

## APLICAÇÃO DE GOMA XANTANA PURA E ADITIVADA DE BORO PARA EFEITO INIBITÓRIO DO CRESCIMENTO DE CAPIM-AMARGOSO

Aurélio Martins Costa, Fábio Luiz de Oliveira, Leandro Pin Dalvi, Priscila Stinguel de Azevedo, Josimar Aleixo da Silva, Vinicius Agnoletti Capelini, Celso Luiz de Paschôa Alves

Universidade Federal do Espírito Santo/Centro de Ciências Agrárias e Engenharias, Alto Universitário, s/nº - Guararema, Alegre - ES | CEP 29500-000, Brasil. aureliomartins66@gmail.com; fabio.oliveira.2@ufes.br; leandropin@yahoo.com.br; pri\_stinguel@hotmail.com; josimaraleixo\_@hotmail.com; vinicius91ac@hotmail; celsoagroufes@gmail.com.

### Resumo

O capim-amargoso (*Digitaria insularis*) representa uma ameaça global à agricultura e em áreas não agrícolas como linhas férreas, causando problemas significativos, incluindo riscos de incêndios e dificuldades de manutenção. O estudo avaliou o impacto da goma xantana, com e sem boro em diferentes concentrações, no crescimento do capim-amargoso. Conduzido na Universidade Federal do Espírito Santo, o experimento utilizou o delineamento fatorial 3x2+2 com 4 repetições, testando diferentes concentrações de goma xantana (0,05%, 0,1% e 0,25%) e a presença de boro (5%). Os parâmetros analisados foram massa fresca e seca, teores de clorofila, flavonoides, antocianinas e balanço de nitrogênio. Os resultados mostraram que a goma xantana, com ou sem boro, não inibiu o crescimento ou afetou os teores de clorofila e balanço de nitrogênio. No entanto, a concentração de 0,25% de goma xantana aumentou o teor de antocianina e reduziu o teor de flavonoides comparado com a água. Os resultados sugerem a necessidade de mais estudos sobre a goma xantana e sua influência na síntese de metabólitos secundários do capim-amargoso.

**Palavras-chave:** *Digitaria insularis*. Inibição. Resistência. Crescimento.

**Área do Conhecimento:** Engenharia agrônômica. Agronomia.

### Introdução

As plantas daninhas representam uma ameaça significativa para a produção agrícola, ambientes comerciais e margens de ferrovias em todo o mundo, pois elas competem com as culturas de interesse por nutrientes, luz solar e água, reduzindo o rendimento das plantações (CORREA et al., 2010), além de afetar a execução de certas atividades, como ocorre no transporte ferroviário, onde o excesso de plantas daninhas em linhas férreas, podem dificultar a travessia dos trens pelos trilhos, podendo provocar danos no maquinário, gerando um alto custo de manutenção para a concessionária, bem como riscos de acidentes.

Dentre as espécies de plantas invasoras responsáveis por maiores danos produtivos e econômicos, destacam-se as do gênero *Digitaria* sp., englobando aproximadamente 300 variedades de plantas que se encontram em diversas regiões ao redor do globo, abrangendo tanto climas tropicais quanto subtropicais (CANTO-DOROW, 2001). Dentre essas, o capim amargoso (*Digitaria insularis*) é uma das espécies mais difundidas geograficamente em território brasileiro (MONDO et al., 2010).

Para o manejo desta planta invasora, o glifosato, um herbicida de amplo espectro, tem sido amplamente utilizado, devido à sua eficiência no controle. Porém, a contaminação do meio ambiente causada pelo uso indiscriminado do mesmo e também, por introduzir uma ampla gama de substâncias prejudiciais no ambiente, acabam limitando o seu uso e torna-se uma preocupação mundial, dada a capacidade de poluir vários componentes do meio ambiente, como corpos d'água e terrenos, representando perigo em potencial para o ecossistema. Além disso, é uma prática onerosa para essas atividades (DEKNOCK et al., 2019).

