USO DE HERBICIDAS RESIDUAIS PARA O MANEJO DE PLANTAS DANINHAS TOLERANTES A GLIFOSATO NO CERRADO MARANHENSE

ARTIGO ORIGINAL

FURTADO, José Augusto Lima[1], ALMEIDA, Edmilson Igor Bernardo[2], SOUSA, Andreza Maciel de[3], PONTE, Islana Silva[4], FREITAS, Fernanda Mendonça[5], SILVA, Heigla Márcia de Sousa[6], SANTOS, Cyntia Airagna Fortes dos[7], SILVA, Lourrana Rhavenna Diogo[8], LEITE, Patrício Gomes[9], SOUSA, Washington da Silva[10]

FURTADO, José Augusto Lima *et al.* **Uso de herbicidas residuais para o manejo de plantas daninhas tolerantes a glifosato no cerrado maranhense**. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano. 10, Ed. 04, Vol. 02, pp. 24-40. Abril de 2025. ISSN: 2448-0959, Link de acesso: https://www.nucleodoconhecimento.com.br/agronomia/manejo-de-plantas, DOI: 10.32749/nucleodoconhecimento.com.br/agronomia/manejo-de-plantas

RESUMO

O manejo preventivo de plantas daninhas tolerantes a herbicidas é um dos principais gargalos para o aumento de produtividade na cultura da soja. Objetivou-se analisar o desempenho de herbicidas pré-emergentes e pós-emergentes sobre o controle de espécies tolerantes ao glifosato no cerrado maranhense. A pesquisa foi conduzida durante o período chuvoso, em lavoura comercial de soja situada na cidade de Brejo, Maranhão, Brasil, entre os meses de janeiro e junho de 2022. O experimento foi delineado em arranjo de faixas, com 5 tratamentos e 6 repetições. Testaram-se dois tratamentos pós-emergentes residuais e três pré-emergentes, compreendidos por glifosato + 2,4-D (2.096 + 670), glifosato + saflufenacil (1.397 + 35), diclosulam + imazetapir (30 + 80), flumioxazina + imazetapir (50 + 100) e flumioxazina + piroxasulfona (60 + 80 g i.a. ou e.a. ha^{-1}). Realizou-se o monitoramento de plantas daninhas com a estimativa de índices fitossociológicos e porcentagem de controle, bem como, avaliaram-se a fitotoxicidade, densidade, fenologia e produtividade da soja. Ao término do estudo, identificaram-se 18 espécies de plantas daninhas, distribuídas em 15 gêneros e 13 famílias botânicas. As espécies *Eleusine indica*, *Spermacoce verticillata* e *Cyperus iria* não foram controladas por nenhum dos tratamentos testado, obtendo uma suspeita de resistência ao glifosato, a qual deverá ser investigada em estudos futuros. O uso de herbicidas pré-emergentes foi mais efetivo para o controle de plantas daninhas eudicotiledôneas, como a *Scoparia dulcis*,

e alcançou uma produtividade de 4.047 kg ha^{-1}, para a aplicação da mistura de flumioxazina (50 g i.a. ha^{-1}) + imazetapir (100 g e.a. ha^{-1}).

Palavras-chave: *Glycine max* (L.) Merril, Herbicida pré-emergente, Maranhão, Produtividade, Resistência a herbicida.

1. INTRODUÇÃO

A soja [*Glycine max* (L.) Merril] é uma das culturas de maior destaque no cenário agrícola mundial. O potencial de mercado e ótima adaptação a diferentes condições edafoclimáticas propiciam seu cultivo em todas as regiões brasileiras (Menezes *et al*., 2019). No entanto, os principais estados brasileiros produtores de soja enfrentam gargalos quanto ao manejo eficiente e sustentável de plantas daninhas, o que tem ocasionado perdas de produtividade e inviabilizado a atividade agrícola em casos mais graves (Vargas; Passos; Karam, 2018).

O controle químico de plantas daninhas é uma ferramenta imprescindível devido ao cultivo da soja em áreas de grande extensão. Neste sistema, os herbicidas são geralmente eficientes, viáveis e convenientes. Em contrapartida, o seu uso excessivo pode selecionar plantas daninhas resistentes, causar impactos ambientais e graves danos à saúde humana (Faiçal *et al*., 2017). Dentre os herbicidas, o glifosato é um dos mais utilizados no Brasil e tem sido apontado como aquele de maior potencial de seleção de biótipos resistentes em lavouras de soja transgênica. Atualmente, há doze espécies resistentes a glifosato no país (Silva *et al*., 2022; Kalsing *et al*., 2020).

A resistência a herbicidas consiste numa habilidade geneticamente herdada pela planta daninha em sobreviver a determinados tratamentos químicos sucessivos, que, em condições normais seriam letais (Jones *et al*., 2022). Ao passo que a tolerância a herbicidas abrange características inatas da espécie (atributos anatômicos, morfológicos e/ou fisiológicos) que permitem sobreviver a doses recomendadas em bula**,** que geralmente seriam letais a outras espécies (Placido *et al*., 2022). Assim, o eficiente posicionamento de herbicidas, como o glifosato, pode ser crucial para prevenção e manejo de plantas daninhas resistentes ou tolerantes na sojicultura.

Neste contexto, devido ao uso mal planejado de glifosato em lavouras transgênicas de soja, tem-se reportado no estado do Maranhão o aumento da ocorrência de plantas daninhas resistentes, como a *Digitaria insularis* (L.) Mez ex Ekman (capim-amargoso)*, Conyza spp.* L. (buva) e *Eleusine indica* (L.) Gaertn (capim pé-de-galinha *(*Adegas *et al.*, 2017). E também, algumas espécies tolerantes, como *Cenchrus echinatus L. (*capim-carrapicho*), Commelina benghalensis L.* (trapoeraba)*, Cyperus iria L.* (tiririca)*, Scoparia dulcis L.* (vassourinha-doce) e *Spermacoce verticillata L.* (vassourinha-de-botão) (Silva *et al*., 2022; Silva *et al*., 2021*).* Tornam-se relevantes estudos que visem controlar efetivamente estas espécies, bem como, prevenir e monitorar a ocorrência de outras espécies potencialmente tolerantes ou resistentes a herbicidas no Brasil (Adegas *et al*., 2022).

