

Resumo

A semente de chia (*Salvia hispanica* L.) é muito relevante para a saúde humana, mas os estudos com essa cultura normalmente focam principalmente sua composição nutricional, deixando as práticas culturais com pouco respaldo técnico. Assim, objetivou-se avaliar a seletividade da cultura da chia submetida a aplicação em pós-emergência do herbicida bentazon. O experimento foi conduzido em casa de vegetação na Universidade Estadual do Centro-Oeste - UNICENTRO, Guarapuava-PR. Os tratamentos e seis repetições foram uma testemunha e doses de bentazon (90; 180; 360; 720 e 1440 g i.a. ha⁻¹). As variáveis avaliadas foram: fitointoxicação (%), taxa de transporte de elétrons (ETR), teor de clorofila (SPAD), altura (cm) e massa seca da parte aérea (MSPA). Os resultados demonstraram que as variáveis fitointoxicação, ETR e teor de clorofila foram influenciadas negativamente pelas concentrações de 720 e 1440 g i.a. ha⁻¹, com recuperação aos 21 dias após aplicação (DAA). Para altura e MSPA, as referidas doses causaram redução de 11,7% e 22,6%, respectivamente. Os resultados indicam a possibilidade do uso de bentazon para cultura da chia com até 360 g i.a. ha⁻¹, mas necessitam de novos estudos a campo para garantir maior seletividade e segurança nas recomendações.

Palavras-chave: *Salvia hispanica* L., fitointoxicação; inibidor do fotossistema II.

Abstract

Selectivity of the chia crop to bentazon herbicide

The chia seed (*Salvia hispanica* L.) is important to human health, but studies with this crop usually focus mainly on its nutritional composition, leaving cultural practices with little technical support. Thus, the aim of this work was to evaluate the chia crop selectivity submitted to post-emergence application of the bentazon herbicide. The experiment was conducted in a greenhouse at the Universidade Estadual do Centro-Oeste - UNICENTRO, Guarapuava - PR. The treatments and six replicates were constituted by a control and doses of bentazon (90; 180; 360; 720 and 1440 g a.i. ha⁻¹). The variables evaluated were: phytointoxication (%), electron transport rates (ETR), chlorophyll content (SPAD), height (cm) and aerial dry mass (MSPA). The results showed that the variables phytointoxication, ETR and chlorophyll content were negatively influenced by the 720 and 1440 g a.i. ha⁻¹ concentrations, with recovery at 21 days after application (DAA). For height and MSPA, the mentioned doses caused reduction of 11,7% and 22,6%, respectively. The results indicate the possibility of the bentazon use for chia crop with up to 360 g a.i. ha⁻¹, but new field studies are needed to ensure greater selectivity and safety in the recommendations.

Key words: *Salvia hispanica* L., phytointoxication; inhibitors of photosystem II.

Received at: 16/06/2017

Accepted for publication at: 04/12/2017

¹ Eng. Agrônomo. Dr. Prof. Depto Agronomia. Universidade Estadual do Centro Oeste - UNICENTRO - Rua Simeão Camargo Varela de Sá, 03, Bairro Cascavel, Guarapuava - PR, 85040-080. Email: cmaciell@unicentro.br

² Graduando em Agronomia. Universidade Estadual do Centro Oeste - UNICENTRO - Rua Simeão Camargo Varela de Sá, 03, Bairro Cascavel, Guarapuava - PR, 85040-080. Email: michelvicentim@hotmail.com; wirmond1999@hotmail.com

³ Eng. Agrônomo. Doutorando do Programa de Pós-graduação. Universidade Estadual do Centro Oeste - UNICENTRO - Rua Simeão Camargo Varela de Sá, 03, Bairro Cascavel, Guarapuava - PR, 85040-080. Email: andre pazinato@gmail.com

⁴ Eng. Agrônoma. Mestranda do Programa de Pós-graduação. Universidade Estadual do Centro Oeste - UNICENTRO - Rua Simeão Camargo Varela de Sá, 03, Bairro Cascavel, Guarapuava - PR, 85040-080. Email: ene_osco@hotmail.com

