

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

EFEITO INIBITÓRIO SOB A GERMINAÇÃO E CRESCIMENTO INICIAL DE CAPIM-AMARGOSO APÓS APLICAÇÃO DE FILME POLIMÉRICO PURO

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 capim-amargoso (*Digitaria insularis*) é uma planta perene e invasora, prejudicial a diversos plantios. Um manejo alternativo desta, é o uso de filmes poliméricos à base de PET que, além de remover esse material do ambiente e dar um direcionamento, pode atuar como inibidores de crescimento. O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito inibitório de filme polimérico 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, sendo os fatores os pH's (5, 7, 9 e 12) e as concentrações (1 e 2%) das soluções de filme polimérico, além de água destilada como testemunha. Foram avaliadas a taxa de germinação, o índice de velocidade de germinação, o comprimento médio da raiz e parte aérea, e massas fresca e seca das plântulas. Verificou-se que não houve efeito significativo do filme polimérico puro sob a germinação das sementes do capim amargoso, porém, quando comparados com a testemunha, houve menores comprimentos de parte aérea e raízes e menor massa fresca, o que não foi observado no acúmulo de massa seca.

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

Área do Conhecimento: Engenharia Agrônômica.

Introdução

O capim amargoso (*Digitaria insularis* (L.)), 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).

Pensando em criar alternativas para amenizar esses problemas, busca-se possibilidades, dentre as quais, está a utilização de filmes poliméricos oriundos da despolimerização do poli (tereftalato de etileno), no intuito de criar uma camada que impeça a absorção de luz pela planta, prejudicando assim, a realização de processos fotossintéticos, e realizar o reaproveitamento de garrafas PETs, reduzindo os impactos destas no ambiente.

No entanto, os filmes poliméricos devem ser produzidos em faixas de pH e concentrações ideais, uma vez que, segundo Sanchonete, et al. (2007), caldas pulverizadas sobre a superfície vegetal podem propiciar eficiência ou ineficiência em decorrência da acidez ou alcalinidade de soluções. Também, para que o filme polimérico desempenhe a atividade antagonista ao desenvolvimento da planta, devem ser capazes de aderirem à superfície do vegetal para que não seja facilmente perdida para o meio.

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

Assim sendo, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito inibitório de filme polimérico 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, sendo os fatores os pH's (5, 7, 9 e 12) e as concentrações (1 e 2%) das soluções de filme polimérico, além de 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 utilizadas 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. 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, demonstrando ineficiência alelopática. Porém, ao compararmos os resultados com a testemunha, o pH 12 na concentração de 1%, provocou efeito inibitório sob sementes de capim-amargoso, enquanto os demais, não. Os mesmos resultados foram obtidos ao analisarmos a variável IVG, exceto no pH 12, dentro da concentração de 1%, pois este diferiu estatisticamente dos demais, ou seja, interferiu no IVG (Tabela 1).

Esses resultados similares entre as variáveis estudadas, é esperado, pois o IVG é relacionado de forma direta a taxa de germinação, ao longo dos dias.

Tabela 1: Percentual de germinação e índice de velocidade de germinação em sementes de capim amargoso a partir da aplicação de filme polimérico puro em diferentes pHs e concentrações.

pH	Percentual de germinação		¹ IVG	
	Concentrações		Concentrações	
	1%	2%	1%	2%
5	0,94 aA ^{ns}	0,90 aA ^{ns}	3,36 aA ^{ns}	3,21 aA ^{ns}
7	0,94 aA ^{ns}	0,94 aA ^{ns}	3,36 aA ^{ns}	3,33 aA ^{ns}
9	0,98 aA ^{ns}	0,88 aA ^{ns}	3,48 aA ^{ns}	3,13 aA ^{ns}
12	0,84 aA [*]	0,88 aA ^{ns}	2,92 bA [*]	3,13 aA ^{ns}

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

Testemunha	0,97	3,43
CV (%)	6,793	6,768

IVG - 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 (2022).

Ao analisarmos o comprimento da parte aérea, na concentração de 1%, observa-se que, o pH mais alcalino (12), foi o único que não interferiu no desenvolvimento da parte aérea, todos os demais comprometeram a variável em questão e, na concentração de 2%, os melhores resultados foram obtidos no pH 5 e 7, não havendo diferença entre os demais.

Observando os diferentes pHs, dentro de cada concentração, é possível afirmar que o aumento desta, promove maior interferência no desenvolvimento da parte aérea das plântulas de capim-amargoso, exceto no pH 9 que não houve diferença entre as concentrações. Ao compararmos os resultados com a testemunha, é possível afirmar que em ambas as concentrações e pHs distintos, todos foram significativos, ou seja, afetaram o CPA de plântulas de capim-amargoso (Tabela 2).