Outro problema associado ao uso do glifosato, é que o emprego frequente desse herbicida para controle de plantas invasoras, pode desempenhar um papel considerável no desenvolvimento de resistência dessas plantas (KOGGER; REDDY, 2005), pois subseqüentes doses de glifosato

promoveram a seleção de biótipos resistentes de capim-amargoso nos últimos anos, através da pressão de seleção (CARVALHO et al. 2011). A partir disso, alguns fatores podem ser responsáveis por conferir resistências a essas plantas, como: a redução da taxa de absorção do glifosato em biótipos resistentes, assim como a conversão mais rápida do glifosato em outros compostos.

O capim-amargoso tem se tornado mais prevalente na agricultura brasileira devido a suas características agressivas, como a formação de rizomas e a fácil disseminação de sementes revestidas por pelos (KISSMANN, 1997). Além de prejudicar áreas agrícolas, o capim-amargoso também infesta áreas não agrícolas, como entornos de linhas férreas, onde pode dificultar a translocação dos trens e representar riscos para os trabalhadores que realizam manutenções. Além do mais, o atrito proveniente das rodas dos trens com as malhas ferroviárias pode gerar faíscas e, em com o contato com o capim seco, pode gerar focos de incêndios.

É importante desenvolver estratégias eficazes para reduzir a dependência de herbicidas e promover uma agricultura sustentável. Uma alternativa é o uso de resinas à base de goma xantana com aditivos, que podem controlar o crescimento de plantas invasoras devido às suas características reológicas (JEANES, 1974). A goma xantana é um polissacarídeo que se destaca por sua estabilidade e capacidade de criar soluções altamente viscosas ao ser dissolvida em água. Ela apresenta propriedades pseudoplásticas, tornando-se menos viscosa sob agitação ou cisalhamento, mas retornando à viscosidade original após a remoção da força. Essas características fazem da goma xantana uma substância versátil, com aplicações amplas nas indústrias alimentícia e farmacêutica (GARCIA-OCHOA et al., 2000). Assim, o objetivo neste trabalho foi avaliar o impacto da goma xantana, com e sem boro em diferentes concentrações, no crescimento do capim-amargoso (*Digitaria insularis*).

## Metodologia

O experimento foi conduzido no período de 25 de junho a 25 de agosto de 2023 na casa de vegetação da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), campus de Alegre, apresentando coordenadas 20°45'42" S e 41°32'12" W, com uma altitude média de 271 metros.

O experimento foi realizado em vasos com capacidade de 1,5 L preenchidos com 1,0 L de substratos comercial Basaplant®, adicionado de 100 gramas do substrato comercial Provaso® com 1% de N total.

As sementes do capim-amargoso foram oriundas da Fazenda Experimental Bananal do Norte-Incaper, em Pacotuba-ES; foram previamente testadas e os lotes que apresentaram boa germinação foram utilizados para condução do experimento. Foram inseridas 10 sementes de capim amargoso, por vaso na profundidade de 4 cm.

A água foi fornecida conforme a necessidade de cada vaso, à medida que esta fosse secando, repondo-a até a capacidade de campo. Aos 35 dias após o plantio, foi realizado o raleio nos vasos, deixando 4 plantas, sendo escolhidas as que apresentaram melhor desenvolvimento.

A aplicação das caldas contendo os produtos testados ocorreram quando as plantas apresentavam dois perfilhos, com o auxílio de um pulverizador manual de compressão prévia, com ponta tipo cone cheio (1,5L), vazão 0,4 galões/min, pressão de 20 psi, que propicia a formação de nuvens muito finas, sendo o ponto de escorrimento o momento determinante para cessar as pulverizações.