Resumen

Selectividad del cultivo del chia al herbicida bentazon

La semilla de chia (*Salvia hispanica* L.) es muy relevante para la salud humana, pero los estudios con esa cultura normalmente se centran principalmente en su composición nutricional, dejando las prácticas culturales con poco respaldo técnico. Así, se objetivó evaluar la selectividad de la cultura del chia sometida a la aplicación en post-emergencia del herbicida bentazon. El experimento fue conducido en casa de vegetación en la Universidad Estadual del Centro-Oeste - UNICENTRO, Guarapuava-PR. Los tratamientos con seis repeticiones fueron un testigo y dosis de bentazon (90, 180, 360, 720 y 1440 g i.a. ha⁻¹). Las variables evaluadas fueron: fitointoxicación (%), tasa de transporte de electrones (ETR), contenido de clorofila (SPAD), altura (cm) y masa seca de la parte aérea (MSPA). Los resultados demostraron que las variables fito-oxidación, ETR y el contenido de clorofila se influenciaron negativamente por las concentraciones de 720 y 1440 g i.a. ha⁻¹, con recuperación a los 21 días después de la aplicación (DAA). Para altura y MSPA, estas dosis causaron una reducción del 11,7% y del 22,6%, respectivamente. Los resultados indican la posibilidad del uso de bentazon para cultivo de Chia con hasta 360 g i.a. ha⁻¹, pero necesitan nuevos estudios a campo para garantizar mayor selectividad y seguridad en las recomendaciones.

Palabras clave: *Salvia hispanica* L., fitointoxicación; inhibidor del Fotosistema II.

Introdução

As sementes de chia (*Salvia hispânica* L.) quando utilizada de maneira integral, pode ter diversos usos culinários, tais como de suplementos nutricionais, na fabricação de barras de cereais e biscoitos, possuindo uma quantidade significativa de lipídios e fibra dietética importantes da dieta humana, e proteínas de elevado valor biológico (ANTRUEJO et al., 2011; COELHO e SALAS-MELLADO, 2014).

A quantidade de proteínas encontrada na chia é bem elevada, quando comparada com o conteúdo presente em outras culturas tradicionais, como milho, trigo, arroz, aveia e cevada (AYERZA e COATES, 2005). Além disso, contém minerais, vitaminas e antioxidantes naturais (IXTAINA et al., 2011). Nesse sentido, fica evidente a importância em se estudar a chia como um alimento funcional dadas suas características compositivas, uma vez que sua ingestão pode auxiliar na redução de doenças como obesidade, diabetes, hipertensão arterial e outras doenças cardiovasculares (DE LOGERIL e SALEN, 2007; BRESSON et al., 2009; AYERZA e COATES, 2011).

Com relação as características da cultura, a chia pertence à família Lamiaceae, nativa do México e Guatemala, cujas plantas são herbáceas de caules ramificados e aromáticos, recoberto por tricomas, assim como por folhas (DI SAPIO et al., 2012). O fechamento do dossel da cultura

ocorre aproximadamente entre 40 a 60 dias após a semeadura, dependendo das condições ambientais, como altitude, temperatura, intensidade solar e fotoperíodo (MIRANDA, 2012). Segundo Migliavacca et al. (2014), no Brasil a chia é semeada nos meses de outubro e novembro, e quando a planta encontra condições favoráveis ao desenvolvimento pode chegar até 2 metros de altura, e atingir produtividades de 800 kg ha⁻¹. Entretanto, na literatura existem relatos de que as produtividades possam atingir até 1200 kg ha⁻¹ (COATES, 2011), semelhantemente aos resultados obtidos por Vilela et al. (2016) na safra 2014/15, em Muzambinho - MG.

Segundo Coates (2011), o crescimento inicial dessa cultura é lento, prejudicando a competição com as plantas daninhas, por água, luz e nutrientes. Desta forma, torna-se necessário a realização do controle dessas invasoras, sendo a utilização de herbicidas uma das técnicas que podem ser empregadas. No entanto, a seletividade dos herbicidas é a base para o sucesso do controle químico das plantas daninhas em uma cultura agrícola (BUNHOLA e SEGATO, 2017).

Os herbicidas são caracterizados como seletivos quando causam a morte das plantas invasoras que se encontram na área, sem redução de produtividade e qualidade do produto final da cultura (NEGRISOLI et al., 2004). Silva et al. (2003) relataram que estudos de tolerância de plantas cultivadas a herbicidas são realizados por meio da verificação de sintomas de fitotoxicidade, porém, alguns produtos

podem causar redução na produtividade sem causar efeitos visualmente detectáveis, assim como outros provocam injúrias acentuadas, mas que permitem a recuperação plena da cultura.

Entre as poucas informações sobre herbicidas utilizados em pós-emergência na cultura da chia encontra-se os trabalhos desenvolvidos à campo no Chile e na Grécia por Rojas (2013) e Karkanis et al. (2018), respectivamente, com 1200 g ha⁻¹ de bentazon. Os autores observaram fitointoxicação inicial com posterior recuperação dos sintomas, e resultados distintos caracterizados por redução na altura e produtividade de grãos no Chile e ausência de interferência na altura e produção de biomassa na Grécia. É importante ressaltar que, o herbicida em questão apresenta ação de contato, e atua inibindo o processo de fotossíntese por meio da interrupção do fluxo de elétrons no fotossistema II (OLIVEIRA Jr. et al., 2011).

