

POTENCIAL ALELOPÁTICO DE EXTRATOS AQUOSOS DE PLANTAS SOBRE *Senna obtusifolia*.

Abeb Barbosa de Morais¹, João Rodolfo Milani Faquinelli¹, William Scherer Rotta, Érica Marusa Pergo Coelho¹ e Andreia Cristina Peres Rodrigues da Costa¹

¹Universidade Estadual de Maringá – UEM, Departamento de Ciências Agronômicas, Campus de Umuarama. Estrada da Paca s/n, CEP: 87500-000, Bairro São Cristóvão, Umuarama, PR.
E-mail: abebmorais@hotmail.com

RESUMO: *Compostos liberados por plantas (aleloquímicos), algumas vezes referidos como “herbicidas naturais” podem ajudar na preservação do potencial reprodutivo aliado à redução da degradação do meio ambiente. O objetivo deste trabalho foi investigar os efeitos de extrato aquoso de plantas sobre Senna obtusifolia, em casa de vegetação. Os extratos aquosos estudados foram de Sorghum bicolor e Urochloa ruziziensis, nas concentrações de 0, 250, 500 e 900 ppm. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, sendo quatro concentrações de extrato com cinco repetições. Os estudos feitos foram desenvolvimento inicial das plântulas e atividade de enzimas antioxidantes. O desenvolvimento do fedegoso sofreu redução significativa na presença do extrato de U. ruziziensis nas concentrações de 250 e 500 ppm. A enzima antioxidante CAT diminuiu sua atividade em todas as concentrações nos diferentes extratos. Portanto, o extrato aquoso de palhadas de U. ruziziensis, pode ser viável para uso em sistemas de pastagens e outros sistemas como integração lavoura pecuária para a redução da incidência de fedegoso, reduzindo a possível contaminação dos animais.*

PALAVRAS-CHAVE: *Alelopatia, Enzimas Antioxidantes, fedegoso.*

ALLELOPATHIC POTENTIAL OF AQUATIC EXTRACTS OF PLANTS ON *Senna obtusifolia*

ABSTRACT: *The composts released by plants (allelochemicals), sometimes referred to as "herbicides naturais" can be used to preserve the potential reproductive ally to reduce the degradation of the environment. The objective of this work was to investigate the effects of aqueous extract of plants on Senna obtusifolia, under greenhouse conditions. The aqueous extracts studied were Sorghum bicolor and Urochloa ruziziensis, at concentrations of 0, 250, 500 and 900 ppm. The experimental design was completely randomized, with four extracts concentrations with five replicates. The studies done were initial development of seedlings and activity of antioxidant enzymes. The development of fedegoso underwent a continuous reduction in the presence of U. ruziziensis extract at concentrations of 250 and 500 ppm. The antioxidant enzyme CAT decreased its activity at all concentrations in the different extracts. Therefore, the aqueous extracts of U. ruziziensis straw can be viable for use in pasture systems and other systems such as livestock farming integration to reduce the incidence of fedegoso, reducing the possible contamination of the animals.*

KEY WORDS: *Allelopathy, Antioxidant Enzymes, fedegoso.*

INTRODUÇÃO

Alelopatia é um fenômeno que ocorre largamente na natureza, e tem sido postulado como um dos mecanismos pelos quais algumas plantas podem interferir em suas vizinhas,

alterando o padrão e a densidade da vegetação em comunidade de plantas. Esta interferência é devida a compostos químicos, denominados de aleloquímicos, que são liberados para o meio ambiente por diferentes formas como volatilização, exsudação radicular, lixiviação e também por meio da decomposição dos resíduos das plantas (Souza Filho et al., 1997).

Os compostos alelopáticos, quando liberados no ambiente, são capazes de alterar a germinação, o crescimento e o desenvolvimento de plantas por uma multiplicidade de ações em processos fisiológicos (Einhellig, 2002). Os mecanismos de ação dos compostos alelopáticos relacionados a processos fisiológicos na planta ainda não estão completamente esclarecidos. Sabe-se que alguns agentes alelopáticos são inibidores da germinação e do crescimento, pois interferem na divisão celular, na permeabilidade de membranas, na ativação de enzimas e na atividade de fitohormônios na planta. Outros, como os ácidos fenólicos, inibem a absorção de fósforo e potássio. Processos fisiológicos como a respiração, a transpiração e a fotossíntese são também afetados, direta ou indiretamente, por compostos como a escopoletina que parece afetar a abertura dos estômatos em algumas plantas. Via de regra, as fitotoxinas exercem três tipos de efeitos sobre as plantas: inibição da germinação, inibição do crescimento de plântulas, inibição do desenvolvimento de microrganismos, tanto os de vida livre no solo como os que vivem em simbiose com as plantas (Rodrigues et al., 1992; Einhellig et al., 1995). Em termos de aplicação prática e comercial, um dos alvos mais importante dos estudos alelopáticos é a descoberta de herbicidas naturais, que são ambientalmente e toxicologicamente mais seguros que os herbicidas sintéticos usados atualmente na agricultura (Macias et al. 2000; Duke et al. 2002).

Senna obtusifolia é uma planta da família Fabaceae-Caesalpinioideae encontrada frequentemente no Brasil, sendo conhecida como fedegoso, fedegoso-branco, mata-pasto, entre outros nomes. É uma planta invasora de difícil controle que tem infestado solos com pastagens e com cultura de grãos, tendo se tornado problemático para esses cultivos. Em pastagens é importante seu controle, pois a *S. obtusifolia* é uma planta tóxica para bovinos (Froehlich 2010, Queiroz et al. 2012).

