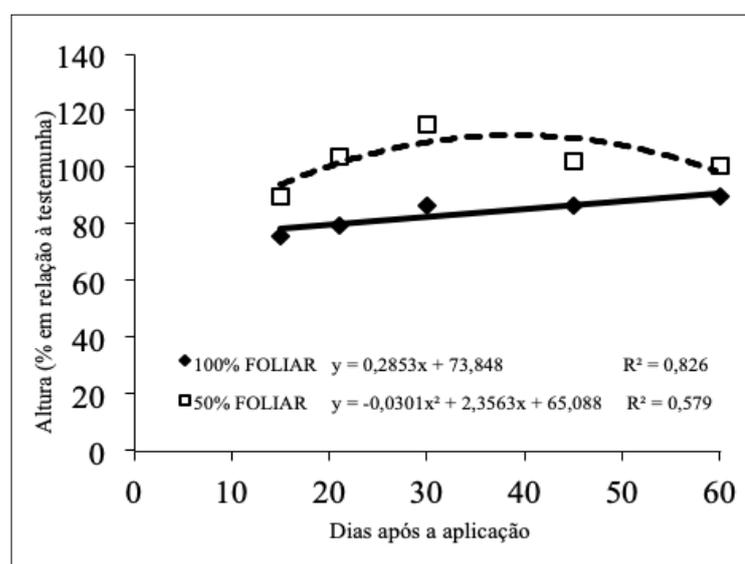
dose foi suficiente para provocar atraso no desenvolvimento dessas plantas, favorecendo com o passar do tempo o desenvolvimento da forrageira (BESSANI, 2009).

Em geral, a fitotoxicidade promovida pela mistura de herbicidas com outros agroquímicos pode alterar algumas características morfológicas da espécie de interesse e, como consequência disso, alterar a habilidade competitiva desta com plantas daninhas. Nesse contexto, essa habilidade é influenciada negativamente (MORAES *et al.*, 2016). Entretanto, quando a mistura é com adubo foliar, é possível que este último atue positivamente no desenvolvimento da cultura, permitindo que esta possa aumentar sua capacidade competitiva com as plantas daninhas, como ocorreu no presente estudo.

Nos tratamentos com 100% adubo + 100% herbicida e com 100% adubo, era de se esperar um crescimento maior da forrageira, devido à dose de adubo foliar, porém a planta daninha se sobressaiu, provavelmente devido à absorção de parte do adubo foliar aplicado, beneficiando-se dos seus nutrientes.

Na Figura 3, são apresentados os resultados da aplicação apenas do adubo foliar, em sua dose completa ou metade desta.

Figura 3 ►
Altura de planta (% em relação à testemunha) de *Panicum maximum* tratado com 100% e 50% da dose de adubo foliar. Fonte: dados da pesquisa



As médias dos tratamentos na primeira avaliação apresentavam-se menores que a testemunha, que não recebeu adubo foliar, sendo que o tratamento com 100% da dose do adubo foliar era 20% maior e o tratamento com 50% da dose, 10% superior.

Na segunda avaliação, o tratamento com 50% da dose apresentou maiores médias que a testemunha, ao passo que o tratamento com 100% da dose seguiu uma tendência de crescimento linear constante, mas em menor proporção. Já na terceira avaliação (30 DAA), o tratamento com a aplicação da 50% da dose continuava com a média de altura superior à testemunha, mas o tratamento com 100% já tinha médias de altura inferiores às obtidas na testemunha. Como havia um permanente crescimento das plantas da forrageira, aos 45 DAA observava-se nitidamente uma queda no desenvolvimento dos indivíduos do tratamento com 50% da dose do adubo foliar, enquanto no tratamento com 100% havia redução gradativa na diferença da altura, se comparado com os valores da testemunha.

