

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

EFEITO INIBITÓRIO DA APLICAÇÃO DE FILME POLIMÉRICO ADITIVADO COM EXTRATO DE MUCUNA SOB CAPIM-AMARGOSO

Laura Martins Qualhano¹, Fabio Luiz Oliveira¹, Leandro Pin Dalvi¹, Ana Cecília Bulhões Figueira², Priscilla Paiva Luz², Priscila Stinguel de Azevedo¹ e Vinicius Agnoleti¹

¹Universidade Federal do Espírito Santo/Centro de Ciências Agrárias e Engenharias, Alto Universitário, s/nº, Guararema – 29500-000 – Alegre-ES, Brasil, lauraqualhano@gmail.com, fabio.oliveira.2@ufes.br, leandropin@yahoo.com.br, pri_stinguel@hotmail.com, vinicius91ac@hotmail.com.

²Universidade Federal do Espírito Santo/Centro de Ciências Exatas, Avenida Fernando Ferrari, 514, Goiabeiras – 29075-910 – Vitória-ES, Brasil, anaceciliabf@gmail.com, priscilla.luz@ufes.br.

Resumo

O uso de filmes poliméricos à base de PET no manejo do capim-amargoso, atuando como inibidores de crescimento, é importante para reduzir o uso de herbicidas e dar um direcionamento a este material. O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito inibidor direto de filme polimérico aditivado com extrato de mucuna, sob a germinação e desenvolvimento inicial de plântulas de *D. insularis*, em diferentes concentrações e pHs. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com quatro repetições, em esquema fatorial 4x2+1, sendo os fatores os pH's (5, 7, 9 e 12) e as concentrações (1 e 2%) das soluções de filme polimérico, além água destilada como testemunha. Foram avaliadas a taxa de germinação, o índice de velocidade de germinação, o comprimento médio da raiz e parte aérea de massas fresca e seca das plântulas. Verificou-se que, houve efeito significativo do filme polimérico aditivado com mucuna sob a germinação e IVG das sementes, e ocasionou menores comprimentos de parte aérea e raízes, e menor massa fresca, o que não é observado no acúmulo de massa seca de plântulas de capim amargoso.

Palavras-chave: *Digitaria insularis*. *Mucuna pruriens*. Bioprodutos. Polímeros. Biodegradável.

Área do Conhecimento: Engenharia Agrônoma.

Introdução

O surgimento de plantas invasoras em cultivos comerciais, ocasionam diversos problemas ao produtor, dentre eles: impedem o desenvolvimento das espécies cultivadas, alteram o habitat, modificam física e quimicamente o solo, competem por nutrientes e espaço, introduzem pragas e doenças, dentre outros. O capim amargoso (*Digitaria insularis* (L.)) é uma dessas espécies invasoras, pertencente à família Poaceae, é uma espécie perene que se dissemina facilmente. A alta dispersão pelo vento, fácil germinação e adaptabilidade em diversas épocas do ano, tornaram-se um grande problema em áreas agrícolas brasileiras (CAVALIERI, 2017). Além da constante utilização de produtos químicos para o controle dessas, que promove a resistência aos princípios ativos quando utilizado de forma sucessiva e indiscriminada (CHRISTOFFOLETI et al., 1984). A resistência do capim amargoso aos herbicidas é um dos motivos para a dificuldade de controle, desafiando agricultores e pesquisadores (GONÇALVES, 2020).

A produção mais limpa tem sido alvo de diversos consumidores, e com isso, o produtor busca alternativas de manejo que minimizem a utilização de insumos químicos durante o processo produtivo. Dentre as possibilidades, está a utilização de filmes poliméricos oriundos da despolimerização do poli (tereftalato de etileno), aditivados com extrato de mucuna, no intuito de criar uma camada que impeça a absorção de luz pela planta, prejudicando assim, a realização de processos fotossintéticos, além de realizar o reaproveitamento de garrafas PETs, reduzindo os impactos destas no ambiente.

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

Caldas pulverizadas sobre a superfície vegetal podem propiciar eficiência ou ineficiência em decorrência da acidez ou alcalinidade de soluções, e assim, os filmes poliméricos devem ser produzidos em faixas de pH e concentrações ideais (SANCHONETE, et al. (2007). Também, para que o filme polimérico desempenhe a atividade antagônica ao desenvolvimento da planta, devem ser capazes de aderirem à superfície do vegetal para que não seja facilmente perdida para o meio.