O uso de herbicidas pós-emergentes residuais na dessecação pré-plantio e herbicidas pré-emergentes residuais em pré/pós-plantio tem sido apontado como uma alternativa eficaz para o manejo preventivo de plantas daninhas tolerantes ou resistentes ao glifosato, pois permite o controle desde o banco de sementes do solo, reduzindo a necessidade de aplicações sequenciais após o plantio da soja. E, quando estas são necessárias, a pressão de seleção torna-se menor, aumentando a eficiência dos herbicidas pós-emergentes em fases juvenis das plantas daninhas (Silva *et al*., 2021).

Por serem geralmente aplicados diretamente ao solo, antes da emergência da cultura e plantas daninhas, o desempenho dos herbicidas pré-emergentes é complexo e pode ter sua dinâmica alterada pelas propriedades físicas, microbiota e teor de matéria orgânica do solo; aporte de palha na superfície do solo, relevo, condições climáticas e histórico de infestação na lavoura (Matte *et al*., 2019). Diante do exposto, objetivou-se analisar o controle e seletividade de herbicidas pré-emergentes sobre plantas daninhas tolerantes a glifosato, em lavoura de soja no cerrado maranhense.

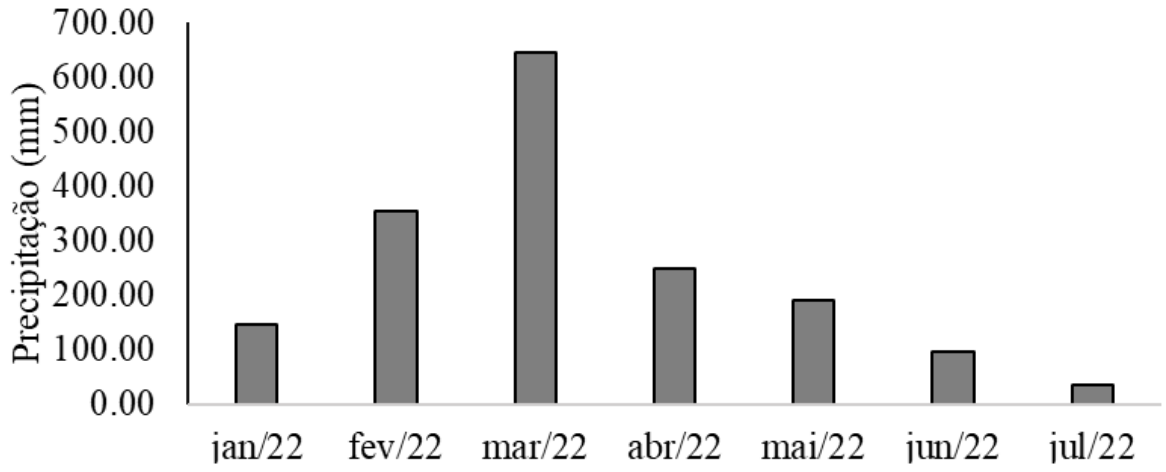
2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido durante o período chuvoso, entre os meses de janeiro e junho de 2022, numa lavoura comercial de soja, situada no município de Brejo, Maranhão, mesorregião Leste Maranhense, Brasil. Os herbicidas pré-emergentes

foram selecionados de acordo com os resultados obtidos por Silva *et al.* (2021), ao passo que os pós-emergentes, relacionados aos padrões de manejo e produtos disponíveis no mercado da região de estudo. O talhão experimental apresentava um histórico de manejo reativo com aplicações sucessivas de glifosato há mais de 10 anos, em diferentes fases do sistema de cultivo.

O solo da área experimental foi classificado como Argissolo Amarelo distrocoeso. O clima é o subúmido, megatérmico e com moderada deficiência de água no inverno, com precipitação pluviométrica anual de 1600 a 2000 mm, geralmente distribuída entre os meses de dezembro e junho (Siqueira *et al*., 2024). As precipitações médias registradas por mês, durante o período de realização do experimento estão dispostas na Figura 1.

Figura 1. Precipitação pluviométrica média por mês, durante a realização do experimento. Brejo, Maranhão, Brasil



Fontes: Autores, 2023.

O experimento foi conduzido em arranjo de faixas, com 5 tratamentos e 6 repetições. Os tratamentos consistiram em duas misturas de herbicidas pós-emergentes residuais, aplicadas aos 10 dias antes da semeadura (10 DAS) sobre plantas daninhas em estágios fenológicos predominantemente adultos; e três misturas de herbicidas pré-emergentes residuais, aplicadas diretamente no solo, um dia após o plantio da soja (1 DDS). As faixas com tratamentos pré-emergentes foram

padronizadamente dessecadas com glifosato + 2,4-D (2.096 g e.a. + 670 g i.a. ha^{-1}), aos 10 DAS (Tabela 1).

Tabela 1. Descrição detalhada do período de aplicação, modalidade da aplicação, tratamento e doses do ingrediente ativo por hectare

Período	Modalidade	Tratamento	Dose (g i.a. ha^{-1})
Pré-plantio	Pós-emergente	Gli + 2,4-D	2.096* + 670
Pré-plantio	Pós-emergente	Gli + Saf	1.397* + 35
Pós-plantio	Pré-emergente	Dic + Ima	30 + 80
Pós-plantio	Pré-emergente	Flu + Ima	50 + 100*
Pós-plantio	Pré-emergente	Flu + Pir	60 + 80

Gli: glifosato; Saf: saflufenacil; Dic: diclosulam; Ima: imazetapir; Flu: flumioxazina; Pir: piroxasulfona; *dose em equivalente ácido por hectare.

Fontes: Autores, 2023.

Os tratamentos ocuparam faixas de 15 hectares e foram aplicados com um pulverizador autopropelido, Jacto 2530, equipado com bicos do tipo leque, com gotas grossas, espaçados 0,5 m entre si, tanque de 2.500 litros e barra de pulverização de 30 metros, com taxa de aplicação de 100 L ha^{-1}. A cultivar de soja utilizada foi a Pampeana IPRO 9310, com uma taxa de semeadura de 15 sementes por metro.

O levantamento fitossociológico de plantas daninhas foi realizado através do método convencional com quadrado inventário (1m x 1m), lançado em malha regular georreferenciada de 20 m x 30 m, com 5 percursos e 20 amostras por percurso, totalizando 100 amostras. Foram realizados dois períodos de monitoramento, ambos na estação chuvosa. O primeiro ocorreu um dia antes da aplicação dos herbicidas pós-emergentes, ao passo que o segundo, 25 dias após a aplicação dos herbicidas pré-emergentes. A identificação das plantas daninhas foi realizada com literatura especializada (Lorenzi, 2014).

