



Identificação de compostos com potencial alelopático em diferentes estádios fenológicos de *Avena strigosa* L. cultivada em sistema de plantio direto agroecológico

*Identification of compounds with allelopathic potential in different phenological stages of *Avena strigosa* L. grown under an agroecological no-tillage system*

SOUZA, Monique¹; COMIN, Jucinei José²; KUHNEN, Shirley³; TRAPP, Talita⁴; LIMA, Andria Paula⁵; Kurtz, Claudinei⁶

¹ Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), monique_souzaaa@yahoo.com.br;

² UFSC, j.comin@ufsc.br; ³UFSC, shirley@cca.ufsc.br; ⁴UFSC, talipptrali@yahoo.com.br;

⁵ UFSC, andriapaulalima2@hotmail.com; ⁶ Empresa de Pesquisa e Extensão Agropecuária de Santa Catarina, kurtz@epagri.sc.gov.br

Eixo temático: Manejo de Agroecossistemas de Base Ecológica

Resumo: A identificação de compostos produzidos pelas plantas de cobertura pode auxiliar na seleção de espécies com potencial alelopático para manejo de plantas espontâneas. O objetivo desse estudo foi identificar compostos fenólicos com potencial alelopático de *Avena strigosa* L. em diferentes estádios fenológicos. Em experimento de campo em sistema de plantio direto agroecológico de cebola, em Ituporanga (SC), foram coletadas amostras da parte aérea de *Avena strigosa* L. aos 100 dias após a sua semeadura (DAS) e 30 dias após o seu acamamento (DAA). Os extratos foram analisados via cromatografia líquida de alta eficiência para a identificação e quantificação dos compostos. Foram identificados os ácidos trans-cinâmico, gálico, p-hidroxibenzóico e sinápico, BOA e MBOA. O cultivo consorciado da aveia-preta com o nabo-forrageiro apresentou maior conteúdo de compostos fenólicos com potencial alelopático aos 100 DAS, quando comparado com o cultivo solteiro e aos 30 DAA, sugerindo, ser uma alternativa para o controle de plantas espontâneas.

Palavras-chave: plantas de cobertura; ácidos fenólicos; BOA; MBOA.

Keywords: cover crops; phenolic acids; BOA; MBOA.

Introdução

A plantas de cobertura utilizadas em sistemas de plantio direto podem produzir diferentes compostos químicos que possuem ação alelopática, com destaque para o potencial dos compostos fenólicos, que são metabólitos secundários biossintetizados pelas plantas a partir da rota do ácido malônico e da rota do ácido chiquímico, que desempenham diversas funções ecológicas, como a redução do crescimento e do estabelecimento de outras plantas (TAIZ e ZEIGER, 2009).

De maneira geral, a liberação dos compostos secundários das plantas para o ambiente ocorre por exsudação pelas raízes (BERTIN et al., 2003), por decomposição dos seus resíduos depositados na superfície do solo, por lixiviação ou volatilização, variando de acordo com a espécie e o ambiente (INDERJIT e CALLAWAY, 2003). Sobre a espécie em estudo, sabe-se que a *Avena strigosa* L. (aveia) possui efeito alelopático e tem na sua composição fenólica os ácidos cafeico, p-cumárico, siríngico, ferúlico e sinápico (ZHANG et al., 2012; KLAJN et al. 2012).



A determinação da composição fenólica produzida pelas plantas de cobertura, poderá auxiliar na seleção das espécies utilizadas nos sistemas de cultivo, proporcionar um melhor entendimento sobre em qual estágio fenológico e em qual situação de cultivo, solteiro ou consorciado, ocorre maior produção de compostos, além de reduzir, eliminar ou substituir herbicidas (ALTIERI et al., 2011).

Desse modo, o objetivo desse estudo foi identificar compostos fenólicos com potencial alelopático via cromatografia líquida de alta eficiência da parte aérea de *Avena stri-gosa* L. em diferentes estádios fenológicos, antes e após o seu acamamento em cultivo de cebola.