Assim sendo, o objetivo deste trabalho foi avaliar efeito inibidor direto, somado ao potencial de agente veiculante de filme polimérico aditivado com extrato de mucuna, sob a germinação e o desenvolvimento inicial de plântulas do capim amargoso.

Metodologia

O experimento foi realizado na Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) e conduzido em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com quatro repetições, em esquema fatorial 4x2+1, sendo os fatores os pH's (5, 7, 9 e 12) e as concentrações (1 e 2%) das soluções de filme polimérico, além água destilada como testemunha.

O filme foi produzido a partir da reciclagem química do PET, através da reação de despolimerização alcalina e as sementes do capim amargoso (*D. insularis*) foram oriundas do campo de reprodução do laboratório de Fitotecnia do CCAE/UFES. Essas foram previamente testadas e os lotes que apresentaram boa germinação foram utilizados para condução do experimento.

As sementes foram distribuídas em gerbox quadrado contendo papel germitest umedecidos para cada tratamento, na proporção de 2,5 vezes a massa do papel seco e mantido em câmara de germinação tipo Mangelsdorf, sob temperatura de 25 °C, com fotoperíodo de 12 horas.

Foram avaliadas a taxa de germinação, índice de velocidade de germinação (IVG) e desenvolvimento das plântulas, através do comprimento da raiz (CR), comprimento da parte aérea (CPA) e massas fresca e seca.

A germinação foi monitorada durante quatorze dias sempre no mesmo horário, contado a partir do sétimo dia da implantação do experimento, conforme Brasil (2009). O índice de velocidade de germinação (IVG) foi determinado concomitante com o teste de germinação, computando diariamente o número de sementes que apresentaram protrusão da raiz primária igual ou superior a 2 mm, até a estabilização, calculado de acordo com Maguire (1962). No décimo quarto dia, as demais variáveis foram avaliadas: comprimento da parte aérea (CPA), o comprimento da raiz (CR), obtidos com auxílio de uma régua milimetrada e as massas fresca (MF) e seca (MS) das plântulas, e após obtenção da massa fresca, as plântulas foram acondicionadas em sacolas de papel tipo Kraft, mantidas em estufa de convecção a 65 °C por 72 horas.

Os dados foram submetidos à análise de variância, e as médias do fatorial foram comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. As médias foram comparadas com a testemunha pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade (R Development Core Team, 2019).

Resultados

Ao analisarmos o percentual de germinação das sementes de capim-amargoso, é possível afirmar que, independentemente da concentração e do pH testados, não houve efeito significativo nesta variável avaliada. O mesmo acontece, ao analisarmos o pH, dentro de cada concentração, ou seja, não houve efeito com o aumento desta (Tabela 1).

Porém, ao compararmos os resultados com a testemunha, apenas o pH 12 na concentração de 1%, filme polimérico aditivado com extrato de mucuna, interferiu significativamente na porcentagem de germinação, provocando efeito inibitório sob sementes de capim-amargoso (Tabela 1).

Ao compararmos os tratamentos da variável IVG com a testemunha, os pHs 9 e 12 (concentração de 1%), diferiram estatisticamente dos demais, ou seja, mostrando que o produto aplicado, interferiu no IVG (Tabela 1).

Tabela 1- Percentual de germinação e índice de velocidade de germinação em sementes de capim-amargoso a partir da aplicação de filme polimérico aditivado com extrato vegetal de mucuna, em diferentes pHs e concentrações.

Percentual de Germinação	¹ IVG
--------------------------	------------------

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

pH	Concentrações		Concentrações	
	1%	2%	1%	2%
5	0,89 aA ^{ns}	0,93 aA ^{ns}	3,16 aA ^{ns}	3,29 aA ^{ns}
7	0,93 aA ^{ns}	0,91 aA ^{ns}	3,30 aA ^{ns}	3,17 aA ^{ns}
9	0,84 aA*	0,92 aA ^{ns}	2,98 aA*	3,26 aA ^{ns}
12	0,86 aA ^{ns}	0,88 aA ^{ns}	3,01 aA*	3,08 aA ^{ns}
Testemunha	0,97		3,43	
CV (%)	6,30		5,93	

¹IVG - Índice de velocidade de germinação- Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não se diferem entre si pelo teste de ScottKnott ao nível de 5% de significância. Médias seguidas de * se diferem do tratamento testemunha ao nível de 5% de significância pelo teste de Dunnett.

Fonte: o autor.