O Sorgo sacarino (*Sorghum bicolor* L. Moench) é uma planta de ciclo rápido que por apresentar colmo com caldo rico em açúcares como o da cana-de-açúcar é uma alternativa para a produção de etanol com alto rendimento. Além disso o sorgo sacarino também produz grãos em grande quantidade, grãos esses que podem ser utilizados na alimentação de animais, pois apresentam características nutricionais parecidas as do milho. Por outro lado, algumas espécies do gênero *Sorghum*, incluindo *S. bicolor*, possuem potencial alelopático, sendo o seu cultivo um método eficiente para o controle de algumas plantas daninhas em rotação de culturas (Santos et al., 2012; Oliveira et al., 2015).

Urochloa ruziziensis é uma espécie perene originária da África e muito disseminada no Brasil. Além do seu uso em sistema de pastagens essa gramínea forrageira pode ser utilizada em outros sistemas para utilização como fonte de palhada para cobertura do solo, que é muito importante para o sistema de plantio direto. A cobertura do solo tem efeito químico e físico no solo e também sobre plantas daninhas, ocasionando a redução da infestação e o estabelecimento dessas espécies invasoras. Estudos com plantas do gênero *Urochloa*, mostram haver atividade alelopática inibitória na germinação de sementes e no desenvolvimento de plantas de diferentes espécies (Martins et al. 2006, Souza et al. 2006)

Kato-Noguchi, et al., (2014), estudando atividade alelopática verificou que o extrato aquoso de metanol de *Brachiaria brizantha* inibiu o crescimento de raízes e mudas de agrião (*Lepidium sativum*), alface (*Lactuca sativa*), timóteo (*Phleum pratense*) e azevém (*Lolium multiflorum*).

Estudando a atividade alelopática de espécies Poaceae sobre plantas daninhas, Souza e Mourão Jr, (2010), observaram que extrato de *Panicum maritimum* apresentou especificidade e efetividade em relação à germinação de sementes e alongamento da radícula de *Senna obtusifolia*.

Souza Filho et al. (2009) avaliando feitos potencialmente alelopáticos dos óleos essenciais de *Piper hispidinervium* e *Pogostemon heyneanus*, observaram efeitos alelopáticos sobre a germinação e o desenvolvimento inicial de *Mimosa pudica* e *Senna obtusifolia*.

No entanto, apesar da importância de trabalhos científicos sobre compostos alelopáticos, existem poucas informações na literatura sobre os efeitos de extratos em plantas de fedegoso, bem como a eficiência desses extratos em condições de casa-de-vegetação.

Assim, o objetivo deste trabalho foi investigar os efeitos de extrato aquoso de plantas (*Sorghum bicolor* e *Urochloa ruziziensis*) sobre *Senna obtusifolia* em casa-de-vegetação.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi realizado em casa-de-vegetação e no Laboratório de Bioquímica pertencentes ao campus Regional de Umuarama – Fazenda, da Universidade Estadual de Maringá.

Foram testados extratos aquoso de *Sorghum bicolor* e *Urochloa ruziziensis* em plântulas de *Senna obtusifolia*. As sementes de *S. obtusifolia* foram coletadas em área de pastagem no entorno da Fazenda Escola – UEM, Umuarama, PR. Para a obtenção dos extratos, as plantas de *Sorghum bicolor* (cultivar BRS 506) foram cultivadas na Fazenda Escola e colhidas na fase de

floração (90 dias após a semeadura) e as plantas de *Urochloa ruziziensis*, foram colhidas na Fazenda Santa Marina (Itaquirai-MS), 75 dias após a semeadura.

Para a preparação dos extratos, após a coleta, as plantas de sorgo foram separadas em raiz, caule, folhas e cachos, e para *U. ruziziensis* foi coletado a planta toda. As plantas ou partes delas, foram acondicionadas em sacos de papel e levadas em estufa a 65° C até atingirem peso constante. Após secas, estas foram pesadas em quantidades correspondentes as concentrações de 250, 500 e 900 ppm e dissolvidas em água destilada, deixando-se cada extrato em repouso e após, sendo filtrado para ser usado.

Em casa-de-vegetação, aproximadamente vinte sementes de *S. obtusifolia* foram semeadas (30/05/2017) em vasos com capacidade de 0,5 Kg, contendo solo horizonte B e substrato orgânico na proporção (em v/v) de 1:1. As características químicas do solo utilizado estão apresentadas na Tabela 1, sendo que este solo possuía 10, 4,2 e 85,8 % de argila, silte e areia, respectivamente.

Tabela 1 - Características químicas do solo utilizado. Umuarama, PR, 2017.

pH CaCl ₂	M.O. g dm ⁻³	P resina mg dm ⁻³	H + Al	K	Ca	Mg	SB	CTC	V%
			-----mmol _c dm ⁻³ -----						
4,69	6,72	1,82	4,96	0,08	0,75	0,25	1,08	6,04	17,84

Após a germinação e emergência das plântulas, estas foram desbastadas (06/06/2017), deixando-se seis plântulas por vaso. Logo após o desbaste, iniciou-se a aplicação dos tratamentos, onde foram adicionados aos vasos diariamente 50 ml de água (0ppm) ou 50 ml do extrato testado (250, 500 e 900 ppm) por 22 dias.

Aos 31 dias após a semeadura onde cessou-se a aplicação dos tratamentos, foi realizado o estudo de desenvolvimento inicial de plântulas. O crescimento das plântulas foi avaliado por meio do comprimento das raízes primárias e caules, sendo estes removidos, e seus comprimentos medidos e imediatamente pesados, em balança analítica, para obtenção da massa de matéria fresca. Em seguida as raízes e os caules foram levados para estufa com temperatura de 65 °C até atingir peso constante, para determinação da massa de matéria seca. Os resultados foram expressos em cm ou mg por raiz-caule. O efeito dos extratos sobre o desenvolvimento do fedegoso foi mais efetivo sobre a raiz, portanto, somente as raízes foram removidas para serem utilizadas como extrato das enzimas antioxidantes (POD e CAT).