Todos os processos de obtenção da goma xantana foram conduzidos nas dependências do laboratório de pesquisa dedicado ao projeto, localizado no Departamento de Química do CCE/UFES Vitória-Campus Goiabeiras. A goma foi produzida pela equipe do Projeto PET (em parceria da VALE com o laboratório supervisionado pelo professor Elói A. da Silva Filho – CCE/UFES). As soluções foram preparadas pela dissolução direta de goma xantana (marca: Leve Croc) em água destilada, sob agitação constante e em temperatura ambiente de acordo com as quantidades desejadas para obter as concentrações finais de 0,05%, 0,10% e 0,25% (m/v), respectivamente. Após completa dissolução do sólido, ajustou-se o pH das soluções para 5,5, com solução de ácido acético (5,0 mol/L).

Testou-se a hipótese de que a goma xantana atua como inibidora do crescimento vegetal, a partir das variações nas concentrações e da adição de boro (Borax).

O experimento foi realizado adotando o delineamento inteiramente casualizado (DIC) em esquema fatorial 3x2 +2, com 4 repetições, sendo os fatores três concentrações (0,05, 0,1 e 0,25%) e presença e ausência de boro 5% na goma xantana, além dos tratamentos adicionais água e boro (5%) como testemunha.

Os dados foram submetidos a análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. As médias de todos os tratamentos foram comparadas com a testemunha

pelos testes de Dunnett a 5% de probabilidade, com o pacote (ExDes.pt.) instalado no software estatístico RBio versão 185 (BHERING, 2017).

As variáveis foram determinadas 27 dias após a aplicação dos tratamentos. O material foi pesado em balança com precisão de 0,001 g da marca MARTE BALANÇAS E APARELHOS DE PRECISÃO LTDA e modelo AL500C. Após a obtenção da massa fresca, as plantas foram acondicionadas em sacolas de papel tipo Kraft, mantidas em estufa de convecção a 65 °C por 72 horas, pesadas em balança de precisão de 0,001 g e os resultados expressos em gramas (g).

A avaliação do efeito do produto sobre o desenvolvimento da planta foi realizada 27 dias após a aplicação. Os parâmetros fisiológicos foram medidos através do medidor Multipigmento de ADC BioScientific® MPM-100, sendo eles, os teores de clorofila, flavonoides, antocianina e balanço de nitrogênio. As avaliações foram realizadas no folíolo mais distante da extremidade da planta, pertencente à última folha completamente desenvolvida. Este procedimento foi aplicado em todas as plantas durante o intervalo de tempo entre 8 e 11 horas da manhã, com especial atenção para evitar qualquer medida ao longo da nervura central da folha. Em cada folha, duas leituras foram realizadas, e a média dessas foi empregada para determinar o valor atribuído ao tratamento.

## Resultados

A partir da análise de variância (ANOVA), é possível verificar que não houve diferenças ( $P < 0,05$ ) entre as concentrações testadas e os fatores presença (P) e ausência de boro (A) para as variáveis massa seca e fresca (Tabela 1). Para as variáveis fisiológicas, somente a antocianina apresentou diferença significativa, inclusive na interação entre os fatores concentração da goma xantana e presença/ausência de boro (Tabela 2).

Tabela 1: Análise de variância da massa fresca e massa seca de capim-amargoso (*Digitaria insularis*), submetido a diferentes concentrações de goma xantana, na presença e ausência do aditivo boro.

<sup>4</sup> FV	<sup>4</sup> GL	<sup>1</sup> MF		<sup>1</sup> MS	
		<sup>4</sup> QM	P-valor	QM	P-valor
<sup>2</sup> TRAT	2	17.94793	0.4474	1.79446	0.5269
<sup>3</sup> PA	1	28.11171	0.2649	2.61426	0.3373
TRAT*PA	2	23.64651	0.3503	1.15934	0.6585
Testemunhas	1	0.09724	0.947	0.00014	0.9944
<sup>5</sup> Ad vs Fat	1	106.782	0.0357	5.44592	0.1704
Resíduos	24	21.57248		2.7268	
Média		26.42		7.81	
CV %		17.58		21.14	

<sup>1</sup>MF: Massa fresca; MS: Massa seca; <sup>2</sup>TRAT: Tratamentos; <sup>3</sup>PA: Presença e ausência de boro; <sup>4</sup>FV: Fonte de variação; GL: Graus de liberdade; QM: Quadrado médio; CV: Coeficiente de variação; Significativo ( $p > 0,05$ ); <sup>5</sup>Ad vs Fat: Comparação entre as testemunhas e o fatorial.