Metodologia

Em 2014 foram realizadas coletas da parte aérea de aveia-preta em um experimento implantado a campo, desde 2009, em Sistema de Plantio Direto de Hortaliças, em sistema de manejo agroecológico, em que não são utilizados adubos altamente solúveis e agrotóxicos. O experimento está localizado na Estação Experimental da EPA-GRI, no município de Ituporanga, região do Alto Vale do Itajaí, Santa Catarina, Brasil (Latitude 27° 24' 52"S, Longitude 49° 36' 9"W e altitude de 475 m). O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é subtropical mesotérmico úmido (Cfa). O solo foi classificado como Cambissolo Húmico (EMBRAPA, 2013).

No campo foram implantados os tratamentos: i) aveia-preta (120 kg ha⁻¹ de semente) (AV); e ii) aveia-preta (60 kg ha⁻¹ de semente) + nabo-forrageiro (10 kg ha⁻¹ de semente) (AV + NF). As espécies foram semeadas a lanço sobre a superfície do solo e em julho todas as espécies foram acamadas usando um rolo-faca para posterior abertura de sulcos para o plantio das mudas de cebola.

A aveia-preta solteira e consorciada foi coletada aos 100 dias após a sua semeadura (DAS) e 30 dias após o seu acamamento (DAA), o que corresponde aos dias após o plantio das mudas de cebola. Foram coletadas três subamostras aleatoriamente de cada parcela para compor uma única amostra composta. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com três repetições e dois tratamentos (i, ii). As amostras foram identificadas e acondicionadas em tubos do tipo falcon (50 mL), colocadas em uma caixa de isopor e transportadas em gelo seco para o laboratório. As amostras foram liofilizadas (modelo L101, Liotop, São Paulo, Brasil) até total remoção da umidade a -54 °C e, em seguida, trituradas em moinho, peneiradas (0,42 mm) e armazenadas a -20 °C para posterior análise.

A parte aérea das plantas de cobertura foi macerada com metanol 80% (v/v) (1:50, p/v), seguida de agitação (2 h) e filtração a vácuo. O filtrado foi centrifugado a 4.000 rpm por 15 min e o sobrenadante coletado e analisado por cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE).

Alíquotas (60 µL) dos extratos metanólicos foram injetadas em cromatógrafo líquido (Thermo Fisher Scientific, Dionex UltiMate 3000). A eluição foi realizada à 30 °C em



fluxo de 1 mL min⁻¹, em coluna C18 de fase reversa (Acclaimtm 120, 5 µm C18, 4,6 x 250 mm, Thermo Fisher Scientific) e pré-coluna (Acclaimtm, 5 nm, 4.6 x 10 mm), operando em 240, 260, 280 e 320 nm. A eluição consistiu de um gradiente das soluções A (metanol) e B (água Milli-Q/ pH 2,3), na proporção 15% da solução A e 85% da solução B (5 min), 15 à 100% da solução A (5 à 45 min) e de 85 à 0% de solução B (40 à 60 min).

A identificação dos compostos de interesse, como os ácidos trans-cinâmico, ferúlico, p-cumárico, sinápico, cafeico, vanílico, gálico, siríngico, p-hidroxibenzóico, 2-benzoxazolinona (BOA) e 6-metoxi-2-benzoxazolinona (MBOA) foi obtida comparando-se os tempos de retenção e os valores máximos de λ com os de compostos padrões (Sigma-Aldrich). Para a quantificação dos compostos identificados, foi utilizada a área sob o cromatograma nos tempos de retenção. A quantificação dos ácidos fenólicos foi feita utilizando-se curva padrão externa de ácido gálico ($y = 1,0301x$, $r^2 = 0,99$), MBOA ($y = 0,0976x$, $r^2 = 0,96$), BOA ($y = 0,3166x$, $r^2 = 0,99$) e quercetina ($y = 0,08671x$, $r^2 = 0,98$), tomando como base a área dos picos de interesse. Os valores apresentados correspondem à média de 2 injeções/amostra.