Desta forma, objetivou-se avaliar a seletividade da cultura da chia submetida a aplicação em pós-emergência do herbicida bentazon.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, climatizada e com sistema de irrigação automática, pertencente a Universidade Estadual do Centro-Oeste - UNICENTRO, Campus CEDTEG, Guarapuava-PR, localizada nas coordenadas 25°22'54,8" S 051°29'39,4" O e 991 m de altitude.

O solo utilizado foi classificado como Latossolo Bruno distrófico típico, textura argilosa (EMBRAPA, 2013), apresentando a seguinte composição em relação à sua análise físico-química: pH em CaCl₂ de 4,9; teor de H⁺ + Al³⁺ de 51,3 cmol_c cm⁻³, Ca²⁺ de 2,4 cmol_c dm⁻³, Mg de 1,9 cmol_c dm⁻³, K⁺ de 0,43 cmol_c dm⁻³, P de 3,1 mg dm⁻³ (Mehlich), com 17,4 g dm⁻³ de C, assim como argila de 400 g kg⁻¹, silte de 150 g kg⁻¹ e areia total de 450 g kg⁻¹.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com seis tratamentos e seis repetições. Os tratamentos foram constituídos por uma testemunha e aplicação em pós-emergência de cinco doses do herbicida bentazon (90; 180; 360; 720 e 1440 g i.a. ha⁻¹), todas associada a um óleo mineral, constituído por uma mistura de hidrocarbonetos parafínicos, ciclo parafínicos e aromáticos saturados e insaturados, provenientes da destilação do petróleo,

na dose de 0,5 L ha⁻¹. As unidades experimentais foram representadas por vasos com duas plantas de chia, e capacidade de 2,0 kg de solo.

A semeadura foi realizada em 19 de janeiro de 2017, com adubação de 250 kg ha⁻¹ do formulado 08-20-20 (NPK), e posterior raleio cinco dias após a emergência (DAE), deixando apenas duas plantas por vaso.

A aplicação dos tratamentos foi realizada quando as plantas apresentavam estágio fenológico de quatro folhas expandidas (21/02/2017). Para isso utilizou-se um pulverizador costal pressurizado à CO₂, equipado com barra de duas pontas AD 110.015, espaçadas entre si em 0,5 m e a 0,5 m de altura das plantas, em velocidade de deslocamento de 3,6 km h⁻¹, o que constituiu taxa de aplicação de 150 L ha⁻¹. No momento (15h00min e 15h20min), as condições climáticas foram monitoradas com um termo-anemômetro digital portátil, sendo em média registrado temperatura, umidade relativa do ar e velocidade do vento de 26°C, 61% e 1 km h⁻¹, respectivamente.

As variáveis avaliadas foram constituídas por fitointoxicação (%) das plantas, por meio de escala de notas visuais, segundo critérios da SBCPD (1995), onde 0% correspondeu à ausência de injúria e 100% à morte das plantas, aos 7, 14, 21 DAA (dias após aplicação). Nessas mesmas datas foram realizadas avaliações de teor de clorofila, com o auxílio de clorofilômetro portátil, modelo Minolta SPAD-502 (índice SPAD), e a altura de plantas, por meio de régua graduada, sendo medido da superfície do solo até a inserção da última folha completamente expandida. Em complemento, a taxa de transporte de elétrons (ETR = μmol m⁻² s⁻¹) também foi realizada nas plantas de chia aos 3, 7 e 14 DAA, com fluorômetro portátil, modelo Y (II) Meter (Opti-Science®). Aos 21 DAA foram coletadas a parte aérea das plantas rente ao solo, as quais foram identificadas, posteriormente secadas em estufa de circulação forçada de ar, por período de 96 horas a 60°C, e pesadas para verificação da massa de matéria seca da parte aérea.

Os dados foram submetidos à análise de variância (p<0,05) e então procedeu-se a análise de regressão (p<0,05) utilizando o software SigmaPlot 11.0, sendo que para a escolha dos modelos considerou-se o coeficiente de determinação e o ajuste mais coerente do significado biológico para as variáveis estudadas.

Resultados e Discussão

Para a variável fitointoxicação (%) das plantas de chia, os modelos de regressão quadrático e logístico proporcionaram ajustes dos dados com coeficientes de determinação (R^2) de 0,9764, 0,9995 e 0,9970, respectivamente, aos 7, 14 e 21 dias após a aplicação (DAA) (Figura 1a). Aos 7 DAA foi observado que apenas a menor dose de bentazon (90 g i.a. ha⁻¹) não proporcionaram sintomas de fitointoxicação nas folhas das plantas. As demais doses proporcionaram aumento gradativo de injúrias, sendo que as maiores doses (720 e 1440 g i.a. ha⁻¹) apresentaram níveis de injúrias máximas em torno de 7%, representadas por leves sintomas de clorose com necroses nas folhas.