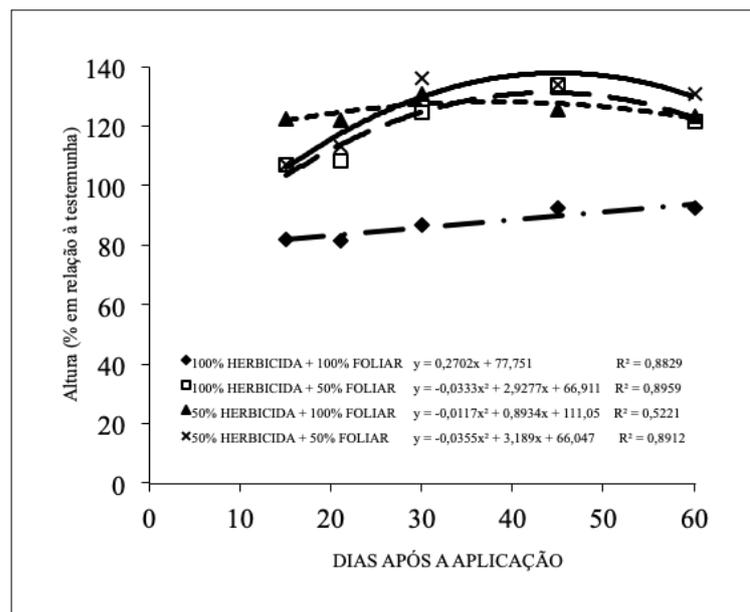
Na avaliação final, aos 60 DAA, os tratamentos com 100% e 50% da dose do adubo isolado apresentaram médias abaixo da testemunha, visto que, nesses tratamentos, foi adicionado apenas adubo foliar, o que possibilitou que as plantas daninhas recebessem

os nutrientes, aumentando a pressão exercida sobre as forrageiras, especialmente por otimizar o uso mais eficiente destes no metabolismo daquelas espécies indesejáveis (CARVALHO *et al.*, 2010). Essa é uma característica de rusticidade típica das plantas daninhas (CONCENÇO *et al.*, 2014).

Na Figura 4, são apresentados os tratamentos nos quais havia a mistura entre adubo foliar e herbicida (100% de herbicida + 100% de adubo, 100% de herbicida + 50% de adubo, 50% de herbicida + 100% de adubo e 50% de herbicida + 50% de adubo). Pode-se verificar que o único tratamento que apresentou médias de altura menores que as da testemunha foi o com 100% de herbicida + 100% de adubo. Nesse tratamento, a média dos valores na primeira avaliação era 20% inferior aos da testemunha, porém, nas demais avaliações, notou-se que houve redução na diferença entre as médias dessa variável, que atingiu apenas 10% na última avaliação.

Figura 4 ►

Altura de planta (% em relação à testemunha) de *Panicum maximum* tratado com misturas de 2,4-D + picloram e adubo foliar.
Fonte: dados da pesquisa



Na avaliação aos 15 DAA, o tratamento com 100% herbicida + 50% adubo apresentou média de altura similar ao tratamento com 50% herbicida + 50% adubo, com superioridade à testemunha de aproximadamente 5%. O tratamento com 50% herbicida + 100% adubo apresentou superioridade de 20% logo na primeira avaliação. Aos 21 DAA, os tratamentos com 100% herbicida + 50% adubo, 50% herbicida + 100% adubo e 50% herbicida + 50% adubo mantiveram-se com médias superiores à da testemunha, sendo que o tratamento 50% herbicida + 100% adubo manteve-se com superioridade de 20%, enquanto nos tratamentos com 100% herbicida + 50% adubo e 50% herbicida + 50% adubo, as médias eram superiores em 5% e 10%, respectivamente, ao se comparar com os valores da testemunha. Nas demais avaliações (45 e 60 DAA), os tratamentos com 100% herbicida + 50% adubo, 50% herbicida + 100% adubo e 50% herbicida + 50% adubo mantiveram alturas 20% superiores à da testemunha.