Resultados e Discussão

Foram detectados e identificados os mesmos compostos fenólicos nos extratos de aveia-preta solteira e consorciada com o nabo-forrageiro aos 100 DAS, sendo eles, os ácidos trans-cinâmico, gálico, p-hidroxibenzóico e sinápico, BOA e MBOA (Tabela 1). Aos 100 DAS, esses compostos representaram 52 e 47% da área total do cromatograma nos extratos de aveia-preta solteira e consorciada, respectivamente (Tabela 1). Os compostos mais abundantes foram o ácido sinápico e BOA e, estes, têm sido estudados como aleloquímicos e são comumente encontrados em plantas da família Poaceae e do gênero *Avena* (SICKER E SCHULZ, 2002; HANHINEVA et al., 2014).

Os compostos BOA e MBOA, que possuem efeito alelopático (FINNEY et al., 2005; TANWIR et al., 2017), apresentaram maiores concentrações quando a aveia estava consorciada com o nabo-forrageiro, aumentando em 1,5 e 5 vezes o seu conteúdo, respectivamente, quando comparado com o cultivo solteiro. Os efeitos fitotóxicos de DIMBOA, DIBOA e seus produtos de degradação (BOA e MBOA) estão descritos na literatura (FINNEY et al., 2005; TANWIR et al., 2017). Esses compostos atuam sobre os vegetais bloqueando a rota do ácido chiquímico no metabolismo secundário das plantas causando a sua morte ou interferido na germinação (TAIZ e ZEIGER, 2009).

Já aos 30 DAA, o único composto detectado foi o ácido trans-cinâmico (Tabela 1). A área relativa do ácido trans-cinâmico nos extratos de aveia-preta solteira aumentou em média 21% aos 30 DAA em relação ao extrato de aveia aos 100 DAS. O ácido cinâmico é precursor das ligninas, sendo sintetizado pela via do ácido chiquímico pela enzima fenilalanina amônio liase (PAL) (PERES, 2004). De fato, são encontrados maiores teores de lignina, após o acamamento das plantas (OLIVEIRA et al., 2016). Portanto, os maiores teores de ácido cinâmico na aveia-preta, provavelmente estão



associados ao processo de lignificação que ocorre após o acamamento. Aos 30 dias após o acamamento, a espécie já iniciou o seu processo de decomposição e o conteúdo de compostos fenólicos, apresentado aos 100 DAS, e de outros nutrientes contidos no tecido vegetal dessas espécies estudadas, podem ter sido liberados para o ambiente por diversas formas, como lixiviação, volatilização e decomposição da matéria seca pelos microrganismos do solo (CRUSCIOL et al., 2005).

Conclusões

Foram identificados os ácidos trans-cinâmico, gálico, p-hidroxibenzóico e sinápico, BOA e MBOA. Recomenda-se o cultivo consorciado da aveia-preta com o nabo-forrageiro por apresentar maior conteúdo de compostos fenólicos com potencial alelopático, quando comparado com a espécie cultivada solteira sugerindo ser uma alternativa para o controle de plantas espontâneas.

Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) pela bolsa e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) - Chamada Nº 81/2013 pelo auxílio financeiro.

Referências bibliográficas

ALTIERI, M. A.; LANA, M. A.; BITTENCOURT, H. V.; KIELING, A. S.; COMIN, J. J.; LOVATO, P. E. Enhancing Crop Productivity via Weed Suppression in Organic No-Till Cropping Systems in Santa Catarina, Brazil. **Journal of Sustainable Agriculture**, v. 35, p. 1-15, 2011.

BERTIN, C.; YANG, X.; WESTIN, L. A. The role of root exudates and allelochemicals in the rhizosphere. **Plant and Soil**, v. 256, p.67-83, 2003.

CRUSCIOL, C. A.; COTTICA, R. L.; VALE LIMA, E.; ANDREOTTI, M.; MORO, E.; MARCON, E. Persistência de palhada e liberação de nutrientes do nabo-forrageiro no plantio direto. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 40, n. 2, p.161-168, 2005.

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2013. 312p.