Estimaram-se índices fitossociológicos que compreenderam a densidade relativa (DR), frequência relativa (FR), abundância relativa (AR) e índice de valor de importância de plantas daninhas (IVI), calculados pelas seguintes equações:

$$\text{Densidade relativa (DR)} = \frac{\text{densidade da espécie} \times 100}{\text{densidade total das espécies}} \quad \text{(Equação 1)}$$

$$\text{Frequência relativa (FR)} = \frac{\text{frequência da espécie} \times 100}{\text{frequência total das espécies}} \quad \text{(Equação 2)}$$

$$\text{Abundância relativa (AR)} = \frac{\text{abundância da espécie} \times 100}{\text{abundância total das espécies}} \quad \text{(Equação 3)}$$

$$\text{Índice de valor de importância} = FR + DR + AR \quad \text{(Equação 4).}$$

A eficiência de controle de plantas daninhas foi determinada pela relação entre a densidade absoluta da testemunha (antes da dessecação) e a densidade absoluta dos tratamentos (após a aplicação):

$$\text{Controle (\%)} = \left[\frac{\text{densidade na testemunha - densidade no tratamento}}{\text{densidade na testemunha}}\right] \times 100 \quad \text{(Equação 5)}$$

O controle de plantas daninhas foi classificado em, controle nenhum ou escasso (0 a 40%), regular (41 a 60%), suficiente (61 a 70%), bom (71 a 80%), muito bom (81 a 90%) e controle excelente (91 a 100%). A seletividade dos herbicidas à cultura da soja foi analisada aos 25 DDS, por diagnoses visuais de fitoxicidade, que compreenderam notas de 1 a 9. A nota 1 referiu-se à ausência de sintomas de fitotoxicidade e a nota 9, a morte da planta. A produtividade da soja (PROD) foi estimada aos 120 DDS, pela seguinte fórmula:

$$\text{PROD} = \frac{(\text{População}) \times (\text{Vagens por planta}) \times (\text{Sementes por vagens}) \times (\text{Peso de mil grãos})}{60.000} \quad \text{(Equação 6)}$$

Os índices fitossociológicos foram analisados por estatística descritiva, ao passo que a eficiência de controle de plantas daninhas, fitotoxicidade, densidade, número de trifólios (fenologia no estádio vegetativo) e a produtividade foram submetidos à análise de variância pelo teste F ($p<0,05$). As médias, quando contrastantes, foram comparadas pelo teste Tukey HSD.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Identificaram-se 9.382 indivíduos, distribuídos em 13 famílias, 15 gêneros e 18 espécies, cujas classes botânicas e formas de reprodução predominantes foram monocotiledôneas (57,1%) e sexuada (100%), respectivamente (Tabela 2).

Tabela 2. Classificação de plantas daninhas ocorrentes em pré e pós-semeadura da soja, identificadas pela família, nome científico, número de indivíduos, classe botânica e forma de reprodução. Brejo, Maranhão, Brasil, 2022.

Família	Nome científico	Indivíduos	Classe botânica	Reprodução
Commelinaceae	*Commelina benghalensis* L.	1.077	M	S/A
Convolvulaceae	*Ipomoea muricata* (L.) Jacq.	1	E	S
Cyperaceae	*Cyperus rotundus* L.	34	M	S/A
	Cyperus iria L.	336	M	S
Euphorbiaceae	*Euphorbia hirta* L.	34	E	S
Fabaceae	*Mimosa pudica* L.	53	E	S
Heliotropiaceae	*Heliotropium indicum* L.	168	E	S
Malvaceae	*Sida cordifolia* L.	2	E	S
	Sida glaziovii K. Schum.	30	E	S
	Sida rhombifolia L.	2	E	S
Molluginaceae	*Mollugo verticillata* L.	889	E	S
Plantaginaceae	*Scoparia dulcis* L.	154	E	S
Poaceae	*Cenchrus echinatus* L.	122	M	S
	Eragrostis ciliares (L.) R.Br.	18	M	S
	Eleusine indica (L.) Gaertn	3.769	M	S
Portulacaceae	*Portulaca oleracea* L.	91	E	S
Rubiaceae	*Spermacoce verticillata* L.	2.587	E	S
Turneraceae	*Turnera subulata* Sm.	15	E	S

E – eudicotiledônea; M – monocotiledônea; S – Sexuada; S/A – sexuada e assexuada.

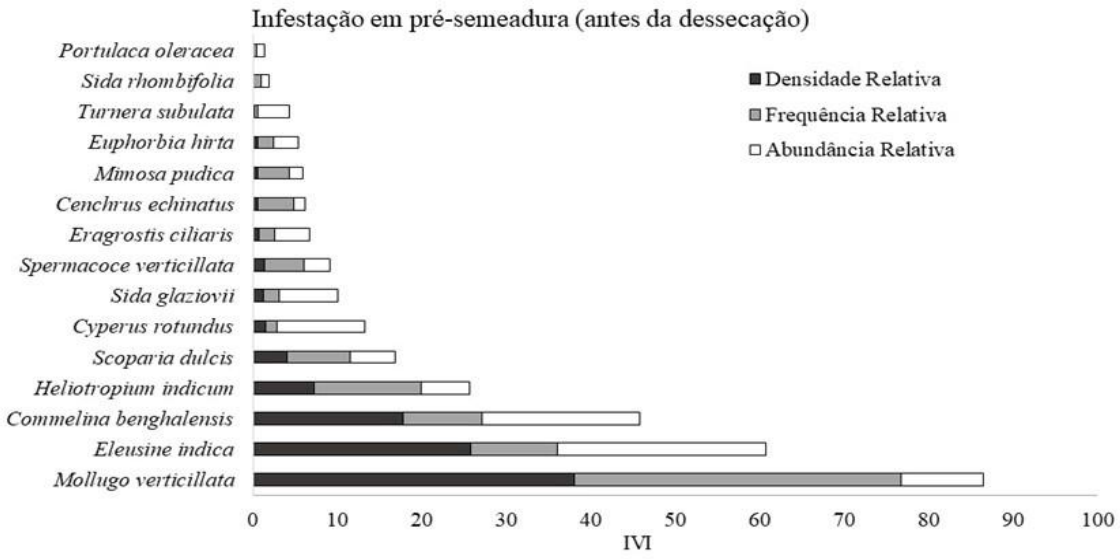
RC: 156132
Disponível em: https://www.nucleodoconhecimento.com.br/agronomia/manejo-de-plantas

Fontes: Autores, 2023.