Observando o comprimento das raízes, é possível afirmar que em relação a análise de cada concentração (1 e 2%), dentro dos níveis de pHs, foram verificados os mesmos resultados que no CPA, exceto no pH 12 (1%), onde este não foi significativo comparado com a testemunha (Tabela 2), ou seja, o que menos influenciou na variável avaliada. O pH que menos afetou foi o básico, ou seja, meio ácido é mais efetivo neste caso.

Também corroboram os resultados dos diferentes pHs, dentro de cada concentração, sendo possível afirmar que, em todos, o aumento desta promove maior interferência no comprimento das raízes das plântulas de capim-amargoso.

Assim sendo, quanto aos dois parâmetros avaliados e resultados expostos na Tabela 2, nota-se que o pH 12 foi o que apresentou os resultados menos promissores, em relação ao comprimento da parte aérea e de raízes de plântulas de capim amargoso.

Tabela 2 – Comprimento da parte aérea e de raízes de plântulas de capim amargoso a partir da aplicação de filme polimérico puro em diferentes pHs e concentrações.

	Comprimento da parte aérea		Comprimento de raízes	
	Concentrações		Concentrações	
pH	1%	2%	1%	2%
5	1,13 bA*	0,67 bB*	0,71 bA*	0,18 bB*
7	1,06 bA*	0,70 bB*	0,81 bA*	0,25 bB*
9	0,99 bA*	1,01 aA*	0,82 bA*	0,51 aB*
12	1,25 aA*	0,88 aB*	1,51 aA ^{ns}	0,41 aB*
Testemunha	1,53		1,46	
CV (%)	10,65		23,49	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas e 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 (2022).

Ao analisamos os resultados de massa fresca, na concentração de 1% do filme polimérico puro, apenas o pH 5 diferiu dos demais. Logo, foi o que menos afetou a variável analisada, enquanto que na concentração de 2%, não houve diferença significativa entre todos os pHs testados.

Ao observarmos se o aumento da concentração alterou a variável analisada, é possível afirmar que no pH 5, houve diminuição da massa fresca com um aumento da concentração, porém, o contrário foi observado no pH 7, onde a variável foi mais afetada na menor concentração. Nos demais

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

pHs, não houve diferença significativa em função do aumento na concentração de filme polimérico puro.

Ao compararmos os resultados com a testemunha, nota-se que na concentração de 1% do filme polimérico puro, apenas o pH 5 não foi significativo, enquanto que na concentração de 2% todos os resultados, independente do pH, foram significativos em relação a testemunha.

Em relação a variável massa seca, após aplicação do filme polimérico puro, pode-se afirmar que na concentração de 1%, os pH's 5 e 9 foram os que promoveram a maior redução desta, diferindo-se estatisticamente dos demais (7 e 12), que foram iguais entre si. Na concentração de 2% não houve diferença em função dos pH's testados.

Também é possível afirmar que não houve diferença estatística em função do aumento da concentração. Ao analisarmos os pH's de forma isolada, ou seja, a massa seca manteve-se tanto na concentração de 1% quanto na de 2%.

Ao compararmos os dados com a testemunha, apenas o pH 9 (2%) foi significativo, enquanto todos os demais tratamentos não apresentaram diferença significativa em relação ao controle.

Tabela 3 – Massa fresca e seca de plântulas de capim amargoso a partir da aplicação de filme polimérico puro em diferentes pHs e concentrações.

	Massa fresca		Massa seca	
	Concentrações		Concentrações	
pH	1%	2%	1%	2%
5	49,20 aA ^{ns}	8,93 aB*	7,98 bA ^{ns}	8,80 aA ^{ns}
7	14,83 bB*	19,88 aA*	10,88 aA ^{ns}	8,20 aA ^{ns}
9	9,98 bA*	9,63 aA*	8,43 bA ^{ns}	7,65 aA*
12	13,08 bA*	27,13 aA*	10,03 aA ^{ns}	9,43 aA ^{ns}
Testemunha	59,88		10,63	
CV (%)	57,81		14,76	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas, 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 (2022).