FINNEY, M. M.; DANEHOWER, D. A.; BURTON, J. D. Gas chromatographic method for the analysis of allelopathic natural products in rye (*Secale cereale* L.). **Journal of Chromatography A**, v. 1066, p. 249-253, 2005.

HANHINEVA, K.; PIHLAVA, J.; MYKKÄNEN, H.; POUTANEN, K. Chapter 8 – Benzoxazinoids in Rye and Rye-Derived Products. **Rye and Health**, p. 121-129, 2014.

Cadernos de Agroecologia – ISSN 2236-7934 - Anais do XI Congresso Brasileiro de Agroecologia, São Cristóvão, Sergipe - v. 15, no 2, 2020.



INDERJIT; CALLAWAY, R.M. Experimental designs for the study of allelopathy. **Plant and Soil**, v. 256, p. 1-11, 2003.

KLAJN, V. M.; GUTKOSKI, L. M.; FIORENTINI, A. M.; ELIAS, M. C. Compostos antioxidantes da aveia. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 18, n. 4, p. 292-303, 2012.

OLIVEIRA, R. A.; BRUNETTO, G.; LOSS, A.; GATIBONI, L. C.; KURTZ, C.; MULLER, V. M.; LOVATO, P. E.; OLIVEIRA, B. S.; SOUZA, M.; COMIN, J. J. Decomposição e liberação de nutrientes de plantas de cobertura e seus efeitos em atributos químicos do solo e produtividade da cebola. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, v. 40, p.1-17, 2016.

PERES, L. E. P. In: **Metabolismo secundário**. São Paulo: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 2004.

SICKER, D.; SCHULTZ, M. Benzoxazinones in plants: occurrence, synthetic access, and biological activity. **Studies in Natural Products Chemistry**, v. 27, p. 185-232, 2002.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4. ed. Porto Alegre (RS): ARTMED, 2009.

TANWIR, F.; DIONISIO, G.; ADHIKARI, K. B.; FOMSGAARD, I. S. Biosynthesis and chemical transformation of benzoxazinoids in rye during seed germination and the identification of a rye Bx6-like gene. **Phytochemistry**, v. 140, p. 95-107, 2017.

ZHANG, W. K.; XU, J. K.; ZHANG, L.; DU, G. H. Flavonoids from the bran of *Avena sativa*. **Chinese Journal of Natural Medicines**. v. 10, p. 110-114, 2012.

Tabela 1. Áreas relativas (%) e conteúdo de compostos fenólicos (mg g⁻¹ de matéria seca) com potencial alelopático detectados nos extratos da parte aérea da espécie aveia-preta e aveia-preta consorciada com nabo-forrageiro (A+N) coletados a campo aos 100 dias após a semeadura das plantas e aos 30 dias após o acamamento.

Composto químico	Tempo de retenção (min)	Aveia-preta 100 dias	Aveia-preta 30 dias	A+N 100 dias	A+N 30 dias
Área relativa (%)					
<i>Ácido trans-cinâmico</i>	2,90	1,34*	27,51	6,97	25,50
<i>Ácido gálico</i>	6,06	2,71	n.d	1,33	n.d
<i>Ácido p-hidroxiben-zóico</i>	15,17	1,80	n.d	1,74	n.d
<i>BOA</i>	19,77	18,56	n.d	29,13	n.d
<i>Ácido sinápico</i>	21,51	26,30	n.d	1,96	n.d
<i>MBOA</i>	22,48	1,47	n.d	7,43	n.d
Conteúdo de compostos fenólicos (mg/g)					
<i>Ácido trans-cinâmico</i>	2,90	0,04	0,17	0,18	0,15
<i>Ácido gálico</i>	6,06	0,07	n.d	0,35	n.d
<i>Ácido p-hidroxiben-zóico</i>	15,17	0,05	n.d	0,05	n.d
<i>BOA</i>	19,77	1,66	n.d	2,48	n.d
<i>Ácido sinápico</i>	21,51	0,72	n.d	0,05	n.d
<i>MBOA</i>	22,48	0,43	n.d	2,05	n.d



n.d=não detectado; *média de triplicatas.