Tabela 2: Análise de variância dos Teores de Clorofila, Flavonoides, Antocianinas e Balanço de nitrogênio de capim-amargoso (*Digitaria insularis*), submetido a diferentes concentrações de goma xantana, na presença e ausência do aditivo boro

<sup>4</sup> FV	<sup>4</sup> GL	<sup>1</sup> CHL		<sup>1</sup> FLV		<sup>1</sup> ANTH		<sup>1</sup> NBI	
		<sup>4</sup> QM	P-valor	QM	P-valor	QM	P-valor	QM	P-valor
<sup>2</sup> TRAT	2	0.0014	0.6321	0.0256	0.1298	0.0004	0.3146	0.0237	0.5321
<sup>3</sup> PA	1	0.006	0.1675	0.0102	0.3551	0.0036	0.0037	0.0014	0.8451
TRAT*PA	2	0.0006	0.8249	0.0281	0.1082	0.002	0.0096	0.0593	0.2185
Testemunhas	1	0.0017	0.4628	0.0103	0.3523	0.0003	0.3755	0.0002	0.938
<sup>5</sup> Ad vs Fat	1	0.0005	0.6907	0.0002	0.9081	0.0001	0.5339	0.0004	0.9169
Resíduos	24	0.0005		0.0115		0.0004		0.0366	

Média	0.26	0.56	0.05	0.53
<sup>5</sup> CV %	20.75	18.97	39.02	36.1

<sup>1</sup>CHL: Clorofila; FLV: Flavonoides; ANTH: Antocianina; NBI: Balanço de nitrogênio; <sup>2</sup>TRAT: Tratamentos; <sup>3</sup>PA: Presença e ausência de boro; <sup>4</sup>FV: Fonte de variação; GL: Graus de liberdade; QM: Quadrado médio; CV: Coeficiente de variação; Significativo ( $p > 0,05$ ); <sup>5</sup>Ad vs Fat: Comparação entre as testemunhas e o fatorial.

A antocianina apresentou diferenças significativas, tanto em comparação entre os níveis do fator PA (presença e ausência do aditivo boro), bem como entre as concentrações da goma xantana. Além disso, a goma adicionada de boro, na concentração de 0,25%, ao ser comparada com a testemunha boro, apresentou significância no teor de antocianina (Tabela 3). O teor de flavonoide da goma xantana (0,25%), sem adição de boro (5%), em comparação com a testemunha (água), apresentou diferença significativa, promovendo menor teor de flavonoide (Tabela 3).

Tabela 3: Massa fresca, Massa seca, Teores de Clorofila, Flavonoides, Antocianina e Balanço de Nitrogênio de capim-amargoso (*Digitaria insularis*) após aplicação da Goma xantana em diferentes concentrações e presença e ausência (PA) de boro (5%).