No estudo da atividade de enzimas antioxidantes, avaliou-se a atividade da Peroxidase (POD) e Catalase (CAT). Para isso, amostras de cerca de 0,4 grama das raízes controle ou crescidas na presença de extrato aquoso foram retiradas e homogeneizadas em almofariz (4 °C) com 3,0 ml de meio de extração (tampão fosfato de potássio 67mM, pH=7,0; PVP 2%). O homogeneizado foi centrifugado a 4000 rpm por 15 min a 4 °C, e o sobrenadante foi utilizado como extrato enzimático. Para a POD uma alíquota de 200 µl de extrato foi adicionado a 3 ml de meio de reação constituído de tampão fosfato de potássio 25 mM, pH = 6,8, H₂O₂ 10 mM e guaiacol 2,58 mM. A atividade da POD foi medida no espectrofotômetro pelo decréscimo da absorbância a 470 nm, usando o coeficiente de extinção de 25.5 mM⁻¹ cm⁻¹ (Pütter, 1974). Já para a catalase, uma alíquota de 200 µl de extrato foi adicionado a 3 ml de meio de reação constituído de tampão fosfato de potássio 67 mM, pH = 7,0 e H₂O₂ 10 mM. A atividade da CAT foi medida no espectrofotômetro pelo decréscimo da absorbância a 240 nm, usando o coeficiente de extinção de 0,0394 mM⁻¹ cm⁻¹ (Aebi, 1984). O resultado foi expresso em µmoles de H₂O₂ consumido min⁻¹ (g raiz)⁻¹.

Para os resultados obtidos no teste de desenvolvimento inicial de plântulas, foram realizados em delineamento experimental inteiramente casualizados, sendo 4 doses de extrato aquoso de braquiária e extratos da raiz, caule, folha e cacho de sorgo, com cinco repetições para cada extrato aquoso testado. Os resultados referentes as avaliações foram submetidos à análise de variância – ANOVA pelo teste ‘F’ (P ≤ 0,05), e quando significativo as médias foram submetidas ao teste de Dunnet, analisados no programa PRISMA.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1, podemos observar o desenvolvimento das plântulas de *S. obtusifolia* na presença do extrato aquoso de *U. ruziziensis*. O comprimento de raiz e de caule não foram afetados pelo extrato de *U. ruziziensis* nas concentrações testados, porem nota-se que com o aumento da concentração apresentou uma tendência na redução desses fatores avaliados (Figura 1, A e B). Segundo Jacobi & Ferreira (1991), a inibição do crescimento da plântula após a germinação, sob o ponto de vista ecológico, é um mecanismo de seleção mais eficiente do que evitar a germinação da planta daninha, porque a descendência é eliminada.

Para a massa de matéria fresca de raiz (Figura 1C), observou-se um efeito significativo desse extrato sobre a planta, sendo que a massa da matéria fresca de raiz apresentou uma redução apenas nas concentrações de 250 e 500 ppm, com reduções médias de 25 e 23% em relação a testemunha, respectivamente. Observa-se esse mesmo comportamento quando se realizou a massa da matéria seca de raiz (Figura 1E) com reduções de 48% para 250ppm e 38%

para 500ppm. Esse resultado mostra que o extrato aquoso de *U. ruzizensis* causou uma diminuição do desenvolvimento de fedegoso somente na raiz. Esses resultados são importantes, pois a redução acentuada da raiz pode afetar a capacidade competitiva e a produtividade da planta daninha frente à cultura agrícola (Almeida et al., 2015).