Aos 14 DAA os sintomas foram reduzidos para todos tratamentos, havendo apenas a presença de sintomas nas doses de bentazon com 720 e 1440 g i.a. ha⁻¹, representadas por 3% e 4% de injúrias, respectivamente (Figura 1a). Os sintomas visuais na parte aérea das plantas praticamente não se encontraram mais presente aos 21 DAA, sendo apenas constatado 0,5% e 1,5% de fitointoxicação, respectivamente, para bentazon com 720 e 1440 g i.a. ha⁻¹. De forma geral, os sintomas nas plantas de chia com a aplicação de bentazon não foram considerados intensos, independente das doses avaliadas. Esse herbicida possui pequena capacidade de translocação, sendo considerada sua ação de contato (RODRIGUES e ALMEIDA, 2011).

Em relação a fitointoxicação, os resultados de baixo nível de dano corroboram com os descritos por Cazares et al. (2015) e Karkanis et al. (2018), mas divergem de Rojas (2013) que observaram 35% de injúrias aos cinco dias após aplicação de 1200 g ha⁻¹ de bentazon. Em algumas culturas é possível evidenciar injurias severas causadas pelo bentazon, e caracterizadas por necrose com recuperação precoce, uma vez que este herbicida não apresenta translocação, assim como efeito residual no solo (OLIVEIRA Jr. et al., 2011). Como exemplo, pode-se citar, em pesquisa realizada por Bandeira et al. (2016) na cultura da mandioca, onde a aplicação de bentazon causou necrose nos tecidos foliares, com posterior queda e redução no desenvolvimento e número de folhas, porém não interferindo no surgimento de novas folhas sadias.

Em relação a taxa de transporte de elétrons (ETR) apenas aos 3 e 7 DAA o modelo de regressão quadrático proporcionou ajuste adequados dos dados com R^2 de 0,8710, 0,9675, respectivamente (Figura

1b), uma vez que aos 14 DAA não foi identificado diferença significativa entre os tratamentos. Aos 3 DAA, o aumento da concentração de bentazon nas doses 90, 180 e 360 g i.a. ha⁻¹ causou redução em torno de 39% da ETR em relação a testemunha sem aplicação, não sendo constatada diferenças entre as maiores doses (720 e 1440 g i.a. ha⁻¹), em relação a dose intermediária (360 g i.a. ha⁻¹).

Aos 7 DAA, ainda foi verificado decréscimo da ETR com o aumento da concentração de bentazon, sendo esse mais acentuada em relação aos 3 DAA para as doses de 720 e 1440 g i.a. ha⁻¹. A partir dos 14 DAA não foram mais verificadas diferenças em relação a testemunha sem aplicação, independente da dose de bentazon utilizada (Figura 1b). Essa rápida redução da ETR nas primeiras avaliações, pode ser explicada pelo fato de que o mecanismo de ação inibidor o transporte de elétrons no fotossistema II, ou seja, exatamente no local em que o fluorômetro detecta os valores de ETR (FERREIRA, 2015). Esses resultados corroboram com descritos por Karkanis et al. (2018), os quais também não constataram interferência significativa na condutância estomática e taxa fotossintética das plantas de chia submetidas ao bentazon.

A análise da ETR é importante no sentido de identificar os fatores que podem alterar de maneira direta ou indireta o desempenho do fotossistema II (SOARES, 2016), além de ser um método de maneira qualitativa e quantitativa a absorção e o aproveitamento da energia luminosa (fotossistema II), e as possíveis relações com a capacidade fotossintética, além de ser um método não destrutivo (TORRES NETTO et al., 2005; FERRAZ et al., 2014). Os herbicidas inibidores da fotossíntese são considerados inibidores do transporte de elétrons. Isso ocorre na proteína D1 do fotossistema II, pela ligação do herbicida ao sítio de ligação da QB, interrompendo-se a fixação de CO₂ e a produção de ATP e NADPH₂, os quais são elementos essenciais para o crescimento das plantas (OLIVEIRA JR. et al., 2011).

O teor de clorofila (SPAD) nas folhas aos 7 e 14 DAA apresentou ajuste dos dados ao modelo de regressão linear proporcionando R^2 de 0,9716, 0,9622, respectivamente (Figura 1c). Aos 7 e 14 DAA foi verificado decréscimo do teor de clorofila nas plantas de chia com o aumento da concentração de bentazon, representado por valores em torno de 8% e 9%, respectivamente. A partir dos 21 DAA, não foi verificado diferença no teor de clorofila entre as doses de bentazon e a testemunha sem aplicação.