Assim, pode-se inferir que várias seriam as vantagens da aplicação dos dois produtos (herbicida e fertilizante foliar) em uma mesma calda de pulverização, como a redução no tempo, na mão de obra, na quantidade de água e de óleo diesel consumidos, maior agilidade nas operações, maior facilidade de manejo da espécie de interesse econômico, redução na compactação do solo, maior espectro de ação dos agroquímicos, prevenção

do surgimento de resistência aos herbicidas e também a aplicação no momento mais apropriado. Mas também há desvantagens, como a ausência de regulamentação para a realização de misturas na propriedade rural, maior preocupação com os riscos à saúde e ao meio ambiente, possibilidade de ocorrer fitointoxicação da cultura, possível antagonismo ou incompatibilidade entre os produtos e maior desgaste dos equipamentos utilizados para a aplicação (GAZZIERO *et al.*, 2017). Desse modo, a associação desses dois produtos, desde que realizada de maneira correta, tende a trazer benefícios, como os observados nos resultados obtidos nesta pesquisa.

4 Considerações finais

A aplicação de herbicida 2,4-D + picloram misturado ao adubo foliar proporciona danos significativos na planta daninha *Vernonia polyanthes*, indicando que, mesmo na metade da dose recomendada, os resultados são satisfatórios.

Não há efeito danoso nas plantas de *Panicum maximum* ao se misturar o herbicida e o adubo foliar.

Há possibilidade real de uso dessa mistura, com ganhos econômicos ao se evitar a realização das duas operações separadamente (aplicação de herbicida e adubação foliar).

Referências

ALAM – ASOCIACION LATINOAMERICANA DE MALEZAS. Recomendaciones sobre unificación de evaluación en ensayos de control de malezas. **ALAM**, v. 1, n. 1, p. 8-35, 1974. Disponível em: <https://www.scienceopen.com/document?vid=83f65558-5420-4054-b5c3-1da660ac8346> . Acesso em: 20 abr. 2020.

BELO, A. F.; COELHO, A. T. C. P.; TIRONI, S. P.; FERREIRA, E. A.; FERREIRA, L. R.; SILVA, A. A. Atividade fotossintética de plantas cultivadas em solo contaminado com picloram. **Planta Daninha**, v. 29, n. 4, p. 885-892, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-83582011000400019>.

BESSANI, J. P. P. **Recuperação de pastagem com a aplicação de 2,4-D + picloram e adubo foliar**. 2009. 30 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) – Universidade do Estado de Mato Grosso, Alta Floresta, 2009.

BONINI, I.; RODRIGUES, C.; DALLACORT, R.; MARIMON JUNIOR, B. H.; CARVALHO, M. A. C. Rainfall and deforestation in the municipality of Colíder, southern Amazon. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 29, n. 4, p. 483-493, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0102-778620130665>.

CARVALHO, S. J. P.; DIAS, A. C. R.; SHIOMI, G. M.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Simultaneous addition of ammonium sulfate and urea to glyphosate spray solution. **Planta Daninha**, v. 28, n. 3, p. 575-584, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-83582010000300014>.

CARVALHO, W. T. V.; MINIGHIN, D. C.; GONÇALVES, L. C.; VILLANOVA, D. F. Q.; MAURICIO, R. M.; PEREIRA, R. V. G. Degraded pastures and recovery techniques: Review. **Pubvet**, v. 11, n. 10, p. 1036-1045, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.22256/pubvet.v11n10.1036-1045>.

CASTRO JUNIOR, T. G.; FERNANDES, A. C.; ROSSI JUNIOR, P. Herbicides in the pasture weed management of *Brachiaria brizantha* cv Marandu, in Mato Grosso, Brazil. **Revista Acadêmica de Ciência Animal**, v. 6, n. 1, p. 109-118, 2008. DOI: <http://dx.doi.org/10.7213/cienciaanimal.v6i1.10415>.

CONCENÇO, G.; ANDRES, A.; SILVA, A. F.; GALON, L.; FERREIRA, E. A.; ASPIAZU, I. Ciência das plantas daninhas: histórico, biologia, ecologia e fisiologia. In: MONQUERO, P. A. (org.). **Aspectos da biologia e manejo das plantas daninhas**. São Carlos: Rima, 2014. v. 1, p. 8-32.

COSTA, K. A. P.; OLIVEIRA, I. P.; FAQUIN, V. **Adubação nitrogenada para pastagens do gênero *Brachiaria* em solos do Cerrado**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2006. 60 p.