Estes resultados corroboram com as configurações florísticas encontradas por Furtado *et al.* (2022) e Lopes *et al.* (2020) em lavouras de soja no cerrado maranhense, bem como com Oreja *et al.* (2022) em cultivos anuais nos Estados Unidos. Dentre as espécies identificadas, *E. indica* e *S. verticillata* estão listadas pelos órgãos fitossanitários brasileiros, como resistente e tolerante a glifosato, respectivamente. Segundo Kalsing *et al.* (2020) estas espécies têm apresentado difícil controle em todas as regiões do Brasil, ocasionando expressivas perdas de produtividade.

Em pré-semeadura, as espécies *M. verticillata* (IVI = 86,48)*, E. indica* (IVI = 60,79) e *C. benghalensis* (IVI = 45,82) apresentaram os maiores valores de importância na lavoura (Figura 2).

Figura 2. Índice de valor de importância (IVI) de plantas daninhas ocorrentes em lavoura comercial, em pré-semeadura da soja e pré-dessecação

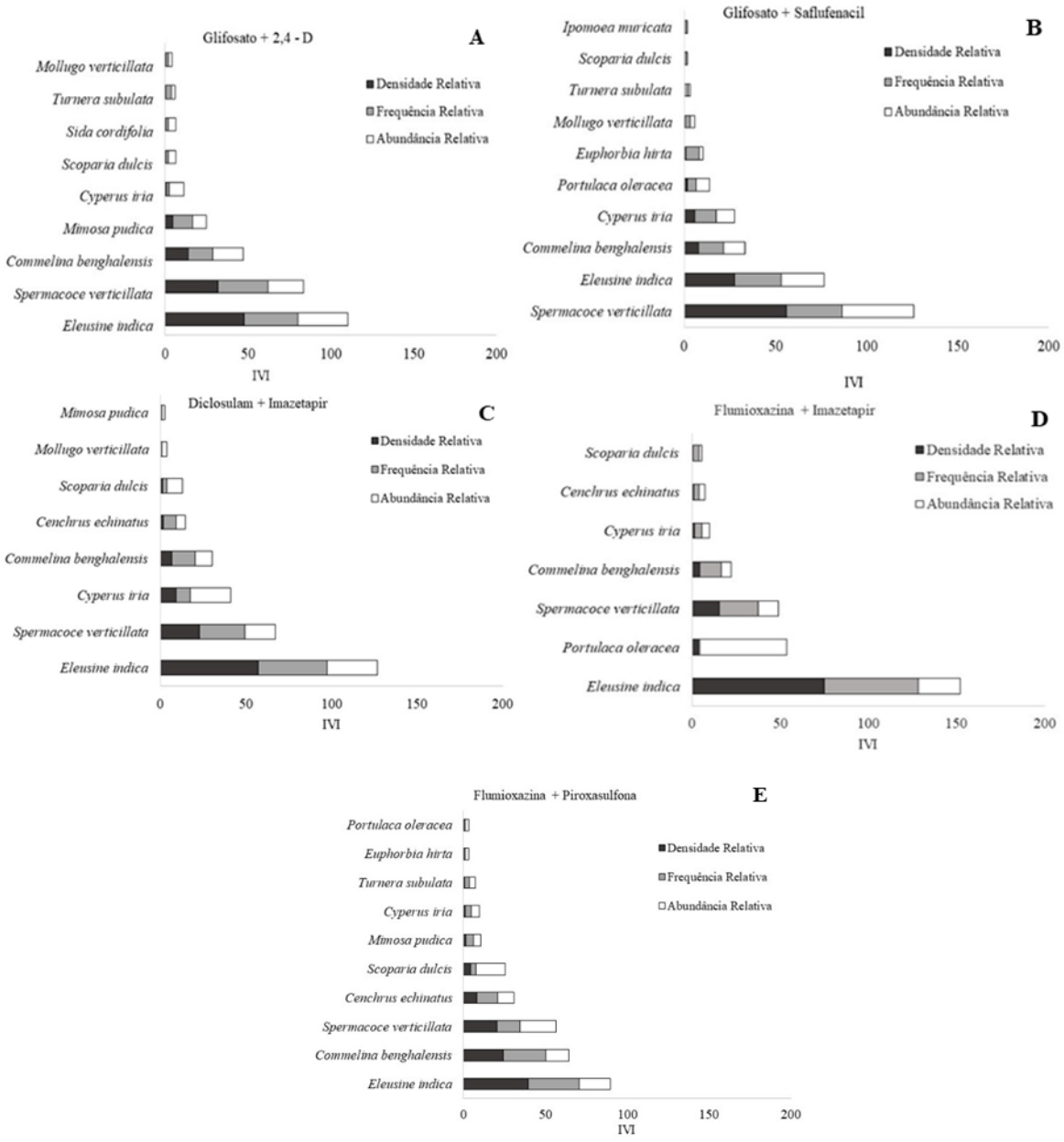


Fonte: Autores, 2023.

Takano *et al.* (2017) salientaram que desde o ano 2003, a espécie *E. indica* apresenta difícil controle no Brasil, quando foi confirmada sua resistência aos inibidores da ACCase. Em 2016, foi registrada resistência aos inibidores da EPSPs (glifosato) em cultivos de milho, soja e trigo. Em 2017, resistência múltipla aos inibidores da ACCase

e EPSPs. Neste escopo, quando utilizado glifosato (inibidor da EPSPs) em pré-semeadura, observaram-se resultados inexpressivos sobre o controle de *E. indica* (Figura 3).