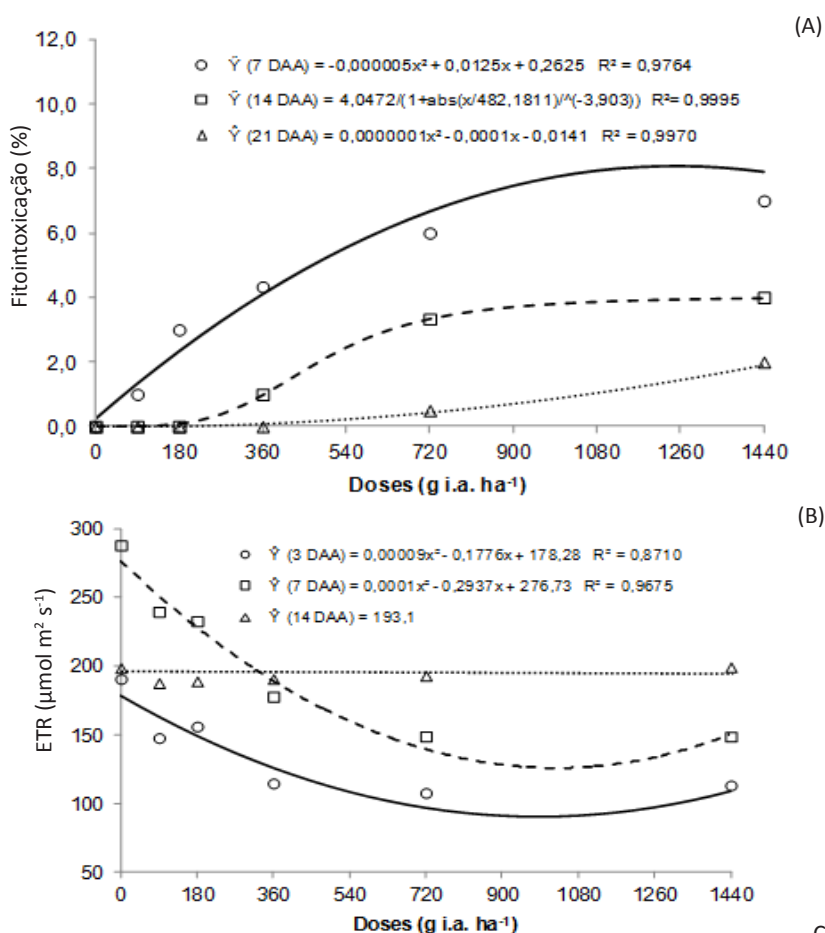
Esse resultado corrobora com as avaliações de fitointoxicação e ETR, onde as injúrias nessa época apresentavam-se em apenas de 1,5% na maior dose, não havia diferença em nenhuma concentração aplicada em relação à ETR.

O índice SPAD (Soil Plant Analysis Development), através de valores calculados no aparelho a partir da quantidade de luz absorvida pela folha, tem como função estimar o teor relativo de clorofila (WASKOM et al., 1996). Neves et al. (2005) relataram que as clorofilas são responsáveis pela conversão da radiação luminosa em energia (ATP e NADPH), sendo estreitamente relacionado com a eficiência fotossintética das plantas. Sendo assim, no geral, é possível afirmar que a atividade fisiológica das plantas (ETR e teor de clorofila) de chia foi recuperada aos 21 DAA de bentazon, até mesmo na dose 1440 g i.a. ha⁻¹.

Para variável altura de plantas (cm), o modelo logístico proporcionou elevado ajuste dos dados constituindo R² de 0,9907, 0,9977 e 0,9853, aos 7, 14

e 21 DAA, respectivamente (Figura 1d). Apesar de pequena diferença, aos 7 DAA já foi possível observar redução de altura de plantas com as doses de 720 e 1440 g i.a. ha⁻¹, representadas por 9%, 11% e 13%, respectivamente. Aos 14 e 21 DAA, observou-se o mesmo comportamento, mas com redução mais expressiva aos 14 DAA, devido o maior crescimento e desenvolvimento das plantas da testemunha e nas menores concentrações de bentazon. Aos 21 DAA, observou-se apenas leve recuperação dos tratamentos que receberam essas maiores doses de bentazon.

Portanto, diferentemente da atividade fisiológica, em relação a morfologia de plantas foi possível constatar supressão expressiva da altura com o aumento da concentração de bentazon ainda aos 21 DAA. Esses resultados corroboram com Rojas (2013) e divergem de Karkanis et al (2018), fato que talvez possa ser explicado pelas diferentes condições edafoclimáticas em que foram conduzidos os experimentos.



Continua...

Continua...