Variáveis	<sup>2</sup> PA	Goma xantana % (m/v)			Testemunha	
		0,25	0,1	0,05	Água	Boro
<sup>1</sup> MF	<sup>3</sup> 1	28.44aA <sup>ns/NS</sup>	28.05aA <sup>ns/NS</sup>	29.17aA <sup>ns/NS</sup>	23.36	23.14
	<sup>3</sup> 2	29.95aA <sup>ns/NS</sup>	25.35aA <sup>ns/NS</sup>	23.86aA <sup>ns/NS</sup>		
<sup>1</sup> MS	1	8.32aA <sup>ns/NS</sup>	8.67aA <sup>ns/NS</sup>	8.15aA <sup>ns/NS</sup>	7.1	7.09
	2	8.52aA <sup>ns/NS</sup>	7.76aA <sup>ns/NS</sup>	6.8aA <sup>ns/NS</sup>		
<sup>1</sup> CHL	1	0.264aA <sup>ns/NS</sup>	0.264aA <sup>ns/NS</sup>	0.301aA <sup>ns/NS</sup>	0.284	0.255
	2	0.241aA <sup>ns/NS</sup>	0.243aA <sup>ns/NS</sup>	0.25aA <sup>ns/NS</sup>		
<sup>1</sup> FLA	1	0.591aA <sup>ns/NS</sup>	0.569aA <sup>ns/NS</sup>	0.60aA <sup>ns/NS</sup>	0.597	0.525
	2	0.413aA <sup>ns/NS</sup>	0.606aA <sup>ns/NS</sup>	0.617aA <sup>ns/NS</sup>		
<sup>1</sup> ANTH	1	0.085aA <sup>ns/#</sup>	0.045aB <sup>ns/NS</sup>	0.053aAB <sup>ns/NS</sup>	0.026	0.036
	2	0.028bA <sup>ns/NS</sup>	0.051aA <sup>ns/NS</sup>	0.031bA <sup>ns/NS</sup>		
<sup>1</sup> NBI	1	0.498aA <sup>ns/NS</sup>	0.523aA <sup>ns/NS</sup>	0.598aA <sup>ns/NS</sup>	0.518	0.529
	2	0.679aA <sup>ns/NS</sup>	0.438aA <sup>ns/NS</sup>	0.456aA <sup>ns/NS</sup>		

<sup>1</sup>MF: Massa fresca (g); MS: Massa seca (g); CHL: Clorofila; FLA: Flavonoides; ANTH: Antocianina; NBI: Balanço de nitrogênio; <sup>2</sup> PA: Presença e ausência de boro; <sup>3</sup>1- Presença de boro; <sup>3</sup>2- Ausência de boro

<sup>4</sup>Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula na linha não se diferem entre si pelo teste de Dunnett. Na sequência, onde houver (\*) significativo em relação à Testemunha Água e (#) significativo em relação a testemunha Boro. (ns) não significativo em relação a testemunha água e (NS) não significativo em relação a testemunha boro a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

## Discussão

Vale ressaltar a importância dos resultados obtidos em relação à antocianina, visto que este composto é um metabólito secundário das classes dos fenólicos e normalmente, essas substâncias estão associadas à defesa das plantas contra estresses bióticos e abióticos (TAIZ e ZEIGER, 2009).

Para tal fato, o aumento do teor de antocianina pode estar relacionado ao efeito do boro adicionado à goma, pois, segundo Peryea e Lageschulte, (2000), à medida que aumenta a concentração de boro na calda ocorrem modificações nos valores de pH da solução, visto que, a antocianina é sensível às variações de pH do meio, podendo resultar em variações na intensidade da coloração deste teor (ANDERSEN et al. 1998).

As antocianinas são produzidas por meio da via dos fenilpropanóides (PPP), que é a rota metabólica mais conservada em plantas (EICHENBERGER et al., 2018). Após sua síntese, as antocianinas são

direcionadas para o vacúolo através de diversas rotas a fim de serem armazenadas (KAUR et al., 2022). Em situações de estresse, as moléculas de antocianina se acumulam em vários tecidos vegetais, proporcionando uma notável capacidade antioxidante. Isso, por sua vez, desencadeia ajustes morfofisiológicos e metabólicos nas plantas (NAING et al., 2017).

Em relação aos demais resultados, um pressuposto para as soluções testadas não terem apresentado o efeito inibitório esperado, sob as variáveis analisadas, pode estar relacionado ao fato do capim amargoso apresentar alto ângulo de contato com a água, fazendo com que haja maior repelência na superfície foliar, limitando o contato entre as gotas e a folha. Além disso, a melhoria de características como proteção e retenção de quedas é desafiadora, especialmente nessa espécie, devido à estrutura de crescimento vertical (MASSINON et al., 2013).