Figura 3. Índice de valor de importância (IVI) de plantas daninhas ocorrentes em lavoura comercial de soja, aos 25 dias após à semeadura (DAS), sob efeito de diferentes moléculas pré e pós-emergentes. 3A: glifosato + 2,4-d; 3B: glifosato + saflufenacil; 3C: diclosulam + imazetapir; 3D: flumioxazina + 3E: flumioxazina + piroxasulfona



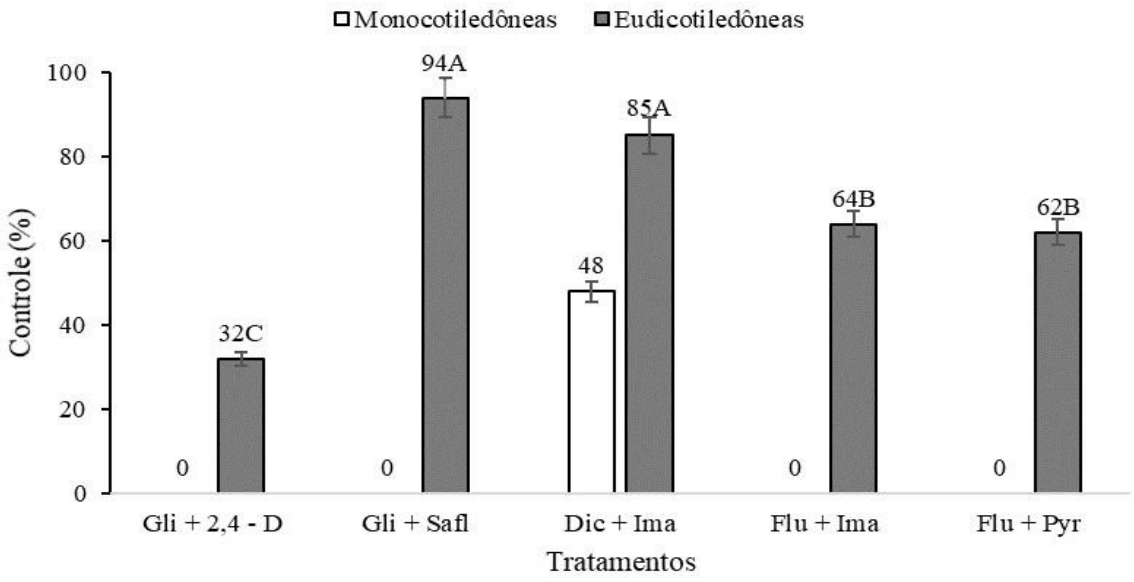
Fonte: Autores, 2023.

RC: 156132
Disponível em: https://www.nucleodoconhecimento.com.br/agronomia/manejo-de-plantas

As espécies *C. benghalensis, C. echinatus, C. iria* e *S. verticillata* também apresentaram tolerância ao uso de glifosato, mesmo em mistura com 2,4-D (Figura 3A) e saflufenacil (Figura 3B). Estes resultados corroboram com Santos *et al.* (2015) Lopes *et al.* (2021) e Bottcher *et al.* (2022), para *S. verticillata, C. benghalensis, C. echinatus* e *Cyperus sp.*, em misturas de glifosato com inibidores da Protox e mimetizadores de auxina, respectivamente.

Todos os tratamentos apresentaram controle nulo ou escasso plantas daninhas monocotiledôneas, exceptualmente, diclosulam + imazetapir que obteve um "controle regular" (48%). Em contrapartida, para plantas daninhas eudicotiledôneas, obteve-se 94% de controle com glifosato + saflufenacil; 85% com diclosulam + imazetapir 64% com flumioxazina + imazetapir, e 62% com flumioxazina + piroxasulfona. Estes tratamentos foram mais eficazes que o padrão fazenda (glifosato + 2,4-D), cujo controle foi escasso (32%) para plantas daninhas eudicotiledôneas e nulo (0%) para monocotiledôneas (Figura 4).

Figura 4. Eficiência de controle de glifosato + 2,4-D (gli + 2,4-D), glifosato + saflufenacil (gli + saf), diclosulam + imazetapir (dic + ima), flumioxazina + imazetapir (flu + ima), flumioxazina + piroxasulfona (flu + pir) sobre plantas daninhas mono e eudicotiledôneas, aos 25 dias depois da semeadura da soja



Fonte: Autores, 2023.

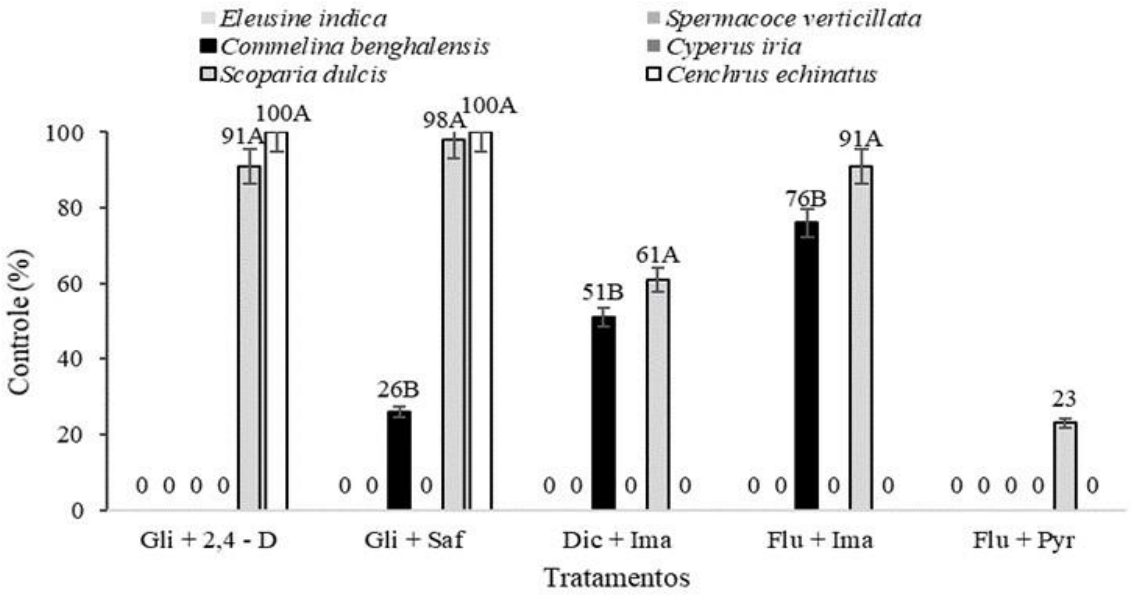
RC: 156132
Disponível em: https://www.nucleodoconhecimento.com.br/agronomia/manejo-de-plantas

Esses resultados corroboram com Piasecki *et al.* (2020) e Dalazen *et al.* (2015), que obtiveram excelente desempenho do saflufenacil sobre plantas daninhas eudicotiledôneas resistentes ao glifosato, como a *Conyza sp*. Bem como, Silva *et al.* (2022) que obtiveram boa performance do diclosulam + imazetapir e flumioxazina + imazetapir sobre o controle pré-emergente de espécies tolerantes a glifosato, como *Euphorbia hirta, Scoparia dulcis* e *Spermacoce verticillata*.