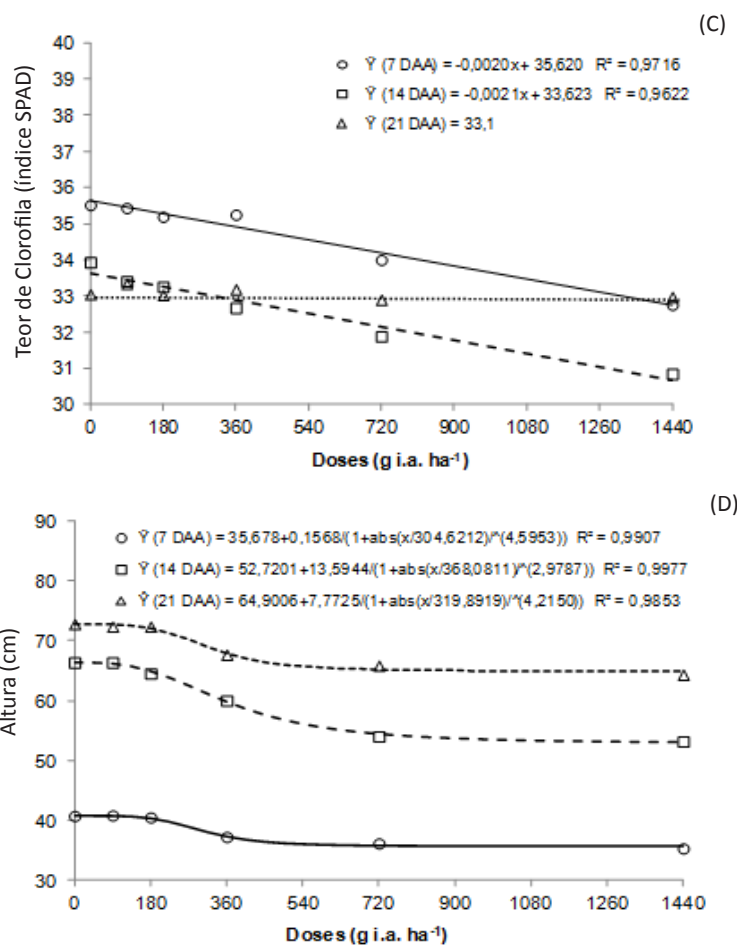


Figura 1. Fitointoxicação % (a), taxa de transporte de elétrons - ETR (b), teor de clorofila (c) e altura de plantas (d) das plantas de chia, submetidas a doses crescentes de bentazon em pós-emergência.

Em relação a matéria seca da parte aérea das plantas (MSPA), o modelo de regressão logístico proporcionou elevado ajuste aos dados, constituindo R² de 0,9997 (Figura 2). As menores doses de bentazon (90, 180 e 360 g i.a. ha⁻¹) não sofreram redução de MSPA comparadas com a testemunha sem aplicação, enquanto para as duas maiores doses (720 e 1440 g i.a. ha⁻¹) houver redução em torno de 21% e 22%, seguindo o comportamento de resposta da altura das plantas. Efeitos deletérios do bentazon sobre a cultura da chia também foram relatados por Rojas (2013), havendo a recuperação dos sintomas

fitotóxicos, mas com redução de produtividade. Em outras culturas, como a do feijão caupi, Nina (2011) também relataram redução da área foliar da planta, assim como diminuição da MSPA com 1440 g i.a. ha⁻¹ de bentazon.

Portanto, a avaliação de MSPA é considerada a mais importante das variáveis avaliadas nesse trabalho, uma vez que os fotoassimilados da fase vegetativa auxiliarão o enchimento dos grãos, e consequentemente, a produtividade da cultura da chia.

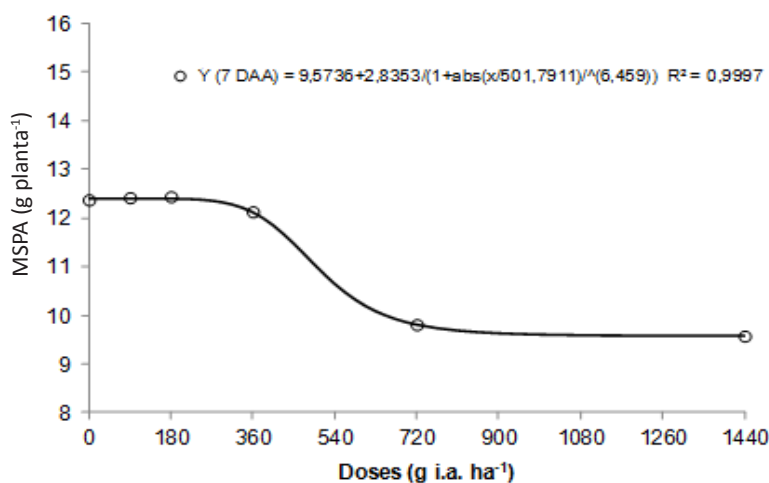


Figura 2. Massa seca da parte aérea (MSPA) das plantas de chia submetidas a doses crescentes do herbicida bentazon em pós-emergência.