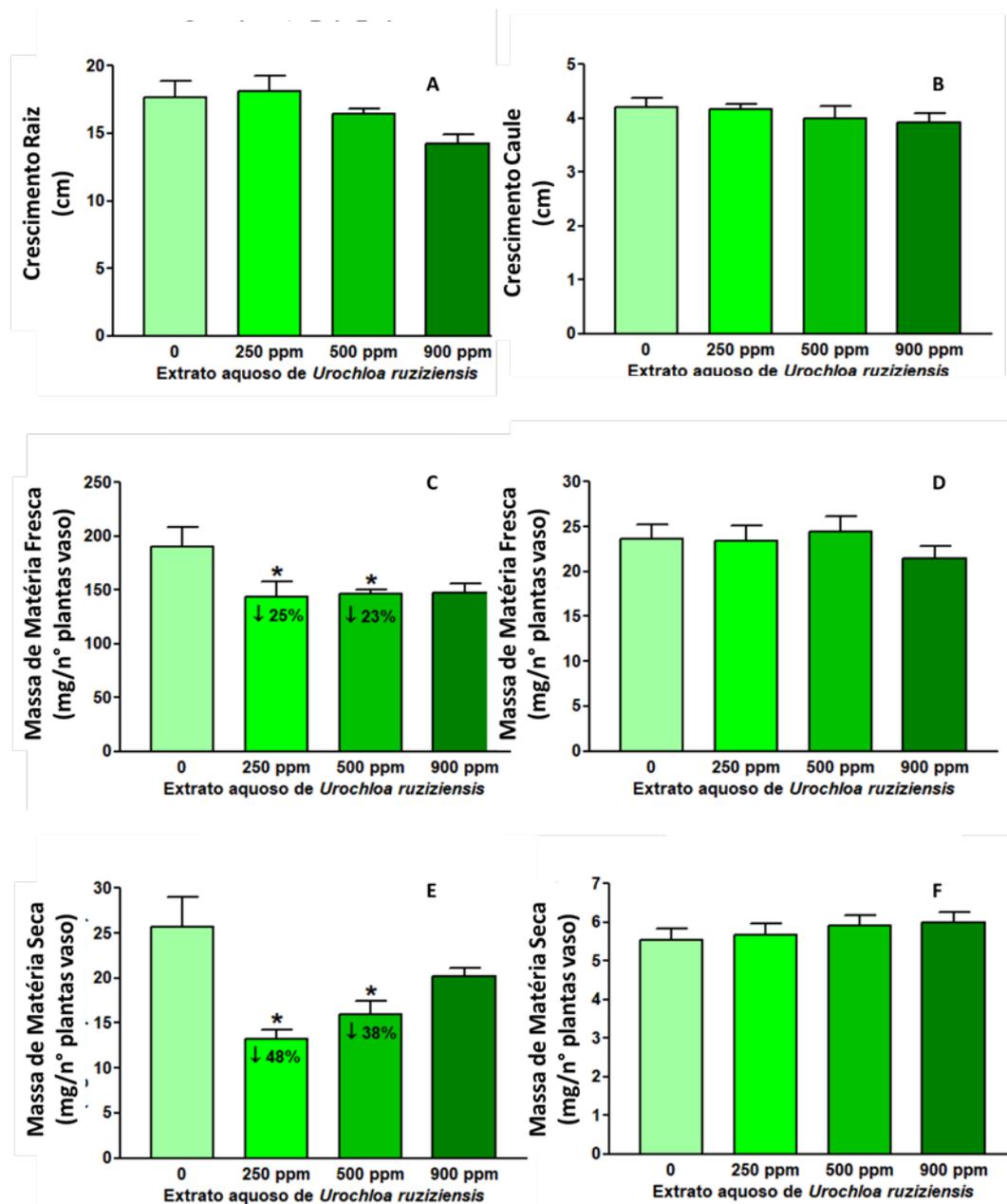


Figura 1 - A) e B) Crescimento da Raiz e Caule, C) e D) Massa de matéria fresca da Raiz e Caule e E) e F) Massa de matéria seca da Raiz e Caule *Senna obtusifolia*, sobre o efeito alelopático do extrato aquoso de *Urochloa ruzizensis* em diferentes concentrações. * significativo a 5% ou 1%.

O mesmo ocorreu com trabalho realizado por Carmo et al. (2007), que verificaram que extratos de folhas e cascas de tronco de canela-sassafrás (*Ocotea odorifera*) provocaram aumento da massa fresca de raízes das plântulas de sorgo, sem afetar a massa fresca da parte aérea.

Segundo Gatti et al. (2004), essas variações podem ser explicadas devido a um investimento diferenciado de matéria orgânica, ou na raiz ou na parte aérea, influenciado diretamente pelo tipo e concentração do extrato.

Ferreira & Aquila, (2000) mencionam que o crescimento radicular é a característica mais estudada em investigações do potencial alelopático das espécies vegetais, pois é um parâmetro muito sensível do desenvolvimento vegetal e a alelopatia revela seus efeitos inibitórios.

Para o estudo com extrato de diferentes partes de *S. bicolor* no desenvolvimento da raiz de *S. obtusifolia* (Figura 2), observou-se com os resultados obtidos neste trabalho que na concentração baixa (250 ppm) com o extrato dos cachos de sorgo (Figura 2A), mesmo não havendo diferença estatística, houve uma tendência do efeito estimulatório no crescimento de caule de fedegoso, reduzindo esse efeito com o aumento da concentração.

De acordo com An et al. (1993), um dado aleloquímico pode possuir o efeito tanto inibitório quanto estimulatório. Rice (1984) menciona que quando em baixa concentração os efeitos alelopáticos podem não ser inibitório para dada espécie receptora, podendo apresentar efeitos estimulatórios em determinados casos.

Da mesma forma, nota-se que houve uma tendência de aumento nos valores de matéria fresca e seca de raiz (Figura 2 B e C) com o extrato preparado com as folhas de sorgo em todas as concentrações quando se compara com a testemunha.

É importante destacar que, os aleloquímicos podem estar presentes em todos os tecidos das plantas, incluindo folhas, flores, frutos, raízes, rizomas, caules e sementes, mas a quantidade e o caminho pelos quais são liberados diferem de espécie para espécie (Putnan & Tang, 1986).

Ao contrário do que ocorreu no presente trabalho, Oliveira et al (2015), avaliando extratos de diferentes espécies vegetais no desenvolvimento de alface, observaram que todos os extratos inclusive de *S. bicolor*, reduziram o comprimento do sistema radicular das plântulas. O mesmo autor salienta que quando o comprimento e desenvolvimento do sistema radicular de uma planta são afetados, isso pode comprometer todo o seu ciclo de vida, pois a planta depende de um bom desenvolvimento do sistema radicular para sua fixação ao solo e principalmente para absorção de água e nutrientes.