Segundo Gazola *et al.* (2021), os benefícios dos herbicidas pós-emergentes residuais e os pré-emergentes podem estar atrelados ao seu tempo de meia-vida no solo, que permite o controle de plantas daninhas no banco de sementes. O uso de herbicidas residuais é muito importante para obtenção de uma lavoura de soja mais limpa e com menor pressão de seleção de resistência ao glifosato (Takeshita *et al*., 2022).

Quanto à eficiência dos tratamentos sobre espécies-alvo, nenhum deles foi efetivo sob o controle de *E. indica*, *S. verticillata e C. iria.* (Figura 5).

Figura 5. Eficiência de controle de glifosato + 2,4-D, glifosato + saflufenacil, diclosulam + imazetapir, flumioxazina + imazetapir, flumioxazina + piroxassulfona sobre as espécies-alvo, *Eleusine indica, Spermacoce verticillata, Commelina benghalensis, Cyperus iria, Scoparia dulcis e Cenchrus echinatus*



Fonte: Autores, 2023.

RC: 156132
Disponível em: https://www.nucleodoconhecimento.com.br/agronomia/manejo-de-plantas

Isto pode estar relacionado a uma hipotética resistência destas espécies ao glifosato, que foi empregado na dessecação pré-semeadura de todos os tratamentos analisados. Estes resultados estão em concordância com Adegas *et al.* (2022), os quais alertaram sobre os riscos do manejo reativo com glifosato e a seleção de biótipos resistentes em lavouras de soja transgênicas.

Por sua vez, a espécie *Scoparia dulcis* demonstrou susceptibilidade ao uso de glifosato em mistura com 2,4-D e/ou saflufenacil, atingindo 98% de controle. Também foi efetivamente controlada por flumioxazina + imazetapir (91%), em pré-emergência (Figura 5). Este tratamento também oportunizou 74% de controle sobre *C. benghalensis*, em anuência com os resultados obtidos por Barbosa *et al.* (2023) e Bottcher *et al.* (2022).

Todos os tratamentos foram seletivos à cultura da soja, expressando notas de fitotoxicidade inferiores a 2 (Tabela 3). A melhor seletividade foi obtida com o uso de flumioxazina + imazetapir, em consonância com os resultados obtidos por Galon *et al.* (2022).

Tabela 1. Efeito dos tratamentos sobre a fitotoxicidade, densidade (plantas m^{-1}), fenologia (trifólios pl^{-1}) e produtividade da soja (kg ha^{-1})

Tratamento	Fitotoxicidade	Densidade (pl m^{-1})	Fenologia (trif pl^{-1})	Produtividade (kg ha^{-1})
Gli + 2,4-D	1,6 AB	12,9 A	5,6 A	3.913,7 B
Gli + Saf	1,5 AB	12,6 A	5,8 A	3.510,5 C
Dic + Ima	1,6 AB	13,4 A	5,4 A	4.003,1 AB
Flu + Ima	1,3 B	13,9 A	5,5 A	4.047,2 A
Flu + Pir	1,9 A	13,4 A	5,6 A	3.672,5 BC
CV (%)	16,91	7,32	5,76	6,74
p	0,01	0,68	0,33	0,02

Letras maiúsculas iguais na coluna não diferem entre si, pelo teste Tukey GSD. Observação: Gli (glifosato), Saf (saflufenacil), Pir (piroxasulfona), Flu (flumioxazina), Dic (diclosulam), Ima (imazetapir).

Fontes: Autores, 2023.

A densidade e fenologia da soja não foram afetados estatisticamente pelos tratamentos, em consonância com as notas de seletividade. Por sua vez, a produtividade foi estatisticamente influenciada (p<0,05), cujos melhores resultados foram alcançados com a aplicação de flumioxazina + imazetapir (4.047,2 kg ha^{-1}) e diclosulam + imazetapir (4.003,1 kg ha^{-1}). Estes resultados corroboram com os melhores controles de plantas daninhas, ratificando que a efetiva supressão da competição ocasiona incrementos de produtividade na lavoura de soja.

Resultados semelhantes foram obtidos por Galon *et al.* (2022), validando a importância do controle pré-emergente de plantas daninhas. Todavia, torna-se importante o eficiente controle em pré-semeadura, uma vez que plantas daninhas remanescentes podem ser um grande problema após o plantio da soja. Neste estudo, constatou-se que *E. indica, S. verticillata e C. iria* apresentaram uma hipotética resistência aos tratamentos testados, o que necessita ser melhor analisado em estudos futuros.

4. CONCLUSÃO

Identificaram-se 18 espécies, distribuídas em 15 gêneros e 13 famílias botânicas, dentre as quais, *E. indica*, *S. verticillata* e *C. iria* não obtiveram controle com nenhum dos tratamentos analisados, com suspeita de resistência a glifosato a ser investigada em estudos futuros.

O uso de herbicidas pré-emergentes foi efetivo para o controle de plantas daninhas eudicotiledôneas, alcançando uma produtividade de 4.047 kg ha^{-1}, com uso de flumioxazina (50 g i.a. ha^{-1}) + imazetapir (100 g e.a. ha^{-1}).

FINANCIAMENTO

Este artigo integra o projeto de pesquisa, financiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão (FAPEMA), Edital 02/2022, sob o código vigente 750/22. A Associação dos Produtores de Soja do Maranhão, filial Meio-Norte, prestou assistência logística. O projeto reúne

pesquisadores da Universidade Federal do Maranhão (UFMA) e Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRP).

REFERÊNCIAS

ADEGAS F. S.; VARGAS, L.; GAZZIERO, D. L. P.; KARAM, D. Impacto econômico da resistência de plantas daninhas a herbicidas no Brasil. Londrina, **Embrapa Soja**. 11p. (Circular, 132), 2017.