De forma geral, pode-se observar que a aplicação de bentazon com doses superiores 360 g i.a. ha⁻¹ podem ser deletérias a chia, principalmente em relação aos aspectos morfológicos relacionados a altura e massa seca na parte aérea das plantas. Desta forma, ainda se torna necessário mais pesquisas em relação a esse tema, principalmente a nível de campo, para verificar se pode haver recuperação com o decorrer do desenvolvimento da cultura da chia submetida a aplicação de bentazon, principalmente em relação à produtividade e qualidade dos grãos.

Conclusões

Esses resultados preliminares indicam a possibilidade do uso de bentazon para cultura da chia com até 360 g i.a. ha⁻¹, mas ainda necessitam de novos estudos principalmente a campo para garantir maior seletividade e segurança nas recomendações de controle de plantas daninhas com esse herbicida.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq pela disponibilização de bolsa de iniciação científica.

Referências

- AYERZA, R.; COATES, W. **Chia: rediscovering a forgotten crop of the aztecs**. Tucson: The University of Arizona Press, 2005. 215 p.
- AYERZA, R.; COATES, W. Protein content, oil content and fatty acid profiles as potential criteria to determine the origin of commercially grown chia (*Salvia hispanica* L.). **Industrial Crops and Products**, v.34, n.2, p.1366-1371, 2011. DOI: <http://10.1016/j.indcrop.2010.12.007>
- BANDEIRA, H.F.S.; ALVES, J.M.A.; ROCHA, P.R.R. STRUCKER, A.; TRASSATO, L.B. Tolerância da mandioca a diferentes herbicidas aplicados em pós-emergência. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.15, n.3, p.241-250, 2016. DOI: 10.7824/rbh.v15i3.478.
- BUNHOLA, T.M.; SEGATO, S.V. Avaliação preliminar de novo herbicida aplicado e pré-emergência em cana-planta. **Nucleus**, v.14, n.1. p.247-266, 2017. DOI: 10.3738/1982.2278.2720

- BUSILACCHI, H.; QUIROGA, M.; BUENO, M.; DI SAPIO, O.; FLORES, V.; SEVERIN, C. Evaluación de *Salvia hispanica* L. Cultivada en el sur de santa fe (república argentina). **Cultivos Tropicales**, v.34, n.4, p.55-59, 2013.
- CAZARES, T.M.; HERNÁNDEZ, S.M.; MARTÍNEZ, M.M. Selección y evolución de herbicidas postemergentes para el control de la maleza en el cultivo de chíá (*Salvia hispanica* L.) en Guanajuato. In: CIENCIA DE LA MALEZA, 2., 2015, San Pedro. **Anais...** San Pedro: SOMECEMA, p.161-168.
- COATES, W. Whole and Ground Chia (*Salvia hispanica* L.) Seeds, Chia Oil-Effects on Plasma Lipids and Fatty Acids. In PREEDY, V.R.; WATSON, R.R.; PATEL, V.B. (Ed) **Nuts and Seeds in Health and Disease Prevention**. San Diego: Academic Press, 2011. p.309-314.
- COELHO, M.S.; SALAS-MELLADO, M.L.M. Revisão: composição química, propriedades funcionais e aplicações tecnológicas da semente de chia (*Salvia hispanica* L.) em alimentos. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.17, n.4, p.259-268, 2014.
- DE LOGERIL, M.; SALEN, P. Mediterranean Diet and n-3 fatty acids in the Prevention and treatment of cardiovascular disease. **Journal of Cardiovascular Medicine**, v.8, p. 38-41, 2007. Suplemento 1. DOI: 10.2459/01.JCM.0000289268.90482.7b
- DI SAPIO, O.; BUENO, M.; BUSILACCHI, H.; QUIROGA, M.; SEVERIN, C. Caracterización morfoanatómica de hoja, tallo, fruto y semilla de *Salvia hispánica* L. (Lamiaceae). **Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromaticas**, v.11, n.3, p.249-268, 2012.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solo. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro, 3.ed. Rev. Ampl., 2013. 353p.
- FERREIRA, E.A.; MATOS, C.C.; BARBOSA, E.A.; SILVA, D.V.; SANTOS, J.B.; PEREIRA, G.A.M.; FARIA, A.T.; SILVA, C.T. Respostas fisiológicas da mandioca à aplicação de herbicidas. **Semina: Ciências Agrárias**, v.36, n.2, p.645-656, 2015. DOI: 10.5433/1679-0359.2015v36n2p645
- FERRAZ, R.L.S.; BELTRÃO, N.E.M.; MELO, A.S.; MAGALHÃES, I.D.; FERNANDES, P.D.; ROCHA, M.S. Trocas gasosas e eficiência fotoquímica de cultivares de algodoeiro herbáceo sob aplicação de silício foliar. **Semina: Ciências Agrárias**, v.35, n.2, p.735-748, 2014. DOI: 10.5433/1679-0359.2014v35n2p735
- IXTAINA, V.Y.; MARTÍNEZ, M.L.; SPOTORNO, V.; MATEO, C.M.; MAESTRI, D.M.; DIEHL, B.W.K.; NOLASCO, S.M.; TOMÁS, M.C. Characterization of chia seed oils obtained by pressing and solvent extraction. **Journal of Food Composition Analysis**, v.24, n.2, p.166-174, 2011. DOI: 10.1016/j.jfca.2010.08.006
- KARKANIS, A.C.; KONTOPOULOU, C.; LYKAS, C.; KAKABOUKI, I.; PETROPOULOS, S.A.; BILALIS, D. Efficacy and selectivity of pre and post-emergence herbicides in chia (*Salvia hispanica* L.) under mediterranean semi-arid conditions. **Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca**, v.46, n.1, p.183-189, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.15835/nbha46110979>
- MIGLIAVACCA, R.A.; BENETOLI, T.R.S.; VASCONCELOS, A.L.S.; FILHO, W.M.; BAPTISTELLA, J.L.C. O cultivo da chia no brasil: futuro e perspectivas. **Journal of Agronomic Sciences**, v.3, n. especial, p.161-179, 2014.
- MIRANDA, F. **Guia técnica para el manejo del cultivo de chia (*Salvia hispánica*) em Nicaragua**. Sébaco: Central de Cooperativas de Servicios Multiples Exportacion e Importacion Del Norte (Cecoopsemein RL.), 2012. 14p. Disponível em: <http://cecoopsemein.com/Manual_de_poduccion_de_CHIA_SALVIA_HISPANICA.pdf>. Acesso em: 07 ago. 2017.
- NEGRISOLI, E.; VELINI, E.D.; TOFOLI, G.R.; CAVENAGHI, A.L.; MARTINS, D.; MORELLI, J.L.; COSTA, A.G.F. Seletividade de herbicidas aplicados em pré-emergência na cultura de cana-de-açúcar tratada com nematicidas. **Planta Daninha**, v.22, n.4, p.567-575, 2004. DOI: 10.1590/S0100-83582004000400011
- NEVES, O.S.C.; CARVALHO, J.G. MARTINS, F.A.D.; PÁDUA, T.R.P.; PINHO, P.J. Uso do SPAD-502 na avaliação dos teores foliares de clorofila, nitrogênio, enxofre, ferro e manganês do algodoeiro herbáceo. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v.40, n.5, p.517-521, 2005. DOI: 10.1590/S0100-204X2005000500014
- NINA, N.C.S. **Controle de plantas daninhas com herbicidas e efeitos da seletividade destes sobre o crescimento e produtividade de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.)**. 2011. 144f. Tese (Doutorado em Agronomia Tropical) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2011.