CUNHA, J. L. X. L.; CARVALHO, I. D. E.; COELHO, M. E. H.; SILVA JÚNIOR, A. B.; OLIVEIRA, F. S. Phytosociological survey in tifton cowboy pasture in Rio Largo, Alagoas state. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, v. 10, n. 4, p. 49-54, 2016. Disponível em: <https://revistatca.pb.gov.br/edicoes/volume-10-2016/v-10-n-4-junho-2016/tca10410.pdf>. Acesso em: 18 jun. 2020.

DOURADO, D. L.; DUBEUX JUNIOR, J. C. B.; MELLO, A. C. L.; SANTOS, M. V. F.; LIRA, M. A.; FREITAS, E. V.; APOLINÁRIO, V. X. O.; SANTOS, E. R. S. Canopy structure and forage nutritive value of elephantgrass subjected to different stocking rate and N fertilization in the “Mata Seca” ecoregion of Pernambuco. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 48, e20180134, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1590/rbz4820180134>.

DRANCA, A. C.; HELVIG, E. O.; MACIEL, C. D. G.; CARBONARI, C. A.; VELINI, E. D. Associations of herbicides with fertilizer and plant grown regulator on soybean. **Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias**, v. 11, n. 3, p. 69-80, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.5935/PAeT.V11.N3.07>.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2018. 355 p. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/199517/1/SiBCS-2018-ISBN-9788570358004.pdf>. Acesso em: 18 jun. 2020.

MAIORES rebanhos e produtores de carne bovina em 2020: dados de abril. **Farmnews**, 18 abr. 2020. Disponível em: <http://www.farmnews.com.br/mercado/maiores-rebanhos-e-produtores-de-carne-bovina/>. Acesso em: 18 jun. 2020.

GAZZIERO, D. L. P.; SILVA, A. F.; ADEGAS, F. S.; VARGAS, L.; KARAM, D.; ANDRES, A. Junto e misturado. **Revista Cultivar**, v. 9, p. 26-27, 2017. Disponível em: <https://www.grupocultivar.com.br/artigos/junto-e-misturado>. Acesso em: 20 jun. 2020.

HORN, R.; YAMASHITA, O. M.; FERREIRA, A. C. T.; CARVALHO, M. A. C.; DALLACORT, R.; FELITO, R. A.; ROCHA, A. M.; TEIXEIRA, S. O.; BATISTÃO, A. C.; PARENTE, T. L.; CAIONI, S. Management of *Adenocalymna impressum* on pasture in the northwestern Mato Grosso. **Revista de Ciências Agroambientais**, v. 15, n. 1, p. 68-72, 2017. Disponível em: <https://periodicos.unemat.br/index.php/rcaa/article/view/2198>. Acesso em: 19 jun. 2020.

HUMBLE, G. D.; HSIAO, T. C. Light-dependent influx and efflux of potassium of guard cells during stomatal opening and closing. **Plant Physiology**, v. 46, n. 3, p. 483-487, 1970. DOI: <https://doi.org/10.1104/pp.46.3.483>.

LORENZI, H. **Manual de identificação de plantas daninhas do Brasil**: terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas. 4. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2008. 640 p.

MALISZEWSKI, E. Estudo aponta influência da adubação foliar na pastagem. **Agrolink**, 9 maio 2019. Disponível em: https://www.agrolink.com.br/noticias/estudo-aponta-influencia-da-adubacao-foliar-na-pastagem_419028.html . Acesso em: 18 jun. 2020.

MORAES, N. C.; JAKELAITIS, A.; CARDOSO, I. S.; REZENDE, P. N.; ARAÚJO, V. T.; VIEIRA JÚNIOR, N. S.; TAVARES, C. J. Effects of herbicides and foliar fertilizer in tank mix in soybean. **Magistra**, v. 28, n. 2, p. 233-243, 2016. Disponível em: <https://magistraonline.ufrb.edu.br/index.php/magistra/article/view/425>. Acesso em: 18 jun. 2020.

NASCIMENTO, E. R.; YAMASHITA, O. M. Initial development of vegetable crops cultivated in soils with 2,4-D + picloram residues. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 30, n. 1, p. 47-54, 2009. DOI: <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2009v30n1p47>.