ADEGAS, F. S.; CORREUA, N. M.; SILVA, A. E.; CONCENÇO, G.; GAZZIERO, D. L. P.; DALAZEN, G. Glyphosate-resistant (GR) soybean and corn in Brazil: past, present, and future. **Advances in Weed Science**, v.40, e0202200102, 2022. DOI: https://doi.org/10.51694/AdvWeedSci/2022;40:seventy-five004

BARBOSA, J. R.; ALBRECHT, A. J. P.; ALBRECHT, L. P.; GARCIA, F. C.; MORI, L. G.; SILVA, A. F. M.; FAVORETTO, M.; PICCIN, E. S. Selectivity of pre-emergence herbicides applied at sowing or early post-emergence of soybean. **International Journal of Agriculture and Biology**, v.29, p.431-436, 2023. DOI: http://dx.doi.org/10.17957/IJAB/15.2050

BOTTCHER, A. A.; ALBRECHT, A. J. P.; ALBRECHT, L. P.; KASHIVAQUI, E. S. F.; CASSOL, M.; SOUZA, C. N. Z.; WAGNER, F. G.; SILVA, A. F. M. Herbicide efficacy in the fall management of *Richardia brasiliensis, Commelina benghalensis, Conyza sumatrensis* and *Digitaria insularis*. **Bioscience Journal**, v.38, e38025, 2022. DOI: https://doi.org/10.14393/BJ-v38n0a2022-53544

DALAZEN, G.; KRUSE, N. D.; MACHADO, S. L. O.; BALBINOT, A. Sinergismo na combinação de glifosato e saflufenacil para o controle de buva. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.45, p.249-256, 2015. DOI: https://doi.org/10.1590/1983-40632015v4533708

FAIÇAL, H. F.; FREITAS, H.; GOMES, P. H.; MANO, L. Y.; PESSIN, G.; CARVALHO, A. C. P. L. F; KRISHNAMACHARI, B.; UEYAMA, J. An adaptive approach for UAV-based pesticide spraying in dynamic environments. **Computers and Electronics in Agriculture**, v.138, p.210-223, 2017. DOI: https://doi.org/10.1016/j.compag.2017.04.011

FURTADO, J. A. L.; ALMEIDA, E. I. B.; OLIVEIRA, L. B. T.; SANTOS, A. C.; COSTA, T. V.; SILVA, M. S.; SOUZA, J. B. C.; SOUSA, W. S.; PONTE, I. S.; FREITAS, J. R. B. Spatial relation of weed competition and soil fertility in soybean farming. **Australian Journal of Crop Science**, v.16, p.899-906, 2022. DOI:10.21475/ajcs.22.16.07.p3548

GALON, L.; CAVALETTI, D. C.; SILVA, M. R.; SILVA, A. F.; HENZ NETO, O. D. Seletividade e eficácia de herbicidas aplicados em soja para o controle de plantas daninhas. **Agrarian**, v.15, e15715, 2022. DOI: https://doi.org/10.5965/223811712222023218

GAZOLA, T.; GOMES, D. M.; BELAPART, D.; DIAS, M. F.; CARBONARI, C. A.; VELINI, E.D. Selectivity and residual weed control of pre-emergent herbicides in soybean crop. **Revista Ceres**, v.68, p.219-229, 2021. DOI: https://doi.org/10.1590/0034-737X202168030008

JONES, E. A. L.; ANDRES, R. A.; DUNNE, J. C.; LEON, R. G.; EVERMAN, W. E. Utilization of image-based spectral reflectance to detect herbicide resistance in glufosinate-resistant and glufosinate-susceptible plants: a proof of concept. **Weed Science**, v.71, p.11-21, 2022. DOI: https://doi.org/10.1017/wsc.2022.68

KALSING, A.; ROSSI, C. V. S.; LUCIO, F. R.; MINOZZI, G. B.; GONCALVES, F. P.; VALERIANO, R. Efficacy of control of glyphosate-tolerant species of the Rubiaceae Family through double-knockdown applications. **Planta Daninha**, v. 38, e020190700, 2020. DOI: https://doi.org/10.1590/S0100-83582020380100023

LOPES, C. C.; FONTES, L. O.; LAZZARINI, L. E. S.; FREITAS, F. C. L.; COSTA FILHO, J. H.; SOUSA, E. R. Phytosociological survey of weed plants in soybean culture in the Gurgueia Valley. **Scientia Agraria Paranaensis**, v.20, p.75-80, 2021. DOI: https://doi.org/10.18188/sap.v20i1.25964

LOPES, K. A. L.; SILVA, M. S.; COSTA, L. S.; SILVA, T. F.; COSTA, T. V.; ALMEIDA, E. I. B.; OLIVEIRA, I. R.; FREITAS, J. R. B.; SOUSA, W. S.; OLIVEIRA, L. B. T. Spatial distribution of weed seed banks in the agricultural field and anthropized cerrado. **Journal of Agricultural Studies**, v.8, p.480-497, 2020. DOI: http://dx.doi.org/10.5296/jas.v8i2.16031

LORENZI, H. **Manual de identificação e controle de plantas daninhas: plantio direto e convencional**. Ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2014. 379 p.

MENEZES, P.H.S.; ALBUQUERQUE, J. A. A.; SMIDERLE, J. O.; MEDEIROS, R. D.; ALVES, J. M. A.; GIANLUPPI, D. Occurrence of weeds in areas submitted to tillage managements for soybean cultivation in the Cerrado of Roraima. **Planta Daninha**, v.37, e019193014, 2019. DOI: https://doi.org/10.1590/S0100-83582019370100079

MATTE, W. D.; CAVALIERI, S. D.; PEREIRA, C. S.; IKEDA, F. S.; COSTA, W. B. Residual activity of diclosulam applied to soybean on cotton crop in sucession. **Planta Daninha**, v.37, p.1-11, 2019. DOI:https://doi.org/10.1590/S0100-83582019370100016

OREJA, F. H.; INMAN, M. D.; JORDAN, D. L.; BARDHAN, D.; LEON, R.G. Modeling weed community diversity based on species population density dynamics and herbicide use intensity. **European Journal of Agronomy**, v.138, p.126533, 2022. DOI: https://dx.doi.org/10.1016/j.eja.2022.126533

PIASECKI, C.; CARVALHO, I. R.; AVILA, L. A.; AGOSTINETTO, D.; VARGAS, L. Glyphosate and saflufenacil: elucidating their combined action on the control of glyphosate-resistant *Conyza bonariensis*. **Agriculture**, v.10, p.236, 2020. DOI: https://doi.org/10.3390/agriculture10060236

PLACIDO, H. F.; SANTOS, R. F.; OLIVEIRA JÚNIOR, R. S.; MARCO, L. R.; SILVA, A. F. M.; BARROSO, A.A.M.; ALBRECHT, A.J.P.; VICTORIA FILHO, R. Morphological characterization of the foliar surface in glyphosate-resistant tall windmill grass. **Agronomy Journal**, v.114, p.641-650, 2022. DOI: https://doi.org/10.1002/agj2.20893

SANTOS, S. A.; TUFFI-SANTOS, L. D.; SANT'ANNA-SANTOS, B. F.; TANAKA, F. A. O.; SILVA, L. F.; SANTOS, A. Influence of shading on the leaf morphoanatomy and tolerance to glyphosate in *Commelina benghalensis* L. and *Cyperus rotundus* L. **Australian Journal of Crop Science**, v.9, p.135-142, 2015.