OLIVEIRA JR. R.S.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M.H. **Biologia e manejo de plantas daninhas**. Curitiba, PR: Ompipax, 2011, 348p.

RODRIGUES, B.N.; ALMEIDA, F.S. **Guia de herbicidas**. 6.ed. Londrina: IAPAR, 2011. 697p

ROJAS, D.B.E.V. **Efecto de la aplicación de herbicidas sobre el rendimiento en Chía (*Salvia hispanica* L.) en al región metropolitana**. 2013. 39p. Memoria (Ingeniera Agrónoma) - Universidad de Chile Facultad de Ciencias Agronómicas, Santiago, 2013.

SOCIEDADE BRASILEIRA DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS - SBCPD. **Procedimentos para instalação, avaliação e análise de experimentos com herbicidas**. 1ªed. Londrina: SBCPD, 1995. 42p.

SILVA, A.A.; FERREIRA, F.A.; FERREIRA, L.R. **Controle de plantas daninhas**. Brasília: ABEAS, 2003. 260p.

SOARES, G.C.M. **Efeito do ácido salicílico no metabolismo primário e secundário de plantas de arroz, milho e cana-de-açúcar**. 2016. 46f. Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais.

TORRES NETTO, A.; CAMPOSTRINI, E.; OLIVEIRA, G.J.; SMITH, R.E.B. Photosynthetic pigments, nitrogen, chlorophyll a fluorescence and SPAD-502 readings in coffee leaves. **Scientia Horticulturae**, v.104, n.2, p.199-209, 2005. DOI: 10.1016/j.scienta.2004.08.013

VILELA, P.M.F.; SILVA, A.V.; GIUNTI, O.D.; FIGUEIREDO, G.D.; MORAIS, M.A.; SANTOS, C.S. Produtividade e qualidade da chia no sul de Minas Gerais. In: CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS, 8., 2016. Poços de Caldas. **Anais...** Poços de Caldas: IFSULDEMINAS, 407p.

WASKOM, R.M.; WESTFALL, D.G.; SPELLMAN, D.E.; SOLTANPOUR, P.N. Monitoring nitrogen status of corn with a portable chlorophyll meter. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**. v.27, n.3-4, p.545-560, 1996. DOI: 10.1080/00103629609369576