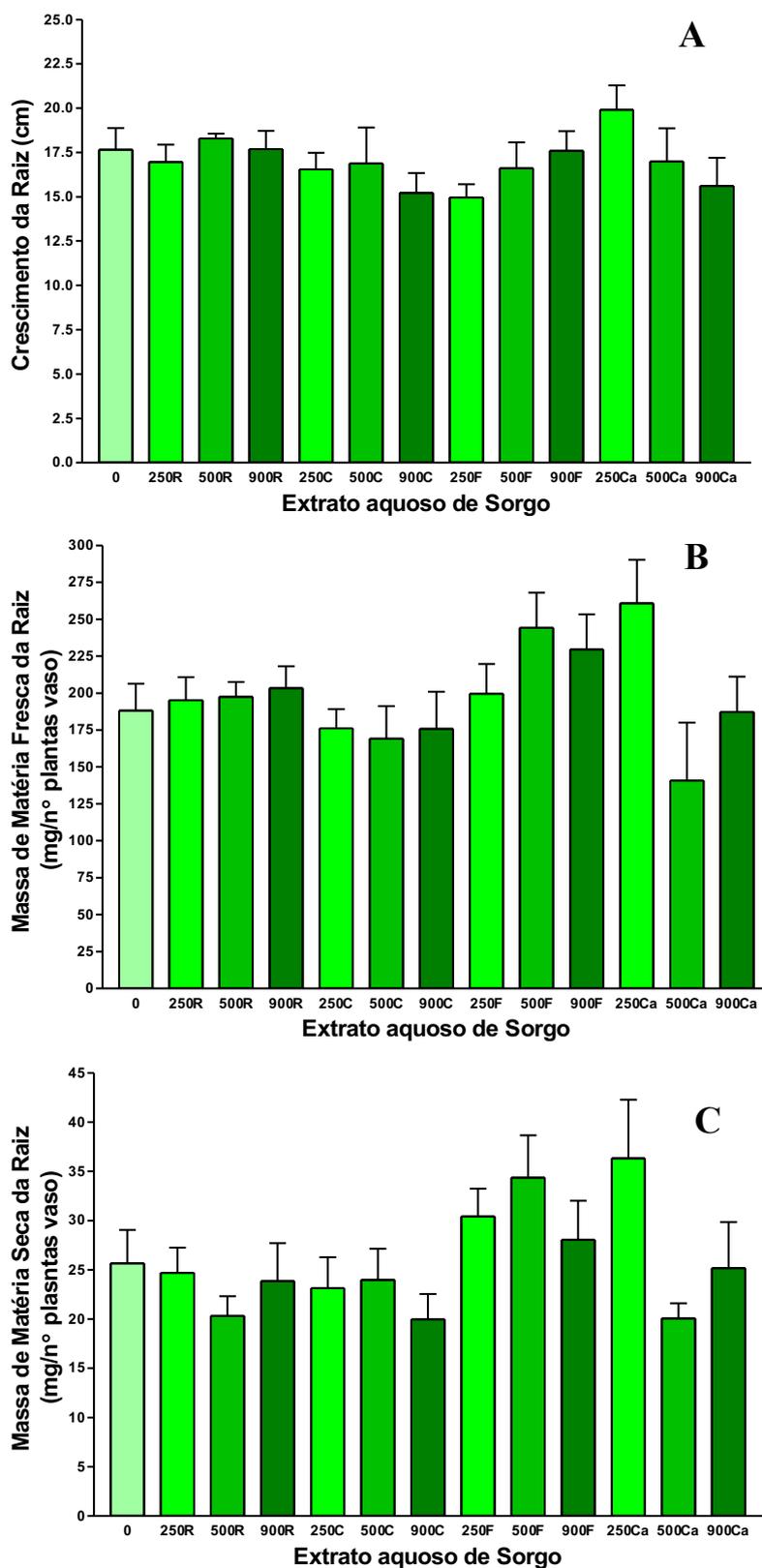


Figura 2 - A) Crescimento da Raiz; B) Massa de matéria fresca da Raiz; C) Massa de matéria seca da Raiz de *Senna obtusifolia*, sobre o efeito alelopático do extrato aquoso de diferentes partes do *Sorghum bicolor* em diferentes concentrações. Siglas: R: raiz, C: caule, F: folha, Ca: cacho (partes do sorgo). * significativo a 5% ou 1%.

Com relação ao crescimento do caule do fedegoso (Figura 3A), a parte do extrato aquoso do sorgo que mais causou efeito sobre as plântulas foi o extrato preparado com o caule do sorgo que inibiu 15% na concentração 250ppm, sendo que o extrato preparado com a parte da flor estimulou em 16% o comprimento de caule de fedegoso na concentração de 900 ppm. Da mesma forma, nas mesmas partes e concentrações do extrato aquoso do sorgo, ocorreu um efeito no peso de matéria seca de caule. Tal resultado mostra que o extrato aquoso do caule do sorgo somente na concentração de 250 ppm, provocou uma diminuição na parte aérea da planta fedegoso. Já no extrato aquoso da flor do sorgo somente na concentração de 900 ppm provocou um desenvolvimento na parte aérea do fedegoso.

Por meio de todos esses resultados encontrados, procuramos selecionar o extrato que mais provocou interferência sobre a planta daninha fedegoso e a parte mais afetada dessa planta para fazer os testes de atividades de algumas enzimas do sistema de defesa antioxidante. Assim, como observado a raiz de fedegoso foi a parte mais afetada pelo extrato aquoso de *U. ruziziensis*, por isso essa parte foi utilizada para medir a atividade da enzima peroxidase (POD) e catalase (CAT). A enzima POD em todas as análises feitas com as raízes de fedegoso, estava ausente, por isso não foi mostrado nenhum gráfico da atividade desta enzima. Já a CAT, como mostrado na Figura 4, apresentou várias alterações em sua atividade. Na Figura 4A, podemos observar a atividade da CAT na raiz de fedegoso na presença do extrato aquoso de *U. ruziziensis*, mostrando uma diminuição significativa de sua atividade em todas as concentrações testadas, em relação ao controle. Portanto, o extrato aquoso de *U. ruziziensis* como já mostrado anteriormente provocou uma diminuição no desenvolvimento da raiz de fedegoso, mas o esperado era que aumentasse a atividade das enzimas do sistema de defesa, como por exemplo a CAT, pois possivelmente essa diminuição no desenvolvimento pode acarretar um stress oxidativo para essa planta, mas pelo contrário a atividade da CAT ao invés de aumentar, diminuiu. Alguns autores como Pergo & Ishii-Iwamoto (2011), mostram que muitas vezes o aleloquímico pode acarretar um stress para a planta, não só por aumentar as espécies reativas de oxigênio, mas também por inibir o sistema de defesa da planta, como ocorreu neste trabalho.

Na Figura 4B, observamos o efeito do extrato aquoso de partes do *S. bicolor* sobre a atividade da CAT na raiz do fedegoso, e também mostra que essa enzima estava inibida em várias partes e concentrações de extrato aplicado, mesmo que esse extrato não tenha provocado de forma significativa nenhum efeito no desenvolvimento da raiz do fedegoso.