Ao analisarmos o comprimento da parte aérea na concentração de 1%, observa-se que o pHs 7 e 9 foram os que mais afetaram a variável analisada, seguido do pH 5 que diferiu também do pH 12. Na concentração de 2%, o pH 12 foi o único que não apresentou efeito sob o desenvolvimento da parte aérea de capim-amargoso, não havendo diferença entre os demais (Tabela 2).

Ao compararmos os resultados com a testemunha, é possível afirmar que apenas o pH 5 (1%) e o pH 12 (2%) não foram significativos, enquanto todos os demais foram significativos, ou seja, afetaram o CPA de plântulas de capim-amargoso (Tabela 2).

Segundo os resultados da variável comprimento de raízes, é possível afirmar que na concentração de 1% não houve diferença significativa entre os pHs testados, enquanto que na concentração de 2%, os melhores resultados foram obtidos nos pHs 7 e 9, corroborando com a variável CPA, na concentração de 1% (Tabela 2).

Tabela 2 – Comprimento da parte aérea e de raízes de plântulas de capim-amargoso a partir da aplicação de filme polimérico, aditivado com extrato de mucuna, em diferentes pH e concentrações.

pH	Comprimento da Parte Aérea		Comprimento das Raízes	
	Concentrações		Concentrações	
	1%	2%	1%	2%
5	1,35 bA ^{ns}	1,27 bA*	1,15 aA ^{ns}	1,46 aA ^{ns}
7	1,15 cA*	1,11 bA*	1,08 aA ^{ns}	0,41 bB*
9	1,20 cA*	1,16 bA*	1,20 aA*	0,37 bB*
12	1,77 aA*	1,58 aB ^{ns}	0,98 aB ^{ns}	1,73 aA ^{ns}
Testemunha	1,53		1,46	
CV (%)	8,11		23,93	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas, maiúsculas na linha, dentro de cada concentração, não diferem entre si em nível de 5%, pelo teste de Scott-Knott. Médias seguidas de * se diferem do tratamento testemunha ao nível de 5% de significância pelo teste de Dunnett. Na sequência, onde estiver (ns), não significativo em relação a testemunha pelo teste de Dunnett.

Fonte: o autor.

De acordo com os resultados obtidos, sobre a variável massa fresca de capim-amargoso após aplicação de filme polimérico aditivado com extrato de mucuna, é possível afirmar que na concentração de 1 e 2%, apenas o pH 12 não afetou as variáveis em análise, bem como, em comparação com a testemunha, sendo o único resultado (concentração de 1%), que não foi estatisticamente significativo (Tabela 3).

Porém, ao analisarmos de forma isolada, o pH dentro das concentrações, observa-se que o aumento da concentração não afetou a variável massa fresca, exceto no pH 12, onde houve diferença entre as duas concentrações, sendo que, a menor concentração do filme polimérico

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

aditivado com extrato de mucuna reduziu a produção de massa fresca de capim-amargoso (Tabela 3).

Na concentração de 1% da variável massa seca, o melhor resultado estava no pH 9. Em relação aos resultados expressos, na concentração de 2%, os pHs 7 e 9 reduziram a quantidade de massa seca, diferindo-se dos demais, os quais foram iguais entre si. Ao compararmos com a testemunha, o único pH que diferiu da testemunha, foi o pH 12 (Tabela 3).

Ao analisarmos o pH isolado, dentro de cada concentração, podemos afirmar que no pH 12 essa redução foi provocada pela menor concentração (1%), e nos demais, não houve diferença, de acordo com a alteração da concentração (Tabela 3).

Tabela 3 – Massa fresca e seca de plântulas de capim-amargoso após aplicação de filme polimérico aditivado com extrato de mucuna, em diferentes pHs e concentrações.

pH	Massa Fresca		Massa Seca	
	Concentrações		Concentrações	
	1%	2%	1%	2%
5	16,88 bA*	13,35 bA*	10,75 bA ^{ns}	12,48 aA ^{ns}
7	30,03 bA*	14,85 bA*	14,63 aA*	10,78 bB ^{ns}
9	12,58 bA*	12,83 bA*	7,10 cA*	8,88 bA ^{ns}
12	73,03 aB ^{ns}	166,93 aA*	12,23 bB ^{ns}	14,65 aA*
Testemunha	59,88		10,63	
CV (%)	26,09		13,52	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas, maiúscula nas linhas, dentro de cada concentração, não diferem entre si em nível de 5%, pelo teste de Scott-Knott. Médias seguidas de * se diferem do tratamento testemunha ao nível de 5% de significância pelo teste de Dunnett. Na sequência, onde estiver (ns), não significativo em relação a testemunha pelo teste de Dunnett.