SILVA, M. S.; COSTA, T. V.; FURTADO, J. A. L.; SOUZA, J. B. C.; SILVA, E. A.; FERREIRA, L. S.; SILVA, C. A. A. C.; ALMEIDA, E. I. B.; SOUSA, W. S.; OLIVEIRA, L. B. T.; FREITAS, J. R. B.; OLIVEIRA, J. T. Performance of pre-emergence herbicides in weed competition and soybean agronomic components. **Australian Journal of Crop Sciense**, v.15, p.610-617, 2021. DOI:10.21475/ajcs.21.15.04.p3100

SILVA, M. S.; FURTADO, J. A. L.; CASTRO, J. Q.; SANTOS, I. L.; ALMEIDA, E. I. B.; OLIVEIRA, L. B. T.; SOUSA, W. S.; ARAUJO, R. C. A. Weed control and selectivity of different pre-emergence active ingredients in a soybean crop. **Agronomia Colombiana**, v.39, p.392-404, 2022. DOI: https://doi.org/10.15446/agron.colomb.v39n3.96334

SIQUEIRA, M. S.; SILVA, M. T.; BRITO, J. I. B.; BRAGA, C. C.; SOUZA, C. C.; SOUZA, A. C.; SOUSA, W. G. Índices climáticos extremos de precipitação pluvial e temperatura do ar na região do MATOPIBA-Brasil. **Revista Brasileira de Geografia e Física**, v. 17, p. 446-464, 2024. DOI: https://doi.org/10.26848/rbgf.v17.1.p446-464

TAKANO, H. K.; OLIVEIRA, J. R.; CONSTANTIN, R. S.; BRAZ, G. B. P.; GHENO, E. A. Goosegrass resistant to glyphosate in Brazil. **Planta Daninha**, v.35, e017163071, 2017. DOI: https://doi.org/10.1590/S0100-83582017350100013

TAKESHITA, V.; CARVALHO, L. B.; GALHARDI, J. A.; MUNHOZ-GARCIA, G. V.; PIMPINATO, R. F.; OLIVEIRA, H. C.; TORNISIELO, V. L.; FRACETO, L. F. Development of a preemergent nanoherbicide: from efficiency evaluation to the assessment of environmental fate and risks to soil microorganisms. **ACS Nanoscience Au**, v.2, p.307–323, 2022. DOI: https://doi.org/10.1021/acsnanoscienceau.1c00055

VARGAS, L. A.; PASSOS, A. M. A.; KARAM, D. Allelopathic potential of cover crops in control of shrubby false buttonweed (*Spermacoce verticillata*). **Planta Daninha,** v. 36, e018173359, 2018. DOI: https://doi.org/10.1590/S0100-83582018360100052

Material recebido: 24 de maio de 2024.

Material aprovado pelos pares: 08 de outubro de 2025.

Material editado aprovado pelos autores: 22 de março de 2025.

[1] Técnico Agropecuário e Engenheiro Agrônomo pela Universidade Federal do Maranhão. ORCID: http://orcid.org/0000-0001-5416-8528. Currículo Lattes: http://lattes.cnpq.br/6950029022472754.
[2] Orientador. Pós Doutorando em Weed Science pela North Carolina State University. Doutorado em Agronomia/Fitotecnia pela Universidade Federal do Ceará. Mestrado em Agronomia/Fitotecnia pela Universidade Federal do Ceará. Engenheiro Agrônomo pela Universidade Federal da Paraíba. ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2051-7085. Currículo Lattes: http://lattes.cnpq.br/4485991332506597.
[3] Mestranda em Ciências Ambientais pela Universidade Federal do Maranhão. Engenheira Agrícola pela Universidade do Maranhão. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-9660-425X. Currículo Lattes: http://lattes.cnpq.br/2514598692269307.
[4] Doutoranda em Biotecnologia pela Universidade Federal Rural de Pernambuco. Mestrado em Ciências Ambientais pela Universidade Federal do Maranhão. Bióloga pela Universidade Federal do Maranhão. ORCID: https://orcid.org/0000-0001-8213-4157. Currículo Lattes: http://lattes.cnpq.br/8454580515067949.
[5] Graduanda em Agronomia pela Universidade Federal do Maranhão. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-6490-1815. Currículo Lattes: http://lattes.cnpq.br/9594273838143875.
[6] Graduanda em Agronomia pela Universidade Federal do Maranhão. ORCID: https://orcid.org/0009-0005-0932-9392. Currículo Lattes: http://lattes.cnpq.br/1935576285041945.
[7] Graduada em Agronomia pela Universidade Federal do Maranhão, Mestranda em Ciência Animal pela Universidade Federal do Maranhão. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-1061-0414. Currículo Lattes: http://lattes.cnpq.br/7741671103098882.
[8] Graduanda em Agronomia pela Universidade Federal do Maranhão. ORCID: https://orcid.org/0009-0005-3441-1072. Currículo Lattes: http://lattes.cnpq.br/4668874033584044.
[9]Doutorado em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Campina Grande. Mestrado em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Campina Grande. Graduação em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Campina Grande. ORCID: https://orcid.org/0000-0001-5500-7865. Currículo Lattes: http://lattes.cnpq.br/5821255542462223.
[10] Pós-Doutorado na Universidade de São Paulo, Instituto de Física de São Carlos. Doutorado em Física pela Universidade de São Paulo. Mestrado em Física pela Universidade de São Paulo. Bacharel em Física pela Universidade Federal do Piauí. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-6563-6814. Currículo Lattes: http://lattes.cnpq.br/3325519024009786.