Discussão

O filme polimérico puro não afetou o percentual de germinação, bem como o IVG das sementes de capim-amargoso. Porém, nos resultados seguintes, observa-se que as variáveis tiveram desenvolvimento comprometido. Ao analisarmos o comprimento da parte aérea, a maioria dos tratamentos comprometeram a variável em questão e, na concentração de 2%, os melhores resultados foram obtidos nos pHs 5 e 7 e, alguns trabalhos relatam que a redução do pH de produtos aplicados, ou seja, mais ácidos, são práticas que podem aumentar a eficiência dos mesmos (SOUZA & VELLOSO, 1996), pelo fato da absorção foliar e a atividade dependerem do estado das moléculas sobre as quais o pH da solução tem influência. Este fato pode explicar porque os melhores resultados da variável comprimento da parte aérea foram nos pH's mais ácidos, pois as águas alcalinas que apresentam íons e sais de Ca⁺⁺ e Mg⁺⁺ afetam a eficiência de diversos produtos aplicados sob as plantas, desestabilizando as formulações por se ligarem às moléculas dos ingredientes ativos (THEISEN & RUEDELL, 2004). Além disso, em pH baixo, a taxa de hidrólise alcalina é reduzida, tendo como vantagem o aumento da velocidade de absorção de produtos pelas plantas (THEISEN & RUEDELL, 2004).

A variável comprimento das raízes apresentaram resultados semelhantes ao CPA, sendo possível afirmar que em relação a análise de cada concentração (1 e 2%), dentro dos níveis de pH's, foram significativos, exceto no pH 12 (1%), comparados com a testemunha. O que menos influenciou na variável avaliada, que pode ser explicado pelo que já foi mencionado anteriormente, íons e sais de Ca⁺⁺ e Mg⁺⁺ se ligam às moléculas dos ingredientes ativos desestabilizando as formulações (THEISEN & RUEDELL, 2004).

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

O pH que menos afetou foi o básico, e este resultado pode ser explicado porque diversos produtos têm a absorção foliar aumentada quando o pH da água utilizada na preparação da calda está na faixa de 4,0 a 4,5, ou seja, meio ácido é mais efetivo neste caso (SOUZA & VELLOSO, 1996). Segundo Sanchonete, et al. (2007), ao estudarem a influência de sais e do pH da água na eficiência de imazethapyr + imazapic no controle de arroz-vermelho, observaram que nos tratamentos em que a água foi acidificada, proporcionaram maior controle de arroz-vermelho do que o obtido nos tratamentos em que a água utilizada na calda foi mantida com o pH original. Souza & Velloso (1996), ao aplicarem o herbicida imazethapyr sob plantas daninhas de folha larga na cultura da soja, também observaram o mesmo comportamento, pois houve maior controle das plantas daninhas quando utilizaram água com pH ácido no preparo da calda, e controle menor com águas alcalinas. Também corroboram os resultados dos diferentes pHs, dentro de cada concentração, sendo possível afirmar que em todos, o aumento desta promove maior interferência no comprimento das raízes das plântulas de capim-amargoso.

Conclusão

O filme polimérico puro, não promoveu efeito inibitório sob a germinação e IVG das sementes de capim amargoso, porém alterou algumas variáveis do crescimento inicial, como o comprimento de raiz e parte aérea, que reduziram ao serem expostas ao aumento da concentração do filme. O filme puro também promoveu a redução da massa fresca de capim-amargoso. Produtos dissolvidos em condições de baixo pH são absorvidos com maior facilidade pelas plantas, pelo fato de as moléculas se encontrarem na forma não-dissociada, demonstrando a importância do conhecimento deste.

Agradecimentos

Essa pesquisa é financiada pela companhia Vale S.A. em contrato de parceria com Universidade Federal do Espírito Santo para pesquisa, desenvolvimento e inovação.

Referências

- BRASIL. **Regras para análise de sementes**. MAPA-ACS, Brasília, Brasil, 2009. 395p.
- CHRISTOFFOLETI, P. J., VICTORIA FILHO, R., & SILVA, C. B. D. Resistência de plantas daninhas aos herbicidas. **Planta Daninha**, v. 12, p. 13-20, 1984.
- CARDOSO, R. **Mistura de adjuvantes com herbicidas para controle de plantas daninhas e efeitos na tensão superficial e ângulo de contato**. Trabalho de conclusão de curso. Universidade Estadual Paulista (Unesp), Jaboticabal, 2022.
- CAVALIERI, J. **Resistência de populações de *Digitaria insularis* (L). Fedde a herbicidas: frequência de ocorrência e interações entre formulações de glyphosate e adjuvantes**. Tese de doutorado apresentada ao Programa de Pós-graduação de Proteção de plantas, UNESP, Botucatu 2017.
- 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 apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciências, Universidade de São Paulo. 2020.
- 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.

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

SOUZA, R. O.; VELLOSO, J. A. R. O. **Tecnologia na aplicação de herbicidas**. In: SOUZA, R. O.; VELLOSO, J. A. R. O. (Eds.). Tecnologia e segurança na aplicação de produtos fitossanitários Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 1996. p. 41-53.

THEISEN, G.; RUEDELL, J. **Tecnologia de aplicação de herbicidas: teoria e prática**. Passo Fundo: Aldeia Norte, 2004. 90 p.