Fonte: o autor.

Discussão

A variáveis germinação das sementes de capim-amargoso, bem como o IVG, estão diretamente relacionados à taxa de germinação, e ambas não foram afetadas pelo filme aditivado com extrato de mucuna, sendo possível afirmar a ineficiência alelopática. No entanto, a constatação do efeito alelopático de uma planta necessita de ampla abordagem, as quais envolvem diferentes metodologias. Assim, deve-se considerar os diferentes métodos de extração e aplicação, organismos-alvo, uso do material vegetal, concentração, avaliações, condição experimental, entre outros (DIAS, 2022). Com isso, há a possibilidade de novos testes, variando-se as concentrações, modo de extração, tipo de extrato, entre outros, para analisar se realmente não há atividade alelopática.

As variáveis comprimento da parte aérea e das raízes, bem como massas seca e fresca, reduziram, em alguns dos pHs e concentrações testados do filme aditivado com extrato de mucuna, algo que não foi observado na germinação e IVG, ao compararmos com a testemunha. É possível afirmar que, mesmo não afetando a germinação, o filme afetou o desenvolvimento inicial das plântulas de capim-amargoso, que é totalmente viável e interessante, pois a planta germina, mas não se desenvolve normalmente. A interação alelopática depende da concentração, dos compostos produzidos pelas plantas (neste caso, a mucuna-preta) e da tolerância da planta (BLUM; SHAFER; LEHMAN, 1999), podendo modificar a estrutura, alterar as características morfológicas, afetar a respiração e fotossíntese, etc (EINHELLIG, 2002). Logo, as análises iniciais não demonstraram tanto o efeito deste filme, porém diversas modificações são observadas ao longo do desenvolvimento.

Outro ponto de destaque é que na maioria das variáveis testadas, não houve diferença entre as concentrações testadas, logo, pode-se usar a menor concentração do filme, trazendo a positividade para a relação custo-benefício, visto que, será necessária menor quantidade de ingredientes para formulação do filme, o que reduzirá o custo final de produção.

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

Conclusão

O filme polimérico aditivado com extrato de mucuna não afetou a taxa de germinação de sementes de capim-amargoso, bem como o IVG, porém foi promissor em relação ao efeito inibitório sob o crescimento inicial das plântulas, promovendo menores comprimentos de parte aérea e raízes, e redução da produção de massas fresca e seca em pHs e concentrações específicas.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da companhia Vale S.A. em contrato de parceria com Universidade Federal do Espírito Santo para pesquisa, desenvolvimento e inovação.

Referências

BLUM, U.; SHAFER, S. R.; LEHMAN, M. E. Evidence for inhibitory allelopathic interactions involving phenolic acids in field soils: concepts vs. an experimental model. **Critical Reviews in Plant Sciences**, v. 18, n. 5, p. 673-693, 1999.

BRASIL. **Regras para análise de sementes**. MAPA-ACS, Brasília, Brasil, 2009. 395p.

CAVALIERI, J. **Resistência de populações de *Digitaria insularis* (L). Fedde a herbicidas: frequência de ocorrência e interações entre formulações de glyphosate e adjuvantes**. Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Proteção de Plantas, UNESP, Botucatu, 2017

CHRISTOFFOLETI, P. J., VICTORIA FILHO, R., & SILVA, C. B. D. Resistência de plantas daninhas aos herbicidas. **Planta Daninha**, v. 12, p. 13-20, 1984.

DIAS, R. C. **Efeito alelopático de mucuna-preta (*Mucuna pruriens* var. *utilis*)**. Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Proteção de Plantas, UNESP, Botucatu, 2022.

EINHELLIG, F.A. **The physiology of allelochemical action: Clues and views**. In: REIGOSA, M.; PEDROL, N. Allelopathy from Molecules to Ecosystems. Vigo: Universidade de Vigo, p.1-23, 2002

GONÇALVES, A. **Monitoramento da resistência a herbicidas inibidores da EPSPs e genômica populacional de *Digitaria insularis* nas principais regiões produtoras de soja no Brasil**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.11606/T.11.2020.tde-13082020-162606>>; Acesso em: 16 mai.2023.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination: aid in selection an evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v. 2, n. 2, p. 176-177, 1962.

SANCHOTENE, D. M., DORNELLES, S. H. B., DEBORTOLI, M. P., CAPITANIO, J. R., MEZZOMO, R. F., & GONÇALVES, R. A. 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.