OLIVEIRA JÚNIOR, R. S.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M. H. **Biologia e manejo de plantas daninhas**. Curitiba: Omnipax, 2011. 348 p. Disponível em: <http://omnipax.com.br/livros/2011/BMPD/BMPD-livro.pdf>. Acesso em: 12 maio 2020.

OWEN, M. D. K.; ZELAYA, I. A. Herbicide-resistant crops and weed resistance to herbicides. **Pesticide Management Science**, v. 61, n. 3, p. 301-311, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1002/ps.1015>.

PEMADASA, M. A.; JEYASEELAN, K. Some effects of three herbicidal auxins on stomatal movements. **New Phytology**, v. 77, n. 3, p. 569-573, 1976. Disponível em: <https://nph.onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1111/j.1469-8137.1976.tb04648.x>. Acesso em: 15 jun. 2020.

POTT, A.; POTT, V. J.; SOUZA, T. W. **Plantas daninhas de pastagem na região de Cerrados**. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2006. 336 p.

REZENDE, B. P. M.; TAVARES, C. J.; MARANGONI, R. E.; CUNHA, P. C. R.; JAKELAITIS, A. Effects of the mixture of fomesafen + fluazifop-p-butyl herbicides with insecticides in soybean crop. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 7, n. 4, p. 608-613, 2012. DOI: <https://doi.org/10.5039/agraria.v7i4a1842>.

ROCKENBACH, A. P.; RIZZARDI, M. A.; NUNES, A. L.; BIANCHI, M. A.; CAVERZAN, A.; SCHNEIDER, T. Interference between weeds and crop: changes in secondary metabolism. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 17, n. 1, p. 59-70, 2018. DOI: <https://doi.org/10.7824/rbh.v17i1.527>.

SANTOS, M. V.; FREITAS, F. C. L.; FERREIRA, F. A.; VIANA, R. G.; TUFFI SANTOS, L. D.; FONSECA, D. M. Efficacy and persistence of herbicides in pasture soils. **Planta Daninha**, v. 24, n. 2, p. 391-398, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-83582006000200024>.

SANTOS, R. F. Perspectivas do agronegócio brasileiro para 2020. **Lavoura: o blog da Aegro**. Disponível em: <https://blog.aegro.com.br/agronegocio-brasileiro-2020/> . Acesso em: 18 jun. 2020.

SILVA, A. A.; SILVA, J. F. Herbicidas: classificação e mecanismo de ação. *In*: SILVA, A. A.; SILVA, J. F. (ed.). **Tópicos em manejo de plantas daninhas**. Viçosa: Editora UFV, 2007. p. 83-148.

SVICERO, E. F.; BARROS, J. C.; LADEIRA NETO, A. Manejo de plantas daninhas em pastagens. **Plano Consultoria Agropecuária**, 6 set. 2017. Seção Artigos Técnicos. Disponível em: <http://www.planoconsultoria.com.br/v2/index0950.html?pid=113> . Acesso em: 18 jun. 2020.

VENDRAME, G. H. M.; YAMASHITA, O. M.; CARVALHO, M. A. C.; CAMPOS, O. R.; DALLACORT, R.; KOGA, P. S.; PARENTE, T. L.; CAIONI, S.; PERES, W. M.; OLIVEIRA, R. B. Chemical management of *Vismia guianensis* with different mixtures of auxinic herbicides in *Brachiaria brizantha* pasture area. **Revista de Ciências Agroambientais**, v. 12, n. 1, p. 35-41, 2014. Disponível em: http://www.unemat.br/revistas/rcaa/docs/vol12-1/5_artigo_rcaa_v12n1a2014.pdf. Acesso em: 16 jun. 2020.

VIEIRA JÚNIOR, N. S.; JAKELAITIS, A.; CARDOSO, I. S.; REZENDE, P. N.; MORAES, N. C.; ARAÚJO, V. T.; TAVARES, C. J. Association of herbicides post-emergence in corn. **Global Science and Technology**, v. 8, n. 1, p. 1-8, 2015. DOI: <https://doi.org/10.14688/1984-3801/gst.v8n1p1-8> .