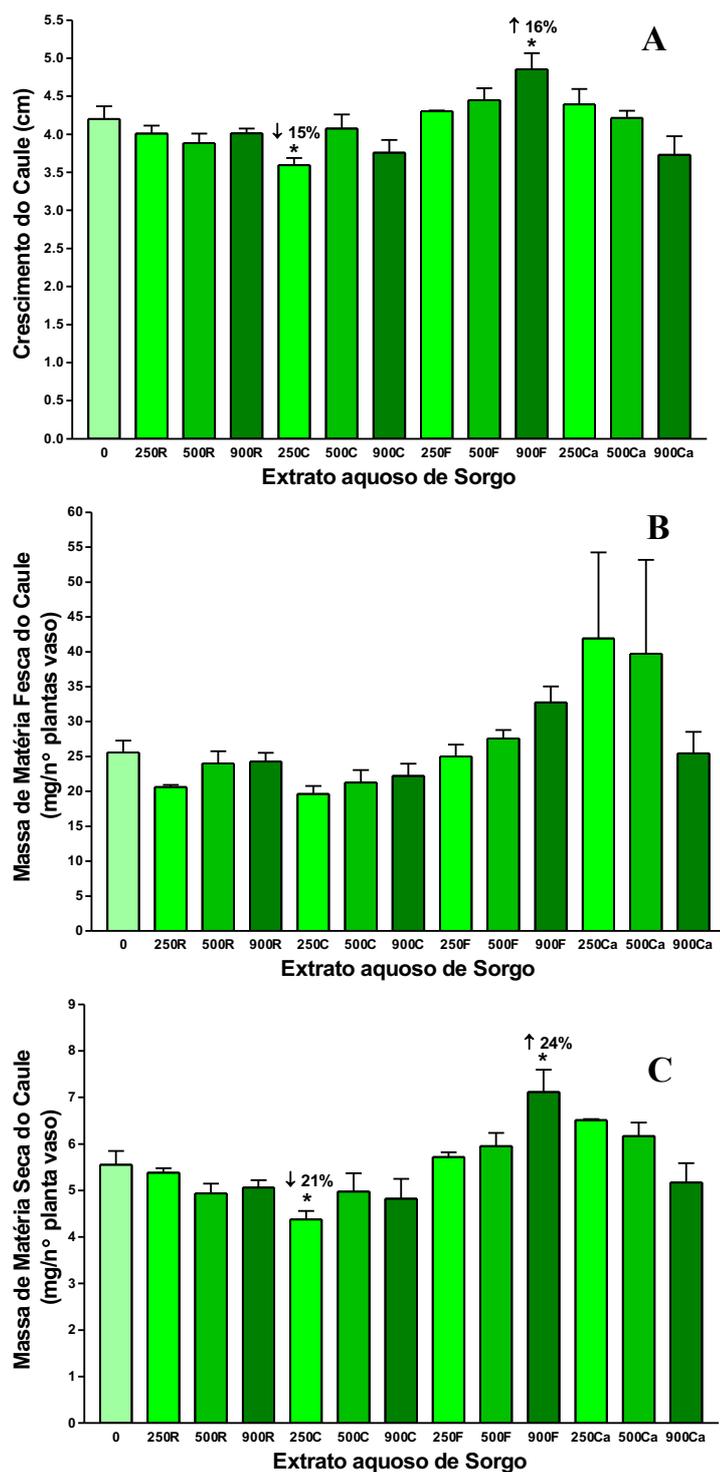


Figura 3 - A) Crescimento do Caule; B) Massa de matéria fresca do Caule C) Massa de matéria seca do Caule de *Senna obtusifolia*, sobre o efeito alelopático do extrato aquoso de diferentes partes do *Sorghum bicolor* em diferentes concentrações. Siglas: R: raiz, C: caule, F: folha, Ca: cacho (partes do sorgo). * significativo a 5% ou 1%

Aumonde et al (2015), avaliando o desempenho fisiológico e metabolismo antioxidativo de plântulas de arroz-vermelho sob ação do extrato de *Philodendron bipinnatifidum*, observaram uma redução na atividade da enzima catalase (CAT) até a concentração 50% do extrato.

Segundo Carvalho et al. (2011), existem evidências de que a diminuição da atividade da CAT pode estar relacionada com a baixa afinidade ao peróxido de hidrogênio, ou seja, o estresse químico pode provocar alterações na atividade desta enzima, diminuindo então a eficácia do sistema de defesa dessa planta, como mostrado neste trabalho.