## Conclusão

A goma xantana pura ou aditivada com boro 5%, não promoveu efeito inibitório esperado sobre as variáveis massa fresca, massa seca, teores de clorofila e balanço de nitrogênio do capim-amargoso, porém, influenciou nos teores de metabólitos secundários, sendo o maior teor de antocianina encontrado na concentração de 0, 25%, na presença do aditivo. Esta mesma concentração promoveu menor teor de flavonoide comparado com a água.

## Referências

ANDERSEN, O.M. et al. Colour and stability of pure anthocyanins influenced by pH including the alkaline region, **Food Chemistry**, v.63, n.4, p. 435-440, 1998.

BHERING, L.L. RBio: A. Tool For Biometric And Statistical Analysis Using The R Platform. **Crop breeding and applied biotechnology**, v.17: 187-190p, 2017.

CANTO-DOROW, T. S. *Digitaria Heister ex Haller*. **Flora fanerogâmica do Estado de São Paulo**. São Paulo: HUCITEC, p. 143-150, 2001.

CARVALHO, L.B. **Interferência de *Digitaria insularis* em *Coffea arabica* e respostas destas espécies ao glyphosate**. 118p. 2011. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista.

CORREIA, N.M.; LEITE, G.J.; GARCIA, L.D. Resposta de diferentes populações de *Digitaria insularis* ao herbicida glyphosate. **Planta Daninha**, v.28, p.769-776, 2010.

DEKNOCK, A. et al. Distribution of agricultural pesticides in the freshwater environment of the Guayas river basin (Ecuador). **Sci Total Environ**, v. 646, p. 996-1008, 2019.

EICHENBERGER, M. et al. De novo biosynthesis of anthocyanins in *Saccharomyces cerevisiae*. **FEMS Yeast Res**, v.18, n.4, 2018. doi: 10.1093/femsyr/foy046

GARCIA-OCHOA, F. et al. Xanthan gum: production, recovery, and properties. **Biotechnol Adv.** v.18, n.7, p. 549-79, 2000.

JEANES, A. Extracellular microbial polysaccharides; **new hydrocolloids of interest to the food industry**. 1974.

KAUR, S. et al. Physiological and molecular response of colored wheat seedlings against phosphate deficiency is linked to accumulation of distinct anthocyanins. **Plant Physiology and Biochemistry**, Volume 170, 2022. Pag 338-349.

KISSMANN, K. G. **Plantas infestantes e nocivas**. 2. ed. São Paulo: BASF, 1997, 624p.

KOGER, C.H.; REDDY, K.N. Role of absorption and translocation in the mechanism of glyphosate resistance in horseweed (*Conyza canadensis*). **Weed Science**, 53: 84–89, 2005.

KNEZEVIC, S. Z. et al. Row spacing influences the critical timing for weed removal in soybean (*Glycine max*). **Weed Technology**, v. 17, p. 666-673, 2003.

LORENZI, H. **Plantas daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas**. 3.ed. Nova Odessa: Plantarum, p. 608, 2000.

MACHADO, A. F. L. et al. Caracterização anatômica de folha, colmo e rizoma de *Digitaria insularis*. **Planta Daninha**, v. 26, p. 1-8, 2008.

MASSINON, M. e LEBEAU, F. Review of physicochemical processes involved in agrochemical spray retention. **Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement**, v. 17, n. 3, 494-504.

MONDO, V. H. V. et al. Efeitos da luz e temperatura na germinação de sementes de quatro espécies de plantas daninhas do gênero *Digitaria*. **Revista Brasileira Sementes**, s.l., v. 32, n. 1, p. 131-137, 2010.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal 4ª Ed.** Artmed, Porto Alegre, RS, 2009.

PERYEA, F. J. e LAGESCHULTE, J. M. Boron fertilizer product and concentration influence spray water pH. **Hort Technology**, v. 10, n. 2, p. 350-353, 2000.

#### **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.