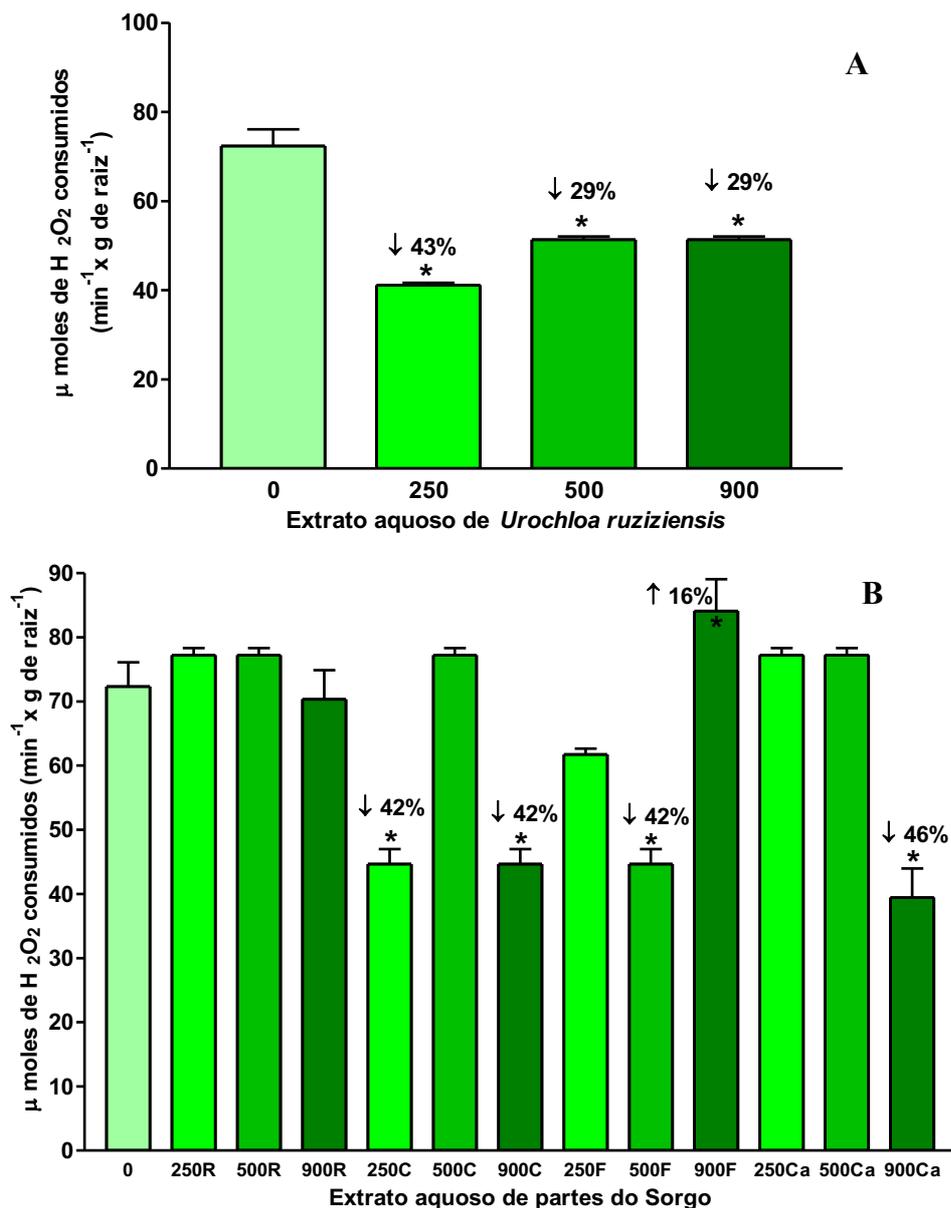


Figura 4 - A) Atividade da enzima Catalase (CAT), na raiz de *Senna obtusifolia*, sobre o efeito alelopático do extrato aquoso de *Urochloa ruziziensis* e B) de diferentes partes do *Sorghum bicolor* em diferentes concentrações. Siglas: R: raiz, C: caule, F: folha, Ca: cacho (partes do sorgo). * significativo a 5% ou 1%

CONCLUSÃO

O desenvolvimento fisiológico do fedegoso sofreu redução na presença do extrato de *U. ruziziensis* nas concentrações de 250 e 500 ppm, onde teve-se diminuição significativa na massa de matéria fresca e seca. Os extratos de caule e flor de sorgo também apresentaram efeito no desenvolvimento fisiológico e em crescimento de caule apenas nas concentrações 250 e 900 ppm respectivamente. Já só a enzima antioxidante CAT foi expressa nessa planta, e a mesma teve diminuição de sua atividade em todas as concentrações nos diferentes extratos, com exceção no extrato da parte da raiz do *S. bicolor*.

Portanto, o resultado mais expressivo foi com o extrato aquoso de *U. ruziziensis*, sendo este viável para uso em sistemas de pastagens e outros sistemas como integração lavoura pecuária para a redução da incidência de fedegoso, reduzindo a possível contaminação dos animais.

REFERÊNCIAS

- AEBI, H. Catalase in vitro, **Methods Enzymol**, v. 105, p. 121-126, 1984.
- ALMEIDA M. O.; MATOS C. C.; SILVA D. V.; BRAGA R. R.; FERREIRA E. A.; SANTOS J. B. Interação entre volume de vaso e competição com plantas daninhas sobre o crescimento da soja. *Revista Ceres*, Viçosa, MG, v. 62, n. 6, p. 524-530, 2015
- AN, M.; JOHNSON, I.R.; LOVETTE, J.V. Mathematical modeling of allelopathy: biological response to allelochemical and its interpretation. **Journal of Chemical Ecology**, v.9, n.10, p. 2379-2389, 1993.
- AUMONDE, T.Z.; MARTINAZZO, E.G.; PEDÓ, T.; BORELLA, J.; AMARANTE, DO L.; VILLELA, F.A. & MORAES, DE D.M. Desempenho fisiológico e metabolismo antioxidativo de plântulas de arroz-vermelho sob ação do extrato de *Philodendron bipinnatifidum* Schott. **IHERINGIA, Sér. Bot.**, Porto Alegre, v. 70, n. 1, p. 47-56, junho 2015.
- CARMO, F.M.S.; BORGES, E.E.L.; TAKAKI, M. Alelopatia de extratos aquosos de canela-sassafrás (*Ocotea odorifera* (Vell.) Rohwer). **Acta Botanica Brasílica**, Feira de Santana, BA, v.21, n.3, p. 697-705, 2007.
- CARVALHO, F.E.L., LOBO, A.K.M., BONIFACIO, A., MARTINS, M.O., LIMA NETO, M.C. & SILVEIRA, J.A.G. Aclimação ao estresse salino em plantas de arroz induzida pelo pré-tratamento com H₂O₂. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** v.15, p.416-423, 2011.
- DUKE, S.O.; DAYAN, F.E.; RIMANDO, A.M.; SCHRADER, K.K.; OLIVA, G.A.A.; ROMAGNI, J.G. Invited paper: chemicals from nature for weed management. **Weed Science**, v.50, p.138-151, 2002.
- EINHELLIG, F. A. **The physiology of allelochemical action**: Clues and views. In: REIGOSA, Journal of Agronomic Sciences, Umuarama, v.7, n. especial seagro, p.8-21, 2018.

M. & PEDROL, N. Allelopathy from Molecules to Ecosystems. Vigo, Universidade de Vigo. p. 1-23, 2002.

EINHELLIG, F.A. In **Allelopathy: Organisms, Processes and Applications**; Inderjit, Dakshini, K. M. M., Einhellig, F. A., Eds.; ACS Symposium Series 582; American Chemical Society: Washington, DC; pp 96-116, 1995.

FERREIRA, A.G.; AQUILA, M.E.A. Alelopatia: uma área emergente na ecofisiologia. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v. 12, Edição Especial, p.204-175, 2000.

FROEHLICH D.L. **Intoxicação espontânea e experimental por folhas e vagens da planta *Senna obtusifolia* (Leguminosae) em bovinos**. Dissertação de Mestrado, Centro de Ciências Agroveterinárias, UDESC, Lages/ SC, 2010. 38p

GATTI, A.B.; PEREZ, S.C.J.G.; LIMA, M.I.S. Efeito alelopático de *Aristolochia esperanzae* O. Kuntze na germinação e no crescimento de *Lactuca sativa* L. e *Raphanus sativus* L. **Acta Botanica Brasilica**, Feira de Santana, BA, v.18, n3, p.459-472, 2004.

JACOBI, U.S.; FERREIRA, A.G. Efeitos alelopáticos de *Mimosa bimucronata* (DC) OK. sobre espécies cultivadas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.26, p.935-943, 1991.

KATO-NOGUCHI, H.; KOBAYASHI, A.; OHNO, O.; KIMURA, F.; FUJII, Y.; SUENAGA, K. Phytotoxic substances with allelopathic activity may be central to the strong invasive potential of *Brachiaria brizantha*. **Journal of Plant Physiology**, v.171, p.525-530, 2014.

MACIAS, F.A.; GALLINDO, J.C.G. & MOLINILLO, J.M.G. **Plant biocommunicators: application of allelopathic studies**. In: *2000 Years of Natural Products Research Past, Present and Future*, Ed Teus J.C. Lujendijk, Phytoconsult. 2000.

MARTINS, D.; MARTINS, C.C.; COSTA, N.V. Potencial alelopático de soluções de solo cultivado com *Brachiaria brizantha*: Efeitos sobre a germinação de gramíneas forrageiras e plantas daninhas de pastagens. **Planta Daninha**, v. 24, n. 1, p. 61-70, 2006.

OLIVEIRA, J. S.; PEIXOTO, C. P.; POELKING, V. G. C.; ALMEIDA, A. T. Avaliação de extratos das espécies *Helianthus annuus*, *Brachiaria brizantha* e *Sorghum bicolor* com potencial alelopático para uso como herbicida natural. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 17, n. 3, p. 379-384, July/Sept. 2015.

PERGO, É. M., ISHII-IWAMOTO, E. L. Changes in Energy Metabolism and Antioxidant Defense Systems During Seed Germination of the Weed Species *Ipomoea triloba* L. and the Responses to Allelochemicals. **Journal of Chemical Ecology**, v.37, p.500 - 513, 2011.

PUTNAN, A.R. & TANG, C. S. In: PUTNAN, A. R. & TANG, C. S. **The science of allelopathy**. New York: John Wiley & Sons, 1986. p. 1-19.

PÜTTER J. **Peroxidases**. In: Bergmeyer HV (ed). *Methods of Enzymatic Analysis*. Verlag Chemie, Weinheim, Academic Press Inc, New York, pp 685, 1974.

QUEIROZ G.R., RIBEIRO R.C.L., ROMÃO F.T.N.M.A., FLAIBAN K.K.M.C., BRACARENSE A.P.F.R.L. & LISBÔA J.A.N. Intoxicação espontânea de bovinos por *Senna obtusifolia* no estado do Paraná. **Pesquisa Veterinária Brasileira**. V.32, n.12, p.1263- 1271, 2012.

RODRIGUES, L.R. De A.; RODRIGUES, T. de J.D. Rets, R.A. **Alelopatia em plantas forrageiras**. Jaboticabal: FCAVJ-UNESP/FUNEP, 1992.

SANTOS, I. L.V.L.; SILVA, C. R. C.; SANTOS, S. L.; MAIA, M. M. D. Sorgoleone: benzoquinona lipídica de sorgo com efeitos alelopáticos na agricultura como herbicida. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 79, n. 1, p. 135-144, jan./mar. 2012.

SOUZA FILHO, A.P.S.2 & MOURÃO JR., M. Padrão de resposta de *Mimosa pudica* e *Senna obtusifolia* à atividade potencialmente alelopática de espécies de Poaceae. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 28, p. 927-938, 2010. Número Especial

SOUZA FILHO, A.P.S.; RODRIGUES, L.R.A.; RODRIGUES, T. J. Potencial alelopático de forrageiras tropicais: efeitos sobre invasoras de pastagens. **Planta Daninha**, v. 15, n. 1, P.53-60, 1997.

SOUZA FILHO, A. P. S.; VASCONCELOS, M. A. M.; ZOGHBI, M. G. B.; CUNHA, R. L. Efeitos potencialmente alelopáticos dos óleos essenciais de *Piper hispidinervium* C. DC. e *Pogostemon heyneanus* Benth sobre plantas daninhas. **Acta Amazonica**, vol. 39, n.2, p.389-396, 2009.

SOUZA, L.S.; VELINI, E.D.; MARTINS, D.; ROSELEM, C.A. Efeito alelopático de capim braquiária (*Brachiaria decumbens*) sobre o crescimento inicial de sete espécies de plantas cultivadas. **Planta Daninha**, v. 24, n. 4, p. 657-668, 2006.